

МАШИНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ

Краткий
справочник

МАШИНО- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Краткий справочник

Издание третье,
переработанное
и дополненное

*Согласовано с Государственной службой
стандартных справочных данных*

Под редакцией В. М. РАСКАТОВА



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1980

ББК 34.43
М38
УДК 621.002.3(031)

Авторы:

В. М. Раскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс

Рецензент Ю. В. Волковыцкий

Машиностроительные материалы: Краткий справочник / В. М. Раскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1980. 511 с. ил.

В пер.: 2 р. 90 к.

В справочнике приведены сведения о служебных и технологических свойствах черных и цветных металлов и сплавов, металлокерамики, композиционных материалов, пластмасс, резины, масел, смазок и многих других материалов, а также полуфабрикатов; даны критерии определения их свойств, описаны методы испытаний.

Третье издание (2-е изд. 1969 г.) значительно обновлено и дополнено, в нем учтены новые стандарты и технические условия, приведен новый материал по методам испытаний.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников всех специальностей, занимающихся проектированием, эксплуатацией и ремонтом оборудования.

М $\frac{31203-033}{038(01)-80}$ 33-80. 2704010000

ББК 34.43
6П5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Третье издание справочника «Машиностроительные материалы» совпадает с завершением определенного этапа развития машиностроительных материалов, вызванного научно-технической революцией. Первые машины создавались из существовавших тогда материалов, недостатки которых повлекли за собой поиск новых, более совершенных материалов. Постепенно эти первоначальные исследования привели к кардинальному пересмотру и переоцениванию всех критериев оценки свойств и методов испытания материалов.

В связи с массовым введением новых материалов в практику машиностроения, усовершенствованием традиционных и созданием новых методов оценки их свойств не только обновилось содержание справочника, но и изменилась систематика его изложения.

Современное материаловедение подразделяет все современные материалы на четыре основные группы: металлы и сплавы, минерало-силикатные, полимерные (синтетические и природные) и композиционные (композитные) — наиболее перспективные. В соответствии с этой классификацией дополнены разделы справочника «Металлокерамика» (порошковая металлургия), «Полимерные материалы» (включая композиционные на их основе), «Материалы минерального происхождения» (в том числе синтетические). Объединены подразделы «Проволока» и «Проволочные изделия», введен новый раздел «Подшипниковые и тормозные материалы» вследствие их большой номенклатуры. Изменена рубрикация по всем разделам, однако основная традиционная структура справочника оставлена без изменения. Улучшен справочный аппарат книги.

В справочнике свойства материалов описаны в единицах измерения, таких же, как в первоисточниках (ГОСТ, ТУ и др.), что в основном соответствует системе измерений, сложившейся в машиностроении. Для удобства взаимного перевода единиц, в том числе внесистемных (ангстрем, барн, карат и др.), имеющих применение в научно-технической литературе, приведены справочные таблицы «Соотношения единиц измерений».

Приведен обновленный перечень всех стандартов, упоминаемых в справочнике.

Обновлен и дополнен библиографический аппарат книги, распределенный по основным разделам справочника и служащий главным образом для расширения информации, приведенной в справочнике. Когда на рассматриваемый материал нет ГОСТа, справочные данные приводятся по техническим условиям, и лишь при отсутствии ГОСТов и ТУ данные приводятся из компетентных литературных источников.

Разделы I—VIII, X, XII, XIV и XVI написаны В. М. Раскатовым, IX и XV — Н. Ф. Бессоновой, XI — В. С. Чуенковым, XIII — Д. А. Вейсом.

Включенные в справочник данные выверены по действующим стандартам по их состоянию на 1 сентября 1979 г.

Замечания и пожелания по содержанию справочника просим направлять по адресу: 107885, Москва, ГСП-6, 1-й Басманный пер., 3, издательство «Машиностроение».

I СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Испытания на растяжение являются основными испытаниями, определяющими важнейшие прочностные, упругие и пластические свойства металлов и сплавов. Испытания производят при постепенном одноосном растяжении образца с расчетной длиной l_0 , с отметкой характерных точек — предела пропорциональности ($\sigma_{пц}$), предела текучести (σ_T или $\sigma_{0,2}$) и предела прочности при разрыве (σ_B). Также определяется Δl_0 — абсолютное удлинение.

Временное сопротивление (предел прочности при растяжении) σ_B ($\sigma_{пч}$, σ_B , σ_n), кгс/мм² — напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, которая предшествует разрушению образца, и отнесенное к начальной площади (F_0) его поперечного сечения до испытания.

Истинное напряжение S_R , кгс/мм², определяемое отношением нагрузки P к действительной для данного напряжения фактической площади поперечного сечения (F_0) образца в месте разрыва (с учетом утонения).

Предел текучести (физический) σ_T (σ_s) кгс/мм² — наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без заметного увеличения растягивающей нагрузки. Вследствие трудности установления значения этого показателя более распространен условный предел текучести $\sigma_{0,2}$.

Предел текучести (условный) $\sigma_{0,2}$, кгс/мм² — напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2% расчетной длины l_0 образца. Для определения значения $\sigma_{0,2}$ на диаграмме растяжения на оси абсцисс на расстоянии $0,002 l_0$ наносят точку k и от нее проводят прямую, параллельную линии упругой деформации, до пересечения с кривой растяжения. Полученная точка $\sigma_{0,2}$ при проецировании ее на ось ординат определяет значение условного предела текучести в кгс/мм².

Предел пропорциональности (условный) $\sigma_{пц}$ (σ_p), кгс/мм² — напряжение, при котором отступление от линейной зависимости между нагрузкой и удлинением достигает такой величины, что тангенс угла наклона, образованного касательной к кривой деформации в точке $P_{пц}$ с осью нагрузок, увеличивается на 50% своего значения на линейном упругом участке.

Предел упругости (условный) $\sigma_{0,05}$ (σ_e), кгс/мм² — напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,05% от длины участка образца, равного базе тензометра (допускается определение и с другими допусками — до 0,005%, соответственно обозначается $\sigma_{0,01}$, $\sigma_{0,02}$).

Относительное удлинение после разрыва δ_5 , δ_{10} , % (удлинение, относительное удлинение при разрыве) — отношение приращения расчетной длины образца Δl_0 после разрыва к его первоначальной расчетной длине l_0 . Различают: относительные удлинения δ_5 — на образцах с пятикратным отношением длины к диаметру; δ_{10} — с десятикратным отношением. Допускаются и другие отношения, например 2,5 при испытании отливок.

В США распространено отношение 4.

Относительное сужение после разрыва ψ (сужение), % — отношение уменьшения площади поперечного сечения образца в месте разрыва к начальной площади его поперечного сечения.

Условный предел ползучести (предел ползучести) — напряжение, которое за установленное время испытания при данной температуре вызывает заданное

удлинение образца (суммарное или остаточное). Обозначается, например, $\sigma_{0,2}^{100}/100$, где 0,2 — заданное удлинение, %; 100 — время испытания, ч; 700 — температура, °С, или заданная скорость ползучести на прямолинейном участке кривой ползучести.

Указанные испытания на растяжение производятся по методам, изложенным в ГОСТ 1497—73*, на цилиндрических и плоских образцах, согласно формам и размерам, установленным в том же стандарте. Испытания на растяжение при повышенных температурах (до 1200°С) установлены ГОСТ 9651—73, при пониженных (0+—100°С) — ГОСТ 11150—75, на длительную прочность — ГОСТ 10145—62, тонких листов и лент (до 4 мм) — ГОСТ 11701—66, труб — ГОСТ 10006—73, проволоки — ГОСТ 10446—63, арматурной стали — ГОСТ 12004—66.

Модуль продольной упругости E (модуль Юнга), кгс/мм² — отношение нормального напряжения к соответствующему ему относительному удлинению при растяжении в пределах применимости закона Гука.

Модуль сдвига G , кгс/мм² — отношение касательного напряжения к углу сдвига, определяющему искажение прямого угла между плоскостями, по которым действуют касательные напряжения. Модуль сдвига определяет свойство металла сопротивляться изменению формы при неизменности его объема.

Модуль сжатия K , кгс/мм² — отношение нормального напряжения к величине соответствующего ему относительного объемного сжатия, происходящего без изменения формы.

Коэффициент Пуассона ν , μ (безразмерная величина) — отношение относительного поперечного сжатия сечения стержня при растяжении к его относительному продольному удлинению. Определяется непосредственным испытанием металла или отношением $\nu = E : 2G - 1$.

Предел выносливости (усталостная долговечность) — наибольшее напряжение, при котором образец выдерживает без разрушения заданное количество циклов напряжения, принимаемое за базу испытания. Методы испытания на предел выносливости при изгибе, растяжении и кручении установлены ГОСТ 2860—65. Ускоренная оценка пределов выносливости методом ступенчатого нагружения (метод Локати) установлена ГОСТ 19533—74.

Ударный изгиб, ударная вязкость KC (a_n) — механическая характеристика пластичности черных и цветных металлов и сплавов. Определяется работой, расходуемой для ударного изгиба — излома ударом механического копра стандартного образца с концентратором (надрезом) посередине, установленного на двух опорах. В результате испытания по ГОСТ 9454—78 определяют полную работу удара K (кгс·м или Дж), отнесенную к начальной площади сечения образца s_0 (см² или м²) в месте концентратора. Образцы по виду концентратора подразделяют на u -, v - и T -образные с трещиной нормированной глубины; ударную вязкость KC (a_n) устанавливают отношением кгс·м/см² или Дж/м², и в зависимости от вида концентратора и температуры испытания (от —100 до +1000°С). Ударный изгиб обозначается, например, $KCT^{+100} 150/3/7,5$, где T — вид концентратора: +100 — температура испытания, °С (при испытании в комнатных условиях температура не указывается); 150 — энергия удара, Дж; 3 — глубина концентратора; 7,5 — ширина образца.

Испытания на ударный изгиб в диапазоне температур от —100 до —269°С производятся по ГОСТ 22848—77.

Механическое старение по ударной вязкости S , %, для стали определяется отношением ударной вязкости, измеренной на двух однородных образцах, один из которых прошел старение, а второй являлся контрольным. Метод испытания, старения и отбора образцов установлен ГОСТ 7268—67*.

Предел прочности при сжатии σ_s , кгс/мм² — отношение разрушающей нагрузки к площади поперечного сечения образца до испытания.

Удельная прочность, см, характеризуется длиной стержня в сантиметрах сечением в 1 см², обрывающегося под действием собственной массы.

Испытание на кручение (ГОСТ 3565—58) производят на круглых нормальных образцах диаметром в рабочей части 10 мм и расчетной длиной 50 и 100 мм

путем приложения к их головкам противоположно направленных моментов. Испытания производят по приведенным далее показателям.

Модуль упругости при сдвиге кручением G , кгс/мм² — отношение касательного напряжения к относительному сдвигу (скручиванию) образца в области упругих деформаций, не выходящих за предел пропорциональности.

Сдвиг при кручении γ , % — отношение длины дуги поворота (сдвига) окружности одного поперечного сечения образца относительно окружности другого его сечения к расстоянию между ними.

Предел пропорциональности при кручении (технический) $\tau_{пч}$, кгс/мм² — касательное напряжение — отношение крутящего момента M к полярному моменту сопротивления W образца для упругого кручения, при котором отступление от линейной зависимости между напряжениями и деформациями (от закона Гука) по поверхности образца достигает такой величины, когда тангенс угла, образуемого касательной к точке кривой деформации с осью напряжения, превышает первоначальное значение на 50%.

Предел текучести при кручении (условный) $\tau_{0,2}$, кгс/мм² — касательное напряжение — отношение M/W для упругого кручения, при котором образец получает остаточный сдвиг, равный 0,3%.

Предел упругости при кручении $\tau_{уи}$, кгс/мм² — касательное напряжение, при котором образец получает остаточный сдвиг, соответствующий обусловленному допуску порядка 0,0045, 0,0075, 0,015%.

Условный предел прочности при кручении $\tau_{пч}$, кгс/мм² — наибольшее касательное напряжение — отношение M/W для упругого кручения, соответствующее максимальному крутящему моменту M , который предшествует разрушению образца.

Истинный предел прочности при кручении t_k (τ_k), кгс/мм² — наибольшее касательное напряжение, соответствующее наибольшему моменту, который предшествует разрушению образца, с учетом пластической деформации.

Твердость. Твердость — характеристика прочности материала в условиях сложнопластического состояния, возникающего при внедрении индентора, которое сопровождается большими пластическими деформациями в зоне испытания. Твердость определяется силами атомного и молекулярного взаимодействия, и ее значение коррелируется с рядом константных свойств чистых металлов [3].

До настоящего времени нет точного определения твердости и единого метода ее измерения. Твердость измеряют различными методами.

Царапание. Оценка производится сравнительным царапанием испытуемых материалов по десятибалльной (Моос, 1811 г.) и более точной пятнадцатилетней (М. М. Хрущов, 1950 г.) шкалам. Созданы измерительные приборы (Берковича и др.), когда царапание производится по нормированным условиям.

Динамические испытания. Твердость оценивается склероскопом по высоте отскока удара ударного бойка или времени затухания колебаний маятника, опертого на испытуемый материал.

Вдавливанием индентора определяют макротвердость (по Бринелю, Роквеллу, Виккерсу и др.).

Вдавливанием индентора оценивают микротвердость (по Хрущову — Берковичу, Цейсу и др.).

Твердость по Бринелю $HВ$, кгс/мм². Мерой твердости служит отношение нагрузки (кгс) к площади поверхности сферического отпечатка шарика (мм²). При измерении твердости шариком диаметром 10 мм с нагрузкой 3000 кгс с выдержкой 10 с твердость условно обозначается, например, $HВ 400$. Другие параметры измерения указываются в обозначении: например, $HВ 5/250/30-200$ означает, что число твердости 200 при шарике диаметром 5 мм, нагрузке 250 кгс и выдержке 30 с. Диаметр шарика (10,5 или 2,5 мм), нагрузка (3000; 1000; 750; 250; 117,5 или 62,6 или 15,6 кгс) и выдержка (60; 30 или 10 с) устанавливаются согласно ГОСТ 9012—59* в зависимости от вида металла и его твердости.

Твердость по Роквеллу HRA , HRB и HRC — условная величина, обратная глубине вдавливания шарика или алмазного конуса в зависимости от твердо-

сти испытываемого металла, с соответствующим отсчетом на приборе Роквелла (табл. 1). Например, твердость по Роквеллу *HRC* 50 означает твердость 50 по шкале *C*. Методика и условия проведения испытания стандартизованы ГОСТ 9013—59.

1. Выбор шкал Роквелла

Примерная твердость			По Роквеллу			
По Бринеллю	По Виккерсу	Пределы измерения	Наконечник	Шкала	Обозначение	Нагрузка, кгс
60—230	60—240	25—100	Стальной шарик	<i>B</i>	<i>HRB</i>	10+90
230—700	240—900	20—67	Алмазный конус	<i>C</i>	<i>HRC</i>	10+140
Свыше 700	390—900	70—85		<i>A</i>	<i>HRA</i>	10+50

Твердость по Виккерсу *HV* (ГОСТ 2999—75) определяется путем измерения длины диагоналей отпечатка от вдавливания четырехгранной алмазной пирамиды и пересчета по формуле $HV = 1,854 \frac{P}{d^2}$, где d — среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей, мм; P — нагрузка, кгс. Стандартными нагрузками приняты 1, 2, 5, 10, 20, 30, 50 и 100 кгс; выдержка времени для измерения черных металлов 10—15 с, цветных — 28—32 с. Соответственно *HV* 10/30-500 означает: 500 — число твердости, 10 — нагрузку и 30 — время выдержки.

Микротвердость, кгс/мм² (ГОСТ 9450—76). На приборе (ГОСТ 10717—75) измеряется твердость тонких листов, фольги, пленок, покрытий и т. д. при толщине, не меньшей 10-кратной предполагаемой глубины отпечатка. Условия измерения пористых, анизотропных и других неоднородных материалов определяются ТУ на конкретные изделия. Установлены два метода испытания по отпечатку: 1) по восстановленному — определением его размера (основной метод); 2) по невозстановленному — измерением его глубины (дополнительный метод). Измерения производятся алмазными наконечниками, имеющими форму: четырехгранной пирамиды (условное обозначение (H_{\square})) для более мягких и толстых материалов; трехгранной пирамиды (H_{∇}), ромбической пирамиды (H_{\diamond}) и билиндра (H_{\circ}). Измерение самых тонких (3 мкм) листов производится с нагрузкой 0,049; 0,098; 0,196; 0,490; 0,981; 1,962; 4,905 Н (гири массой 5; 10; 20; 50; 100; 200; 500 г). В ГОСТ 9450—76 приведены формулы и таблицы для определения числа микротвердости по размеру отпечатка.

Микротвердость измеряется также царапанием поверхностного слоя четырехгранной (H_{\square}) или трехгранной (H_{∇}) алмазной пирамид под действием нормальной нагрузки от 0,005—0,200 кгс.

Микротвердость выражается числами, получаемыми делением нормальной нагрузки на условную площадь контакта пирамиды с испытываемой поверхностью, и определяется по методике, изложенной в ГОСТ 21318—75.

Пластическая твердость *HD*. Метод определения (ГОСТ 18835—73) сводится к вдавланию сферического наконечника диаметром D в испытываемую поверхность с последовательными нагрузками P и P_1 , измерению глубины отпечатков h и h_1 и вычислению числа твердости *HD* по формуле $HD = \frac{P - P_1}{\pi D (h - h_1)}$.

Абразивная износостойкость определяется (ГОСТ 17367—74) сравнением результатов испытаний эталонного и испытываемого образцов при их трении о поверхность с закрепленными на ней абразивными частицами. При испытании металлов твердостью менее *HV* 150 в качестве эталонного образца приме-

няется технически чистый отожженный алюминий, а твердостью выше *HV* 150 — технически чистое отожженное железо.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Взаимодействие металлов с металлами и неметаллами определяет их металлохимические свойства [6]: электронное строение атомов, соотношение атомных радиусов взаимодействующих металлов, положение элементов в ряду электроотрицательности, валентности и потенциалы ионизации атомов. Эти свойства определяют, в каких случаях возникают металлические твердые растворы, образуются металлические соединения, с какими элементами металлы дают только механические смеси или же совсем не взаимодействуют.

2. Химические элементы и их условные обозначения в марках металлов и сплавов

Химический элемент			Обозначения в марках		Химический элемент			Обозначение в марках	
Название	Атомный номер	Относительная атомная масса	цветных металлов и сплавов	стали и сплавов	Название	Атомный номер	Относительная атомная масса	цветных металлов и сплавов	стали и сплавов
Азот N	7	14,0067	—	А	Мышьяк As	33	74,92	Мп	—
Алюминий Al	13	26,9815	А (АЛ)	Ю	Натрий Na	11	22,9898	—	—
Барий Ba	56	137,34	Бр	—	Неодим Nd	60	144,24	Нм	—
Бериллий Be	4	9,0122	—	П	Никель Ni	28	58,71	Н	Н
Вор В	5	10,811	—	Р	Ниобий Nb	41	92,906	Нб	Нб
Ванадий V	23	50,942	Вам (Вам, Вал)	Ф	Олово Sn	50	118,69	О	О
Висмут Bi	83	208,980	Ви	В	Осмий Os	76	190,2	Ос	—
Вольфрам W	74	183,85	В	В					
					Палладий Pd	46	106,4	Пд	—
					Платина Pt	78	195,09	Пл	—
Гадолиний Gd	64	157,25	Гм	—	Плутоний Pu	94	244,0	—	—
Галлий Ga	31	69,72	Гл	Гл	Прозермий Pr	59	140,907	П (Пр)	П
Гафний Hf	72	178,49	ГФ (ГФМ, ГФИ)	—	Рений Re	75	186,2	Ре	—
Германий Ge	32	72,59	Г	—	Родий Rh	45	102,905	Рд	—
Гольмий Ho	67	164,930	ГОМ	—	Ртуть Hg	80	206,59	Р	—
Диспрозий Dy	66	162,50	ДИМ	—	Рубидий Rb	37	85,47	—	—
Европий Eu	63	151,96	Ев	—	Рутений Ru	44	101,07	Ру	—
Железо Fe	26	55,847	Ж	—	Самарий Sm	62	150,35	С (Сам)	С
Золото Au	79	196,967	Зл	—	Свинец Pb	82	207,19	С	—
Индий In	49	114,82	Ин	—	Селен Se	34	78,96	Сс	Е
Иридий Ir	77	192,22	И	—	Сера S	16	32,064	—	—
					Серебро Ag	47	107,870	Ср	—
					Скандий Sc	21	44,956	Скм	—
Иттербий Yb	70	173,04	Итм	—	Стронций Sr	38	87,62	—	—
Иттрий Y	39	88,905	Им (Ум)	—	Сурьма Sb	51	121,75	Су	—
Кадмий Cd	48	112,40	Кд	Кд	Таллий Tl	81	204,37	Тл	—
					Тантал Ta	73	180,948	Тт	—
					Теллур Te	52	127,60	Т	—
					Тербий Tb	65	158,924	Тем	—
					Титан Ti	22	47,90	Тн	Т
Калий K	19	39,102	—	—	Торий Th	90	232,0381	То	—
					Тулий Tu	69	168,934	ТУМ	—
Кальций Ca	20	40,08	—	—	Углерод C	6	12,01115	—	У
Кислород O	8	15,9994	—	—	Уран U	92	238,03	—	—
Кобальт Co	27	58,9332	К (Кс)	К	Фосфор P	15	30,9738	Ф	П
Кремний Si	14	28,086	Кр (К)	К	Хлор Cl	17	35,453	—	—
Лантан La	57	138,91	Лл	—	Хром Cr	24	51,996	Х (Хр)	Х
Литий Li	3	6,939	Лл	—	Цезий Cs	55	132,905	—	—
Лютеций Lu	71	174,97	Ллюм	—	Церий Ce	58	140,12	—	—
Магний Mg	12	24,312	Мг	Ш	Цинк Zn	30	65,37	Ц	—
Марганец Mn	25	54,9381	Мц (Мр)	Г	Цирконий Zr	40	91,22	ЦЗ	Ц
Медь Cu	29	63,54	М	Д	Эрбий Er	68	167,26	Эрм	—
Молибден Mo	42	95,94	—	М					

В табл. 2 приведен перечень металлов и других элементов периодической системы, образующих в различных сочетаниях металлические сплавы и другие соединения. Название сплавов основывается на их химическом составе, а из названий (или наименований) их марок буквами русского алфавита можно определить входящие в данную марку сплава элементы и их количественное содержание. Например, марки 08X17H15M3T, 13X14H3B2ФР, ХН70ВМТЮФ и др. расшифровываются следующим образом. Цифры перед буквенными обозначениями характеризуют содержание углерода в сотых долях процента (без указания символа «У» углерода). Цифры, стоящие после букв, указывают среднее содержание соответствующего элемента в целых процентах, кроме элементов, присутствующих в малых количествах. Обозначения элементов буквами русского алфавита см. в табл. 2.

Зависимость свойств сплавов от их химического состава определяются диаграммами состав — свойство (см., например, с. 22), а их изменения (полиморфизм) при неизменности химического состава — диаграммами состояния, т. е. изменениями свойств под влиянием внешних воздействий (температуры, давления, электрических и магнитных полей и др.).

Химический состав металлов и сплавов — основная и наиболее неизменная характеристика — в справочнике из-за ограниченности объема приводится лишь в случаях, когда металлы и сплавы подвергаются дополнительной термохимической улучшающей обработке.

Металлохимические свойства металлов и сплавов определяют степень их химической активности или инертности по отношению к внешним средам и контактирующим телам.

Лишь некоторые металлы обладают известной активностью, что используется в соответствующих химико-технологических процессах. Часть металлов (золото, платина, серебро, никель и др.) и их сплавов являются химически стойкими. В основном же металлы и сплавы изменяют свойства под действием химически активных сред и даже обычных атмосферных условий.

Факторы и параметры коррозионной агрессивности атмосферы и методы их определения установлены ГОСТ 9.033—74.

Факторы коррозионной агрессивности атмосферы определяются видом увлажнения металлических поверхностей: фазовой влагой (пленка, образующаяся под действием росы, мороси, дождя, снега и др.) или (и) адсорбционной влагой (пленка, образующаяся при относительной влажности 70% и более при отсутствии осадков и росы).

Параметры коррозионной агрессивности атмосферы характеризуются продолжительностью увлажнения поверхности (ч/год): а) общего (б+в), б) фазовой влагой и в) адсорбционной влагой, а также концентрацией в воздухе коррозионно-активного агента (сернистый газ, хлориды и аммиак). В стандарте значения параметров приведены: а — в виде карты СССР с изолиниями одинакового общего увлажнения (б+в) и отдельно для б и в — в виде численных данных для 121 географического пункта СССР. Общую коррозионную агрессивность атмосферы оценивают по девятибалльной шкале (1, 2, 3, ..., 9), где балл 1 соответствует наименьшей продолжительности общего увлажнения, ч/год.

Защита от атмосферной коррозии осуществляется следующими методами и средствами:

- 1) консервацией маслами, смазками и ингибиторами при хранении и транспортировании металлов и металлоизделий (ГОСТ 13168—69*);
- 2) покрытиями металлическими и неметаллическими неорганическими для защиты в эксплуатационных условиях (ГОСТ 21484—76);
- 3) покрытиями лаками, красками и другими полимерными материалами;
- 4) электрохимической защитой протекторными или катодными методами.

Методы испытания металлов на атмосферную коррозию на климатических испытательных станциях установлены ГОСТ 17332—71.

В физико-химическом аспекте различают два вида коррозии: химическую — в горячих или сухих газах, в маслах, бензине и других жидкостях, не являющихся электролитами; электрохимическую — протекающую в средах, которые могут быть электролитами.

Плотность окисных пленок, образующихся в результате коррозии, отличается от плотности металла. Например, при окислении стали оксид железа (FeO) имеет плотность порядка 6 г/см³, т. е. занимает увеличенный объем по сравнению с основным металлом, что ведет к растрескиванию окисной пленки. Оксид магния, наоборот, имеет меньшую плотность, что ведет к образованию пористой окисной пленки.

По характеру образования и развития коррозии различают два вида коррозии.

I. **Общая, или сплошная коррозия** поражает более или менее равномерно всю поверхность изделия из черных и цветных металлов и их сплавов. Металлы и их сплавы оцениваются (ГОСТ 13819—68) по 10-балльной системе и подразделяются на шесть групп в зависимости от скорости разрушения поверхности (мм/год):

- 1) совершеннотойкие, 1-й балл (менее 0,001);
- 2) весьма стойкие, 2-й балл (0,001—0,005);
- 3) стойкие, 3-й балл (0,005—0,01);
- 4) пониженнотойкие, 4-й балл (0,01—0,05);
- 5) малостойкие, 5-й балл (0,05—0,1);
- 6) нестойкие, 6-й балл (0,1—0,5);
- 7) 7-й балл (0,5—1,0);
- 8) 8-й балл (1,0—5,0);
- 9) 9-й балл (5,0—10,0);
- 10) 10-й балл (свыше 10).

II. **Местная, или неравномерная коррозия** подразделяется по степени избирательности и локализации на точечную (питтинги), язвенную (пятна), подповерхностную и др. и имеет в основе межкристаллитную коррозию.

Межкристаллитная (интеркристаллитная) коррозия характеризуется развитием по границам зерен, которые иногда образуют электролитические системы.

Методы испытания на межкристаллитную коррозионно-стойкость ферритных, аустенитно-мартенситных, аустенитно-ферритных и аустенитных коррозионно-стойких сталей и сплавов установлены ГОСТ 6032—75, алюминия и алюминиевых сплавов — ГОСТ 9.002—72.

Жаростойкость (окалиностойкость) — способность металлов и сплавов противостоять высокотемпературной коррозии в воздушной и агрессивных газовых средах. Методы испытания образцов на жаростойкость (ГОСТ 6130—71) заключаются в измерении их массы до и после испытания в потоке газовой среды со скоростью не менее 0,025 м/с и не более скоростей, вызывающих эрозию. Время и температура испытаний устанавливаются в зависимости от срока службы испытуемого металла и его температуры в эксплуатации.

Характеристики жаростойкости установлены ГОСТ 21910—76: 37 определений с расчетными формулами, размерностью и единицами измерения, классифицирование по признакам размерной и местной коррозии, повреждениям подокисного слоя и специальным характеристикам коррозии.

Контактная коррозия возникает в местах контакта металлов и сплавов, разнородных в электрохимическом отношении. ГОСТ 9.005—72 устанавливает допустимые сочетания металлов и сплавов, и в случае недопустимости устанавливает необходимые меры для защиты от контактной коррозии.

Абляция — коррозионно-эрозионное разрушение под воздействием высокотемпературного, высокоскоростного газового потока, сопровождающегося расплавлением, сублимацией и выносом частиц (характерный вид износа для элементов космической и реактивной техники).

Химико-термическое упрочнение металлов и сплавов (науглероживание, азотирование, алитирование и др.) позволяет существенно повысить прочность и твердость поверхностных слоев металлических изделий. Общие требования установлены ГОСТ 19905—74 и определение основных понятий — ГОСТ 20495—75.

СТРУКТУРА МЕТАЛЛОВ

Металлы и сплавы при одном и том же химическом составе в зависимости от применяемых методов и режимов термической и механической обработки могут иметь различное структурное строение (полиморфизм металлов),

которое определяет механические свойства металлов и сплавов. При определении структуры следует различать: **макроструктуру**, видимую невооруженным глазом или через лупу на изломах или на соответствующим образом подготовленных образцах (макрошлифах), и **микроструктуру**, видимую при больших увеличениях оптическими, рентгеновскими или электронными микроскопами на микрошлифах.

Методы определения качества структуры металлов и сплавов стандартизованы:

- структура серого и высокопрочного чугуна — ГОСТ 3443—77;
- эталоны микроструктуры стали — ГОСТ 8233—56;
- металлографический метод оценки микроструктуры стальных листов и лент — ГОСТ 5640—68;
- определение микроструктуры твердых металлокерамических сплавов — ГОСТ 9394—67*;
- определение величины зерна цветных металлов — ГОСТ 24073.0—75 + 24073.4—75;
- определение величины зерна стали — ГОСТ 5639—65;
- определение содержания альфа-фазы в аустенитных сталях — ГОСТ 41878—66*.

Оценка макроструктуры стали производится на травленых образцах и на изломах по ГОСТ 10243—75.

На **травленых образцах**, вырезанных по полному сечению прутка до 140 мм (при больших размерах допускается перековка или вырезка), производится оценка по пятибалльной шкалам (чем больше дефектность, тем выше балл) путем сравнения с нормативными макроструктурами, приведенными в стандарте по шести показателям.

1. **Центральная пористость (ЦП)** — мелкие пустоты, не заварившиеся при горячей механической обработке. Оценивается количеством и размером пор и площадью образца, пораженного пористостью.

2. **Ликвация** — неоднородность отдельных участков металла по химическому составу, структуре, неметаллическим и газовым включениям. Существует несколько разновидностей.

Точечная ликвация, или точечная неоднородность (ТН) — мелкие округлые сильно травящиеся (матовые) точки. Определяется их числом и растрогом металла в них.

Пятнистая ликвация — общая (ОПЛ) и краевая (КПЛ) — отдельные темные пятна различных размеров и форм, расположенные равномерно или ориентированные вдоль граней образца. Определяется числом, размером пятен, площадью поражений или глубиной залегаания.

Ликвационный квадрат или круг (ЛК) (по конфигурации слитка) выявляется в виде полоски, травящейся более интенсивно по сравнению с остальной частью шлифа.

Подсадочная ликвация (ПУ) — темные, легко растравливающиеся участки металла в центре заготовок.

3. **Подкорковые пузыри (ПП)** — мелкие пустоты — поры, расположенные вблизи или на поверхности заготовки.

4. **Межкристаллические трещины (МТ)** — в виде трех и более извилистых тонких, паукообразных полосок от оси заготовок.

5. **Послойная кристаллизация (ПК)** — чередующиеся слои металла в виде узких светлых и темных полос.

6. **Светлая полоска (СП)** — сравнительно яркая концентрическая полоска металла пониженной травимости.

На **изломах** (сталь с содержанием $C < 0,3\%$ на излом не контролируется) оценка макроструктуры стали производится путем сравнения с нормативными макроструктурами, приведенными в ГОСТ 10243—75, по приведенным далее показателям.

Грубые раскатанные поры и газовые пузыри — отдельные нитевидные полосы с искаженной кристаллической структурой. Разновидности пузырей: одиночные, групповые и по форме расположения.

Грубая пятнистая ликвация — широкие полосы с иной кристаллической структурой.

Остатки усадочной раковины — на осевой зоне в виде темной или светло-серой со шлаком полосы с некристаллической структурой.

Подсадочная рыхлота — одна или несколько темных полос с грубослойной структурой, часто с порами и шлаковыми включениями.

Раселосение — широкие полосы с заглаженной кристаллической светлой структурой. Следствие интеркристаллических трещин.

Межкристаллитные прослойки — неоднородность строения излома в виде сколов и слоистых изломов.

Обезуглероженный и науглероженный слой — различаются величиной зерна и оттенком структуры: светлый, крупнозернистый — при обезуглероживании; матовый, мелкозернистый — при науглероживании металла.

Нафталинистый и камневидный изломы — результат сильного перегрева металла; нафталинистый отличается характерным блеском в сечении крупных зерен, по-разному отражающих свет, камневидный — матовый излом по границам зерен.

Расщепления, вырывы, ложные расслоения — узкие щели, выступы, углубления («язычки»).

Черный излом — со сплошной или частичной темно-серой или черной окраской.

Неоднородность макроструктуры — неоднородность распределения присадок (титана, церия, циркония).

Корочка (экзогенные включения) — участки неодинаковой травимости, различные по величине и форме.

Свищи (газовые пузыри, раковины) — отдельные крупные и мелкие пустоты, результат загазованности расплава, в том числе при нарушении условий разливки.

Флокены — тонкие извилистые трещины длиной 1—30 мм и более, беспорядочно ориентированные.

Белые пятна — инородные расположенные группами металлические включения с характерной резкой структурной неоднородностью.

Инородные металлические и шлаковые включения — единичные случайные кусочки нерастворившихся ферросплавов, окисленного металла, шлака, огнеупоров и т. п.

Черновины — трещины, надрывы в результате пережога при нагреве и разрушений при деформации внутренней зоны заготовок.

Скворечники — пустоты, дыры, преимущественно одиночные, образующиеся в результате раскрытия внутренних термических трещин.

Внутренние разрывы — многочисленные поперечные надрывы, расположенные цепочкой по оси прокатки, образующиеся при недостаточном давлении для деформации середины слитка.

Ковочные трещины — грубые широкие окисленные расслоения.

Светлое кольцо, или квадрат — в осевой зоне замкнутая светлая полоса по контуру кристаллизатора. Дефект обнаруживается при недостаточном удалении верхней части слитков вакуумного дугового или электрошлакового переплава.

Краевой отстой — отслаивающаяся полоска металла по всему контуру или части заготовки. Дефект разливки.

Повышенная или пониженная травимость осевой части или отдельных участков — дефект кристаллизации — устраняется термообработкой.

Остатки литой структуры — в виде четкого рисунка дендритов или крупных кристаллов, зерен в центре или на поверхности заготовок.

Краевые дефекты — участки повышенной или пониженной травимости, местная грубая неоднородность, угловые трещины.

Дефекты поверхности и формы прокатанных изделий установлены ГОСТами: горячекатаных и кованых прутков, полос и профилей — ГОСТ 20847—75, горячекатаных и холоднокатаных листов — ГОСТ 24014—75 по 96 параметрам,

имеющим согласованность с ГОСТ 20847—75. Основные виды дефектов согласно этому ГОСТу приведены далее.

Раскванные или раскатанные загрязнения — вытянутые (раскванные или раскатанные) загрязнения слитка или литой заготовки шлаком или огнеупором.

Раскванный или раскатанный пузырь — нарушение сплошности поверхности, образовавшееся при расковке или прокатке из наружного или подповерхностного пузыря слитка или литой заготовки.

Раскванная или раскатанная трещина — разрыв металла, образовавшийся при расковке или прокатке продольной или поперечной трещины слитка или литой заготовки и заполненный окалиной.

Раскванная или раскатанная корочка — частичное отслоение металла, образовавшееся в результате расковки или раскатки завернувшихся корочек в виде скоплений неметаллических включений, окисленных заливки и брызг, имевшихся на поверхности слитка или литой заготовки.

Скворечник — выходящая на поверхность полость со сглаженными и окисленными стенками, образовавшаяся при ковке или прокатке в результате раскрытия внутренних трещин.

Рванины — раскрытые разрывы, расположенные поперек направления наибольшей вытяжки при ковке или прокатке или под углом к нему. Образуются вследствие пониженной пластичности металла.

Чешуйчатость — отслоения и разрывы в виде сетки. Появляется при прокатке вследствие перегрева или пониженной пластичности металла периферийной зоны.

Прокатная пленка — отслоение металла языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной. Возникает вследствие расковки или раскатки рванин или следов глубокой зачистки дефектов поверхности.

Ус — продольный выступ с одной или двух сторон, образовавшийся вследствие неправильной подачи металла в калибр, переполнения калибров или неправильной настройки валков и привалковой арматуры.

Подрез — продольное углубление, располагающееся по всей длине или на отдельных участках поверхности и образовавшееся вследствие неправильной настройки привалковой арматуры или одностороннего перекрытия калибра.

Закат — прикатанный продольный выступ с одной или двух сторон, появившийся в результате вдавливания уса или подреза, а также грубой зачистки.

Заков — придавленный выступ, возникающий при ковке в результате неравномерного обжатия.

Морщины — группа чередующихся продольных углублений и выступов, образовавшихся в процессе прокатки при повышенных обжатиях боковых граней.

Риска — продольное углубление с закругленным или плоским дном, появившееся из-за царапания поверхности наварями и другими выступами на прокатной арматуре.

Отпечатки — углубления или выступы, расположенные по всей поверхности или на отдельных ее участках и возникшие из-за наличия выступов и углублений на прокатных валках или ковочном инструменте.

Трещина напряжения — разрыв металла, идущий обычно вглубь под прямым углом и образовавшийся вследствие напряжений, вызванных структурными напряжениями.

Шлифовочные трещины — сетка паутинообразных или отдельных произвольно направленных поверхностных разрывов, появившихся при шлифовании металла, который обладает высокими твердостью, хрупкостью и малой теплопроводностью.

Травильные трещины — разрывы при травлении металла, имевшего напряжения от структурных превращений или деформации.

Остатки окалины — не удаленная на отдельных участках окалина.

Рябизна — углубления от вдавленной окалины, образовавшиеся при ковке, прокатке или правке металла.

Перетрав — местное или общее разъедание поверхности металла при травлении.

Царапина — канавка неправильной формы и произвольного направления, появившаяся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировании.

Заусенец — острый выступ в виде гребня, возникший при резке металла.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Технологические свойства — часть общих, присущих данному веществу физико-химических свойств, знание которых позволяет более обоснованно и интенсифицированно проектировать и вести технологический процесс и получать изделия с наилучшими, потенциально возможными для данного металла, служебными (рабочими) свойствами.

Литейные свойства. Литейные свойства металлов и сплавов определяются совокупностью ряда показателей, оптимальные значения которых дают возможность получать отливки без внутренних и внешних дефектов. Оптимальные температуры плавления, кипения, заливки, кристаллизации, плотность расплава и другие данные приведены при описании конкретных металлов и сплавов.

Жидкотекучесть расплавов, определяющая хорошую заполняемость литейной формы, зависит от их вязкости, поверхностного натяжения и температуры заливки. Определяется по длине заполнения длинной прямолинейной или спиральной форм при заданных гидростатическом напоре и температуре расплава и формы. Выражается в миллиметрах длины отлитого прутка.

Литейная усадка отражает различие между плотностью металла в твердом и жидком состояниях. Практически определяется как соотношение линейных размеров модели и отливки в виде безразмерного коэффициента усадки, определенного для каждого вида металла и сплава.

Пластичность — деформируемость. Деформируемость — обрабатываемость давлением, способность материалов воспринимать пластическую деформацию в процессе видоизменения формы при гибке, ковке, штамповке, прокатке и пресовании без нарушения целостности. Она зависит от различных факторов: 1) химического состава (стали с небольшим содержанием углерода и легированные никелем и марганцем деформируются лучше, чем высоколегированные, хромоникелевые, высокоуглеродистые и другие стали); 2) механических свойств (материалы с высокими показателями удлинения, сужения и ударной вязкости более способны к восприятию деформации); 3) скорости деформации, температуры и величины обжатия на каждом переходе.

Некоторые методы технологических испытаний на деформируемость металлов (технологические пробы) стандартизованы. Технологические пробы не дают численных данных. Оценка качества металла при этих испытаниях производится визуально по состоянию поверхности металла после испытания.

Испытание на изгиб в холодном и нагретом состояниях (ГОСТ 14019—68) производится на образцах с постоянной площадью сечения, подготовленных в соответствии с ГОСТ 7564—73. Различают четыре вида испытаний на изгиб:

- 1) до заданного угла изгиба α (рис. 1 — при заданных D и d , рис. 2 — с заданным углом оправки, рис. 3 — в тисках);
- 2) до появления первой трещины в растянутой зоне образца с фиксацией угла изгиба (см. рис. 1);
- 3) до параллельности сторон (рис. 4, 5);
- 4) до соприкосновения сторон (рис. 6).

Признаком того, что образец выдержал испытание на изгиб, служит отсутствие излома, а также расслоений, надрывов и трещин, видимых невооруженным глазом.

Испытание на перегиб (ГОСТ 13813—68) лент, листов и полос толщиной до 4 мм на образцах длиной 100—150 мм и шириной 20 мм проводят следующим образом. Образец, зажатый в тисках со специальными губками, загибается

на 90° (первый перегиб), затем на 180° в обратную сторону (второй загиб), затем на 180° в противоположную сторону (третий загиб) и т. д. до разрушения образца. Оценка производится по числу перегибов до появления трещин или разрушения образца (при этом последний перегиб в число перегибов не включается).

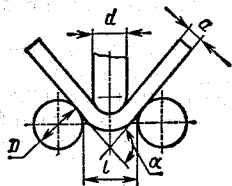


Рис. 1

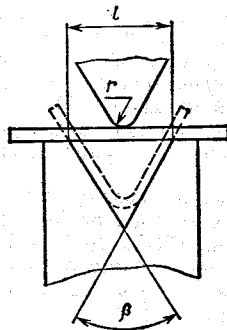


Рис. 2

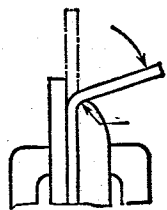


Рис. 3

Испытание на перегиб (ГОСТ 1579—63) проволоки (круглой, квадратной и других сечений) размером до 10 мм на образцах длиной 100—150 мм аналогично предшествующему испытанию.

Испытание на осадку (ГОСТ 8817—73) проводят для определения способности стали и алюминиевых сплавов принимать заданную по размерам и форме деформацию сжатия; применяется для сортового проката размером до 30 мм

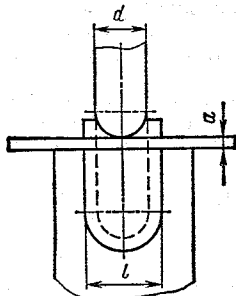


Рис. 4

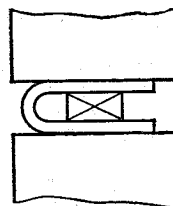


Рис. 5

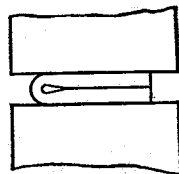


Рис. 6

при испытании в холодном состоянии и до 150 мм — в горячем. Высота h стального образца должна быть равна двум сечениям проката, алюминиевого образца — 1,5 сечения проката. Проба состоит в осаживании образца под прессом или молотом до определенной высоты h_1 , которую находят исходя из задаваемой в соответствующих технических условиях деформации X по формуле

$$X = \frac{h - h_1}{h} 100\%.$$

Признаком того, что образец выдержал пробу, служит отсутствие в нем после осадки трещин, надрывов или излома.

Испытание на расплющивание (ГОСТ 8818—73) проводят на прутках и готовых заклепках. При испытании стержней на образование головки необходимо из выступающего из матрицы конца стержня высотой 1,2 диаметра получить головку диаметром 1,5—1,6 высотой 0,4—0,5 диаметра исходного стержня. Годность изделия оценивается визуально по отсутствию трещин и надрывов.

Проба на навивание проволоки (ГОСТ 10447—63) служит для определения способности металла навиваться на цилиндр, диаметр которого определяется в соответствующих технических условиях, в пределах от 1 до 3 диаметров испытываемой проволоки.

Испытание на скручивание проволоки (ГОСТ 1545—63) определяет способность металла принимать заданное кручение. По числу оборотов (за один оборот считается оборот на 360°) судят о пластичности металла, а по излому — о структуре металла. Проба на скручивание производится до разрушения образца с расчетной длиной, равной 100 диаметрам проволоки.

Испытание на двойной кровельный замок (ГОСТ 13814—68) образцов толщиной менее 0,8 мм, длиной не менее 150 мм производят только в холодном состоянии. Заключается в соединении двух кусков листа вплотную двойным замком с последующим загибом по линии, перпендикулярной к линии замка, на угол не более 45°.

Испытание на выдавливание (метод Эриксона) служит для определения способности тонких листовых материалов (от 0,2 до 2,0 мм) выдерживать штамповку и вытяжку. Испытание (ГОСТ 10510—74) заключается в вытяжке сферической лунки в приборе на глубину до момента уменьшения усилий вытяжки. Результат определяется глубиной вытянутой лунки (мм) без нарушения целостности испытываемого металла.

Свариваемость — свойство металлов и сплавов в нормированных условиях сварочных процессов (газовой, кузнечной, дуговой, электроконтактной, электрошлаковой и других видов сварки) образовывать сварное неразъемное соединение, соответствующее качеству основного металла, подвергнутого сварке. О свариваемости судят путем испытания натуральных сварочных образцов и по поведению основного металла в околошовной зоне по ГОСТ 13585—68, ГОСТ 6996—66, ГОСТ 3242—69, ГОСТ 7512—75, ГОСТ 10145—62.

Паяемость — свойство металлов и сплавов образовывать неразъемные соединения с помощью промежуточного вещества — припоя (или в более общей форме — адгезива), который имеет температуру плавления ниже температуры плавления соединяемых металлов, что препятствует нежелательным структурным изменениям, имеющим место при расплавлении и затвердевании во время сварки.

Припой выбирают по условиям их повышенной избирательности адгезии к конкретным металлам и сплавам, подлежащим соединению пайкой с применением соответствующих флюсов (см. с. 425). Основные параметры паяных соединений нормированы ГОСТ 19249—73.

Упрочняемость металлов и сплавов определяется их восприимчивостью к улучшению свойств в результате осуществления термической и другой обработки.

Незакаливаемость — способность металлов не изменять своих прочностных и пластических свойств после резкого изменения температуры (например, в результате сварочного процесса).

Испытание на незакаливаемость (ГОСТ 14019—68) заключается в нагреве испытываемого образца до 650—750°С, охлаждении в воде и проверке его на изгиб по методике, приведенной на с. 15.

Прокаливаемость характеризуется глубиной закаленной зоны, определяемой (ГОСТ 5657—69) путем изготовления из испытываемой стали стандартного цилиндрического образца диаметром 25 мм и длиной 100 мм с заплечинами, закалки его с торца в специальной закалочной установке и замера твердости через определенные интервалы от торца с последующим построением диаграммы твердость — глубина закалки.

Обрабатываемость металла резанием характеризуется следующими факторами: качеством обработки — шероховатостью обработанной поверхности и точностью размеров; стойкостью инструмента; сопротивлением резанию (скорость и сила при резании); видом стружкообразования. Практически обрабатываемость стали определяют сравнительными испытаниями путем obtачивания образцов испытываемой стали и стали 45, принимаемой за эталон.

ОТБОР ПРОБ И ОБРАЗЦОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Задача этого процесса — отобрать от определенного количества металла его небольшую (незначительную) часть, состав и свойства которой наиболее бы соответствовали значению всей, подлежащей проверке партии металла. Соответственно этому в ГОСТ 7565—73 установлены правила, обеспечивающие представительство отобранных проб для определения плавочного химического состава сталей и сплавов и для контрольного анализа готового проката.

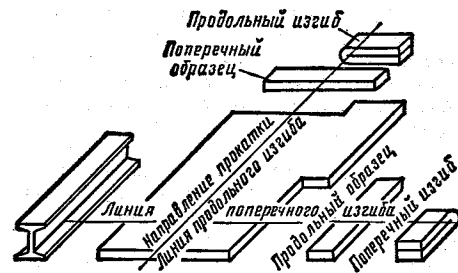


Рис. 7. Продольные и поперечные образцы из проката

Правила отбора заготовок металла (сортовой и фасонный прокат, лист и др.) для образцов для механических и технологических испытаний установлены ГОСТ 7564—73. При этом следует учитывать технологическую анизотропию прокатанного или прессованного металла относительно направления прокатки или прессования (рис. 7).

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТАВКИ И ПРИЕМКИ МЕТАЛЛОВ

Общие правила приемки, упаковки, маркировки и оформления документации на blooms, заготовки, сортовой и фасонный прокат (сталь горячекатаную, кованую, калиброванную, холоднотянутую, серебрянку, профили холоднотянутые), рельсы железнодорожные и специальные, листы, ленты и полосы (холодно- и горячекатаные) установлены ГОСТ 7566—69* (с учетом изменения № 1 от сентября 1971 г.).

Правила приемки. 1. Проверку качества продукции и ее приемку производит технический контроль предприятия-изготовителя и представитель технической приемки заказчика, если последний имеется на предприятии-изготовителе.

2. Предприятие-изготовитель должно гарантировать соответствие качества продукции требованиям стандартов, указанных в заказе.

3. Для контрольной проверки потребителем качества продукции на соответствие ее требованиям стандартов должны применяться правила отбора проб и методы испытаний, указанные в соответствующих стандартах.

4. Партия стали, число отбираемых образцов для испытаний и методы испытаний устанавливаются стандартами на конкретные виды продукции.

5. При получении неудовлетворительных результатов какого-либо испытания проводят повторное испытание.

Повторяют испытания для стали, подвергаемой выборочному контролю, — на образцах, отобранных от удвоенного числа blooms, заготовок, слябов, прутков, мотков, листов, полос или рулонов; для стали, подвергаемой поштучному контролю, — на удвоенном числе образцов, отобранных от bloomса, заготовки, сляба, прутка, мотка, листа, полосы или рулона, не выдерживших испытания.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.

Примечания. 1. Другой порядок повторных испытаний должен быть указан в стандартах на соответствующий вид продукции.

2. Если неудовлетворительные результаты испытаний являются следствием неправильного изготовления образцов или нарушения методики испытаний, то повторное испытание проводят на одинарном числе образцов.

6. При получении неудовлетворительных результатов повторных испытаний хотя бы по одному образцу бракуется вся партия при выборочном контроле и отдельные blooms, заготовки, слябы, прутки, листы, полосы, мотки, рулоны при штучном контроле.

Предприятию-изготовителю предоставляется право подвергнуть забракованную партию повторной сортировке, приеме с поштучным ее испытанием, а при необходимости — и дополнительной обработке.

Недопустимость проведения повторной сортировки, дополнительной обработки и поштучного контроля для партий, не выдержавших повторных испытаний, должна быть указана в соответствующих стандартах.

Упаковка металлопродукции производится в соответствии с нормами, установленными в ГОСТ 7566—69 и соответствующих стандартах на поставку. В случае разрешения поставки металла без упаковки в стандартах предусмотрены условия, исключающие возможное загрязнение или порчу продукции.

Точность взвешивания проката черных металлов на вагонных весах установлена ГОСТ 12502—67: а) $\pm 0,5\%$ от массы — для проката стоимостью 1 т до 100 р.; б) $\pm 0,2\%$ от массы — для проката стоимостью 1 т свыше 100 р.; в) $\pm 0,5\%$ от массы — для смешанной партии.

Маркировка. На каждой штуке металлопродукции, которая не упаковывается в пачки, связки и пакеты, на расстоянии 50—100 мм от конца или на торце должны быть выбиты (или отлиты) товарный знак завода-изготовителя, клеймо ОТК, марка металла и номер плавки, клеймо приемщика-заказчика (если он есть на заводе-изготовителе). Все знаки для наглядности обводятся краской. Для металлопродукции, упакованной в пачки, связки, пакеты, указанные выше знаки выбиваются на стальных пластинках (бирках) по 2 шт. на каждое место. Для упаковываемой металлопродукции соответствующие данные наносятся на таре. Чупки литейных металлов и сплавов, идущих на переплавку, также должны иметь выбитые или отлитые знаки: товарный знак завода-изготовителя, номер плавки, марку металла и другие знаки, указываемые в соответствующих стандартах.

Наряду с указанной выше маркировкой, свидетельствующей о качестве поставляемого металла, на штуках, пачках, или связках проката различными красками наносятся полосы, сочетание которых условно означает марку стали. Число и цвет полос устанавливаются соответствующими стандартами.

СОПРОВОДИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1. Каждая партия отгружаемой продукции должна сопровождаться документом (сертификатом), удостоверяющим соответствие ее заказу и требованиям стандартов. Сертификат должен быть подписан техническим контролем предприятия-изготовителя и представителем заказчика, если последний имеется на предприятии-изготовителе.

2. Сертификат должен содержать следующие данные: наименование или товарный знак предприятия-изготовителя; наименование потребителя; марку стали; номер плавки и номер партии; профиль, размеры, число мест, общую массу партии и в случае поставки по теоретической (сдаточной) массе — длину продукции (м); химический состав стали по ковшовой пробе или в готовом прокате; номер соответствующего стандарта; заключение технического контроля о полном соответствии продукции всем требованиям стандарта; результаты всех испытаний, предусмотренных стандартом, в том числе и факультативных; данные о группах и категориях стали по свойствам, качеству поверхности, назначению и т. п., предусмотренные стандартами.

Описанные выше общие правила приемки-поставки металлов в стандартах и ТУ на конкретную металлопродукцию излагаются в более детализированной форме применительно к виду поставляемого металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ван Флек Л. Теоретическое и практическое материаловедение. Пер. с англ. М., Атомиздат, 1975.
2. Гейвандов Э. А., Кузнецов Д. О., Фаткина А. М. Классификация стали и сплавов. Сер. ГСССД, М., Всесоюзный научно-исследовательский институт технической информации, классификации и кодирования, 1976.
3. Григорович В. К. Твердость и микротвердость металлов. М., Наука, 1976.
4. Космическое материаловедение и технология. Сборник / Под ред. А. С. Охотина. М., Наука, 1977.
5. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. М., Машиностроение, 1972.
6. Металлохимические свойства элементов периодической системы / И. И. Корнилов, Н. М. Матвеева, Л. И. Прякина, Р. С. Полякова. М., Наука, 1966.
7. Мозберг Р. К. Материаловедение. Таллин, Валгус, 1976.
8. Новиков И. И. Дефекты кристаллического строения металлов. М., «Металлургия», 1975.
9. Радиационная стойкость материалов. Справочник / Под ред. В. Б. Дубровского. М., Атомиздат, 1973.
10. Справочник по материально-техническому снабжению и сбыту. Изд. 2-е / Под ред. В. С. Куротченко. М., Экономика, 1976.
11. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. акад. И. К. Кикоина. М., Атомиздат, 1976.
12. Чиркин В. С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники. Справочник. М., Атомиздат, 1968.

II СТАЛЬ И СПЛАВЫ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Сталью называется сплав железа с углеродом (до 2%), поддающийся ковке. По способу получения сталь разделяется на бессемеровскую, конверторную (с продувкой кислородом), мартеновскую, электросталь, тигельную и сталь, получаемую прямым восстановлением из обогащенной руды (ока-тышей).

По химическому составу сталь делится на углеродистую и легированную. Углеродистая сталь, в свою очередь, подразделяется на углеродистую обыкновенного качества и углеродистую качественную. К легированным сталям относятся: низколегированная с общим содержанием легирующих элементов не свыше 3%; среднелегированная с общим содержанием легирующих элементов 3—5,5%; высоколегированная с общим содержанием легирующих элементов свыше 5,5%. Если легирующих компонентов больше, чем железа, и содержание железа менее 50—55%, то такие стали называют сплавами: например, сплавы с высоким омическим сопротивлением, жаропрочные сплавы и т. д.

В соответствии с легирующими компонентами стали имеют названия — углеродистые, хромистые, никелевые, хромоникелевые и т. д. Соответственно в условных обозначениях марок стали и сплавов указывается наличие тех или иных элементов буквами русского алфавита (см. табл. 2, с. 9).

В сталях и сплавах всех марок присутствуют постоянные примеси. Некоторые из них (марганец, кремний) необходимы по условиям технологии выплавки, другие — вредные примеси (сера, фосфор) — не поддаются полному удалению. Постоянно присутствуют также так называемые скрытые примеси (кислород, водород, азот), содержание которых мало.

Для повышения чистоты стали и сплавов осуществляется вспомогательная улучшающая обработка, виды которой иногда дополнительно указываются в конце названий марок следующими индексами:

ВИ (ВИИ) — переплав в вакуумных индукционных печах;

Ш (ЭШП) — электрошлаковый переплав;

ВД (ВДП) — переплав в вакуумных дуговых печах;

ШД — вакуумно-дуговой переплав стали, полученной электрошлаковым переплавом (ГОСТ 24022—75);

ЭЛП — электронно-лучевой переплав;

ПДП — плазменно-дуговая плавка;

ОДП — обычная дуговая плавка.

1. Изменение (уменьшение) содержания примесей (в тысячных долях %) в стали в результате переплавов [2]

Способ плавки	S	O	N	H	P
ОДП	10—20	4—6	7—15	0,4	Не изменяется
ЭШП	2—8	3—4	7—10		
ВДП	Не изменяется	2—3	4—6		
ЭЛП	10—15	1,5—2,5	4—5	0,2	
ВИ	Не изменяется		4—6		

Данные о повышении чистоты стали в результате улучшающей обработки по сравнению с исходной сталью ОДП приведены в табл. 1.

Классификация стали по методам придания формы. Литая сталь — стальное литье имеет несколько пониженные механические свойства по сравнению с катаной и ковальной сталью при одинаковом химическом составе. Преимущество литья по сравнению с другими способами формообразования — возможность экономичным путем изготовлять детали сложной формы (например, детали железнодорожной автосцепки). Кованая сталь — поковки и штамповки — имеет механические свойства после отжига, наиболее характерные для данной марки стали. Катаная сталь — прокат, в том числе периодический, обладает достаточно стабильным качеством. Следует учитывать, что деформированный металл, и в первую очередь прокат, обладает различием механических свойств (технологическая анизотропия) вдоль и поперек направления проката.

УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Углеродистая сталь является самой распространенной, ее выплавка составляет до 80% от общего объема производства. Сталь подразделяется на три основные группы: 1) обыкновенного качества, 2) качественная общего назначения, 3) специализированная (инструментальная, котельная, мостовая, судостроительная и другие, переходящие в легированные, основой которых является также углеродистая сталь). Свойства углеродистой стали в широкой степени изменяются в зависимости от содержания углерода, как это показано на диаграмме состав — свойство (рис. 1).

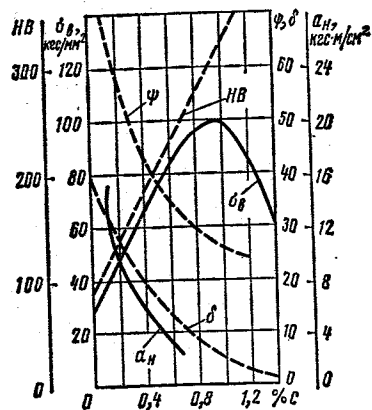


Рис. 1. Влияние углерода на технические свойства стали

обязательны испытания по показателям σ_b и δ_5 ; 2-й — то же и изгиб; 3-й — по всем показателям, приведенным в табл. 2 (кроме Ст0 и Ст1).

Сталь группы Б поставляется по гарантированному химическому составу для изготовления изделий с применением горячей обработки (ковки, сварки и даже термической обработки). Сталь 1-й категории проверяется на содержание C, Mn, Si, P, S, As, 2-й — по всем элементам, приведенным в табл. 3.

Сталь группы В поставляется по гарантированным механическим свойствам и химическому составу 1, 2, 3, 4, 5 и 6-й категорий с избирательным гарантированием свойств и химического состава согласно данным табл. 4. Стали этой группы широко применяются для изготовления сварных и других конструкций, где важно знать химический состав и свойства металла.

Сталь углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 380—71*) — широко применяемая и недорогая сталь, из которой выпускается до 70% всего проката, широко используемого в строительстве, машиностроении, транспорте и в других отраслях народного хозяйства. В зависимости от назначения подразделяется на три группы (А, Б, В) и по нормируемым показателям — на шесть категорий.

Сталь группы А поставляется по гарантированным механическим свойствам в отожженном состоянии для использования металла в состоянии поставки без горячей обработки. Для стали 1-й категории

обязательны испытания по показателям σ_b и δ_5 ; 2-й — то же и изгиб; 3-й — по всем показателям, приведенным в табл. 2 (кроме Ст0 и Ст1).

Сталь группы Б поставляется по гарантированному химическому составу для изготовления изделий с применением горячей обработки (ковки, сварки и даже термической обработки). Сталь 1-й категории проверяется на содержание C, Mn, Si, P, S, As, 2-й — по всем элементам, приведенным в табл. 3.

Сталь группы В поставляется по гарантированным механическим свойствам и химическому составу 1, 2, 3, 4, 5 и 6-й категорий с избирательным гарантированием свойств и химического состава согласно данным табл. 4. Стали этой группы широко применяются для изготовления сварных и других конструкций, где важно знать химический состав и свойства металла.

По степени раскисления различают сталь: кипящую (кп), полуспокойную (пс), спокойную (сп) с указанием приведенных индексов в названиях марок. По химическому составу сталь группы В должна соответствовать нормам, указанным для стали группы Б в табл. 3; по механическим свойствам — стали группы А в табл. 2.

2. Марки и свойства стали группы А

Марка	σ_b , кгс/мм ²	σ_t , кгс/мм ²				δ_5 , %			Изгиб на 180°	
		Для толщин, мм				$a \leq 20$	$a > 20$	$d = 2a$	$d = 3a$	
		≤ 20	20—40	40—100	> 100					≤ 20
Ст0	> 31	—	—	—	—	23	22	20	$d = 2a$	$d = 3a$
Ст1кп	31—40	—	—	—	—	35	34	32	$d = 0$ (без оправки)	$d = a$
Ст1пс Ст1сп	32—42	—	—	—	—	34	33	31		
Ст1Гпс	32—43	—	—	—	—	—	—	—		
Ст2кп	33—42	22	21	20	19	33	32	30		
Ст2пс Ст2сп	34—44	23	22	21	20	32	31	29		
Ст2Гпс	34—45	—	—	—	—	—	—	—	$d = 0,5a$	$d = 1,5a$
Ст3кп	37—47	24	23	22	—	27	26	24		
Ст3пс Ст3сп	38—49	25	24	23	21	26	25	23	$d = 2a$	$d = 3a$
Ст3Гпс	38—50	—	—	—	—	25	23	—		
Ст4кп	41—52	26	25	24	23	—	24	22	$d = 3a$	$d = 4a$
Ст4пс Ст4сп Ст4Гпс	42—54	27	26	25	24	24	23	21		
Ст5пс Ст5сп	50—64	29	28	27	26	20	19	17		
Ст5Гпс	46—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ст6пс Ст6сп	> 60	32	31	30	30	15	14	12	—	—

Обозначения: a — толщина образца; d — диаметр оправки.

Марки и свойства стали углеродистой обыкновенного качества, изготовленной бессемеровским способом, установлены ТУ 14-2-7—71. Сталь углеродистая качественная конструкционная (ГОСТ 1050—74*) изготовляется в основных конверторах с продувкой кислородом сверху, в мартеновских и электрических печах. По степени раскисления подразделяется на

кипящую (кп), полуспокойную (пс) и спокойную (без индекса); по химическому составу — на марки, см. табл. 5. Цифры в названиях марок означают среднее содержание углерода в сотых долях процента, буква Г — содержание марганца (около 1%).

3. Марки и химический состав (%) стали группы Б

Марка	C	Mn	Si	Другие элементы	
				P 0,07	S 0,06
БСт0	≤ 0,25	—	—		
БСт1кп БСт1пс БСт1сп	0,06—0,12	0,25—0,50	≤ 0,05 0,05—0,17 0,12—0,30	P 0,07	S 0,06
БСт1Гпс		0,7—1,1	≤ 0,15		
БСт2кп БСт2пс БСт2сп	0,09—0,15	0,25—0,50	≤ 0,07 0,05—0,17 0,12—0,30	P 0,07	S 0,06
БСт2Гпс		0,7—1,1	≤ 0,15		
БСт3кп БСт3пс БСт3сп	0,14—0,22	0,30—0,60 0,40—0,65	≤ 0,07 0,05—0,17	P 0,07	S 0,06
БСт3Гпс		0,8—1,1	≤ 0,15		
БСт4кп БСт4пс БСт4сп	0,18—0,27	0,40—0,70	≤ 0,07 0,05—0,17 0,12—0,30	P 0,07	S 0,06
БСт4Гпс		0,7—1,1	≤ 0,15		
БСт5кп БСт5пс	0,28—0,37	0,50—0,80	0,05—0,17 0,15—0,35	P 0,07	S 0,06
БСт5пс		0,22—0,30	0,8—1,2		
БСт6кп БСт6пс	0,38—0,49	0,50—0,80	0,05—0,17 0,15—0,35	P 0,07	S 0,06
БСт6пс		0,50—0,80	0,05—0,17 0,15—0,35		

4. Марки и категории стали группы В по нормируемым показателям (знак «+»)

Категория	Марки стали всех степеней раскисления и с повышенным содержанием марганца	Химический состав	Временное сопротивление	Предел текучести	Относительное удлинение	Изгиб в холодном состоянии	Ударная вязкость		
							при температуре °C		после механического старения
							+20	-20	
1	БСт1—БСт5	++	++	++	++	++	—	—	—
2	БСт2—БСт5	+++	+++	+++	+++	+++	—	—	—
3	БСт3—БСт4	+++	+++	+++	+++	+++	—	—	—
4		+++	+++	+++	+++	+++	—	—	—
5	БСт3	+++	+++	+++	+++	+++	—	—	—
6		+	+	+	+	+	—	—	—

Сталь поставляется: горячекатаная и коваяная, калиброванная, круглая с особой отделкой поверхности (серебрянка).

Данные о твердости и рекомендуемых режимах нагрева под термобработку приведены в табл. 6.

По требованиям к испытанию механических свойств эта сталь подразделяется на пять категорий:

- 1) без испытания механических свойств на растяжение и ударную вязкость;
- 2) с испытанием механических свойств в соответствии с требованиями, указанными в табл. 7;

5. Марки и химический состав (%)

углеродистой качественной конструкционной стали*

Марка	C	Si	Mn	Cr (не более)
05кп	≤ 0,06	≤ 0,03	≤ 0,40	0,10
08кп	0,05—0,11	≤ 0,03	0,25—0,50	
08пс			0,35—0,65	
08	0,05—0,12	0,17—0,37	0,25—0,50	0,15
10кп	0,07—0,14	≤ 0,07	0,35—0,65	
10п		0,05—0,17 0,17—0,37	0,30—0,50	
11кп	0,05—0,12	≤ 0,06	0,25—0,50	0,25
15кп	0,12—0,19	≤ 0,07	0,35—0,65	
15пс		0,05—0,17 0,17—0,37	0,30—0,50	
18кп	0,12—0,20	≤ 0,06	0,25—0,50	0,15
20кп	0,17—0,24	≤ 0,07	0,35—0,65	
20пс		0,05—0,17	0,30—0,50	
20	0,22—0,30 0,27—0,35	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25
25			0,32—0,40	
30	0,37—0,45	0,17—0,37	0,25—0,50	0,15
35			0,42—0,50	
40	0,47—0,55	0,17—0,37	0,35—0,65	0,25
45			0,52—0,60	
50	0,55—0,63	0,10—0,30	≤ 0,20	0,15
55			0,57—0,65	
58 (55пн)	0,62—0,70	0,17—0,37	0,50—0,80	0,25
60	0,67—0,75			
65	0,72—0,80	0,17—0,37	0,70—1,00	0,25
70			0,77—0,85	
75	0,82—0,90	0,17—0,37	0,90—1,20	0,25
80			0,87—0,95	
85	0,92—1,00	0,17—0,37	0,90—1,20	0,25
60Г	0,57—0,65	0,17—0,37	0,90—1,20	0,25
65Г	0,62—0,70	0,17—0,37	0,90—1,20	0,25
70Г	0,67—0,75	0,17—0,37	0,90—1,20	0,25

* Во всех марках содержание серы не более 0,04%, фосфора не более 0,035%.

6. Твердость и рекомендуемые режимы нагрева под термическую обработку углеродистой качественной конструкционной стали

Марка	Число твердости НВ, не более				Температура, °С		
	Горячекатаная и ковкая		Калиброванная		Нормализация, 30 мин	Закалка, 30 мин	Отпуск, 60—120 мин
	Без термообработки	Отжиг или высокий отпуск	Нагартованная				
08	131	—	131	179	—	—	200
10	143	—	143	187	920	900	
15	149	—	149	197	900	880	
20	163	—	163	207	890	870	600
25	170	—	170	217			
30	179	—	179	229	880	860	
35	207	—	187				
40	217	187	197	241	870	840	
45	229	197	207				
50	241	207	217	225	850	830	
55	255	217	229	269	850	820	
60	255	229					
65	255		229	—	—	830	—
70	269	—		—	—	820	—
75	285	241	—	—	—	820	480
80							
85	302	255	—	—	—	—	
60Г	269	229	—	—	840	—	
65Г	285	229	229	—	820	—	—
70Г							

7. Механические свойства (не менее) углеродистой качественной конструкционной стали 2-й категории, прошедшей нормализацию

Марка	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	a_n	Марка	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	a_n
	кгс/мм ²	кгс/мм ²					кгс/мм ²	кгс/мм ²			
08	20	33	33	60	—	58 (55шп)	32	61	12	28	—
10	21	34	31	55	—	60	41	69	12	35	—
15	23	38	27	55	—	65	42	71	10	30	—
20	25	42	25	55	—	70	43	73	9	30	—
25	28	46	23	50	9	75	90	110	7	30	—
30	30	50	21	50	8	80	95	110	6	30	—
35	32	54	20	45	7	85	100	115	6	30	—
40	34	58	19	45	6	60Г	42	71	11	35	—
45	36	61	16	40	5	65Г	44	75	9	—	—
50	38	64	14	40	4	70Г	46	80	8	—	—
55	39	66	13	35	—						

Примечание. Сталь марок 75, 80, 85 прошла закалку и отпуск.

3, 4) с испытанием по нормам, установленным соглашением сторон;
5) с испытанием по нормам, приведенным в табл. 8 (только для калиброванной стали).

Категории стали указываются при заказе. При отсутствии указаний поставляется сталь 2-й категории.

8. Механические свойства (не менее) углеродистой качественной конструкционной стали 5-й категории

Марка	σ_B , кгс/мм ²	δ_5 , %	ψ , %
10	30 (42)	26 (8)	55 (50)
15	35 (45)	23 (8)	55 (45)
20	40 (50)	21 (7)	50 (40)
25	42 (55)	19 (7)	50 (40)
30	45 (57)	17 (7)	45 (35)
35	48 (60)	15 (6)	45 (35)
40	52 (62)	14 (6)	40 (35)
45	55 (65)	13 (6)	40 (30)
50	57 (67)	12 (6)	40 (30)

Примечание. Цифры перед скобками относятся к отожженной или высокоотпущенной стали, в скобках — к нагартованной стали.

Порошок железный (ГОСТ 9849—74) подразделяется по химическому составу на восемь марок (табл. 9), гранулометрическому составу — на три категории и четыре класса (табл. 10), по насыпной плотности — на две группы и три подгруппы (табл. 11).

9. Марки и химический состав (%) железного порошка

Марка	Fe, не менее	С						Остаток, не растворимый в соляной кислоте
		C	Si	Mn	S	P	O	
ПЖ0	99,0	0,02	0,10	0,015	0,015	0,015	0,20	0,25
ПЖ1	98,8	0,03		0,10	0,02	0,02		0,50
ПЖ2			0,30					
ПЖ3	98,5	0,08	0,15	0,40	0,03	0,03	1,0	0,40
ПЖ4	97,0	0,10	0,25	0,50				2,0
ПЖ5				0,60				
ПЖ6	96,0	0,25	0,45	0,70	0,05	0,05	Al 0,02	Ti 0,02
ПЖ7			0,50	0,04	Ca 0,02	Mg 0,02		

Прессуемость порошка: ПЖ0, ПЖ1 и ПЖ2 — до плотности 5,8 г/см³, достигаемой при давлении 4 тс/см², и до плотности 6,7 г/см³ при давлении 7 тс/см²; ПЖ3 — до плотности соответственно 5,6 и 6,5 г/см³ и ПЖ4 — до плотности соответственно 5,3 и 6,1 г/см³. Влажность порошка не выше 0,25%.

В зависимости от гранулометрического состава и плотности к основному названию марки порошка добавляется дополнительная индексация. Например, порошок ПЖ1 (табл. 9) крупный К (табл. 10), подгруппы 3 (табл. 11) имеет полное название ПЖ1К3.

Сталь углеродистая горячекатаная для заклепок (ГОСТ 499—70) поставляется в прутках диаметром 8—40 мм, изготовляемых из стали марок Ст2 (кп, пс, сп) и Ст3 (кп, пс, сп) по ГОСТ 380—71* со следующими дополнениями по химическому составу, %: фосфора и серы — не более 0,04 каждого, хрома и никеля — не более 0,03 каждого, меди — не более 0,25. Временное сопротивление и относительное удлинение — по нормам для стали группы А ГОСТ 380—71*. Производится испытание в холодном состоянии на расплющивание до образования головки диаметром, в 2,5 раза превышающим диаметр стержня, и на осадку в холодном и горячем (750—950°С) состояниях соответственно на 60 и 65% для Ст2кп и Ст3кп и 50 и 65% для Ст2пс, сп и Ст3пс, сп.

10. Гранулометрический состав железного порошка

Категория порошка	Класс	Выход фракции (%) при размере частиц, мм						
		2,5 до 0,45	0,45 до 0,25	0,25 до 0,16	0,16 до 0,10	0,10 до 0,071	0,071 до 0,056	0,056
Менее								
I	К	90—100	0,10	—	—	—	—	—
	С	—	0,15—30	30—50	10—30	0—10	—	—
	М ВМ	—	—	0—1,5	10—30	25—35 0—5	20—30 10—30	15—30 70—90
II	К	90—100	0—10	—	—	—	—	—
	С	—	10—40	50—80	10—30	—	—	—
	М ВМ	—	—	0—1,5	10—30	20—35 0—5	10—30	5—20 70—90
III	С	0—10	30—90	50—60	Остальное		—	—
	М	—	—	0—10	35—90	35—90	—	—
	ВМ	—	—	—	0—5	0—95	—	Остальное Не менее 70

11. Насыпная плотность и допустимый разброс ее значения (г/см³) железного порошка

Под-группа	Класс	Насыпная плотность	Допустимый разброс (±) насыпной плотности в пределах одной партии	Под-группа	Класс	Насыпная плотность	Допустимый разброс (±) насыпной плотности в пределах одной партии
1	К и С М и ВМ	I группа 2,0—2,5 2,0—2,2	0,15 0,10	1	К и С М и ВМ	II группа	0,20
						2,0—2,4 2,0—2,2	
2	К и С М и ВМ	2,6—3,0 2,3—2,5	0,15 0,10	2	К и С М ВМ	2,6—2,2	0,20
						2,3—2,5 2,3—2,5	0,10 0,20
3	К и С М и ВМ	≥ 3,1 ≥ 2,6	0,15 0,10	3	К и С М и ВМ	≥ 3,1	0,20
						≥ 2,6	

ЛЕГИРОВАННАЯ СТАЛЬ

Низколегированная сталь является переходной между углеродистыми и легированными сталями. Она по своей основе соответствует малоуглеродистой стали (С 0,1—0,2%), легированной хромом, никелем, медью, ванадием, ниобием и другими элементами в небольших и микроскопических дозах (десятие и сотые доли процента). Микролегирование, незначительно удорожая сталь, значительно повышает ее прочность, хладостойкость, коррозионно- и износостойкость по сравнению с углеродистыми сталями, сохраняя ее пластичные свойства и свариваемость.

Установлено (ГОСТ 19282—73) 28 марок низколегированных сталей (табл. 12) для листового и широкополосного проката, слябов и блюмсов, поковок и штамповок; для сортового и фасонного проката (ГОСТ 19281—73) установлен сокращенный сортамент марок, отмеченных в табл. 12 звездочками.

12. Марки и химический состав (%) низколегированной стали

Марки	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	Другие компоненты
<i>Марганцовистая</i>								
14Г2* 09Г2*	0,12—0,18	0,17—0,37	1,2—1,6 1,4—1,8	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—
<i>Марганцовистая с медью</i>								
09Г2Д*	≤ 0,12	0,17—0,37	1,4—1,8	≤ 0,30	≤ 0,30	0,15—0,30	—	—
<i>Кремниймарганцовистая</i>								
12ГС 16ГС	0,09—0,15 0,12—0,18	0,5—0,8 0,4—0,7	0,8—1,2 0,9—1,2	—	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—
17ГС 17Г1С	0,14—0,20 0,15—0,20	—	1,0—1,4 1,15—1,6	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—
09Г2С* 10Г2С1*	≤ 0,12	0,5—0,8 0,8—1,1	1,3—1,7 1,3—1,65	—	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—
<i>Кремниймарганцовистая с медью</i>								
09Г2СД* 10Г2С1Д*	— 0,12	0,5—0,8 0,8—1,1	1,3—1,7 1,3—1,65	≤ 0,30 0,30	≤ 0,30 0,30	0,15—0,30	—	—
<i>Марганцово-ванадиевая</i>								
15ГФ* 15Г2СФ*	—	0,17—0,37 0,4—0,7	0,9—1,2 1,3—1,7	≤ 0,30 ≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	0,05—0,12 0,05—0,10	—
<i>Марганцово-ванадиевая с медью</i>								
45ГФД* 45Г2СФД*	— 0,12—0,18	0,17—0,37 0,4—0,7	0,9—1,2 1,3—1,7	≤ 0,30 ≤ 0,30	≤ 0,30	0,15—0,30	0,05—0,12 0,05—0,10	—
<i>Марганцово-ванадиевая с азотом</i>								
14Г2АФ 16Г2АФ 18Г2АФпс	— 0,14—0,20 0,14—0,22	0,3—0,6 ≤ 0,17	1,2—1,6 1,3—1,7	≤ 0,40 ≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	0,07—0,12 0,08—0,14 0,08—0,15	N 0,015—0,025 0,015—0,030
<i>Марганцово-ванадиевая с азотом и медью</i>								
14Г2АФД 16Г2АФД 15Г2АФДпс 18Г2АФДпс	— 0,12—0,18 0,14—0,20 0,14—0,22	0,3—0,6 ≤ 0,17	1,2—1,6 1,3—1,7	≤ 0,40 ≤ 0,30	≤ 0,30	0,15—0,30 0,15—0,30	0,07—0,12 0,08—0,14 0,08—0,15	0,015—0,025 0,015—0,030

Продолжение табл. 12.

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	V	Другие компоненты
Марганцево-ниобиевая								
10Г2Б*		0,17—0,37	1,2—1,6	≤ 0,30	≤ 0,30	≤ 0,30	—	Nb 0,02—0,05
Марганцево-ниобиевая с медью								
10Г2БД*	≤ 0,12	0,17—0,37	1,2—1,6	≤ 0,30	≤ 0,30	0,15—0,30	—	0,02—0,05
Хромокремниймарганцевая								
14ХГС	0,11—0,16	0,4—0,7	0,9—1,3	0,5—0,8	≤ 0,30	≤ 0,30	—	—
Хромокремнийниобиевая с медью								
10ХСНД*	≤ 0,12	0,8—1,1	0,5—0,8	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,6	—	—
15ХСНД*	0,12—0,18	0,4—0,7	0,4—0,7	0,3—0,6	0,3—0,6	0,2—0,4	—	—
Хромоникелефосфористая								
10ХНДП*	≤ 0,12	0,17—0,37	0,3—0,6	0,5—0,8	0,3—0,6	0,3—0,5	—	Al 0,08—0,15 P 0,07—0,12

Примечание. Для всех марок содержание серы не более 0,040%, фосфора—0,035%.

В табл. 13 приведены данные о механических свойствах низколегированных сталей, предназначенных для толстолистового и широкополосного проката (ГОСТ 19282—73); для сортового и фасонного проката соответствующие нормативы установлены ГОСТ 19281—73, незначительно отличающиеся от приведенных в табл. 13.

В зависимости от нормируемых свойств сталь подразделяется на 15 категорий согласно характеристикам, приведенным в табл. 14.

13. Механические свойства (не менее) низколегированной стали

Марка	Толщина проката, мм	σ_B	σ_T	δ_s , %	σ_{H^*} , кгс·м/см ² , при температуре, °C		
					+20	-40	-70
09Г2, 09Г2Д	4—32	45	30—31	21	—	3,5—4	—
14Г2		46—47	33—34		—	3,0—3,5	—
12ГС	4—10	47	32	26	—	—	—
16ГС	4—160	46—50	28—33	21	6	3—4	2,5—3
17ГС, 17Г1С	4—20	46—52	34—36	23	—	3,5—4,5	—
09Г2С, 09Г2СД	4—160	44—50	27—35	21	6—6,5	3,5—4	3—3,5
10Г2С1, 10Г2С1Д	4—100		30—36		6—6,5	3—4	2,5—3
15ГФ, 15ГФД	4—32	48—52	34—38	—	—	—	—
15Г2СФ, 15Г2СФД	5—32	56	40	18	—	3,5—4	—
14Г2АФ, 14Г2АФД	4—50	55		—	—	—	—
16Г2АФ, 16Г2АФД		58—60	42—50	—	4—4,5	3—3,5	—
18Г2АФпс, 18Г2АФДпс		4—32	60	45	19	—	—

Продолжение табл. 13.

Марка	Толщина проката, мм	σ_B	σ_T	δ_s , %	σ_{H^*} , кгс·м/см ² , при температуре, °C		
					+20	-40	-70
10Г2Б, 10Г2БД	4—10	52	38	21	—	3—4	—
14ХГС		50	35	22	—	3,5—4	—
10ХСНД	4—40	52—54	40	19	—	4—5	3—3,5
15ХСНД	4—32	50	35	21	—	3—4	3
15Г2АФДпс		55	40	19	—	4—4,5	3—3,5
10ХНДП	4—9	48	35	20	—	4	—

Примечание. Двойные числа, например 46—47, 30—31, 3,5—4, означают крайние значения показателя в зависимости от толщины проката.

Легированная сталь (ГОСТ 4543—71*) подразделяется на качественную, высоколегированную и особовысококачественную (электрошлакового переплава). Содержание, %: в качественной стали серы и фосфора не более 0,035 каждого; в высококачественной — не более 0,025 каждого; в особовысококачественной стали серы не более 0,015, фосфора 0,025.

Легированная сталь по наличию основных легирующих компонентов подразделяется на группы и по процентному их содержанию — на марки, при этом, названия марок высококачественной стали в конце имеют букву А (табл. 15).

14. Категории низколегированной стали по нормируемым свойствам (со знаком «+»)

Нормируемая характеристика	Категории														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Химический состав	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Механические свойства при растяжении и изгиб в холодном состоянии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ударная вязкость при +20 °C	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ударная вязкость после механического старения	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ударная вязкость при температуре, °C	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
-50	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
-60	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Ударная вязкость при температуре +20 °C и после механического старения при температуре, °C:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
-60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+

По форме и размерам сталь должна удовлетворять нормам соответствующих стандартов на сортамент проката. В зависимости от назначения проката сталь подразделяется на подгруппы: а — для горячей обработки давлением и холодного волочения (подкат); б — для холодной механической обработки (обточка, строжка, фрезерования и др.) по всей поверхности; в — для холодной высадки.

15. Механические свойства легированной стали (термообработанной в соответствии с ГОСТ 4543-71)

Марка	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	$\sigma_{H'}$ кгс·м/см ²	Твердость отожженной или отпущен- ной стали, НВ (не более)
	кгс/мм ²		%			
Не менее						
<i>Хромистые</i>						
15X 15XA	70	50	12	45	7	179
20X	80	65	11	40	6	
30X	90	70	12	45	7	
30XPA	130	130	9	40	5	
35X	93	75	11	45	7	
38XA	95	80	12	50	9	
40X	100		10	45	6	
45X	105	85	9	40	5	
50X	110	90		40	4	
<i>Марганцовистые</i>						
15Г	42	25	26	55	—	169
20Г	46	28	24	50	—	179
25Г	50	30	22		9	
30Г	55	32	20	45	8	197
35Г	57	34	18		7	
40Г	60	36	17	6	207	
45Г	63	38	15	40	5	229
50Г	66	40	13		4	
10Г2	43	25	22	50	—	197
30Г2	60	35	15	45	—	207
35Г2	63	37	13	40	—	217
40Г2	67	39	12		—	
45Г2	70	41	11	35	—	229
50Г2	75	43		—	—	
<i>Хромомарганцовистые</i>						
18ХГ	90	75	10	40	—	187
35ХГ2	85	70	12	45	—	—
18ХГТ	100	90	9	50	8	217
20ХГР		80		50	197	
27ХГР	140	120	8	45	6	217
25ХГТ	130	100	10	50	7	229
30ХГТ	150	130	9	40	6	
40ХГТР	100	80	11	45	8	

Продолжение табл. 15

Марка	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	$\sigma_{H'}$ кгс·м/см ²	Твердость отожженной или отпущен- ной стали, НВ (не более)
	кгс/мм ²		%			
Не менее						
35ХГФ	93	80	14	45	8	207
25ХГМ	120	110	13	50		229
<i>Хромокремнистые</i>						
30ХС	90	70	13	50	8	241
38ХС	95	75	12		7	255
40ХС	125	110		40	3,5	
<i>Хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые</i>						
15ХМ	45	28	21	55	12	179
20ХМ	80	60	12	50	9	
30ХМ	95	75	11	45	8	229
30ХМА	95		12	50	9	
35ХМ	100	85	11	45	8	241
38ХМ		90		7		
30Х3МФ	105	85	12	55	10	229
40ХМФА		95	13	50	9	269
<i>Хромованадиевые</i>						
15ХФ	75	55	13	50	8	187
40ХФА	90	75	10		9	
<i>Никель-молибденовые</i>						
15Н2М	85	65	11	50	8	197
20Н2М	90	70	10			
<i>Хромоникелевые и хромоникелевые с бором</i>						
20ХН	80	60	14	58	8	197
40ХН	100	80	11	45	7	207
45ХН	105	85	10			
50ХН	110	90	9	40	5	
20ХНР	120	100	10	50	9	217
12ХН2	80	60	12			
1ХН3А	95	70	11	55	9	255
20ХН3А		75	12		11	
12Х2Н4А	115	95	10	50	9	241
20Х2Н4А	130	110	9	45	8	269
30ХН3А	100	80	10	50		

Продолжение табл. 15

Марка	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	a_{H^2} кгс·м/см ²	Твердость отожженной или отпущенной стали, НВ (не более)
	кгс/мм ²		%			
	Не менее					

Хромокремнемарганцовые и хромокремнемарганцовоникелевые

30XН3А	100	80	10	50	8	—
20XГСА	80	65	12	45	7	207
25XГСА				40	6	217
30XГС	110	85	10	45	4,5	229
30XГСА				45	5	241
0XГСА	165	130	9	40	4	255
0XГСН2А		140		45	6	

Хромомарганцовоникелевые и хромомарганцовоникелевые с титаном и бором

15XГН2ТА	95	75	11	55	10	269
20XГНР	130	110	10	50	9	197
20XГНТР	120	100	9		8	—
38XГН	80	70	12	45	10	229

Хромоникельмолибденовые

14X2Н3МА	100	90	10	45		269
20XН2М	90	70	11	50		229
30XН2МА	100	80	10	45		241
38X2Н2МА			12	50		269
40XН2МА	110	95	10	45	8	
40X2Н2МА						
38XН3МА		100	12	50		269
18X2Н4МА	115	85			10	
25X2Н4МА	110	95	11	45	9	

Хромоникельмолибденовые и хромоникельванадиевые

30XН2МФА	90	80	10	40	9	
36X2Н2МФА		100				
38XН3МФА	120	110	12	50	8	269
45XН2МФА	145	130	7	35	4	
20XН4ФА	90	80	12	50	10	

Хромоалюминиевая и хромоалюминиевая с молибденом

38X2Ю	90	75	10	45	8	
38X2МЮА	100	85	14	50	9	229

Сталь качественная калиброванная (ГОСТ 1051—73*) холоднотянутая, изготавливается из углеродистой, легированной, автоматной, быстрорежущей, легированной и углеродистой инструментальной, коррозионно-стойкой, жаропрочной, рессорно-пружинной, теплоустойчивой и жаропрочной стали в соответствии с заказом в нагартованном или термически обработанном состоянии.

Сталь изготавливается: круглая диаметром от 5 до 100 мм; квадратная 5×5—100×100 мм; шестигранная 5—100 мм; полосовая толщиной 5—50 мм и шириной 12—63 мм.

Поверхность должна быть чистой, гладкой, светлой или матовой, без трещин, плен, закатов и окалины; в зависимости от качества поверхность подразделяется на три группы: А, Б и В по нормам, приведенным в ГОСТ 1051—73*.

СТАЛЬ ПОВЫШЕННОЙ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ

Затраты, связанные с обработкой металлов резанием, достигают 40% от общей заводской себестоимости изготовления машин. Это положение в последнее десятилетие усугубляется повышением требований к конструкционным металлам, когда их свойства часто приближаются к свойствам традиционных инструментальных сталей и сплавов. С другой стороны, с развитием автоматизации металлорежущих станков, работающих без постоянного обслуживания, возникла проблема стружкоудаления — ее дискретизация, дробление и транспортирование. Эти обстоятельства привели к созданию специальных видов сталей и сплавов, снижающих износ металлорежущих инструментов, способных образовывать в результате обработки резанием чистую поверхность, а также ломкую легкоскользящую и легкоудаляемую стружку. Взамен четырех марок автоматных сталей, существовавших несколько десятилетий, в последние годы возникли многие новые разновидности автоматных сталей, в разной степени удовлетворяющих условиям технологичности, экономичности и условиям работы деталей в определенных оптимизированных условиях эксплуатации.

Сталь повышенной и высокой обрабатываемости резанием (автоматная сталь) по химическому составу подразделяется на 7 групп и 20 марок (ГОСТ 1414—75):

углеродистая сернистая (с содержанием серы до 0,3%) А11, А12, А20, А30, А35 и А40Г;

углеродистая свинецсодержащая АС40;

углеродистая сернистоселенистая А35Е и А45Е;

хромистая сернистоселенистая А40ХЕ;

сернистомарганцовистая свинецсодержащая АС14, АС35Г2, АС45Г2;

легированная (Ni) свинецсодержащая АС12ХН и АС14ХГН;

легированная (Ni+Mo) свинецсодержащая АС19ХГН, АС20ХГНМ, АС30ХМ, АС38ХГМ и АС40ХГНМ.

Сталь поставляется в прутках: горячекатаная до 100 мм диаметром, калиброванная — до 60 мм и шлифованная (серебрянка) без термической обработки, термически обработанной и нагартованной (калиброванной и серебрянка). По назначению она подразделяется на три группы: а — для горячей обработки давлением на заготовки, подлежащие обработке резанием; б — для обработки резанием по всей поверхности; в — для холодного волочения (подкат).

Механические свойства стали приведены в табл. 16—18.

Фосфористая сталь для гаек 09П (ГОСТ 6422—76) содержит, %: С 0,06—0,12; Mn не более 0,55; Si 0,20; P 0,20—0,35; Cr, Ni, Cu — каждого не более 0,30; S не более 0,06. Сталь выпускается в виде горячекатаной полосы толщиной 5—40 мм и шириной 11—75 мм по сортаменту ГОСТ 103—76. Предназначена для горячей и холодной штамповки гаек. По указанному сортаменту полоса для изготовления гаек — из сталей БСт3, БСт4, БСт5 (ГОСТ 380—71*), 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 и 45 (ГОСТ 1050—74*), 35Х и 40Х (ГОСТ 4543—71*), 09Г2 (ГОСТ 19281—73).

16. Механические свойства горячекатаной без термической обработки и калиброванной нагартованной автоматной стали А11, А12, А20, А30, А35, А40Г, АС14

Марка	σ_B кгс/мм ²	δ_2 , %	ψ , %	НВ
	Не менее			
А11	42(50)	22(10)	34	160(207)
А12	42(50)	22(7)	34	160(217)
А20	46(54)	20(7)	30	168(217)
А30	52(55)	15(6)	25	185(223)
А35	52(55)	15(6)	23	201(229)
А40Г	60	14	20	207
АС14	42(50)	20(10)	30(—)	170(207)

Примечание. В скобках указаны нормы для нагартованной стали.

7. Механические свойства калиброванной автоматной стали А40Г, АС35Г2, АС45Г2, АС30ХМ, АС40ХГНМ в термообработанном состоянии

Марка	Термообработка	σ_T	σ_B	δ_2	НВ, не более
		кгс/мм ²			
		Не менее			
А40Г	Высокоотпущенная	—	60	17	229
АС35Г2*	Улучшенная	60	75	14	277
АС45Г2	Нормализованная	45	65	6	229
АС30ХМ*	Улучшенная	64	80	12	285
АС40ХГНМ*	Улучшенная или нормализованная	—	—	—	300

* Для прутков размером в сечении менее 35 мм.

18. Механические свойства (не менее) термически обработанной в соответствии с ГОСТ 1414—75 автоматной стали

Марка	σ_T	σ_B	δ_2 , %	σ_H , кгс·м/см ²
	кгс/мм ²			
АС40	34	58	19	—
А35Е	32	54	20	—
А45Е	36	61	16	—
А40ХЕ	80	100	10	6
АС12ХН	45	65	8	9
АС14ХГН	85	110	8	8
АС19ХГН	85	120	7	7
АС20ХГНМ	95	90	12	9
АС30ХМ	75	90	12	10
АС38ХГМ	80	95	11	8
АС40ХГНМ	85	100	12	9

СТАЛЬ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ И ВЫСАДКИ

Холодная штамповка из листового металла и высадка из прутка с последующей накаткой — эффективные процессы по минимальности затрат времени, высокому коэффициенту технологического использования металла и высокой точности изделий без последующей обработки резанием.

Металлы, предназначенные для этой цели, должны обладать повышенной пластичностью, у проката должна быть улучшенная отделка поверхности и соблюдена размерная точность (ГОСТ 10702—78).

Для высадки поставляются горячекатаные прутки из сталей многих марок, отвечающих условиям пластичности в холодном состоянии.

Для холодной листовой штамповки поставляется специальная листовая сталь, обладающая повышенными свойствами по штампуемости и качеству отделки поверхности.

Качественная углеродистая горячекатаная сталь для холодной штамповки (ГОСТ 4041—71*) — толщиной 4—14 мм (см. с. 93).

Легированная высококачественная горяче- и холоднокатаная сталь (ГОСТ 11269—76) — толщиной 4—10 мм, марки — по ГОСТ 11268—76 (см. с. 95).

КОТЕЛЬНЫЕ СТАЛИ

Стали, применяемые для изготовления котлов, должны удовлетворять условиям работы при температуре до 650°С при воздействии переменных динамических нагрузок. Аналогичные условия испытывают многие сосуды химических и нефтехимических производств. Поэтому к их пределу текучести или ползучести предъявляются повышенные требования, характеризующие длительную прочность стали при повышенных температурах. Котельная сталь должна обладать хорошей свариваемостью.

Сталь котельная листовая (ГОСТ 5520—69*) пригодна для сварки и изготовления деталей паровых котлов и сосудов, работающих под давлением при нормальной, повышенной и минусовой температурах. Горячекатаные листы изготавливаются по сортаменту ГОСТ 19903—74 из низколегированных сталей 16ГС, 09Г2Д, 09Г2С, 10Г2С1 и 10Г2С1Д по ГОСТ 19282—73 и углеродистой стали по ГОСТ 5520—69 (марки и химический состав приведены в табл. 19), а также сталей ВСт2 и ВСт3 по ГОСТ 380—71* всех категорий и степеней раскисления с содержанием серы и фосфора не более 0,04% каждого.

9. Марки и химический состав (%) котельной углеродистой стали

Марка	С	Si	Mn
12К	0,08—0,16	0,17—0,37	0,40—0,70
15К	0,12—0,20	0,15—0,30	0,35—0,65
16К		0,17—0,37	0,45—0,75
18К	0,14—0,22	0,15—0,30	0,55—0,85
20К	0,16—0,24		0,35—0,65

Примечание. Содержание Р и S не более 0,04% каждого.

В низколегированную сталь вводится технологическая добавка титана из расчета его содержания в готовом прокате 0,01—0,03%, и сталь должна дополнительно раскисляться алюминием.

Листы поставляются с нормируемыми характеристиками. Механические свойства листов из низколегированной стали должны соответствовать основному стандарту. Данные об углеродистых листах в состоянии поставки приведены в табл. 20.

20. Основные механические свойства листов котельной углеродистой стали

Марка	σ_T	σ_B	$\delta_s, \%$	$a_n, \text{кгс} \cdot \text{м}/\text{см}^2$		Изгиб	
	$\text{кгс}/\text{мм}^2$			до старения	после старения	до 30 мм	св. 30 мм
12К	21—23	36—45	24	8,0	4,0	$d = 0,5a$	$d = 0,5a$ $d = 1,5a$ $d = 2a$
15К	21—23	38—49	27—25	6—8	3—3,5		
16К	24—26	41—50	22	7,0	3,5	$d = 2a$	$d = 2,5a$
18К	26—28	44—53	20	6,0	3,0	$d = 2,5a$	
20К	24—25	41—52	26—23	5—7	2,5—3,0	$d = 1,5a$	

Примечание. Меньшие значения свойств относятся к листам толщиной до 60 мм, большие значения — к более тонким листам.

21. Механические свойства (не менее) металла бесшовных нефтехимических труб

Марка	σ_B	σ_T	δ_s	ψ	$a_n, \text{кгс} \cdot \text{м}/\text{см}^2$	НВ, не более
	$\text{кгс}/\text{мм}^2$		%			
<i>Горячедеформированные трубы</i>						
10	36	22	25	50	8	137
20	44	26	22			
10Г2	48	27	21		12	197
12МХ	42	25	21	45	7	156
15Х5	40	22	24	50	10	
15Х5М*			12			
15Х5ВФ	40	22	22	50	12	170
12Х8ВФ					17	
<i>Холодно- и теплodeформированные трубы</i>						
10	34	21	26	—	—	137
20	42	25	23	—	—	
15Х5М* Х8	40	22	22	—	—	170

* При изготовлении труб со знаком качества временное сопротивление должно быть не менее 43 кгс/мм² для горячедеформированных и 42 кгс/мм² для холодно- и теплodeформированных труб.

Горячекатаные прутки котельных связей (ГОСТ 536—70) изготавливаются из сталей Ст1, Ст2 и Ст3 всех степеней раскисления с некоторыми дополнительными требованиями химического состава и механических свойств.

Трубы для судовых паропроводов свежего пара поставляются (ГОСТ 5654—76) бесшовные качественные по сортаменту ГОСТ 8732—70 и ГОСТ 9567—75 в пределах наружных диаметров 114—456 мм из спокойной стали 10 или 20.

Для судовых котлов, пароперегревателей и нефтеподогревателей поставляются (ГОСТ 1060—76) трубы из стали 10, диаметром (наружным) 17—60 мм. Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (трубы крекинговые). Трубы холодно-, тепло- и горячедеформированные группы А поставляются по ГОСТ 550—75 мерной длины 8, 9, 10, 12 м наружным диаметром 19—219 мм с толщиной стенки 1,5—25 мм; холодно- и теплodeформированные группы Б — по ГОСТ 8734—75 и горячедеформированные — по ГОСТ 8732—78.

Трубы должны изготавливаться из сталей 10, 20 (ГОСТ 1050—74*), 10Г2 (ГОСТ 4543—71), 12МХ, 15Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, 12Х8ВФ (ГОСТ 20072—74) и Х8 (ГОСТ 550—75*) с содержанием, %: С не более 0,12; Мп 0,3—0,6; Si 0,17—0,37; Cr 7,5—9; S 0,03; P 0,035; Ni 0,4 и Cu не более 0,25. Механические свойства металла труб приведены в табл. 21.

Трубы должны выдерживать гидравлическое испытание (см. с. 104) при допустимом напряжении, равном 40% временного сопротивления разрыву.

СТАЛИ И СПЛАВЫ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ И КРИОГЕННЫХ МАШИН

Стали, применяемые для машин, предназначенных для эксплуатации в северных районах СССР, и для холодильных установок, должны удовлетворять условиям сохранности (или небольших — допустимых изменений) своих свойств при снижении температуры до $-(50+80)^\circ\text{C}$.

В соответствии с разработанными рекомендациями (ГОСТ 14892—69) для указанных целей могут применяться листовая, сортовой и фасонный прокаты из углеродистых сталей по ГОСТ 380—71*, ГОСТ 6713—75, ГОСТ 1050—74* и ГОСТ 803—66** и низколегированных сталей по ГОСТ 19281—73, ГОСТ 1982—73 и ГОСТ 5520—69* без дополнительной термической обработки. Легированные стали применяют после термической обработки согласно данным, приведенным в ГОСТ 14892—69**. Там же приведены рекомендации относительно применения труб и стальных отливок, изготовления сварных конструкций и применяемых при этом электродов.

Стали и сплавы для криогенных машин, предназначенных для получения сжиженных газов (углекислый газ при $-78,2^\circ\text{C}$; криптон при $-151,8^\circ\text{C}$; аргон при $-185,7^\circ\text{C}$; воздух при $-194,3^\circ\text{C}$; водород при -259°C), их переработки, хранения и транспортирования, а также для оборудования экспериментальной физики и космической техники и т. д., выбираются на основе накопленного опыта.

Динамика изменения свойств многих марок металлов и сплавов (σ_B , $\sigma_{0,2}$, δ , ψ , a_n и др.) в диапазоне температур $-260 \div +20^\circ\text{C}$ наиболее полно приведена в работе [3].

КОРПУСНЫЕ СТАЛИ

К этой группе относятся в первую очередь стали, применяемые для изготовления корпусов судов, испытывающих большие переменные динамические и зачастую ударные нагрузки. Стали, применяемые для этой цели, должны быть достаточно пластичными, допускающими местные выравнивающие деформации, и не должны иметь склонности к хрупкому разрушению в случаях перегрузок для обеспечения сохранности конструкции в целом. В технологическом аспекте стали должны обладать хорошей свариваемостью. Примерно

такие же требования предъявляются к сталям, предназначенным для изготовления корпусов вагонов железнодорожных, метро, трамвая, несущих конструкций локомотивов, сельскохозяйственных и других полевых машин и инженерных сооружений, работающих в условиях переменных динамических нагрузок и сезонных и суточных тепловых.

Судостроительная свариваемая сталь (ГОСТ 5521—76) поставляется в виде тонких и толстых листов (см. с. 93, 96) широкой полосы, полосы и фасонного проката из сталей ВСтЗГпс и ВСтЗ (всех степеней раскисления) по ГОСТ 380—71*, 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1Д и 10ХНСНД по ГОСТ 19282—73 с гарантированными ГОСТ 5521—76 свойствами (табл. 22 и 23), марки — по ГОСТ 5521—76 с содержанием, %: С 0,14—0,20; Si 0,12—0,35; Mn не более 0,5—0,9; S 0,04; P 0,04; Ni 0,3; Cu 0,3%.

22. Механические свойства (не менее) судостроительной толстолистовой стали

Марка	Толщина, мм	σ_B	σ_T	δ_s , %	a_n при -40°C , кгс·м/см ²
		кгс/мм ²			
С	4—20	41—50	24	24	3—4
09Г2 09Г2С	4—30 32—60	45 46	30—31 30	21	3,5—5 5
10Г2С1Д 10ХНСНД	4—32	50—70 54—70	35 40	19	4—5

23. Механические свойства судостроительной тонколистовой стали

Марка	σ_B	σ_T	δ_s , %			
	кгс/мм ²		холоднокатаной толщиной, мм		горячекатаной толщиной, мм	
	Не менее		0,9—2,0	2,0—3,9	0,9—2,0	2,0—3,9
ВСтЗсп ВСтЗпс	36—49	24	22	24	20	22
ВСтЗкп		22				
10ХНСНД	≤50	40	—	10	—	16

В ГОСТ 5521—76 также установлены правила поставки судостроительной стали по требованиям Регистра СССР.

Полособульб несимметричный для судостроения (ГОСТ 21937—76) поставляется шириной 50—240 мм и длиной 4—20 м из сталей по ГОСТ 5521—76, ГОСТ 380—71* и низколегированных с механическими свойствами согласно табл. 24.

24. Механические свойства (не менее) низколегированной стали для полособульба

Марка	Толщина, мм	σ_B	σ_T	a_n при -40°C , кгс·м/см ²
		кгс/мм ²		
09Г2	4—9 10 и более	45	30	— 3
10Г2С1Д	4—9 10 и более	50 49	35 34	— 4
10ХНСНД	4—9 10 и более	54	40	— 4

Примечание. Для сталей всех марок $\delta = 21\%$.

Сталь мостовая (ГОСТ 6713—75) изготавливается четырех марок (табл. 25).

25. Марки и химический состав (%) мостовой стали

Марка	С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
16Д 10Г2С1Д	0,10—0,18 ≤ 0,12	0,12—0,25 0,80—1,10	0,40—0,70 1,30—1,65	≤ 0,3	≤ 0,3	0,2—0,35
15ХНСНД 10ХНСНД	0,12—0,18 ≤ 0,12	0,40—0,70 0,80—1,10	0,40—0,70 0,50—0,80	0,6—0,9	0,3—0,6 0,5—0,8	0,2—0,4 0,4—0,6

Примечание. Содержание серы и фосфора не более 0,035 каждого.

В зависимости от термообработки стали последних трех марок поставляются трех категорий: 1 — без термической обработки; 2 — нормализованная и 3 — после закалки и отпуска, с указанием 2-й или 3-й категории в названии марки стали, например 10ХНСНД-2. Справочные данные о свойствах стали приведены в табл. 26.

26. Свойства мостовой стали

Марка	σ_B , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	δ_s , %	a_n (не менее), кгс·м/см ² , при температуре, °С		Изгиб	
		не менее		-20	+20		
			не менее				
16Д	38—52	22—24	26	3,0	3,0	$d=0 \div a$ $d=2a$ $d=2a$ $d=2a$	
10Г2С1Д 15ХНСНД		34—35					21
10ХНСНД		40					19

Сталь для сварных якорных цепей поставляется горячекатаная марки СтЗЦ в прутках-штангах диаметром до 70 мм, Ст2-3 (ГОСТ 380—71*) диаметром до 14 мм в мотках или штангах, ВСтЗ-2, калиброванная марки 10 (ГОСТ 1051—73*).

Сталь специальных профилей для вагонов поставляется по ТУ (ГОСТ 5267.0—78), по сортаменту ГОСТов 5267.1—5267.15—78. Холодноотянутая сталь — 12 специальных профилей по ГОСТ 14635—69* и шести профилей — по ГОСТ 5.1752—72*.

Сталь специальных профилей для сельскохозяйственных машин поставляется по техническим требованиям (ГОСТ 12492.0—72*) профили: двутавровый усиленный (ГОСТ 12492.1—72*), двусторонне усиленный (в дальнейшем указываются только последние цифры стандарта — 2—72), тавровый (3—72), корытный (4—72), низкокорытный (5—72), полосовой с утолщением (6—72), одножелобчатый (7—72), для ободьев колес (8—72), бичевой ребристый (9—72), подбичниковый (10—72), полосовой с уклоном (11—72), для резцов болотных плугов (12—72), для ободьев колес болотных плугов (13—72), полосовой закругленный (14—72), для крыла плоскореза (15—72), трапецевидный для долота (16—72), для поворотного круга (17—72), то же (18—72), периодический для бульдозера (19—72), для крышек цапф (20—72), угловой равнобокий (21—72).

Сталь, применяемая для рабочих органов почвообрабатывающих машин, приведена на с. 48.

ИЗНОСОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Износ материалов, происходящий по поверхностям контактирования тел, является главным фактором, снижающим надежность и долговечность машин. В соответствии с различной природой и условиями износа выработались специализированные виды износостойких сталей и сплавов. Главнейшими из них являются:

Инструментальные стали и сплавы для обработки металлов и неметаллических материалов резанием и давлением.

Шарикоподшипниковые стали являются родственными инструментальным сталям и частично взаимозаменяемыми.

Абразивостойкие стали и сплавы, применяемые в качестве рабочих органов почвообрабатывающих, дорожных, горных и тому подобных машин.

В целях повышения износостойкости регулярных узлов трения машин в них наряду с повышением износостойкости основного компонента узла в качестве второго, применяются специальные антифрикционные сплавы (см. с. 212—228).

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Инструментальные материалы для обработки металлов и других твердых материалов подразделяются на три характерные группы: стали, которые, в свою очередь, подразделяются на углеродистые, легированные и быстрорежущие (высоколегированные); сплавы — имеются в виду твердые сплавы, образующие методом металлокерамики (см. с. 204), и материалы на неметаллической основе (см. с. 378).

Сталь инструментальная углеродистая (ГОСТ 1435—74) поставляется с химическим составом и твердостью (НВ) согласно данным, приведенным в табл. 27. Подразделяется на качественную и высококачественную (А).

В зависимости от содержания (%) Сг, Ni и Си сталь по назначению подразделяется на пять групп:

- 1) для всех видов продукции, кроме патентованной проволоки и ленты, по всем маркам качественной стали: Сг 0,2; Ni и Си не более 0,25 каждого;
- 2) то же, для высококачественной стали: Сг 0,15; Ni и Си по 0,2 каждого;
- 3) сталь УА10А и У12А для сердечников: Сг 0,2; Ni и Си 0,2;
- 4) для патентованной проволоки все марки стали: Сг 0,12; Ni 0,12 и Си 0,2;

5) для холоднокатаного листа и ленты, горячекатаной сортовой стали и др., для марок качественной стали: Сг 0,2—0,4; Ni и Си по 0,25 каждого; для высококачественной: Сг 0,2—0,35; Ni и Си по 0,25 каждого; для высококачественной Сг 0,2—0,35; Ni и Си по 0,2 каждого.

27. Марки, химический состав (%) и твердость инструментальной углеродистой стали

Марки	С	Мп для стали		Другие компоненты	НВ*
		качественной	высококачественной		
У7, У7А	0,65—0,74	0,20—0,40	0,15—0,30	Для качественной стали: S < 0,030 P < 0,035 Si 0,15—0,35	187
У8, У8А	0,75—0,84				
У8Г, У8ГА	0,80—0,90	0,35—0,60	0,35—0,60		
У9, У9А	0,85—0,94	0,15—0,35	0,15—0,30	Для высококачественной (А) S < 0,02 P < 0,03 Si 0,15—0,35	192
У10, У10А	0,95—1,04				197
У11, У11А	1,05—1,14				207
У12, У12А	1,15—1,24				217
У13, У13А	1,25—1,35				

* Термически обработанная (в состоянии поставки)—не более.

Примечание. После закалки HRC 62 для всех марок.

Сталь 5-й группы по требованию потребителя должна изготавливаться с нормированной прокаливаемостью по баллам согласно шкале ГОСТ 1435—74.

Микроструктура стали проверяется по форме перлита по десятибалльной шкале и по цементитной сетке по пятибалльной шкале, по фотоэталонам, приведенным в ГОСТ 1435—74. Глубина обезуглероженного слоя (феррит плюс переходная зона) не должна превышать на сторону 0,3—0,85 мм в зависимости от толщины проката; на серебрянке обезуглероживание не допускается.

Сталь инструментальная легированная (ГОСТ 5950—73). Марки и химический состав по группам (I и II) и подгруппам (а, б, в) в соответствии с назначением должны удовлетворять данным, приведенным в табл. 28. Содержание P и S не должно превышать 0,03% каждого. В стали ЭШП содержание S не более 0,015%.

Сталь поставляется термически обработанной (отжиг или высокий отпуск) с твердостью по Бринелю не более величин, приведенных в табл. 28, где также приведены данные о твердости по Роквеллу после закалки (не менее). Обезуглероженный слой: для горячекатаной и ковальной стали не более 0,35—1,3 мм на сторону при размере прутков 4—100 мм; для калиброванной стали не более 1,5 диаметра или размера прутка; на серебрянке не допускается. При оценке макроструктуры допускается: центральная пористость не более балла 2, точечная неоднородность не более балла 3, предвсадочная ликвация — не более балла 1. Микроструктура проверяется на зернистый перлит и карбидную сетку по балльной системе по фотоэталонам, приведенным в ГОСТ 5950—73.

Инструментальная сталь (углеродистая и легированная) поставляется горячекатаной, ковальной, калиброванной и шлифованной (серебрянка). Размеры и допуски — по соответствующим сортаментным стандартам.

28. Марки, химический состав (%), твердость (HВ и HRC) и назначение легированной инструментальной стали

Марка	C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	HВ	HRC
7ХФ	0,63-0,73	0,15-0,35	0,30-0,6	0,40-0,70	—	0,15-0,30	—	229	58
8ХФ	0,70-0,80	0,15-0,35	0,15-0,4	0,40-0,70	—	0,15-0,30	—	241	58
9ХФ	0,80-0,90	0,15-0,35	0,3-0,6	0,40-0,70	—	0,15-0,30	—	241	60
11ХФ (11Х)	1,05-1,15	0,15-0,35	0,4-0,7	0,40-0,70	—	0,15-0,30	—	229	62
13Х	1,25-1,40	0,15-0,35	0,3-0,6	0,40-0,70	—	0,15-0,30	—	241	64
ХВ4 (ХВ5)	1,25-1,45	0,15-0,35	0,15-0,4	0,40-0,70	3,5-4,3	0,15-0,30	—	241	65
В2Ф	1,05-1,22	0,15-0,35	0,2-0,5	0,20-0,40	1,6-2,0	0,20-0,28	—	229	62

I. Стали для режущего и измерительного инструмента

а) стали неглубокой прокаливаемости

б) стали глубокой прокаливаемости

9Х1 (9Х)	0,80-0,95	0,25-0,45	0,15-0,4	1,4-1,7	—	—	—	229	62
Х	0,95-1,10	0,15-0,35	0,15-0,4	1,3-1,65	—	—	—	229	62
12Х1 (120Х, ЭП430)	1,15-1,25	1,15-0,35	0,3-0,6	1,3-1,65	—	—	—	241	62
9ХС	0,85-0,95	1,20-1,60	0,3-0,6	0,95-1,25	—	—	—	241	62
ХПС	0,95-1,05	0,40-0,70	0,85-1,25	1,3-1,65	—	—	—	241	62
9ХВГ	0,85-0,95	0,15-0,35	0,9-1,2	0,5-0,8	0,5-0,8	—	—	241	62
ХВГ	0,90-1,05	0,15-0,35	0,8-1,1	0,9-1,2	1,2-1,6	—	—	255	62
ХВСГ	0,95-1,05	0,65-1,00	0,6-0,9	4,5-5,5	0,5-0,8	0,05-0,15	—	241	62
9Х5ВФ	0,85-1,00	0,13-0,40	0,15-0,4	—	0,8-1,2	0,15-0,30	—	241	58
8Х6НФТ (85Х6НФТ)	0,80-0,90	0,15-0,35	0,15-0,4	5,0-6,0	Ni 0,9-1,3 Ti 0,05-0,15	0,30-0,50	—	241	58
8Х4В3М3Ф2 (ЭП570)	0,75-0,85	0,15-0,40	0,15-0,4	3,5-4,5	2,5-3,2	1,9-2,5	2,5-3,0	255	61

Продолжение табл. 28.

Марка	C	Si	Mn	Cr	W	V	Mo	HВ	HRC
Х6ВФ	1,05-1,15	0,15-0,35	0,15-0,40	5,5-6,5	1,1-1,5	0,5-0,8	—	241	61
Х12	2,00-2,20	0,15-0,35	0,15-0,40	11,5-13,0	—	—	—	235	60
Х12ВМ	2,00-2,20	0,20-0,40	0,15-0,40	11,0-12,5	0,5-0,8	0,15-0,3	0,6-0,9	235	60
Х12М	1,45-1,65	0,15-0,35	0,15-0,40	11,0-12,5	—	0,15-0,3	0,4-0,6	255	60
Х12О1	1,25-1,45	0,15-0,35	0,15-0,40	11,0-12,5	—	0,70-0,9	—	255	60
7Х12ВМ	0,68-0,76	0,20-0,40	1,80-2,30	1,5-1,8	0,5-0,9	0,10-0,25	0,5-0,8	255	58
6Х6В3МФС (95Х6В3МФ, ЭП569)	0,50-0,60	0,60-0,90	0,15-0,40	5,5-6,5	2,5-3,2	0,50-0,80	0,6-0,9	255	60
7Х3	0,65-0,75	0,15-0,35	0,15-0,40	3,2-3,8	—	—	—	229	54
8Х3	0,75-0,85	0,15-0,35	0,15-0,40	3,2-3,8	—	—	—	241	55
5ХНМ	0,50-0,60	0,15-0,35	0,50-0,80	0,5-0,8	—	Ni 1,4-1,8	0,15-0,3	241	56
5ХНВ	0,50-0,60	0,15-0,35	0,50-0,80	0,5-0,8	—	—	—	255	56
5ХНВС	0,50-0,60	0,60-0,90	0,30-0,60	1,3-1,6	0,4-0,7	Ni 1,4-1,8	—	255	56
5ХГМ	0,50-0,60	0,25-0,60	1,20-1,60	0,6-0,9	—	Ni 0,8-1,2	0,15-0,3	241	56
4ХМФС (40ХСМФ)	0,37-0,45	0,50-0,80	0,50-0,80	1,5-1,8	—	0,3-0,5	0,9-1,2	241	55
4Х5В2ФС (ЭП988)	0,35-0,45	0,80-1,20	0,15-0,40	4,5-5,5	1,6-2,2	0,6-0,9	—	241	50
4Х3МФС	0,32-0,40	0,80-1,20	0,15-0,40	4,5-5,5	—	0,3-0,5	1,2-1,5	241	50
4Х3МФ1С (ЭП572)	0,37-0,44	0,80-1,20	0,15-0,40	4,5-5,5	—	0,8-1,1	—	241	50
4Х4ВМФ (ЭИ-2)	0,40-0,48	0,60-0,90	0,30-0,60	2,8-3,5	—	0,6-0,9	1,2-1,5	241	52
4Х4ВМФС (ЛН-22)	0,37-0,44	0,60-1,00	0,20-0,50	3,2-4,0	0,6-1,0	0,6-0,9	1,2-1,5	241	55
3ХХ3Ф	0,27-0,34	0,20-0,40	0,30-0,50	2,8-3,5	—	0,4-0,6	—	241	47
3Х2В8Ф	0,30-0,40	0,15-0,40	0,15-0,40	2,2-2,7	7,5-8,5	0,2-0,5	—	241	48
4Х2В5МФ (ЭП959)	0,30-0,40	0,15-0,35	0,15-0,40	2,2-3,0	4,5-5,5	0,6-0,9	0,6-0,9	241	50
4Х2В2МФС (ЭП641, 45Х2В2МФХ)	0,42-0,50	0,30-0,60	0,30-0,60	2,0-2,5	1,8-2,4	0,6-0,9	0,8-1,1	241	55
5Х3В3МФС (ЛН-23)	0,45-0,52	0,5-0,80	0,30-0,60	2,5-3,2	3,0-3,6	1,5-1,8	0,8-1,1	241	53
							Nb 0,05-0,15		
4ХС	0,35-0,45	1,20-1,60	0,15-0,40	1,3-1,6	—	—	—	217	47
6ХС	0,60-0,70	0,60-1,00	0,15-0,40	1,0-1,3	—	—	—	229	56
4ХВ3С	0,35-0,45	0,60-0,90	0,15-0,40	1,0-1,3	2,0-2,5	—	—	229	53
5ХВ2С	0,45-0,55	0,55-0,80	0,15-0,40	1,0-1,3	2,0-2,5	—	—	255	55
6ХВ2С	0,55-0,70	0,15-0,35	0,50-0,80	1,0-1,3	2,2-2,7	—	—	269	57
6ХВГ	0,55-0,70	0,15-0,35	0,90-1,20	0,5-0,8	0,5-0,8	—	—	217	57

II. Стали для штампового инструмента

а) для деформирования в холодном состоянии

б) для деформирования в горячем состоянии

в) для ударного инструмента

Сталь инструментальная быстрорежущая (быстрорез) характеризуется сохранением своей твердости при повышенных до 600—650°С температурах (красностойкость). Широко применяется для изготовления металлорежущего инструмента, позволяющего вести обработку с повышенными скоростями по сравнению с инструментом из других инструментальных сталей, а также для деталей, работающих при повышенных температурах. Марки, химический состав и технические требования (микроструктура, карбидная неоднородность, степень обезуглероживания, красностойкость и др.) установлены ГОСТ 19265—73. Выпускаются приведенные далее марки.

P18 — быстрорежущая сталь, обладает высокими красностойкостью, твердостью в горячем состоянии, износостойкостью и хорошей вязкостью при удовлетворительной шлифуемости. Предназначается для всех видов режущих инструментов для обработки обычных конструкционных материалов. Ее свойства приняты в качестве исходных для сравнительной оценки других марок.

P12 близка к P18, обладает более высокой износостойкостью и большей пластичностью при температурах горячей деформации. Шлифуемость удовлетворительная. Назначение то же, что и P18.

P9 отличается повышенной износостойкостью. Шлифуемость пониженная по сравнению с P18. Применяется для инструментов, нетрудоемких по шлифовке, для обработки обычных конструкционных материалов.

P6M3 близка к P18, обладает меньшей карбидной неоднородностью и лучшими механическими свойствами. Шлифуемость пониженная, но лучше, чем у P9. Предназначается для инструментов, работающих при динамических нагрузках и небольших подачах. Обладает повышенной прочностью и пластичностью при температуре горячей деформации.

P6M5 отличается повышенной прочностью, более узким, чем у P18, интервалом оптимальных закалочных температур, повышенной склонностью к обезуглероживанию, удовлетворительной шлифуемостью. Назначение то же, что и P18. Предпочтительна для резьбонарезных инструментов, работающих с ударными нагрузками.

P18Ф2 — несколько повышенная износостойкость и пониженная шлифуемость по сравнению с P18. Предназначена для инструментов для обработки материалов с повышенной твердостью и вязкостью.

P14Ф4 и **P9Ф5** — повышенная износостойкость, низкая шлифуемость. Применяется для инструментов, работающих со снятием небольшой стружки материалов, которые обладают абразивными свойствами в условиях нормального разогрева режущей кромки.

P18K5Ф2, **P9M4K8**, **P6M5K5** — повышенные вторичная твердость и износостойкость; шлифуемость ниже, чем у P14Ф4. Предназначается для обработки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов в условиях повышенного разогрева режущей кромки.

P10K5Ф5 — повышенная вторичная твердость, высокая износостойкость, низкая шлифуемость. Применяется для обработки высокопрочных, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов, материалов с абразивными свойствами в условиях повышенного разогрева режущей кромки.

P9K5, **P9K10** — повышенная вторичная твердость; шлифуемость пониженная, близкая к шлифуемости P9. Предназначена для обработки сталей и сплавов с повышенной твердостью и вязкостью. P9K10 применяется также для обработки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов.

Сортамент быстрорежущей стали: горячекатаная круглого (ГОСТ 2590—74) и квадратного (ГОСТ 2591—74) сечений; кованая (ГОСТ 1133—71); полосовая (ГОСТ 4405—75); калиброванная (ГОСТ 7417—75); серебрянка (ГОСТ 14955—77) диаметром 1—25 мм; кованые цилиндры (шайбы) диаметром 100—200 мм с отношением высоты к диаметру 0,8—1,3 (ГОСТ 19265—73*); пластинки к резцам (ГОСТ 2379—77).

Сортамент углеродистой и легированной инструментальной стали определяется стандартными сортаментами на круглый и квадратный прутки. Полосовая сталь — по ГОСТ 4405—75.

Специальные профили инструментальных сталей У7, У7А, У10, У10А, У12, У12А, У13 и У13А для напильников, рашпилей, зубил и крейцмесселей установлены ГОСТ 5210—67*.

ШАРИКОПОДШИПНИКОВЫЕ СТАЛИ

К шарикоподшипниковым сталям относят высококачественные стали, способные противостоять сложным сосредоточенным и переменным напряжениям, возникающим в зоне контакта шариков или роликов с беговыми дорожками колец подшипников качения. Наряду с основным назначением указанные стали используют, когда требуется высокая износостойкость при сосредоточенных переменных нагрузках (например, для деталей насосов высокого давления, копиров, роликов, пальцев, храповых механизмов и др.).

Сталь для шариковых и роликовых подшипников (ГОСТ 801—60) изготавливается по нормам химического состава, приведенного в табл. 29. Содержание, %: S в стали всех марок не более 0,02; P 0,027; Ni 0,3; Cu 0,25; Ni+Cu 0,5.

29. Марки и химический состав (%) стали для подшипников качения

Марка	C	Mn	Si	Cr
ШХ6 ШХ9	1,05—1,15 1,00—1,10	0,2—0,4	0,17—0,37	0,4—0,70 0,9—1,20
ШХ15	0,95—1,05			0,9—1,2
ШХ15СГ		1,3—1,65		

Горячекатаная сталь по условиям заказа поставляется отожженной или неотожженной, а холоднокатаная — только отожженной.

Отожженная (горяче- и холоднокатаная) сталь ШХ15 в состоянии поставки должна иметь твердость *НВ* 179—207, а сталь ШХ15СГ — твердость *НВ* 179—217. Обезуглерожженный слой (мм) горячекатаной стали (феррит+переходная зона) не должен превышать (мм на сторону): при прутке 5—15 мм — 0,25; 15—30 мм — 0,4; 30—50 мм — 0,5; 50—70 мм — 0,6; 70—100 мм — 0,85; 100—150 мм — 1,1. Для холоднокатаной стали обезуглерожженный слой не более 1,0% от диаметра прутка.

Сталь для прецизионных подшипников (ГОСТ 21022—75) изготавливают вакуумно-дуговым переплавом стали ШХ15Ц1, полученной электрошлаковым переплавом стали ШХ15. Сталь ШХ15-ШД содержит, %: С 0,95—1,05; Mn 0,3—0,5; Si 0,20—0,37; Cr 1,30—1,65; S не более 0,01; P 0,02; Ni 0,3; Cu 0,25; Ni+Cu 0,5.

Отожженная горячекатаная и калиброванная сталь, поставляемая в прутках, должна обладать твердостью *НВ* 179—207. Сталь этой марки в виде проволоки поставляется по ТУ 14-1-563—74.

Цементуемые и цианируемые стали для подшипников поставляются марок: 20Х2Н4А (ЧМТУ 1-1005—70), 20Х2Н4А-Ш (ЧМТУ 1-955—70), 20Х3Г2Ф (ЧМТУ 1-618—69), 18ХГТ (ЧМТУ 800—70). Для подшипников, работающих в коррозионных условиях, применяются коррозионно-стойкие стали (сплавы) по ГОСТ 5632—72 марок 12Х13, 20Х13, 30Х13 и др., поставляемых по ТУ.

В связи со специфическими условиями работы подшипниковых сталей особое внимание обращается на качество структуры металла и допустимость включений. Оценка производится по балльным системам по эталонным шкалам микроструктуры, установленным ГОСТ 801—60 и с января 1980 г. по ГОСТ 801—78, ГОСТ 21022—75 и некоторым ТУ.

Шарикоподшипниковая сталь поставляется горячекатаная круглая по ГОСТ 1133—71 и 2590—71; полосовая по ГОСТ 103—76; квадратная по ГОСТ 2591—71 (заготовка по ГОСТ 4693—77); холоднокатаная круглая по ГОСТ 7417—75 с допускаемыми отклонениями по IV классу точности; в виде трубы — по ГОСТ 800—55 и с января 1980 г. по ГОСТ 800—78. Длина прутков и трубы 2—4,5 м.

Трубы подшипниковые (ГОСТ 800—55 и с января 1980 г. по ГОСТ 800—78) бесшовные для изготовления колец подшипников качения. Горячекатаные (обточенные по наружному диаметру) трубы изготавливаются из стали ШХ15 в пределах наружных диаметров 60—184 мм с допускаемым отклонением +0,2 мм, холоднокатаные — в пределах наружного диаметра 32—90 мм с допускаемым отклонением +0,5 мм. Допускаемое отклонение по толщине стенок труб +15%. Трубы поставляются длиной 1—5 м. Горячекатаные трубы поставляются отожженными с твердостью *HV* 179—207, холоднокатаные — неотожженные с *HV* не более 269.

Проволока для шариков и роликов подшипников качения (ГОСТ 4727—67) изготавливается диаметром 1,4—16,0 мм из стали ШХ15 по ГОСТ 801—60. Допускаемое отклонения по диаметру — по IV классу точности для калиброванной стали по ГОСТ 7417—75. Проволока поставляется в отожженном состоянии со светлой или с темной оксидированной поверхностью без трещин, волосовин, закатов, рисок, плев, раковин, окалины и ржавчины. Предел прочности проволоки 60—73 кгс/мм², твердость закаленной проволоки не ниже *HRC* 62. Излом проволоки должен быть однородным, мелкозернистым, без флокенов, шлаковых включений, пузырей и без следов перегрева. Глубина обезуглероженного слоя (феррит-переходная зона) не более 1,0% от диаметра прутка. Микроструктура определяется по шкалам, приведенным в ГОСТ 801—60.

Лента плоская для витых роликов (ГОСТ 808—70) изготавливается из стали ШХ10 следующего химического состава, %: С 0,32—0,42; Mn 0,4—0,7; Si 0,17—0,37; Cr 0,8—1,2; S и P 0,03 каждого; Ni 0,2; Cu 0,25. Размеры ленты, мм: ширина 5—15, толщина 1,5—7,6. Проволока при толщине до 2,5 мм должна выдерживать испытание на прочность в пределах 58—83 кгс/мм² и толщине свыше 2,5 мм — 52—77 кгс/мм² и относительное удлинение соответственно не менее 7% и 12%.

Проволока для сепараторов подшипников качения (ГОСТ 4605—72) изготавливается: для заклепок — из стали 15 и для распорок — из стали 20 по ГОСТ 1050—74*, диаметром 0,75—4,5 мм.

АБРАЗИВОСТОЙКИЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Из этих сталей и сплавов изготавливают рабочие органы сельскохозяйственных, почвообрабатывающих, дорожных, строительных и горных машин (ножи бульдозеров, скреперы, черпаки экскаваторов и драг и т. п.), звенья гусеничных машин, детали дробильных и шаровых мельниц, железнодорожные крестовины, сопла пескометов и т. д.

Созданы стали и сплавы для монолитного изготовления рабочих органов перечисленных машин, а также применяемые в виде биметаллов и наплавочных сплавов, позволяющих наиболее экономично решать задачи повышения износостойкости рабочих органов и восстановления их работоспособности.

Проволока и электроды наплавочные приведены в разделе «Проволока и электроды сварочные и наплавочные» — см. с. 62.

Прутки чугуны для износостойкой наплавки, марки Б4 и Х4 (ГОСТ 2671—70) — см. с. 67.

Отливки из хладостойкой и износостойкой стали (ГОСТ 21357—75) — см. с. 126.

Сталь горячекатаная для ножей землеройных машин. Сортамент и размеры профилей установлены ГОСТ 17152—71*. Профили изготавливаются из сталей: Ст5пс (ГОСТ 380—71*), 20, 35, 45 и 65Г (ГОСТ 1050—74*).

Сталь для банмаков гусениц тракторов по сортаменту изготавливается четырех горячекатаных профилей из конструкционной углеродистой стали по ГОСТ 4543—71* с дополнительным микролегированием бором (не более 0,0015%).

Сталь горячекатаная двухслойная для лемехов (ГОСТ 15891—70). Двухслойная полоса специального профиля состоит из основы стали Л53 (ГОСТ 8531—78) и слоя стали Х6Ф1 повышенной твердости состава, %: С 1,4—1,7; Mn не более 0,5; Si 0,7; Cr 0,5—7,0; V 0,8—1,2; P и S 0,03 каждого.

Сталь трехслойная горячекатаная (ГОСТ 6765—75) изготавливается в листах и полосах толщиной 7, 8, 9 и 10 мм. Сердцевина состоит из стали БСт2 (ГОСТ 380—71*), наружные и твердые слои — из стали 60 (ГОСТ 1050—74) с твердостью *HV* 269 и после закалки не менее *HRC* 56. Сталь предназначена для изготовления отвалов плугов, предплужников и других элементов сельскохозяйственных машин.

Сталь горячекатаная периодического профиля для лемехов (ГОСТ 8531—57) изготавливается из марганцевой стали Л53 с содержанием, %: С 0,47—0,57; Mn 0,5—0,8; Si 0,15—0,40; S не более 0,05; P 0,045. Поставляется полосой длиной до 9 м, кратной целому числу длин лемехов с профилем, установленным ГОСТ 8531—57. С января 1980 г. будет выпускаться по ГОСТ 8531—78.

ПРУЖИННЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Стали и сплавы, предназначенные для работы в качестве пружин, ресор, гибких мембран, сильфонов и аналогичных деталей, должны обладать высоким пределом упругости и усталостной стойкостью к многократным нагружениям и иметь достаточные пластические свойства, обеспечивающие возможность изготовления витых пружин и других деталей методом деформации и включающие их полному при перегрузках. Они также должны противостоять усталостным изменениям при постоянном колебательном режиме работы и возникновению собственных колебаний.

Рессорно-пружинная сталь (ГОСТ 14959—69) в зависимости от основного легирующего компонента подразделяется на углеродистую (65, 70, 75 и 85), марганцевую (60Г, 65Г и 70Г), кремнистую (50С2, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А и 70С3А), хромомарганцевую (50ХГ, 50ХГА и 55ХГР), хромованадиевую (50ХФА), хромомарганцевованадиевую (50ХГФА), хромокремнистованадиевую (60С2ХФА), хромокремнистую (60С2ХА и 50ХСА), вольфрамокремнистую (65С2ВА), никель-кремнистую (60С2Н2А), кремнемарганцевую (60СГА), хромокремнистую (70С2ХА). В зависимости от содержания серы и фосфора различают качественную сталь (не более 0,035% S, 0,035% P) и высококачественную (0,025% S, 0,025% P).

Сталь поставляется горячекатаной, отожженной или высокоотпущенной, или без термической обработки с твердостью согласно табл. 30. Там же приведены механические свойства стали после термообработки, рекомендуемой ГОСТ 14959—69, с закалкой в масле.

Требования к усталостной прочности, вытекающие из условий работы рессорно-пружинных изделий при циклически изменяющихся нагрузках, определяют повышенные требования к качеству поверхности проката. На поверхности полос и прутков не должно быть трещин, закатов, плев, волосовин, раковин, пузырей, песочин, вдавленной окалины и расслоений. Качество поверхности определяется наружным осмотром с применением при необходимости светления (зачистки) мелким напильником или мягким шлифовальным кругом. Местные дефекты на поверхности допустимо удалять методом пологой зачистки или шлифовки в пределах допустимых наименьших значений размеров на поперечное сечение проката. Вырубка дефектов не допускается. В зависимости от наличия или отсутствия обезуглероженного слоя рессорно-пружинная сталь подразделяется на две категории: 1) без обезуглероженного слоя, 2) по нормам ГОСТ 14959—69.

30. Свойства рессорно-пружинной стали

Марка	Термически обработанная НВ	Термически необработанная НВ	Температура, °С		σ_T	σ_B	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$				
			закалки	отпуска								
			кгс/мм ²					Не менее				
65	229	255	840	480	80	100	10	35				
70		269	830		85	105	9					
75	241	285	820		90	110						
85	269	302	820		100	115		30				
60Г	241	285	840		80	100	8					
65Г			830		85	105	7	25				
70Г			830		80	100	8					
55ГС			820		110	120		30				
50С2			870		460	420	120	130	6	25		
55С2							860	460	140	160		20
55С2А				160					180		25	
60С2				110			130	7	35			
60С2А			269	302	840	440	120	130	5	30		
70С3А							125	140	6	35		
50ХГ	830	450					120	130	8	45		
50ХГА	285	321					850	520	160	180	5	20
55ХГР	269	302	870	420	170	190	6	30				
50ХГФА					285	321	850	520	170	190	5	20
50ХФА					269	302	880	460	160	175	6	25
60С2ХА					285	321	850	520	140	160		
60С2ХФА	269	302	880	460	170	190	5	20				
50ХСА					269	302	850	520	160	175	6	25
65С2ВА					285	321	880	460	140	160		
60С2Н2А					269	302	880	460	140	160		
60СГА	269	302	880	460	140	160						

Сортамент горячекатаной рессорно-пружинной стали. Общие требования установлены ГОСТ 7419.0—78. Сортамент приведен ниже.

1. Пружинная сортовая сталь — ГОСТ 7419.1—78.
2. Сталь полосовая с закругленными краями — ГОСТ 7419.2—78.
3. Пружинная прямоугольная сталь — ГОСТ 7419.3—78.
4. Рессорно-полосовая сталь — ГОСТ 7419.4—78.
5. Сталь рессорная трапециевидно-ступенчатая — ГОСТ 7419.5—78.
6. Рессорная Т-образная сталь — ГОСТ 7419.6—78.
7. Трапециевидная рессорная сталь — ГОСТ 7419.7—78.
8. Сталь рессорная желобчатая — ГОСТ 7419.8—78.

Лента из инструментальной и пружинной стали предназначена для упругих деталей и пружин вычислительных машин. Лента (ГОСТ 19039—73*) изго-

товляется холоднокатаной и термообработанной из стали 65Г (ГОСТ 1050—74*) и У8А (ГОСТ 1435—74) толщиной (шириной), мм: 0,1 мм (16, 18, 20, 25 и 40 мм); 0,14 (16); 0,15 (5, 15, 40 и 80); 0,16 (4 и 4,5); 0,2 (5, 8, 10, 12, 16, 18, 25, 40, 60, 80); 0,25 (20, 40 и 80); 0,3 (8, 10, 35, 45, 80); 0,32 (8, 10, 20, 28, 40, 60 и 80); 0,35 (22); 0,36 (80); 0,4 (6, 8, 12, 80, 100); 0,5 (6, 8, 12, 16, 18, 20, 28, 30, 35, 36, 50, 55, 70, 80, 85, 100); 0,6 (10, 14, 20, 80, 100); 0,7 (7, 10, 18, 20, 25, 70, 80); 0,8 (70, 80); 0,9 (70, 80); 1,0 (40, 80).

Лента подразделяется:

1) по прочности на три группы: 1ПО (временное сопротивление разрыву 140—160 кгс/мм), 2ПО (161—180 кгс/мм) и 3ПО (181—200 кгс/мм);

2) по точности: нормальной точности по толщине и ширине, повышенной по толщине (В), повышенной по толщине и ширине (ВШ) и высокой по толщине (Т);

3) по виду кромок: обрезные, шлифованные (Д);

4) по виду поверхности: светлокальная (светлая), светлополированная (С), светлокальная с цветами побежалости (Ц).

Ленты испытываются числом перегибов и на загиб на 90° дифференцированно в зависимости от толщины и группы прочности.

Лента холоднокатаная из инструментальной и пружинной стали изготавливается по ГОСТ 2283—69*, и ее описание приведено в разделе «Металлический лист» (см. с. 103).

Проволока стальная углеродистая (ГОСТ 16135—70) для пружин вычислительных машин диаметром 0,2—2,0 мм изготавливается из стали У9А (ГОСТ 1435—74) или КТ-2 (ГОСТ 9389—75) с временным сопротивлением σ_T 220 кгс/мм² (для больших диаметров) до 320 кгс/мм² (для наименьших диаметров) с числом выдерживаемых скручиваний 16—30.

Проволока углеродистая пружинная холоднокатаная (ГОСТ 9389—75) из сталей по ГОСТ 1050—74 и ГОСТ 1435—74 и сталей КТ-2 и ЗК-7 (табл. 31) применяется для изготовления (навивания) пружин в холодном состоянии и не подвергаемых закалке.

31. Марки и химический состав (%) стали для пружинной проволоки (ГОСТ 9389—75)

Марка	С	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
				Не более				
КТ-2	0,86—0,91	0,2—0,4		0,02				0,10
ЗК-7	0,68—0,76	0,5—0,8	0,17—0,37	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04

Проволока подразделяется: 1) по механическим свойствам (временному сопротивлению, числу перегибов и числу скручиваний) на четыре класса: I, II, IIIА и III; 2) по точности изготовления — нормальной точности (н) и повышенной (п).

Проволока класса IIIА изготавливается только повышенной точности. Диаметры проволоки и нормы точности приведены в табл. 32.

Проволока стальная легированная пружинная (ГОСТ 14963—78) из сталей 60С2А, 65С2ВА, 70С3А по ГОСТ 14959—69 и из стали 51ХФА (ГОСТ 14963—78) диаметром 0,5; 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 4,0; 4,2; 4,5; 4,8; 5,0; 5,5; 6,0; 6,2; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12,0; 13,0 и 14,0 мм с допускаемыми отклонениями ГТ3а повышенной точности и ГТ4 нормальной точности (ГОСТ 2771—57) применяется для изготовления пружин, подвергающихся после навивки закалке и отпуску.

32. Диаметр, точность и механические свойства пружинной углеродистой проволоки

Номинальный диаметр, мм	Допуск, мм	Временное сопротивление, кгс/мм ²				Число перегибов	Число скручиваний	
		Классы						
		I	II	III	IV			
0,14; 0,15; 0,16; 0,18; 0,20; 0,22; 0,25; 0,28; 0,30	± 0,01 (п) ± 0,020 (н) -0,015	275—310	230—275	225—270	180—230	Не нормируется	23—35 в зависимости от класса и диаметра	
0,32; 0,36; 0,40; 0,45; 0,50; 0,56; 0,60	+0,015 (п) -0,010 ± 0,02 (н)	265—300	220—265	220—265	170—220			16—30
0,63; 0,70;	+0,02 (п) -0,01	250—295	210—260	205—260	160—210			16—25
0,80; 0,90; 1,00	+0,03 (п) -0,02							9—12
1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,5; 2,8; 3,0	± 0,02 (п) ± 0,03 (н)	175—275	165—245	165—240	130—205	4—18	10—24	
3,2; 3,5; 3,6; 4,0; 4,2; 4,5; 5,0; 5,6	+0,03 (п) -0,02 (п) ± 0,04 (н)	145—200	135—180	135—185	110—155	4—7	4—18	
6,0; 6,3; 6,5; 6,7; 7,0	± 0,03 (п) ± 0,05 (н)	145—170	125—160	135—160	105—135	3—6	2—6	
7,5; 8,0	± 0,04 (п) ± 0,06 (н)	—	125—145	—	—	—	—	

По отделке поверхности проволоку подразделяют на группы: А — серебрянка полированная с шероховатостью поверхности не ниже класса 9а; Б — серебрянка шлифованная или полированная класса 8б; В — серебрянка шлифованная класса 7в; Г — серебрянка шлифованная класса 6 г; Д — без специальной отделки для последующего волочения; Н — неполированная и нешлифованная после холодного волочения.

Проволока стальная пружинная термически обработанная для клапанных и других пружин ответственного назначения. Изготавливается из сталей 65ГА, 68ГА и 68А согласно нормам, приведенным в ГОСТ 1071—67* для проволоки I класса и стали 50ХФА (ГОСТ 14963—78). Выпускается диаметром 1,2—5,5 мм с подразделением на I и II классы по числам перегибов и скручиваний.

Проволока для пружинных шайб (ГОСТ 14850—72) изготавливается из стали 65Г (ГОСТ 14959—79).

Проволока для термостойких шайб изготавливается из стали 3Х13 (ГОСТ 5632—72*) квадратного (от 0,6×0,6 до 5×5 мм), прямоугольного (0,6×1,0—3,5×5,0 мм) и трапециевидного (1,0×1,5—12,0×12,9 мм) сечений. Временное сопротивление отожженной проволоки 50—80 кгс/мм² и нагартованной — не более 125 кгс/мм². Проволока должна выдерживать навивание — шесть витков на стержень диаметром 2,5 наибольшего размера сечения испытуемой проволоки.

Пружины, применяемые для работы в особых условиях (повышенная или пониженная температура, агрессивная среда, немагнитность и т. д.), изготавливаются из специальных сплавов.

Коррозионно-стойкие стали и сплавы (ГОСТ 5632—72**) марок 20Х13, 30Х13, 40Х13, 14Х17Н2, 12Х18Н9, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 17Х18Н9, 37Х12Н8Г8МФБ, 09Х15Н8Ю, 09Х17Н7Ю1, 08Х17Н5М3, 36НХТЮ, 36НХТЮМ8, 36НХТЮМ8.

Сплавы магнитотвердые прецизионные по ГОСТ 10994—74* марок 42НХТЮ, 42НХТЮА, 44НХТЮ.

Ленты алюминиевой бронзы для пружин (ГОСТ 1048—70*) изготавливают из бронзы БрА47 (ГОСТ 18175—72) толщиной, мм: 0,1; 0,12; 0,15; 0,18; 0,2; 0,22; 0,25—0,9 (через 0,05 мм); 1,0—2,0 (через 0,1 мм). Ширина 10—300 мм. Ленты поставляют трех видов.

1. Термообработанные (ТО) ленты поставляют толщиной до 1,5 мм. При толщине до 0,5 мм $\sigma_B = 60$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 50$ кгс/мм², $\delta_{10} = 5\%$. При толщине свыше 0,5 мм σ_B и $\sigma_{0,2}$ те же, $\delta_{10} \geq 10\%$.

2. Твердые (Т) ленты при толщине до 0,5 мм имеют $\sigma_B = 60 \div 80$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 52 \div 77$ кгс/мм² и $\delta_{10} \geq 3\%$; при толщине более 0,5 мм $\sigma_B = 58 \div 78$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 48 \div 73$, $\delta_{10} \geq 5\%$.

3. Особо твердые (От) ленты поставляют толщиной до 1,2 мм. При толщине до 0,5 мм $\sigma_B = 80$ кгс/мм² и $\sigma_{0,2} = 77$ кгс/мм²; при толщине свыше 0,5 мм $\sigma_B = 78$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} \geq 73$ кгс/мм², δ — не нормируется. Модуль упругости, измеренный динамическим методом, равен 9000—12 000 кгс/мм².

Проволока из бериллиевой бронзы БрБ2 (ГОСТ 493—54**) поставляется по ГОСТ 15834—77. Содержание бериллия 1,8—2,1%, диаметр проволоки 0,06—12,0 мм с точностью 3а и 4. Проволоку изготавливают: мягкую 3М (закаленную) и М (отожженную); твердую 3Т (холоднодеформированную после закалки) и Т (холоднодеформированную после отжига) со свойствами, приведенными в табл. 33. Проволока предназначена для изготовления пружин и других деталей.

33. Свойства проволоки из бериллиевой бронзы

Диаметр проволоки, мм	3Т и Т		3М и М	
	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	σ_B , кгс/мм ²	δ , %
0,06—0,08	95—140	—	—	—
0,1—0,5	—	—	40—65	20
0,55—1,0	75—120	—		25
1,1—5,0	—	—		30
5,5—12,0	65—100	—	40—60	—

Полосы и ленты из кремнистомарганцевой бронзы (ГОСТ 4748—70*) БрКМц3-1 (ГОСТ 18175—78): изготавливаются в виде полосы толщиной 1,0—10,0 и шириной 40—300 мм и ленты толщиной 0,05—2,0 и шириной 10—300 мм. Поставляются в мягком (М), отожженном, полутвердом (Пт), твердом (Т) и особо твердом (От) состояниях со свойствами, приведенными в табл. 34. Применяются для изготовления пружин и других деталей.

Проволока из кремнемарганцевой бронзы (ГОСТ 5222—72*) бронзы БрКМц3-1 (ГОСТ 18175—78) или БрКЖМц3-2-1 (по ТУ с введением 2% Fe) изготавливается диаметром 0,65—10,0 мм и квадратной с размером стороны 0,6—3,5 мм.

Свойства: $\sigma_B = 78 \div 90$ кгс/мм²; $\delta = 0,5 \div 2,0\%$. Проволока поставляется в твердом (неотожженном) состоянии. Предназначается для изготовления пружин, упругих контактов и других подобных изделий. Модифицированная марка обеспечивает более длительную надежную работу указанных изделий.

Проволока для пружин из оловянно-цинковой бронзы БрОЦ4-3 (ГОСТ 5221-77) — круглая диаметром 0,1—12 мм и квадратная от 0,6×0,6 до 3×3. Свойства: $\sigma_b = 78 \div 90$ кгс/мм² и $\delta = 0,5 \div 2\%$ в зависимости от диаметра. Поставляется в твердом неотожженном состоянии.

34. Свойства полосы и ленты из кремниомарганцевой бронзы

Состояние материала	Толщина, мм	σ_b , кгс/мм ²	δ_{10} , %
М	< 0,5	> 36	28
	> 0,5		35
Пт	< 0,5	48—60	5
	> 0,5		10
Т	< 0,5	60—77	5,2
	> 0,5		
От	< 0,5	> 77	—
	> 0,5		

КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЕ, ЖАРСТОЙКИЕ, ЖАРОПРОЧНЫЕ И ТЕПЛОУСТОЙЧИВЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Высоколегированные коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы (ГОСТ 5632—72**). По структуре стали подразделяются на 1—6-й классы, а сплавы — на 7-й и 8-й классы. Краткие характеристики * всех восьми классов с указанием входящих в них марок приведены далее.

1. Мартенситный — стали с основной структурой мартенсита — 15Х5 (1—1, Х5); 15Х5М (1—2, Х5М); 15Х5ВФ (1—3, Х5ВФ); 12Х8ВФ (1—4, 1Х8ВФ); 40Х9С2 (1—5, 4Х9С2); 40Х10С2М (1—6, 4Х10С2М, ЭИ107); 15Х11МФ (1—7, 1Х11МФ); 18Х11МНФБ (1—8, 2Х11МФБН, ЭП291); 20Х12ВНМФ (1—9, 2Х12ВНМФ, ЭП428); 11Х11Н2В2МФ (1—10, Х12Н2ВМФ, ЭИ962); 16Х11Н2В2МФ (1—11, 2Х12Н2ВМФ, ЭИ962А); 20Х13 (1—12, 2Х13); 30Х13 (1—13, 3Х13); 40Х13 (1—14, 4Х13); 30Х13Н7С2 (1—15, 3Х13Н7С2, ЭИ72); 13Х14Н3В2ФР (1—16, Х14НВФР, ЭИ736); 25Х13Н2 (1—17, 2Х14Н2, ЭИ474); 20Х17Н2 (1—18, 2Х17Н2); 95Х18 (1—19, 9Х18, ЭИ229); 09Х16Н4Б (1—20, 1Х16Н4Б, ЭП56); 13Х11Н2В2МФ (1—21, 1Х12Н2ВМФ, ЭИ961).

2. Мартенситно-ферритный — стали, содержащие в структуре, кроме мартенсита, не менее 10% феррита: 15Х6СЮ (2—1, Х6СЮ, ЭИ428); 15Х12ВНМФ (2—2, 1Х12ВНМФ, ЭИ802); 18Х12ВМБФР (2—3, 2Х12ВМБФР, ЭИ993); 12Х13 (2—4, 1Х13); 14Х17Н2 (2—5, 1Х17Н2, ЭИ268).

3. Ферритный — стали, имеющие структуру феррита (без превращений): 10Х13СЮ (3—1, 1Х12СЮ, ЭИ404); 08Х13 (3—2, 0Х13, ЭИ496); 12Х17 3—3, Х17); 08Х17Т (3—4, 0Х17Т, ЭИ645); 15Х18СЮ (3—5, Х18СЮ, ЭИ484); 15Х25Т (3—6, Х25Т, ЭИ439); 15Х28 (3—7, Х28, ЭИ349); 08Х18Т1 (3—8; 0Х18Т1).

4. Аустенитно-мартенситный — стали, имеющие структуру аустенита и мартенсита, количество которых можно изменять в широких пределах: 20Х13Н4Г9 (4—1, 2Х13Н4Г9, ЭИ100); 09Х15Н8Ю (4—2, Х15Н9Ю, ЭИ904); 07Х16Н6 (4—3, Х16Н6, ЭП288); 09Х17Н7Ю (4—4, 0Х17Н7Ю); 09Х17Н7Ю1 (4—5, 0Х17Н7Ю1); 08Х17Н5М3 (4—6, Х17Н5М3, ЭИ925).

* В скобках указаны порядковый номер марки стали данного класса и ее старое название (названия).

5. Аустенитно-ферритный — стали, имеющие структуру аустенита и феррита (феррит более 10%): 08Х20Н14С2 (5—1, 0Х20Н14С2, ЭИ732); 20Х20Н14С2 (5—2, Х20Н14С2, ЭИ211); 08Х22Н6Т (5—3, 0Х22Н5Т, ЭП53); 12Х21Н5Т (5—4, 1Х21Н5Т, ЭИ811); 08Х21Н6М2Т (5—5, 0Х21Н6М2Т, ЭП54); 20Х23Н13 (5—6, Х23Н13, ЭИ319); 08Х18Г8Н2Т (5—7, 0Х18Г8Н2Т, КО-3); 15Х18Н12С4ТЮ (5—8, ЭИ654).

6. Аустенитный — стали, имеющие структуру аустенита: 08Х10Н20Т2 (6—1, 0Х10Н20Т2); 10Х11Н20Т3Р (6—2, Х12Н20Т3Р, ЭИ696); 10Х11Н23Т3МР (6—3, Х12Н22Т3МР, ЭП33); 37Х12Н8Г8МФБ, (6—4, 4Х12Н8Г8МФБ, ЭИ481); 10Х14Г14Н3 (6—5, Х14Г14Н3, ДИ-6); 10Х14Г14Н4Т (6—6, Х14Г14Н3Т, ЭИ711); 10Х14АГ15 (6—7, Х14АГ15, ДИ-13); 45Х14Н14В2М (6—8, 4Х14Н14В2М, ЭИ69); 09Х14Н16Б (6—9, 1Х14Н16Б, ЭИ694); 09Х14Н19В2БР (6—10, 1Х14Н18В2БР, ЭИ695Р); 09Х14Н19В2БР1 (6—11, 1Х14Н18В2БР1, ЭИ726); 40Х15Н7Г7Ф2МС (6—12, 4Х15Н7Г7Ф2МС, ЭИ338); 08Х16Н13М2Б (6—13, 1Х16Н13М2Б, ЭИ680); 08Х15Н24В4ТР (6—14, Х15Н24В4Т, ЭП164); 03Х16Н15М3 (6—15, 00Х16Н15М3, ЭИ844); 03Х16Н15М3Б (6—16, 00Х16Н15М3Б, ЭИ844Б); 09Х16Н15М3В (6—17, Х16Н15М3Б, ЭИ847); 15Х17АГ14, (6—18, Х17АГ14, ЭП213); 12Х17Г9АН4 (6—19, Х17Г9АН4, ЭИ878); 03Х17Н14М2 (6—20, 000Х17Н13М2); 08Х17Н13М2Т (6—21, 0Х17Н13М2Т); 10Х17Н13М2Т (6—22, Х17Н13М2Т, ЭИ448); 10Х17Н13М3Т (6—23, Х17Н13М3Т, ЭИ432); 08Х17Н15М3Т (6—24, 0Х17Н16М3Т, ЭИ580); 12Х18Н9 (6—25, Х18Н9); 17Х18Н9 (6—26, 2Х18Н9); 12Х18Н9Т (6—27, Х18Н9Т); 04Х18Н10 (6—28, 00Х18Н10, ЭИ842, ЭП550); 08Х18Н10 (6—29, 0Х18Н10); 08Х18Н10Т (6—30, 0Х18Н10Т, ЭИ914); 12Х18Н10Т (6—31, Х18Н10Т); 12Х18Н10Е (6—32, Х18Н10Е, ЭП47); 03Х18Н11 (6—33, 000Х18Н11); 06Х18Н11 (6—34, 0Х18Н11, ЭИ684); 03Х18Н12 (6—35, 000Х18Н12); 08Х18Н12Т (6—36, 0Х18Н12Т); 12Х18Н12Т (6—37, Х18Н12Т); 08Х18Н12Б (6—38, 0Х18Н12Б, ЭИ402); 31Х19Н9МВБТ (6—39, 31Х19Н9ВБТ, ЭИ572); 36Х18Н25С2 (6—40, 4Х18Н25С2); 55Х20Г9АН4 (6—41, 5Х20Н4АГ9, ЭП303); 07Х21Г7АН5 (6—42, Х21Г7АН5, ЭП222); 03Х21Н21М4ГБ (6—43, 00Х20Н20М4Б, ЭИ35); 45Х22Н4М3 (6—44, 4Х22Н4М3, ЭП48); 10Х23Н18 (6—45, 0Х23Н18); 20Х23Н18 (6—46, Х23Н18, ЭИ417); 20Х25Н20С2 (6—47, Х25Н20С2, ЭИ283); 12Х25Н16Г7АР (6—48, Х25Н16Г7АР, ЭИ835); 10Х11Н20Т2Р (6—49, Х12Н20Т2Р, ЭИ696А).

7. Сплавы на железоникелевой основе: ХН35ВТ (7—1, ЭИ612); ХН35ВТЮ (7—2, ЭИ787); ХН32Т (7—3, Х20Н32Т, ЭП670); ХН38ВТ (7—4, ЭИ703); ХН28ВМАБ (7—5, Х21Н28В5МЗБАР, ЭП126); 06ХН28МДТ (7—6, 0Х23Н28МЗДЗТ, ЭИ943); 03ХН28МДТ (7—7, 000Х23Н28МЗДЗТ, ЭП516); 06ХН28МТ (7—8, 0Х23Н28М2Т, ЭИ628).

8. Сплавы на никелевой основе: Н70МФ (8—1, Н70М27Ф, ЭП496); ХН65МВ (8—2, 0Х15Н65М16В, ЭП567); ХН60ВТ (8—3, ЭИ868); ХН60Ю (8—4, ЭИ559А); ХН70Ю (8—5, ЭИ652); ХН781 (8—6, ЭИ435); ХН75МВТЮ (8—7, ЭИ602); ХН80ТБЮ (8—8, ЭИ607); ХН77ЮР (8—9, ЭИ437Б); ХН70ВМЮТ (8—10, ЭИ765); ХН70ВМТЮ (8—11, ЭИ617); ХН67МВТЮ (8—12, ЭП202); ХН70МВТЮБ (8—13, ЭИ598); ХН65ВМТЮ (8—14, ЭИ893); ХН56 ВМТЮ (8—15, ЭП199); ХН70ВМТЮФ (8—16, ЭИ826); ХН57МТВЮ (8—17, ЭП590); ХН55МВЮ (8—18, ХН55М6ВЮ, ЭП454); ХН75МВЮ (8—19, ЭИ827); ХН62МВКЮ (8—20, ХН62МВКЮ, ЭИ867); ХН56МВКЮ (8—21, ЭП109); ХН55ВМТКЮ (8—22, ЭИ929).

Химический состав сталей и сплавов указанных марок приведен в ГОСТ 5632—72**, а марок 1—1, 1—2, 1—3 и 1—4 в ГОСТ 20072—74. Примерное значение химического состава можно определить из названий марок. Напомним, что символы химических элементов буквами русского алфавита указаны в табл. 2 (с. 9) и там же приведен пример расшифровки названия марки сплава.

В марках сплавов количественное содержание указано только для никеля. По свойствам и назначению стали и сплавы подразделяются на три группы*.

* Для краткости и удобства вместо полных названий марок приводятся их порядковые номера по классам.

I. Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии (атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой), межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др. К данной группе относятся марки сталей и сплавов: 1—12, 1—13, 1—14, 1—17, 1—18, 1—19, 1—20; 2—4, 2—5, 3—2, 3—3, 3—4, 3—6, 3—7, 3—8, 4—1, 4—2, 4—3, 4—4, 4—5, 4—6; 5—3, 5—4, 5—5, 5—8; 6—1, 6—5, 6—6, 6—7, 6—15, 6—16, 6—18, 6—19, 6—20, 6—21, 6—22, 6—23, 6—24, 6—25, 6—26, 6—27, 6—28, 6—29, 6—30, 6—31, 6—32, 6—33, 6—34, 6—35, 6—36, 6—37, 6—42, 6—43; 7—6, 7—7; 8—1, 8—2.

II. Жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения поверхности в газовых средах при температуре выше 55°С, работающие в ненагруженном или слабонагруженном состоянии: 1—1, 1—5, 1—6, 1—15; 2—1, 2—4; 3—1, 3—3, 3—4, 3—5, 3—6, 3—7, 3—8; 5—1, 5—2, 5—6; 6—9, 6—25, 6—27, 6—29, 6—30, 6—31, 6—37, 6—40, 6—41, 6—44, 6—45, 6—46, 6—47, 6—48; 7—4, 7—5; 8—3, 8—4, 8—5, 8—6, 8—7.

III. Жаропрочные стали и сплавы, способные работать в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью: 1—1, 1—2, 1—3, 1—4, 1—5, 1—6, 1—7, 1—8, 1—10, 1—11, 1—12, 1—16, 1—21; 2—2, 2—3, 2—4, 2—5; 3—2; 6—2, 6—3, 6—4, 6—8, 6—9, 6—10, 6—11, 6—12, 6—13, 6—14, 6—17, 6—27, 6—31, 6—37, 6—39, 6—41, 6—44, 6—45, 6—46, 6—48, 6—49; 7—1, 7—2, 7—3, 7—4; 8—3, 8—4, 8—5, 8—6, 8—7, 8—8, 8—9, 8—10, 8—11, 8—12, 8—13, 8—14, 8—15, 8—16, 8—17, 8—18, 8—19, 8—20, 8—21, 8—22.

Как следует из перечисленных марок, у некоторых из них два и три назначения, как, например, у марок 3—3, 6—9, 6—27, 7—4 и др.

В приложении к ГОСТ 5632—72** «Рекомендации по применению сталей и сплавов» приведены данные, определяющие эксплуатационные условия работы сталей и сплавов каждой марки с указанием сред и максимально допустимых температур.

Механические свойства коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов определяют применительно к конкретным видам поставляемого проката.

Теплоустойчивые стали (ГОСТ 20072—74) перлитного и мартенситного классов предназначены для деталей, работающих в нагруженном состоянии при температуре до 600°С в течение длительного времени.

1. Стали перлитного класса выпускаются восемью марками: 12МХ, 12Х1МФ (12ХМФ)*, 20Х1М1Ф1ТР (ЭП482), 20Х1М1Ф1Б1 (20ХМФБ, ЭП44), 25ХМФ (ЭИ10), 25Х2М1Ф (ЭИ723), 18Х3МВ (ЭИ578), 20Х3МВФ (ЭИ415, ЭИ579). В скобках указано старое название марок.

2. Стали мартенситного класса — четырех марок: 15Х5 (Х5), 15Х5М (Х5М), 15Х5ВФ (Х5ВФ), 12Х8ВФ (1Х8ВФ). Химический состав этих марок нормируется по ГОСТ 20072—74.

Механические свойства теплоустойчивых сталей, термообработанных в соответствии с нормами ГОСТ 20072—74, приведены в табл. 35.

Сортамент теплоустойчивых сталей должен соответствовать: для горячекатаной круглой — ГОСТ 2590—71, горячекатаной квадратной — ГОСТ 2591—71, 4693—77, горячекатаной полосовой — ГОСТ 103—76, 4405—75, для ковальной круглой и квадратной — ГОСТ 1133—71, для калиброванной (и калиброванной шлифованной) круглой — ГОСТ 7417—75, квадратной — ГОСТ 8559—57, шестигранной — ГОСТ 8560—78.

Жаропрочный деформируемый сплав ЭП-800 (разработан ЦНИИТМАШ и заводом «Электросталь») — для деталей, работающих длительное время в нагруженном состоянии при температурах до 800°С, в частности для лопаток газовых турбин. Свойства: при 200°С $\sigma_B = 115 \pm 113$ кгс/мм² и при 800—850°С $\sigma_B = 75 \pm 95$ кгс/мм²; удлинение соответственно равно 18—28 и 10—12%, ударная вязкость 3—7 и 5—8 кгс·м/см². Предел длительной прочности за 20 тыс. циклов при 800°С более 90 кгс/мм² и пластичность на уровне 10%.

Жаростойкая аустенитная сталь ДИ-50 (ЦНИИТМАШ) — малоникелевая деформированная, предназначена для труб пароперегревателей современных

котлоагрегатов, работающих на высокосернистых мазутах при температурах до 650°С. Скорость окисления в продуктах сгорания высокосернистого мазута 0,03 мм/год. Сталь ДИ-50, не отличаясь по прочностным характеристикам при рабочих температурах от стали Х18Н12Т, превосходит ее по жаростойкости в 4—6 раза. Обладает хорошей свариваемостью.

35. Механические свойства теплоустойчивых сталей

Марка	σ_T	σ_B	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$	a_{10}^{10} , кгс·м/мм ²
	кгс/мм ²				
	Не менее				
12МХ	24	42	21	45	6
12Х1МФ	26	48		55	10
20Х1М1Ф1ТР	68	80	15		
20Х1М1Ф1БР			14	50	6
25Х1МФ	75	90			
25Х2М1Ф	68	80	12		5
18Х3МВ	45	65	18	—	12
20Х3МВФ	75	90	12	40	6
15Х5	17		24		10
15Х5М		40		50	
15Х5ВФ	22				12
12Х8ВФ	17		22		10

Сортовая и калиброванная коррозионно- и жаростойкая и жаропрочная сталь (ГОСТ 5949—75) поставляется горячекатаной, ковальной, диаметром или толщиной до 200 мм и калиброванной — диаметром до 70 мм по сортаментным стандартам. Сорт изготавливается из сталей по ГОСТ 5632—72**. Механические свойства и рекомендации приведены в табл. 36, где названия марок стали для сокращения заменены их порядковыми номерами по классам (см. с. 54).

Проволока коррозионно- и жаростойкая выпускается диаметром 0,2—7,5 мм нормальной и повышенной точности из сталей по ГОСТ 5632—72** с механическими свойствами в состоянии поставки, приведенными в табл. 37.

Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая и жаростойкая (ГОСТ 7350—77) горячекатаная. Листы подразделяются на четыре группы: АА — термически обработанные с полированной поверхностью, толщиной 4—25 мм; А — термически обработанные травленые диаметром 4—50 мм, Б — то же, что и А, но нетравленые; В — термически необработанные и нетравленые. Размеры листов по ГОСТ 19903—74. Механические свойства термически обработанных листов (групп АА, А и Б) в состоянии поставки из сталей по ГОСТ 5632—72** приведены в табл. 38.

Сталь толстолистовая двухслойная коррозионно-стойкая (ГОСТ 10885—75*) описана в разделе «Биметаллы» (см. с. 115).

Профили для паровых турбин из сталей по ГОСТ 5632—72** поставляются (ГОСТ 19442—74) в виде горячекатаных, холоднокатаных и холоднотянутых фасонных прутков — для лопаток и в виде холоднокатаных и холоднотянутых круглых и полукруглых прутков — для деталей (связей) лопаток при работе до 580°С; механические свойства приведены в табл. 39. Согласно ГОСТ 18968—73* поставляются профили: горячекатаные и ковальные; круглые (до 150 мм), квадратные (до 220 мм) и полоса (толщиной до 80 мм и шириной до 150 мм) с механическими свойствами, соответствующими приведенным в табл. 39.

36. Сортовая термообработанная в соответствии с рекомендациями ГОСТ 5949—75 коррозионно- и жаростойкая и жаропрочная сталь при 20 °С

Класс и порядковый номер стали (ГОСТ 5632—72)	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	a_H , кгс · м/см ²	Примерное назначение	Рекомендуемая температура при весьма длительной работе, °С	Температура интенсивного окисления, °С	
	кгс/мм ²		%						
	Не менее								
1—5	75	45	15	35	—	—	—	—	
1—6	95	75	10						
1—7	70	50	15						6
1—8	75	60	50	6	То же, детали клапанов, диски роторов паровых и газовых турбин	600			
1—9									
1—10	100	85	10	50	—	Диски компрессора, лопатки и другие нагруженные детали	600	—	
1—11									По согласованию
1—12	66 (85) *	45 (65) *	16 (10) *	55 (30) *	8 (6) *	Диски, валы, болты, лопатки, работающие в условиях повышенной влажности	550	700	
1—15	120	80	8	25	2				
1—16	95 (115) *	75 (90) *	14 (12) *	55 (30) *	9 (7) *				
1—18	По согласованию				—	—	—	—	
1—21	90 (110) *	75 (95) *	15 (13) *	55	9	—	—	—	
2—1	45	25	20	40	—	—	—	—	
2—2	75	60	15	45	6	Роторы, диски, лопатки, болты	580	750	
2—3									50
2—4	60	42	20	60	9	—	—	—	
2—5									110
3—1	50	35	15	60	—	—	—	—	
3—2			42						10
3—3			20						
3—4	По согласованию				—	—	—	—	
3—5	50	30	20	50	—	—	—	—	
3—6			45						45
3—7	65	25	20	55	—	—	—	—	
4—1			35						7
4—3			110						90

Продолжение табл. 36

Класс и порядковый номер стали (ГОСТ 5632—72)	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	a_H , кгс · м/см ²	Примерное назначение	Рекомендуемая температура при весьма длительной работе, °С	Температура интенсивного окисления, °С
	кгс/мм ²		%					
	Не менее							
4—5	85	75	12	40	5	—	—	—
5—1	55	25	40	50				
5—2	60	30	35	55	—	—	—	—
5—3								
5—4	70	35	16	45	6	—	—	—
5—5								
5—6	50	30	35	50	8	—	—	—
5—8								
6—2	90	60	10	15	3	Детали турбин (поковки, сорт, лист)	700 **	850
6—3	90 (100) *	60 (70) *	8 (10) *	10 (12) *				
6—6	65	25	35	50	—	—	—	—
6—8	72	32	20	35	—	Клапаны моторов, поковки детали трубопроводов	650	850
6—9	50	20	35	50	—			
6—10	52	22	30	44	—	То же	700	—
6—11								
6—12	90	60	15	15	3	Поковки дисков, роторов, лопатки	600	850
6—13	56	22	40	50	12			
6—14	По согласованию				—	Рабочие направляющие лопатки, крепеж, диски газовых турбин	700	850
6—19	70	35	45	55	—	—	—	—
6—21	50	20						
6—22	52	22	40	55	—	—	—	—
6—23	54	20						
6—24	50		45					
6—25				45	55			

Продолжение табл. 36

Класс и порядковый номер стали (ГОСТ 5032-72)	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	σ_H , кгс·м/см ²	Примерное назначение	Рекомендуемая температура при весьма длительной работе, °С	Температура инвентарного окалинообразования, °С
	кгс/мм ²		%					
	Не менее							
6-26	58	22	40	55	—	—	—	—
6-27	55	20						
6-28	45							
6-29	48							
6-30	50							
6-31	52	16 20	40	55	—	Детали выхлопных систем	600	850
6-33	45					Детали выхлопных систем	600	850
6-37	55							
6-38	50	18	30 25	40	—	Роторы, диски, болты	600	800
6-39	60	30						
6-40	65	35						
6-42	70	37	40	50	13	—	—	—
6-45	50	20	35					
6-46								
6-47	60	30		40	45	—	Детали, работающие при умеренных напряжениях	950**
6-48	70	33						
7-6	По согласованию				—	—	—	—
7-7	По согласованию				—	—	—	—

* Данные в скобках относятся к стали, термообработанной с более низкой температурой отпуска.
** Сталь с ограниченным сроком работы.

37. Механические свойства коррозионно-стойкой и жаропрочной проволоки

Марка	Диаметр проволоки, мм	Термообработанная проволока		Нагартованная проволока
		σ_B , кгс/мм ²	δ , %	σ_B , кгс/мм ²
				Не менее
12X13 20X13 30X13	1,0-6,0	50-75	16	—
		50-80	14	—
		50-85	12	—
40X13		60-90	10	—

Продолжение табл. 37

Марка	Диаметр проволоки, мм	Термообработанная проволока		Нагартованная проволока
		σ_B , кгс/мм ²	δ , %	σ_B , кгс/мм ²
				Не менее
08X18H10 12X18H9 17X18H9 12X18H9T	0,2-1,0	60-90	20	110
12X18H10T 10X17H13M2T 10X17H13M3T	1,0-6,0	55-90		

38. Механические свойства (не менее) термообработанной толстолистовой коррозионно-стойкой и жаростойкой стали

Марка	σ_B	σ_T	δ , %	σ_H , кгс·м/см ²	Марка	σ_B	σ_T	δ , %	σ_H , кгс·м/см ²
	кгс/мм ²					кгс/мм ²			
X5M	48	24	18	—	X17Г9АН4	70	35	40	—
2X13	52	38	20	—	X17H13M2T	54	24	37	—
1X17H2	120	90	10	—	0X17H13M2T	52	20	40	—
1X16H4B	125	100	8	—	X17H13M3T	54	24	37	—
1X13	50	35	21	—	0X17H16M3T	52	20	40	—
0X13	43	30	23	—	X17AG14	По согласованию сторон			
X17, 0X17T	45	—	18	—	2X18H9	60	27	35	—
X25T	43	—	—	2	X18H9, X18H9T	54	22	38	—
0X17H7Ю	85	75	12	5	0X18H10	52	21	43	—
0X22H5T	60	35	15	—	00X18H10	50	18	45	—
1X21H3T	70	40	14	—	X18H10T, X18H12T	54	24	—	—
0X21H6M2T	60	35	15	—	0X18H10T, 0X18H12T	52	21	38	—
X23H13	58	—	35	—	0X18H12B	—	—	40	—
X14Г14Н3Т	60	25	—	—	X23H18	55	27	30	—
1X16H13M2B	55	23	25	8	0X23H23M3Д3Т	—	22	35	—
					X25H16Г7АР	75	40	50	—

39. Механические свойства прутков и полосы для паровых турбин при испытании механически обработанных образцов

Марка стали	σ_T , кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	δ	ψ	σ_H , кгс·м/см ²	НВ
			%			
			Не менее			
08X13, 08X13-III	42	60 (60)	20 (20)	60	10	187-217 (187-217)
12X13, 12X13-III	45-62	63 (63-80)			8	187-229 (187-229)
20X13	50-67	68 (63-80)	18 (18)	50	7	207-241 (207-241)
20X13-III	70-90	85 (85-100)	15 (15)		—	255-302 (255-302)
15X11MФ	55-67	70 (70-90)			6	217-255 (217-255)
15X11MФ-III	60-77	75 (75-95)		220-269 (235-269)		
			13 (13)	40	4	255-286 (255-286)

Продолжение табл. 39

Марка стали	σ_T , кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	δ		ψ %	α_H , кгс · м/см ²	НВ
			не менее				
15X12ВНМФ 15X12ВНМФ-Ш	60—75	75 (75—95)	15 (15)	50	6	229—269 (229—269)	
20X12ВНМФ	60—77						
20X12ВНМФ-Ш	68—80	83 (83—100)	13 (13)	35	4	241—286 (241—286)	
18X11МНФБ 18X11МНФБ-Ш	60—75	75 (75—95)	15 (15)	50	6	229—255 (229—255)	

Примечание. В скобках — данные при испытании натуральных образцов.

Трубы коррозионно-стойкие изготавливаются из сталей 06X18H10T, 1X18T10T, 13X143C2M2, 06X16H15M3B, 04X16H15M3B (химический состав по ГОСТ 10498—63*) по сортаменту, приведенному на с. 105.

В литом виде коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали выпускаются по ГОСТ 2176—77 (см. с. 126).

Отливки из высококремнистых коррозионно-стойких сплавов (ферросилида и антихлора) выпускаются по ГОСТ 11849—76 (см. с. 124).

СВАРОЧНЫЕ И НАПЛАВОЧНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Для образования качественного сварного соединения и наплавочного слоя в зависимости от химического состава свариваемых или защищаемых металлов сварочные и наплавочные стали и сплавы должны иметь определенный химический состав. При этом учитывается вид сварки (или наплавки). При сварке (наплавке) покрытыми электродами, сварке под слоем флюса и электрошлаковой сварке состав флюсов должен способствовать образованию высококачественного шва и наплавленного металла; при сварке в среде инертных газов необходимо в состав сварочной проволоки ввести соответствующие элементы.

Сварочная проволока применяется для автоматической сварки и наплавки и служит полуфабрикатом для изготовления сварочных штучных электродов для ручной сварки.

Проволока стальная сварочная и наплавочная выпускается различных номинальных диаметров с допускаемыми отклонениями (табл. 40). Проволока поставляется в мотках с внутренним диаметром 150—800 мм и массой 1,5—20 кг в зависимости от диаметра проволоки и марок сталей.

Проволока стальная сварочная (ГОСТ 2246—70*), предназначенная для сварки, наплавки и изготовления электродов, выпускается холоднотянутой с размерами согласно табл. 40 из сталей, химический состав которых приведен в ГОСТ 2246—70*.

Низкоуглеродистая проволока: Св-08ГС, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА, и Св-10Г2.

Легированная проволока: Св-08ГС, Св-12ГС, Св-08Г2С, Св-10ГН, Св-08ГСМТ, Св-15ГСТЮЦА (ЭП439), Св-20ГСТЮА, Св-18ХГС, Св-10НМА, Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-18ХМА, Св-08ХНМ, Св-08ХМФА, Св-10ХМФТ, Св-08ХГ2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГСМФА, Св-04Х2МА, Св-13Х2МФТ, Св-08Х3Г2СМ, Св-08ХМНФБА, Св-08ХН2М, Св-10ХН2ГМТ, Св-08ХН2ГМТА (ЭП111), Св-08ХН2ГМЮ, Св-08ХН2Г2СМЮ, Св-06НЗ, Св-10Х5М.

40. Сварочная и наплавочная стальная проволока (ГОСТ 2246—70* и 10543—75)

Номинальный диаметр проволоки, мм	Допускаемые отклонения номинального диаметра проволоки		Номинальный диаметр проволоки, мм	Допускаемые отклонения номинального диаметра проволоки	
	для сварки и наплавки	для изготовления электродов		для сварки и наплавки	для изготовления электродов
0,3 0,5 0,8	—0,05 —0,06 —0,07	—	2,5 3,0	—0,12	—0,09
1,0 1,2 1,4	—0,09	—	4,0 5,0 6,0	—0,16	—0,12
1,6 1,8*	—	—0,06	6,5*	(±0,5) *1	—
2,0	—0,12	—0,06	8,0	—0,20 (±0,5) *1	—0,16

*1 Только по ГОСТ 10543—75.

Высоколегированная проволока: Св-12X11НМФ, Св-10X11НВМФ, Св-12X13, Св-20X13, Св-06X14, Св-08X14ГНТ, Св-10X17Т, Св-13X25Т, Св-01X19Н9, Св-04X19Н9, Св-08X16Н8М2 (ЭП377), Св-08X18Н8Г2Б (ЭП307), Св-07X18Н9ТЮ, Св-06X19Н9Т, Св-04X19Н9С2, Св-08X19Н9Ф2С2, Св-05X19Н9Ф3С2, Св-07X19Н10Б, Св-08X19Н10Г2Б (ЭИ898), Св-06X19Н10М3Т, Св-08X19Н10МЗБ, (ЭИ902), Св-04X19Н11МЗ, Св-05X20Н9ФБС (ЭИ649), Св-06X20Н11МЗТБ (ЭИ89), Св-10X20Н15, Св-07X25Н12Г2Т (ЭП75), Св-06X25Н12ТЮ (ЭП87), Св-07X25Н13, Св-08X25Н13БТЮ (ЭП389), Св-13X25Н18, Св-08X20Н9Г7Т, Св-08X21Н10Г6, Св-30X25Н16Г7, Св-10X16Н25АМ6, Св-09X16Н25М6АФ (ЭИ981А), Св-01X23Н28МЗДЗТ (ЭП516), Св-30X15Н35ВЗБЗТ, Св-08Н50 и Св-06X15Н60М15 (ЭП367).

В обозначениях марок проволоки символ Св означает «сварочная», а следующие цифры и буквы — ее химический состав. При изготовлении из стали, изготовленной электрошлаковым или вакуумно-дуговым переплавом или в вакуумно-индукционных печах, в конце названия указываются (через дефис) индексы Ш, ВД и ВИ. В марку проволоки, предназначенной для электродов, дополнительно вводится индекс «Э». По виду поверхности низкоуглеродистая и легированная проволоки подразделяются на неомедненную и омедненную (О).

Проволока стальная наплавочная (ГОСТ 10543—75) горячекатаная и холоднотянутая, по размерам должна соответствовать данным табл. 40 (допуски во втором столбце). Проволока предназначается для механизированной электродуговой наплавки. Выпускаемые марки и примерное назначение приведены далее.

Углеродистая группа: Нп-25 (твердость наплавленного металла НВ 160—220), Нп-30 (НВ 160—220), Нп-35 (НВ 160—220), Нп-40 (НВ 170—230), Нп-45 (НВ 170—230) — для наплавки осей, шпинделей, валов; Нп-50 (НВ 180—240) — для наплавки натяжных колес, скатов тележек, опорных роликов; Нп-65 (НВ 220—300) — для наплавки опорных роликов, осей; Нп-80 (НВ 260—340) — для наплавки коленчатых валов, крестовин кардана.

Легированная группа: Нп-40Г (НВ 180—240) — для наплавки осей, шпинделей, роликов, валов; Нп-50Г (НВ 200—270) — для наплавки натяжных колес, опорных роликов гусеничных машин; Нп-65Г (НВ 230—310) — для наплавки крановых колес, осей опорных роликов; Нп-30ХГСА (НВ 220—300) — обжимных прокатных валков, крановых колес; Нп-30Х5 (HRC 37—42) — сорто-

прокатных валков; Нп-40ХЗГ2МФ (HRC 38—44) — деталей, подверженных ударам и абразивному износу; Нп-40Х2Г2М (HRC 54—56 после закалки) — коленчатых валов, поворотных кулаков, осей опорных катков; Нп-50Х1М (HRC 40—50) — ковочных и вырубных штампов (горячих), валков ковочных машин; Нп-50ХФА (HRC 43—50) — шлицевых валов, коленчатых валов ДВС; Нп-50Х6ФМС (HRC 42—48) — валков трубо- и сортопрокатных станов, обжимных валков, горячих штампов; Нп-105Х (HRC 32—38) — обрезных холодных штампов, валов смесителей.

Высоколегированная группа: Нп-20Х14 (HRC 32—38) — для наплавки уплотнительных поверхностей задвижек для пара и воды; Нп-30Х13 (HRC 38—45) — плунжеров гидропрессов, шеек коленчатых валов, штампов; Нп-30Х10Г10Т (HB 200—220) — лопастей гидротурбин, гребных винтов и валов морских судов; Нп-40Х13 (HRC 45—52) — опорных роликов тракторов и экскаваторов, деталей транспортеров; Нп-45Х4В3Ф (HRC 38—45) — валков листо- и сортопрокатных станов, горячих штампов; Нп-45Х2В8Т (HRC 40—46) — ножей для резки горячего металла, прессового инструмента; Нп-60ХЗВ10Ф (HRC 42—50) — валков трубо- и сортопрокатных станов, горячих штампов; Нп-Г13А (HB 220—280) — железнодорожных крестовин, щек дробилок, зубьев ковшей; Нп-Х15Н60 (HB 180—220) — деталей реторт и печей, работающих при высокой температуре; Нп-Х20Н80Т (HB 180—220) — выхлопных клапанов автомобильных двигателей.

Электроды покрытые для ручной электродуговой сварки и наплавки изготавливаются из проволоки по ГОСТ 2246—70* и в готовом виде в соответствии с общими требованиями (ГОСТ 9466—75); электроды классифицируются по различным признакам.

По назначению: У — для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм²; Л — для сварки легированных сталей с $\sigma_b > 60$ кгс/мм²; Т — для сварки теплоустойчивых сталей; В — для сварки высоколегированных сталей; Н — для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

По толщине покрытия: М — тонкое ($D/d < 1,2$); С — среднее ($1,2 < D/d \leq 1,45$); Д — толстое ($1,45 < D/d \leq 1,8$); Г — особо толстое ($D/d > 1,8$).

В ГОСТ 9466—75 приведены нормы допустимой разности толщины покрытия для классов М, С, Д, Г.

По видам покрытия: А — с кислым; Б — с основным; Ц — с целлюлозным; Р — с рутитовым; двойное обозначение — с покрытиями смешанного вида; П — с прочими видами покрытий.

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки: 1 — для всех положений; 2 — для всех, кроме вертикального сверху вниз; 3 — для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх; 4 — для нижнего и нижнего в лодочку.

По качеству (точность, состояние и разностепенность) покрытия, сплошности выполненного шва и содержанию серы и фосфора в нем — на группы: 1, 2 и 3 (высшая).

По роду и полярности тока, а также по номинальной нагрузке холостого хода используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой 50 Гц — следующим образом:

Рекомендуемая полярность постоянного тока	Напряжение холостого хода источника переменного тока, В
Обратная (0)	—
Любая (1), прямая (2) и обратная (3)	50 ± 5
Любая (4), прямая (5) и обратная (6)	70 ± 10
Любая (7), прямая (8) и обратная (9)	90 ± 5

Примечание. В скобках указаны условные обозначения полярности тока.

По типам — по ГОСТ 9467—75, 10054—75 и 10052—75 и маркам — по соответствующим стандартам и техническим условиям.

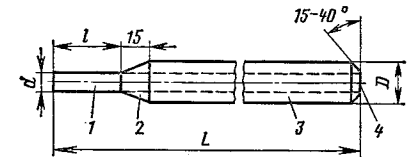


Рис. 2. Конструкция покрытого электрода: 1 — стержень; 2 — участок перехода; 3 — покрытие; 4 — контактный торец без покрытия

Размеры электродов согласно рис. 2 приведены в табл. 41. Размер d (диаметр стержня) — номинальный диаметр электрода.

41. Размеры электродов, мм

d	L электрода из стали		$l (\pm 5)$	Масса, кг, электродов в одной упаковке
	углеродистой и легированной	высоколегированной		
1,6	200, 250	150, 200, (250)	20	3
2	250, (300)	200, 250, (300)		
2,5	250, 300, (350)	250, (300)		
3	300, 350, (450)	300, 350	25	5
4	350, 400	350, (450)		
5, 6, 8	450	350, 450	30	8
10, 12				

Примечание. В скобках указаны нерекомендуемые размеры электродов.

Электроды поставляются в герметизируемой упаковке массой не более приведенной в табл. 41. Каждая упаковка снабжается данными: а) наименование или товарный знак предприятия; б) условное обозначение электрода; в) номер партии и дата изготовления; г) область применения электродов; д) режимы сварочного тока в зависимости от диаметра электрода и положения сварки или наплавки; е) особые условия выполнения сварки; ж) свойства металла шва; з) допустимая влажность покрытия электрода; и) режим повторного прокаливания электродов.

Пример условного обозначения электрода (маркировка):

Э-09Х1МФ-ЦЛ-20-4,0ДТЗ ГОСТ 9466—75, 9467—75, где Э-09Х1МФ — тип электрода

Е-27-Б10 по ГОСТ 9467—75; ЦЛ-20 — его марка; 4,0 — диаметр электрода, мм; Т — для сварки теплоустойчивых сталей; Д — толстое покрытие; 3 — группа качества; Е-27 — группа индексов по ГОСТ 9467—75, указывающих характеристики металла шва и наплавочного металла; Б — вид покрытия (основное); 1 — для сварки во всех пространственных положениях; 0 — сварка на постоянном токе обратной полярности; ГОСТ 9466—75 — стандарт, определяющий общие требования к электродам и поэтому присутствующий во всех условных обозначениях электродов; ГОСТ 9467—75 — стандарт, определяющий специализированный тип и марку рассматриваемого электрода.

Тип электрода определяется требованиями к наплавленному металлу сварочного шва. Каждому типу соответствует одна или несколько марок электродов, характеризующихся составом покрытия, маркой электродной проволоки, технологическими свойствами и другими показателями.

Электроды для сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей (ГОСТ 9467-75) изготавливаются следующих типов: Э38, Э42, Э46 и Э50 — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50 кгс/мм²;

Э42А, Э46А и Э50А — для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50 кгс/мм², когда к металлу сварных швов предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости;

Э55 и Э60 — для сварки углеродистых и низколегированных сталей с $\sigma_b = 50-60$ кгс/мм²;

Э70, Э85, Э100, Э125 и Э150 — для сварки легированных сталей с $\sigma_b > 60$ кгс/мм².

Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1МНФБ, Э-10Х3М1БФ и Э-10Х5МФ — для сварки теплоустойчивых сталей.

Электроды покрытые для сварки коррозионно-жаростойких и жаропрочных сталей — мартенситного, мартенситно-ферритного, ферритного, аустенитно-ферритного и аустенитного классов. Электроды поставляются по ГОСТ 10052-75 31 типа по гарантированному химическому составу наплавленного металла и механическим свойствам металла шва и наплавленного металла (табл. 42). Полный химический состав наплавленного металла приведен в ГОСТ 10052-75. Приближенные его значения можно определить расшифровкой названий типов электродов, пользуясь данными, приведенными на с. 10.

42. Типы электродов для сварки коррозионно-стойких, жаропрочных и жаростойких сталей, механические свойства шва и наплавленного металла и содержание (%) серы и фосфора в нем

Тип электрода	σ_b , кгс/мм ²	δ_5 , %	α_{H^1} , кгс·М/см ²	S	P	
	Не менее			Не более		
Э-08Х20Н9Г2В	55	22	8	0,02	0,03	
Э-10Х17Н13С4		15	4	0,03	0,04	
Э-08Х19Н10Г2МВ		24	7	0,025	0,035	
Э-09Х19Н10Г2М2В		22	8	0,02	0,03	
Э-08Х19Н9Ф2С2	60	25	8	0,03	0,035	
Э-08Х19Н9Ф2Г2СМ		22				
Э-09Х16Н8Г3М3Ф	65	28	6	0,02	0,03	
Э-09Х19Н11Г3М2Ф	58	22	5			
Э-07Х19Н11М3Г2Ф	55	25	8			
Э-08Х24Н12Г3СТ			9	0,025	0,035	
Э-10Х25Н13Г2	60	24	6	0,02	0,03	
Э-12Х24Н14С2						25
Э-10Х25Н13Г2В		65	15			
Э-10Х28Н12Г2						60

Продолжение табл. 42

Тип электрода	σ_b , кгс/мм ²	δ_5 , %	α_{H^1} , кгс·М/см ²	S	P
	Не менее			Не более	
Э-10Х20Н9Г3С	55	25	9	0,2	0,04
Э-28Х24Н16Г6	60		10		
Э-02Х19Н13Г4АМ3В2	65	30	12	0,015	0,025
Э-02Х19Н18Г5АМ3	60	30	12	0,025	0,03
Э-11Х15Н25М6АГ2			10	0,02	
Э-09Х15Н25М6Г2Ф	65				0,02
Э-27Х15Н35В3Г2Б2Т	65	20	5	0,018	0,03
Э-04Х16Н35Г6М7В	60	25	8	0,02	0,02
Э-06Х25Н40М7Г2		30	12	0,015	0,025
Э-08Н60Г7М7Т	45	20	10	0,02	
Э-08Х25Н60М10Г2	65	24	12	0,015	
Э-02Х20Н60М15В3	70	15	7	0,02	0,025
Э-04Х10Н60М24	60	15	—	0,025	0,02
Э-08Х14Н65М15В4Г2	55	20	10	0,018	
Э-10Х20Н70Г2М2В	—	—	—	0,015	0,02
Э-10Х20Н70Г2М2Б2В	65	25	—		

Электроды покрытые для наплавки износостойких слоев (ГОСТ 10051-75); типы, марки, назначение и твердость (при 20°С) приведены в табл. 43, химический состав наплавленного металла — в ГОСТ 10051-75. Приближенные значения можно определить из расшифровки названий типов электродов, пользуясь данными на с. 10.

Прутки для наплавки изготавливаются литыми диаметром 4 и длиной 300 и 350 мм, диаметром 5 и длиной 350 и 400 мм, диаметром 6 и длиной 350 и 400, диаметром 8 и длиной 400 и 450 мм. Химический состав приведен в ГОСТ 21449-75 для пяти типов (марок), назначение — в табл. 44.

Порошки для наплавки и напыления изготавливают из сплавов, химический состав которых установлен ГОСТ 21448-75. Порошки по гранулометрическому составу должны соответствовать четырем классам: К (величина частиц 1,25—0,8 мм); С (0,8—0,4 мм); М (0,4—0,16 мм) и ОМ (менее 0,16 мм). Порошки выпускаются восьми марок (типов), специализированных по условиям работы согласно данным, приведенным в табл. 44.

Смеси порошков для наплавки. Механические смеси порошков (ГОСТ 11546-75) предназначены для дуговой наплавки неплавающимся электродом износостойкого слоя на детали; выпускаются четырех марок согласно табл. 45: С-2М и ФБХ6-2 — с частицами не более 1,0 мм и КВХ и ВХ — с частицами 0,45 мм.

Прутки чугуны для сварки и наплавки изготавливаются шести марок с химическим составом в соответствии с ГОСТ 2671-70 для сварки и наплавки серого чугуна:

43. Электроды наплавочные

Тип	Марка	HRC	Наплавка
Э-10Г2 Э-11Г3 Э-12Г4 Э-13Г5 Э-30Г2ХМ	ОЗН-250У ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У НР-70	20-28 28-35 35-40 40-44 31-41	Деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, автосцепок, ж.-д. крестовин, рельсов и т. п.)
Э-16Г2ХМ Э-35Г6 Э-30В8Х3 Э-35Х12В3СФ Э-80Х4М4ВФ	ОЗШ-1 ЦН-4 ПШ-1 Ш-16 ОЗН-3	35-39 50-57 40-50* 50-58* 58-63*	Штампов для горячей штамповки
Э-37Х9С2 Э-70Х3СМТ Э-24Х12 Э-20Х13 Э-33Х12Г2С2 Э-100Х12М Э-120Х12Г2СФ Э-10М9Н8Н8Х2СФ	ОЗН-3 ЭН-60М ЦН-5 48Ж-1 НЖ-3 ЭН-Х12М П-1 ОЗШ-4	52-58 52-60* 40-48 33-48* 54-62* 53-60* 54-62* 55-60*	Штампов для холодной штамповки
Э-65Х11Н3 Э-65Х25Г13Н3	ОМГ-Н ЦНИИИ-Ч	25-33 23-35	Изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей Г13 и Г13Л
Э-80В18Х4Ф Э-90В10Х5Ф2 Э-106В6Х5М3Ф3 Э-10К15В7М5Х3СФ Э-10К18В11М10Х3СФ	ЦИ-1М ПИ-2У И-1 ОЗН-4 ОЗН-5	57-62* 57-62* 60-64* 52-58* 62-66*	Металлорежущего инструмента, а также штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях
Э-95Х7Г5С Э-30Х5В2Г2СМ	12АН(ЛИВТ) ТК3-Н	25-32 50-60	Деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием
Э-80Х4С Э-320Х23С2ГТР Э-320Х25С2ГР Э-350Х26Г2Р2СТ	13АН(ЛИВТ) Т-620 Т-590 Х-5	56-60 55-60 57-63 58-63	Деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания
Э-300Х28Н4С4 Э-225Х10Г10С Э-110Х14В13Ф2 Э-175В8Х6СТ	ПС-1 ЦН-11 ВСН-6 ЦН-16	48-54 40-50 50-60 52-57	Деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками
Э-08Х17Н8С6Т Э-09Х16Н9С5Г2М2ФТ Э-09Х31Н8АМ2 Э-13Х16Н8М5С5Г4В	ЦН-6М, ЦН-6Л ВПИ-1 УОНП-13/ /НН-БК ЦН-12М, ЦН-12Л	28-37* 29-34* 40-48* 38-50*	Уплотнительных поверхностей арматуры для котлов, трубопроводов и нефтеаппаратуры
Э-15Х15Н10С5М3Г Э-15Х28Н10С3ГТ Э-15Х28Н10С3М2ГТ	ЦН-18 ЦН-19 ЦН-20	35-45 35-40* 40-45*	
Э-200Х29Н6Г2 Э-190К62Х29В2С2	ЦН-3 ЦН-2	40-50	

* Для наплавленного металла после соответствующей термообработки.

44. Области наплавки износостойких прутков и порошков

Марка (тип)	Твердость наплавленного металла, HRC, не менее	Условия работы наплаваемых деталей
Пр-С27 (ПрН-У45Х28Н2СВМ)	Прутки 52	Интенсивное абразивное изнашивание с умеренными ударными нагрузками и при температуре до 500°C
Пр-С1 (ПрН-У30Х28Н4С3)	50	Абразивное изнашивание
Пр-С2 (ПрН-У20Х17Н2)	44	Абразивное изнашивание с ударными нагрузками для штампов холодной обработки металлов давлением
Пр-В3К (ПрН-У10ХК63В5)	40	Абразивное изнашивание, эрозия, нагрев до 750°C, воздействие химически активных сред, ударных нагрузок и трения металла по металлу
Пр-В3К-Р (ПрН-У20ХК57В10)	46	Абразивное изнашивание, эрозия, нагрев до 800°C, воздействие химически активных сред и трения металла по металлу
ПГ-С27 (ПН-У40Х28Н2С2ВМ)	Порошки 53	Абразивное изнашивание при температуре до 500°C с умеренными ударными нагрузками (металлургическое и энергетическое оборудование, сельскохозяйственные машины и т. п.)
ПГ-С1 (ПН-У30Х28Н4С4)	51	Абразивное и газоабразивное изнашивание (металлургическое оборудование, сельскохозяйственные машины и т. п.)
ПГ-УС25 (ПН-У50Х38Н)	55	Интенсивное абразивное изнашивание без ударов (сельскохозяйственные почвообрабатывающие машины и т. п.)
ПГ-ФБХ6-2 (ПН-У45Х35ГСР)	52	Абразивное изнашивание (угледобывающее и торфоперерабатывающее оборудование)
ПГ-АН1 (ПН-У25Х30СР)	54	Абразивное изнашивание с умеренными ударами (строительные и сельскохозяйственные машины и т. п.)
ПГ-СР2 (ПН-ХН8С2Р2)	35	Изнашивание при нагреве до 600°C и воздействие агрессивных сред (для уплотнительных поверхностей тепловых и атомных электростанций)
ПГ-СР3 (ПН-ХН80С3Р3)	45	
ПГ-СР4 (ПН-ХН80С4Р4)	55	Интенсивное изнашивание при температурах до 600°C и воздействие агрессивных сред

45. Область применения смеси порошков для наплавки

Марка	Твердость наплавленного металла, HRC, не менее	Наплавка
С-2М	54	Бил дробильных аппаратов, ножей бульдозеров и грейдеров, ковшей экскаваторов и драг, шнеков и лопастей глиномешалок, катков, поддонов и отвалов бегунковых смесителей, консовыталькивателей и т. п.
ФВХ6-2	53	Деталей горнодобывающего и торфоперерабатывающего оборудования и т. п.
ВХ	63	Деталей глиномешалок, кирпичных прессов, прессформ углеторфобрикетировочных машин, лопастей дымососов, деталей земснарядов, дезинтеграторов и т. п.
КВХ	60	Того же и зубьев однокосовых и роторных экскаваторов, ножей бульдозеров и грейдеров, лопаток дробебетов и т. п.

1) А — для горячей газовой сварки (твердость наплавленного металла $HV \leq 230$);

2) Б — для газовой сварки с местным подогревом ($HV 230$);

3) НЧ-1 — для низкотемпературной газовой сварки тонкостенных отливок ($HV 240$);

4) НЧ-2 — для низкотемпературной сварки толстостенных отливок ($HV 240$);

5) ВЧ — для износостойкой наплавки ($HRC 44-46$);

6) ХЧ — то же ($HRC 48-52$).

Размеры прутков всех марок, мм: диаметр $4 \pm 0,6$ мм, длина 250 мм; диаметр $6 \pm 0,8$, длина 350 мм; диаметр 8 и $10 \pm 0,8$, длина 450 мм; диаметр 12 и $16 \pm 1,0$, длина 450 мм.

Порошковые проволоки состоят из свернутой в трубку стальной (марки 08 или 10) ленты толщиной 0,2—1,0 мм с сердечником из шихты, обеспечивающей соответствующее легирование наплавленного металла и оптимальное протекание расплавления и затвердевания. Данные о некоторых порошковых проволоках: ПП-3Х2В8 — для наплавки прокатных валков, горячих штампов и т. д.; ПП-Х12 — для наплавки холодных штампов и деталей, работающих на абразивный износ при нормальной температуре; ПП-У15Х17Н2 и ПП-Х10В14 — для наплавки того же при повышенных температурах; ПП-Р18 и ПП-Р9 — для наплавки режущего инструмента и штампов; ПП-Г13А — деталей, работающих на абразивный износ при ударных нагрузках; ПП-4Х2В8Т и ПП-5ХВ3Г2СТ — горячих штампов и инструментов; ПП-У50Х23Г6Т — деталей, работающих на интенсивный абразивный износ без ударных нагрузок; ПП-Р18Т — режущего инструмента и штампов; ПП-Х12ВФТ — холодных штампов и деталей, подверженных абразивному износу при нормальной температуре.

Проволоки пяти последних марок предназначены для наплавки в среде углекислого газа, а остальные — под слоем флюса.

МАГНИТНЫЕ СТАЛИ И СПЛАВЫ

Стали и сплавы с явно выраженными магнитными свойствами по величине коэрцитивной силы (H_{CB}) подразделяются (ГОСТ 19693—74): на магнитно-мягкие с $H_{CB} \leq 4$ кА/м и магнитно-твердые с $H_{CB} \geq 4$ кА/м. Магнитно-мягкие предназначаются для работы в качестве деталей магнитопроводов в маг-

нитных цепях переменного магнитного поля; магнитно-твердые — для работы в качестве постоянных магнитов.

Магнитно-мягкие стали и сплавы предназначены для изготовления деталей магнитопроводов переменного магнитного поля, создаваемого переменным электрическим током, и поэтому должны обладать способностью намагничиваться до насыщения даже в слабых полях (высокая магнитная проницаемость) и иметь малые потери на перемагничивание и гистерезис и вихревые токи.

Электротехническая нелегированная сталь (технически чистое железо) имеет следующий химический состав (ГОСТ 11036—75), %, не более: С — 0,035; Mn, Si и Cu — 0,3 каждого; P 0,02 и S 0,03. Марки: 10864, 20864, 10880, 20880, 10895, 20895, 11864, 21864, 11880, 21880, 11895, 21895. В названиях марок цифры означают: первая — класс по виду обработки давлением (1 — горячекатаная и кованая, 2 — калиброванная); вторая — тип по содержанию кремния (0 — сталь нелегированная, без нормирования коэффициента старения, 1 — сталь нелегированная, с заданным коэффициентом старения); третья — группу по основной нормируемой характеристике (8 — коэрцитивная сила); четвертая и пятая — количественное значение основной нормируемой характеристики (коэрцитивной силы в целых единицах А/м).

Магнитные свойства стали, определенные на термически обработанных образцах, должны соответствовать нормам, установленным ГОСТ 11036—75 (табл. 46).

46. Магнитные свойства в электротехнической нелегированной стали

Марки		Коэрцитивная сила в разомкнутой цепи, не более		Магнитная индукция Т (не менее) при напряженности магнитного поля в замкнутой цепи, А/м		
Новое обозначение	Старое	А/м	Э	500	1000	2500
10895, 20895, 11895, 21895	Э12	95,0	1,2	1,32	1,45	1,54
10880, 20880, 11880, 21880	Э10	80,0	1,0	1,36	1,47	1,57
10864, 20864, 11864, 21864	Э8	64,0	0,8	1,40	1,50	1,60

Механические свойства (не менее) прутков на термически обработанных образцах: 1) горячекатаных $\sigma_b = 27$ кгс/мм², $\delta_5 = 24\%$, $\psi = 60\%$, $HV 134$; 2) калиброванных $\sigma_b = 35$, $\delta_5 = 4\%$.

Сталь поставляется (ГОСТ 11036—75) горячекатаной, кованой и калиброванной круглого, квадратного сечения по соответствующим сортаментным стандартам.

Электротехническая нелегированная тонколистовая сталь (ГОСТ 3836—73*) изготавливается толщиной 0,5—3,9 мм и шириной 500—1250 мм, горячекатаная — в листах по сортаменту ГОСТ 19903—74, холоднокатаная — в листах и рулонах по сортаменту ГОСТ 19904—74, холоднокатаная лента — толщиной 0,1—2,0 мм по нормам ГОСТ 503—71.

Листы, рулон и ленту изготавливают из сталей 10848, 20848, 10895, 20895, 40880, 20880, 10864, 20864, 20832. Цифры в названиях марок означают: первая — класс по структурному состоянию и виду проката (1 — горячекатаная изотропная и 2 — холоднокатаная изотропная); вторая — содержание Si (0 — до 0,3% — нелегированная сталь); третья — группу по основной нормируемой характеристике (8 — коэрцитивная сила); четвертая и пятая — значение основ-

ной нормируемой характеристики для наиболее широкой толщины (для 8-й группы — коэрцитивная сила в целых единицах А/м для всех толщин).

Химический состав марок стали, % (не более): С 0,04; Si 0,3; Mn 0,3.

Магнитные свойства на контрольных термически обработанных образцах должны соответствовать нормам, приведенным в ГОСТ 3836—73*.

Железо карбонильное радиотехническое (ГОСТ 13610—79) — высокодисперсионный железный порошок, получаемый химическим путем (табл. 47).

47. Марки, химический состав (%) и дисперсность карбонильного железа

Марка	С	N	Fe	Средний диаметр частиц, мкм
P-10	0,8—1,2	0,7—1,0	97,7—96,6	3,5
P-20	0,7—0,9	0,6—0,9	97,9—97,0	2,5
P-100	0,8—1,0	0,7—1,2	97,65—96,45	1,5
Пс	0,6—0,8	0,5—0,8	98,10—97,45	2,2

Примечание. У всех марок 0,8—1,2% O.

Первые три марки относятся к классу P, последняя — к классу Пс.

Электротехническая тонколистовая сталь (ГОСТ 21427.0—75) по структурному состоянию и виду прокатки подразделяется на три класса.

1. Горячекатаная изотропная (ГОСТ 21427.3—75) марок: 1211 (старое обозначение — 311), 1212 (312), 1213 (313), 1311 (321), 1312 (322), 1313, 1411 (331), 1412 (332), 1413 (333), 1511 (341), 1512 (342), 1513 (343), 1514 (343A), 1521 (344), 1561 (345), 1562 (346), 1571 (347) и 1572 (348).

Сталь выпускается листами толщиной 0,1; 0,2; 0,22; 0,35; 0,5; 0,65 и 1,0 мм, шириной 500—1000 мм и длиной 600—2000 мм (30 размеров листов). В ГОСТ 21427.3—75 регламентированы магнитные свойства стали всех марок и условия испытания на изгиб.

2. Холоднокатаная изотропная (ГОСТ 21427.2—75): 2011, 2012, 2013, 2111, 2112, 2211 (31300), 2212, 2311, 2312, 2411 (33100) и 2412.

Сталь выпускается рулонами толщиной 0,35; 0,50 и 0,65 мм, шириной 500, 530, 600, 670, 750, 860 и 1000 мм и листами 500×1500, 750×1500 и 1000×2000 мм. Магнитные и механические свойства регламентированы ГОСТ 21427.2—75.

3. Холоднокатаная анизотропная с ребровой текстурой (ГОСТ 21427.1—75): 3411 (3310), 3412 (3320); 3413 (3330), 3414 (3330A), 3415, 3416, 3404, 3405 и 3406.

Примечания: 1. В названиях марок цифры означают: первая — класс, вторая — содержание кремния (0 — до 0,4% нелегированная; 1 — св. 0,4—0,8%; 2 — св. 0,8 до 1,8%; 3 — св. 1,8 до 2,8%; 4 — св. 2,8 до 3,8% и 5 — св. 3,8 до 4,8%); третья — группу по основной нормируемой характеристике (0 — удельные потери при магнитной индукции 1,7 Т и частоте 50 Гц ($P_{1,7/50}$); 1 — удельные потери при 1,5 Т и 50 Гц ($P_{1,5/50}$); 2 — удельные потери при 1,0 Т и 400 Гц ($P_{1,0/400}$); 6 — магнитная индукция в слабых магнитных полях при напряженности поля 0,4 А/м ($B_{0,4}$); 7 — магнитная индукция в средних магнитных полях при напряженности поля А/м (B_{10})).
Вместе первые три цифры означают тип стали, четвертая — ее порядковый номер.
2. В названиях марок в скобках указано старое название.

Сталь выпускается рулонами толщиной 0,28; 0,30; 0,35 и 0,50 мм, шириной 750, 860 и 1000 мм и листами 750×1500, 860×1500 и 1000×2000 мм с теми же толщинами. Магнитные свойства и условия испытания на изгиб регламентированы ГОСТ 21427.1—75.

Кроме перечисленных магнитно-мягких сталей, применяются сплавы, обладающие рядом уточненных магнитных свойств и относимые к прецизионным сплавам (см. с. 75).

Магнитно-твердые стали и сплавы характеризуются способностью сохранять большую магнитную индукцию после намагничивания и используются в качестве постоянных магнитов, т. е. автономных источников постоянного магнитного поля в электротехнике, радиоэлектронике и т. д.

Магнитно-твердая легированная сталь (ГОСТ 6862—71). Марки, химический состав и магнитные свойства приведены в табл. 48. Сталь для постоянных магнитов выпускается в виде горячекатаных или кованных круглых и квадратных прутков диаметром и размером до 70 мм и полосой до 25×50 мм по размерам сортаментных стандартов на сортовой прокат. В ГОСТ 6862—71 приведены режимы термической обработки стали.

Сплавы магнитно-твердые литые (ГОСТ 17809—72) на железоникельалюминиевой основе предназначены для изготовления постоянных магнитов. Выпускаются 25 марок с нормированными магнитными свойствами (табл. 49) при испытаниях на установленных стандартом образцах.

48. Марки, химический состав (%) и магнитные свойства прутковой магнитно-твердой легированной стали

Марка	С	Cr	Ni, не более	Другие элементы	Коэрцитивная сила		Остаточная индукция	
					Э	А/м	Гс	Т
EX3 EВ6(E7B6)	0,90—1,10 0,68—0,78	2,8—3,6 0,3—0,5	0,3	— W 5,2—6,2	60	4775	9500 10 000	0,95 1,00
EX5K5 EX9K15M2 (EX9K15M)	0,90—1,05	5,5—6,5 8,0—10,0	0,6	Co 5,5—6,5 Co 13,5—16,5 Mo 2,1—1,7	90 150	7162 11 937	8500 8500	0,85 0,80

Примечание. Во всех марках содержание, %: Mn 0,2—0,4; Si 0,17—0,40; S не более 10,02; P 0,03.

Магнитно-твердые спеченные материалы (ГОСТ 21559—76) на основе сплавов кобальта с самарием и празеодимом предназначены для изготовления постоянных магнитов. Выпускаются четырех марок с нормированными магнитными свойствами (табл. 50).

В разделе «Прецизионные сплавы» (с. 76) приведены магнитные сплавы с более точными магнитными свойствами.

Немагнитные стали и сплавы относятся к группе пара- и диамагнитных материалов с магнитной проницаемостью не более 1,5 Гс/Э. Подобными свойствами обладают пластмассы, цветные металлы и т. д. Немагнитность стали определяется наличием в ее составе значительного содержания никеля и (или) марганца и аустенитной структурой. Немагнитные стали дешевле, прочнее и имеют меньшие потери при перемагничивании, чем цветные металлы, и поэтому находят широкое применение.

Проволока бандажная (ГОСТ 9124—59*) луженая (для возможной последующей пайки и защиты от коррозии), предназначена для изготовления бандажей роторов электродвигателей. Подразделяется на: 1) немагнитную (класс Н) из стали 2Х12Н12Г6, состава, %: С 0,15—0,25; Cr и Ni по 10—13 каждого; Mn 6—7; Si не более 0,5; P 0,035; S 0,03 и 2) магнитную (класс М) из углеродистых сталей марок 50—70 (ГОСТ 1050—74*). Проволока поставляется

диаметром 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 2,2; 1,5; 1,6; 2,5 и 3,0 мм. Проволока испытывается на разрыв, перегиб и скручивание согласно нормам, приведенным в ГОСТ 9124—59*.

49. Марки и магнитные свойства (не менее) магнитно-твердых литых сплавов

Марка	Максимальная магнитная энергия $(BH)_{max}$, кДж/м ³	Коэрцитивная сила по индукции H_{CB} , кА/м	Остаточная индукция B_r , Т	Отношение B/H в точке $(BH)_{max}$, $10^{-3} \frac{T}{кА/Т}$
ЮНД4	3,5	40	0,50	12,0—16,0
ЮНД8	5,1	44	0,60	13,0—16,0
ЮНТС	4,0	58	0,43	7,0—10,0
ЮНДК15	6,0	48	0,75	15,5—18,0
ЮНДК18	9,7	55	0,90	15,0—20,0
ЮНДК18С	14	44	1,10	22,0—28,0
ЮН13ДК24С	18	36	1,30	30,0—33,0
ЮН13ДК24		40	1,25	25,0—27,5
ЮН14ДК24		48	1,20	20,0—22,0
ЮН15ДК24		52	1,15	15,0—17,5
ЮН14ДК24Т2	15	60	1,10	16,0—19,0
ЮН13ДК25А	28	44	1,40	27,5—30,0
ЮН14ДК25А		52	1,35	24,0—25,0
ЮН13ДК25БА		48	1,40	26,5—27,5
ЮН14ДК25БА		58	1,30	21,5—24,0
ЮН15ДК25БА	62	1,25	16,5—21,5	
ЮНДК31Т3БА	32	92	1,15	11,0—14,0
ЮНДК34Т5				
ЮНДК35Т5В	16	96	0,75	7,0—8,0
ЮНДК35Т5	18			
ЮНДК35Т5БА	36	115	1,05	4,5—5,5
ЮНДК35Т5АА	40			
ЮНДК38Т7	18	145	0,90	4,0—5,0
ЮНДК40Т8	32			
ЮНДК40Т8АА				

Примечание. Буква А в марке обозначает столбчатую кристаллическую структуру, АА — монокристаллическую структуру в отличие от остальных сплавов с равноосной структурой.

50. Марки и магнитные свойства (не менее) магнитно-твердых спеченных материалов

Марка	Остаточная индукция B_r , Т	Коэрцитивная сила по индукции H_{CB} , кА/м	Максимальное произведение $(BH)_{max}$, кДж/м ³	Коэрцитивная сила по намагниченности H_c , кА/м
КС37	0,77	540	110	1300
КС37А	0,82	560	130	1000
КСП37	0,85	520	145	800
КСП37А	0,90	500		640

СПЛАВЫ С ВЫСОКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Материалы, применяемые в качестве элементов повышенного электрического сопротивления, подразделяются на металлические и неметаллические.

Металлические сплавы сопротивления, предназначенные для изготовления резисторов, тензодатчиков, терморезисторов, терморегуляторов и т. д., описаны в разделе «Прецизионные сплавы» (см. с. 78).

Сплавы для электронагревателей выпускаются по ГОСТ 12766.1+5—77 в виде ленты (толщиной 0,1—3,2 мм и шириной 4—200 мм), проволоки (диаметром 0,1—12,0 мм) и прутков (диаметром 13—25 мм). По химическому составу и назначению подразделяются на девять марок (табл. 51) и по живучести — на два класса: I — 100—150 ч и II — 40—120 ч в зависимости от марки сплава.

В качестве реостатных сплавов применяются медно-никелевые сплавы (см. с. 165).

51. Сплавы для электронагревателей

Марка	Плотность, г/см ³	Коэффициент линейного расширения α , 1/°С	Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм ² /м	σ_p , кгс/мм ²	δ , %	Твердость НВ	Температура, °С		
							рабочая	предельная	плавления
X13Ю4	7,30	—	1,18—1,34	—	—	—	900	1000	1455
0X23Ю5	7,25	$17,4 \cdot 10^{-6}$	1,29—1,45	66	23	200	1150	1200	1500
0X23Ю5А			1,30—1,40				1175		
0X27Ю5А	7,19	$15,0 \cdot 10^{-6}$	1,37—1,47	67,6	15,9	200	1250	1300	—
X25Н20	—	—	0,83—0,96	—	—	—	900	—	—
X15Н60	8,20	$16,3 \cdot 10^{-6}$	1,06—1,17	66	31,9	179	950	1100	1370
X15Н60-Н	—	—	—	—	—	—	1050	—	—
X20Н80	8,40	$16,3 \cdot 10^{-6}$	1,03—1,16	66,7	45,4	145	1150	1200	1390
X20Н80-Н	—	—	—	—	—	—	1150	1200	—

ПРЕЦИЗИОННЫЕ СПЛАВЫ

К прецизионным относят сплавы, которые характеризуются высокой чистотой компонентов, точным их соотношением и дозированием и специальной (прецизионной) технологией изготовления, обеспечивающими в совокупности наивысший возможный уровень заданных физических свойств сплавов.

В настоящее время выпускается свыше 2000 марок прецизионных сплавов, описание которых приведено в [11]. Для 96 марок деформируемых прецизионных сплавов химический состав и основные свойства регламентированы ГОСТ 10994—74*, где также установлено подразделение их на семь групп.

I. Магнитно-мягкие сплавы на железоникелевой, железокобальтовой и железоникелькобальтовой основах обладают высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой в слабых полях. Эти сплавы согласно ГОСТ 10160—75 изготавливают в виде холоднокатаных лент толщиной 0,0015—2,5 мм и шириной 20—250 мм, холоднокатаных листов по сортаменту и размерам ГОСТ 19904—74, горячекатаных листов толщиной 3—22 мм, при ширине 100—600 мм и длине не менее 300—800 мм, горячекатаных и кованых прутков по размерам ГОСТ 2590—71 и 1133—71 и проволоки диаметром 0,05—5,0 мм.

В зависимости от основных свойств эти сплавы подразделяются (ГОСТ 10160—75) на восемь групп:

- 1) 79НМ, 80НХС, 81НМА, 83НФ — наивысшая магнитная проницаемость в слабых полях;
- 2) 50НХС — высокая магнитная проницаемость и повышенное удельное электросопротивление;
- 3) 45Н, 50Н — повышенная магнитная проницаемость и повышенная индукция технического насыщения;
- 4) 50НП, 68НМП, 34НКМП, 35НКХСП, 40НКМП, 79НМП, 77НМП, 65НП — прямоугольная петля гистерезиса, анизотропия магнитных свойств;
- 5) 27КХ, 49КФ, 49К2Ф, 49К2ФА — высокая магнитная индукция технического насыщения;
- 6) 47НК, 47НКХ, 64Н, 40НКМ — низкая остаточная магнитная индукция, постоянство магнитной проницаемости, анизотропия магнитных свойств;
- 7) 79НЗМ, 68НМ — высокая магнитная проницаемость при однополярном намагничивании, анизотропия магнитных свойств;
- 8) 16Х, 36КНМ — высокая коррозионная стойкость.

В зависимости от уровня магнитных свойств магнитно-мягкие сплавы поставляют трех классов: с нормальными магнитными свойствами; с повышенными и с высокими магнитными свойствами.

Применительно к классам, группам сплавов и видам проката в ГОСТ 10160—75 приведены нормы магнитных свойств по каждой марке, а также рекомендации по их термической обработке.

II. **Магнитно-твердые сплавы** с заданным сочетанием параметров предельной петли гистерезиса или петли гистерезиса, соответствующей полю максимальной проницаемости: 52К10Ф (52КФ11), 52К11Ф (52КФВ), 52К12Ф (52КФБ), 52К13Ф (52КФА), 25КФ14Н (25КФН14), 35КФ10Н (35КФН10), 35КХ4Ф (35КХФ4), 35КХ6Ф (35КХФ6) и 35КХ8Ф (35КФ8).

III. **Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения** на железной, железоникелевой и железоникелькобальтовой основе: 22НК, 30НКД, 32НКД, 32НК-ВИ, 33НК, 34НК, 35НКТ, 36Н, 36НХ (ЭП713), 38НКД, 39Н, 42Н, 42НА, 47НХ, 47НЗХ, 47НД, 47НХР, 48НХ, 52Н, 58Н-ВИ (ЭИ792-ВИ) и 18ХМТФ.

Сплавы выпускаются в виде холоднокатаной ленты (ГОСТ 14080—78) толщиной 0,1—2,5 мм и шириной 12—250 мм, холоднотянутой проволоки (ГОСТ 14081—78) диаметром 0,1—1,0 мм, горячекатаных, кованных и шлифованных прутков (ГОСТ 14082—78) диаметром 1,0—150 мм и горячекатаных полос (той же стандарт) толщиной 2,5—22 мм и шириной 150—600 мм с нормированными коэффициентами теплового расширения.

IV. **Сплавы с заданными свойствами упругости** на железоникельхромистой и кобальто-хромоникелевой основе обладают высокими упругими свойствами в сочетании с другими специальными свойствами (повышенная коррозионная устойчивость, повышенная прочность, низкая магнитная проницаемость, заданные модуль нормальной упругости и температурный коэффициент модуля упругости): Марки: 36НХТЮ, 36НХТЮ5М (36НХТЮМ5), 36НХТЮ8М (36НХТЮМ8), 42НХТЮ, 42НХТЮА, 43НКТЮ, 44НХТЮ, 68НХВКТЮ (ЭП578, ХН68КТЮ), 97НЛ, 17ХНГТ (ЭИ814, ОХ17Н7ГТ), 40КХНМ и 40КНХМВТЮ.

Сплавы выпускаются в виде холоднотянутой проволоки (ГОСТ 14118—69*) диаметром 0,1—5,0 мм; горячекатаных и кованных круглых и квадратных прутков (ГОСТ 14119—69*) размером 8—120 мм и холоднокатаной ленты (ГОСТ 14117—69*) толщиной 0,1—2,0 мм и шириной 20—150 мм с нормированными механическими свойствами.

V. **Сверхпроводящие сплавы** характеризуются специальными электрическими свойствами в области низких температур (~4—9 К). Марки сплавов типа Ti—Nb—Zr: 65БТ и 35БТ.

VI. **Сплавы с заданным электрическим сопротивлением** обладают необходимым сочетанием электрических и других свойств. Марки: Х13Ю4, ОХ23Ю5, ОХ23Ю5А, ОХ27Ю5А, Х15Н60-Н, Х15Н60, Х15Н60-ВИ, Х20Н80-Н, Х20Н80, Х20Н80-ВИ и Н50К10.

VII. **Термобиметаллы**, представляющие материал, состоящий из двух (и более) слоев металлов или сплавов с различными температурными коэффициентами линейного расширения, разность которых обеспечивает его упругую деформацию при изменении температуры. Марки сплавов, составляющих термобиметаллы: 19НХ, 20НГ, 24НХ, 27НМ, 28НХТЮ, 36Н, 42Н, 45НХ, 45НТЮ, 46Н, 50Н, 52НТЮ и 75ГНД.

Марки термобиметаллов (в скобках указаны образующие их сплавы):

$$\begin{array}{l} \text{ТБ2013} \left(\frac{75\text{ГНД}}{36\text{Н}} \right), \quad \text{ТБ1613} \left(\frac{75\text{ГНД}}{45\text{НХ}} \right), \quad \text{ТБ1523} \left(\frac{20\text{НГ}}{36\text{Н}} \right), \\ \text{ТБ1423} \left(\frac{24\text{НХ}}{36\text{Н}} \right), \quad \text{ТБ1323} \left(\frac{19\text{НХ}}{36\text{Н}} \right), \quad \text{НБ1132} \left(\frac{24\text{НХ}}{42\text{Н}} \right), \\ \text{ТБ1032} \left(\frac{19\text{НХ}}{42\text{Н}} \right), \quad \text{ТБ0921} \left(\frac{28\text{НХТЮ}}{46\text{НТЮ}} \right), \quad \text{ТБ0831} \left(\frac{24\text{НХ}}{50\text{Н}} \right), \\ \text{ТБ0621 (ТБ18)} \left(\frac{28\text{НХТЮ}}{52\text{НТЮ}} \right), \quad \text{ТБ0731 (ТБ54)} \left(\frac{19\text{НХ}}{50\text{Н}} \right), \\ \text{ТБ1031 (ТБ68)} \left(\frac{20\text{НГ}}{46\text{Н}} \right) \text{ и } \text{ТБ1224 (Т-2-124)} \left(\frac{22\text{НМ}}{36\text{Н}} \right). \end{array}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдштейн Я. Е., Заславский А. Я. Стали повышенной обрабатываемости. М., Металлургия, 1977.
2. Гуляев А. П., Малинина К. А., Саверина С. М. Инструментальные стали. Справочник. Изд. 2-е, М., Машиностроение, 1975.
3. Кошелев П. Ф. Механические свойства сплавов для криогенной техники. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1971.
4. Ланская К. А. Высокохромистые жаропрочные стали. М., Metallurgy, 1976.
5. Марочник сталей и сплавов, применяемых в станкостроении. М., НИИМАШ, 1971.
6. Масини М. А., Алексеев В. Н., Мотовилин Г. В. Справочник инженера-механика. Автомобильные материалы. М., Транспорт, 1971.
7. Новые стали и сплавы в машиностроении. Сборник / Под ред. Ю. М. Ляхтина и Д. Д. Когана. М., Машиностроение, 1976.
8. Основы материаловедения / И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов, В. И. Макарова и др. М., Машиностроение, 1976.
9. Писаренко Г. С., Яковлев А. П., Матвеев В. В. Вибропоглощающие свойства конструкционных материалов. Справочник. Киев, Наукова думка, 1971.
10. Преображенский А. А. Магнитные материалы и элементы. М., Высшая школа, 1976.
11. Прецизионные сплавы. Справочник / Под ред. В. В. Молотилова. М., Metallurgy, 1974.
12. Рахштадт А. Г. Пружинные стали и сплавы. М., Metallurgy, 1971.
13. Третьяков А. В., Трофимов Г. К., Гурьянов М. К. Механические свойства сталей и сплавов при пластическом деформировании. Справочник. М., Машиностроение, 1971.
14. Фавстов Ю. К., Шульга Ю. Н. Сплавы с высокими демпфирующими свойствами. М., Metallurgy, 1973.
15. Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике. Справочник / Под ред. В. Е. Неймарк. М., Энергия, 1967.

III ПРОКАТ И РОДСТВЕННЫЕ ПОЛУФАБРИКАТНЫЕ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Прокатом называют полуфабрикатные (по отношению к машиностроительному производству) металлические изделия, характеризующиеся большим отношением длины к толщине или поперечному сечению. В настоящий раздел включены данные преимущественно размерно-параметрического характера, определяющие действующую систему стандартных видов, форм (профилей) и размеров сортового, листового (и рулонного), фасонного и периодического проката, труб и родственных изделий — прессованных и гнутых профилей, биметаллических изделий и др.

СОРТОВОЙ ГОРЯЧЕКАТАНЫЙ И КАЛИБРОВАННЫЙ СТАЛЬНОЙ ПРОКАТ

К сортовому прокату относят круглый, квадратный, шестигранный и прямоугольный (полоса с небольшим отношением ширины к высоте) прутки. По методу производства (табл. 1) подразделяется на горячекатаный (меньшей точности), поставляемый по общим техническим требованиям, изложенным в ГОСТ 535—79, и калиброванный (т. е. холоднотянутый и холоднокатаный более высокой точности), поставляемый по общим техническим условиям по ГОСТ 1051—73*.

1. Виды сортовой стали

Сталь	Форма сечения прутков			
	Круг	Квадрат	Шестигранный	Полоса
	ГОСТ			
Горячекатаная	2590—71	2591—71	2879—69	103—76
Кованая	1133—71	1133—71	—	4405—75
Калиброванная	7417—75	8559—75	8560—78	—
Серебрянка	14955—69	—	—	—

Сортовая горячекатаная сталь поставляется следующих видов.

Круглая (ГОСТ 2590—71) диаметром 5—250 мм подразделяется по точности прокатки: высокой (А), повышенной (Б) и обычной (В) точности. Сортамент, размеры и допускаемые отклонения см. табл. 2. Сталь диаметром до 9 мм поставляется в мотках, свыше — в прутках длиной 3—10 м (углеродистая и низколегированная), 2—6 м (качественная углеродистая и легированная) и 4,5—6 м (высоколегированная).

Квадратная сталь (ГОСТ 2591—71) со стороной квадрата 5—200 мм подразделяется на три группы точности: А, Б и В. Сортамент, размеры и допускаемые отклонения — см. табл. 2. Поставляется в прутках (по соглашению сторон — в мотках до 14 мм) той же длины, что и круглая.

2. Сортамент круглой, квадратной и шестигранный стали

Номинальный размер, мм	Круг		Квадрат		Шестигранный		Допуск (мм) при точности		
	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	обычной (В)	повышенной (Б, П)	высокой (А)
5	19,6	0,15	25	0,20	—	—			
5,5	23,8	0,19	—	—	—	—			
6	28,3	0,22	36	0,28	—	—			
6,3	31,2	0,24	—	—	—	—			
6,5	33,2	0,26	—	—	—	—			
7	38,5	0,30	49	0,39	—	—			
8	50,3	0,39	64	0,50	55,4	0,43			
9	63,6	0,50	81	0,64	70,1	0,55			
10	78,5	0,32	100	0,79	85,7	0,68			
11	95,0	0,75	121	0,95	104,8	0,82			
12	113,1	0,89	144	1,13	124,7	0,98			
13	132,7	1,04	169	1,33	146,3	1,15			
14	153,9	1,21	196	1,54	169,7	1,33			
15	170,7	1,39	225	1,77	194,8	1,53			
16	201,1	1,58	256	2,01	221,7	1,74			
17	227,0	1,78	289	2,27	249,0	1,96			
18	254,5	2,00	324	2,54	280,6	2,20			
19	283,5	2,23	361	2,82	312,6	2,45			
20	314,2	2,47	400	3,14	346,4	2,72			
21	346,4	2,72	441	3,46	382,2	3,00			
22	380,1	2,98	484	3,80	419,1	3,29			
24	452,4	3,55	576	4,52	491,6	3,86			
25	490,9	3,85	625	4,91	541,2	4,25			
26	530,9	4,17	676	5,30	584,7	4,59			
27	572,6	4,49	—	—	—	—			
28	615,8	4,83	784	6,15	679,0	5,33			
29	660,5	5,18	841	6,60	—	—			
30	706,9	5,55	900	7,06	779,4	6,12			
31	754,8	5,92	961	7,54	—	—			
32	804,2	6,31	1024	8,04	886,8	6,96			
33	853,3	6,71	1089	8,55	—	—			
34	907,9	7,13	1156	9,07	1001	7,86			
35	962,1	7,55	1225	9,62	—	—			
36	1018,0	7,99	1296	10,17	1122	8,81			
37	1075	8,44	1369	10,75	—	—			
38	1134	8,90	1414	11,24	1251	9,82			
39	1195	9,38	1521	11,94	—	—			
40	1257	9,86	1600	12,56	1386	10,88			
41	1320	10,36	1681	13,20	—	—			
42	1385	10,88	1764	13,85	1527	11,99			
43	1452	11,40	—	—	—	—			
44	1520	11,94	—	—	—	—			
45	1590	12,48	2025	15,90	1754	13,77			
46	1662	13,05	2116	16,61	—	—			
47	1735	13,75	—	—	—	—			
48	1810	14,20	2304	18,09	2000	15,66			
50	1964	15,42	2500	19,62	2164	16,99			
52	2124	16,67	2704	21,23	2340	18,40			
53	2206	17,32	—	—	—	—			
54	2248	17,65	—	—	—	—			
55	2376	18,65	3025	23,75	2820	20,58			
56	2463	19,33	—	—	—	—			
58	2642	20,74	3364	26,40	—	—			

Продолжение табл. 2

Номинальный размер, мм	Круг		Квадрат		Шестигранник		Допуск (мм) при точности		
	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	Площадь сечения, мм ²	Масса 1 м, кг	обычной (В)	повышенной (Б, П)	высокой (А)
60	2 827	22,19	3 600	28,26	3118	25,50			
62	3 019	23,70	—	—	—	—			
63	3 117	24,47	3 969	31,16	3437	26,98	+0,5	+0,3	+0,3
65	3 318	26,05	4 225	33,17	3659	28,70	-1,1	-1,1	-0,9
67	3 526	27,68	—	—	—	—			
68	3 632	28,51	—	—	—	—			
70	3 848	30,21	4 900	38,46	4243	33,30		(+0,3)*	
72	4 072	31,96	—	—	—	—		(-1,0)	
75	4 418	34,68	—	—	4871	38,24			
78	4 778	37,51	5 625	44,16	—	—			
80	5 027	39,46	6 400	50,24	—	—			
82	5 281	41,46	—	—	—	—			
85	5 675	44,55	7 225	56,72	6257	49,12	+0,5	+0,3	+0,3
90	6 368	49,94	8 100	63,58	7015	55,07	-1,3	(+0,4)*	-1,1
95	7 088	55,64	9 025	70,85	7816	61,36		(-1,2)	
100	7 854	61,65	10 000	78,5	8660	67,98		+0,4	
105	8 659	67,97	10 812	84,9	—	—	+0,6	-1,7	
110	9 503	74,60	11 866	93,1	—	—	-1,7	(+0,5)*	
115	10 387	81,54	13 225	103,3	—	—		(-1,5)	
120	11 310	88,73	14 122	110,9	—	—			
125	12 272	96,33	15 323	120,3	—	—	+0,8	+0,6	
130	13 273	104,20	16 598	130,3	—	—	-2,0	-2,0	
135	14 314	112,36	—	—	—	—			
140	15 394	120,34	18 537	145,5	—	—			
145	—	—	21 025	164,9	—	—			
150	17 672	138,72	22 068	173,2	—	—			
160	20 106	157,83	25 357	198,3	—	—			
170	22 698	178,18	28 596	224,2	—	—			
180	25 447	199,76	32 091	251,6	—	—	+0,9	Не устанавли-	
190	28 353	222,57	35 650	279,5	—	—	-2,5	вается	
200	31 416	246,62	39 553	310,1	—	—			
210	34 636	271,89	Прокат больших размеров постав-					+1,2	
220	38 013	298,40	ляется по соглашению сторон					-3,0	
230	41 548	326,15							
240	45 239	355,13							
250	49 088	385,34							

* Допускаемые отклонения относятся только к шестиграннику, который изготавливается лишь обычной и повышенной точности.

Шестигранная сталь (ГОСТ 2879—69) имеет размер «под ключ» 8—100 мм, подразделяется на группы точности П(Б) и В (см. табл. 2) длиной 2—6 м.

Полосовая сталь (ГОСТ 103—76) поставляется повышенной (А) и нормальной (Б) точности. Сортамент, размеры и допускаемые отклонения — см. табл. 3. Изготавливается длиной 2—10 м.

Сталь ковкая круглая и квадратная (ГОСТ 1133—71) поставляется следующих размеров (диаметр круга или сторона квадрата): 40, 42, 45, 48, 50 мм (допуск +2,0 мм); 52, 55, 58, 60, 63, 65, 68, 70 мм (+2,5 мм); 73, 75, 78, 80, 83, 85 мм (+3,0 мм); 90, 95, 100, 105 мм (+3,5 мм); 110, 115 мм (+4,0 мм); 120, 125, 130, 135, 140, 145 мм (+4,5 мм); 150 мм (+5,0 мм); 155, 160, 165 мм (+6,0 мм);

170, 175, 180 мм (+7,0 мм); 185, 190, 195, 200 мм (+8,0 мм). Длина: не менее 1,5 м при размере до 50 мм; 1 м — при размере 50—75 мм и 0,75 м при размере более 75 мм.

Сталь ковкая полосовая (ГОСТ 4405—75) имеет сечение 3×12—80×300 мм. По этим же размерам поставляется полоса из горячекатаной инструментальной углеродистой, легированной и быстрорежущей стали длиной 1,5—6,0 м.

Сортовая калиброванная сталь изготавливается холодной прокаткой или волочением из горячекатаного проката (подката). Благодаря дополнительной обработке калиброванная сталь имеет более точные размеры по сечению. Для особо точных видов калиброванного проката применяются шлифование, полирование и другие методы обработки, повышающие точность размеров и уменьшающие шероховатость поверхности. Данные о сортаменте, размерах и точности круглой, квадратной и шестигранной стали приведены в табл. 4. Круглый пруток (ГОСТ 7417—75) изготавливается всех четырех, приведенных в табл. 4 классов точности, квадратный (ГОСТ 8559—75) и шестигранник (ГОСТ 8560—78) — не выше класса 3а (т. е. классов точности 3а, 4 и 5). Допускаемая кривизна в зависимости от класса точности и размера прутка колеблется от 0,5 до 3,0 мм на 1 пог. м.

Серебрянка — круглая сталь повышенной точности и улучшенной отделки поверхности, изготавливается (ГОСТ 14955—77) диаметром 0,2—30,0 мм. По точности и отделке поверхности подразделяется на следующие пять групп.

3. Сортамент горячекатаной стали прямоугольного сечения (полоса)

Ширину, мм		Номинальная толщина, мм	Ширину, мм		Номинальная толщина, мм	
Номинал	Допуск		Номинал	Допуск		
	А	Б	А	Б		
11, 12 и 14			90 и 95	+0,6	+0,9	4—60
16 и 18				-1,6	-1,8	
20			100 и 105	+0,7	+1,0	4—60
22				-1,8	-2,0	
25			110	+0,8	+1,0	4—60
28 и 30	+0,3	+0,5		-2,0	-2,2	
32 и 36	-0,9	-1,0	120 и 125	+0,9	+1,1	4—60
40 и 45				-2,2	-2,4	
50 и 55			130, 140 и 150	+1,0	+1,2	4—60
60				-2,4	-2,8	
63 и 65	+0,3	+0,5	160, 170 и 180	+1,4	+1,4	4—60
	-1,1	-1,3		-2,5	-3,2	
70 и 75	+0,3	+0,5	190 и 200	+1,4	+1,7	4—60
	-1,3	-1,4		-2,8	-4,0	
80 и 85	+0,5	+0,7				
	-1,4	-1,6				

Примечание. Допуски по толщине (мм) следующие:

	А	Б
4—6	+0,2	+0,3
	-0,3	-0,5
6—16	+0,2	+0,2
	-0,4	-0,5
16—25	+0,2	+0,2
	-0,6	-0,8
25—32	+0,2	+0,2
	-0,7	-1,2
36 и 40	+0,2	+0,2
	-1,0	-1,6
45 и 50	+0,2	+0,3
	-1,5	-2,0
50, 56, 60	+0,2	+0,3
	-1,8	-2,4

4. Сортамент, размеры (мм) и точность калиброванной круглой, квадратной и шестигранной стали

Диаметр круга	Классы точности				Квадрат и шестигранник
	3	3а	4	5	
	Допускаемые отклонения (—)				
3,0	0,02	0,04	0,06	0,12	3,0
3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 3,7; 3,8; 3,9; 4,0; 4,1; 4,2; 4,4; 4,5; 4,6; 4,8; 4,9; 5,0; 5,2; 5,3; 5,5; 5,6; 5,8; 6,0	0,025	0,048	0,08	0,16	3,2*; 4; 4,5; 5; 5,5 и 6,0
6,1; 6,3; 6,5; 6,7; 6,9; 7,0; 7,1; 7,3; 7,5; 7,8; 8,0; 8,2; 8,5; 8,8; 9,0; 9,2; 9,3; 9,5; 9,8 и 10,0	0,03	0,058	0,10	0,20	6,3*; 7; 8; 9 и 10
10,2; 10,5; 10,8; 11; 11,2; 11,5; 11,8; 12; 12,2; 12,5; 12,8; 13; 13,2; 13,5; 13,8; 14; 14,2; 14,5; 14,8; 15; 15,2; 15,5; 15,8; 16; 16,2; 16,5; 16,8; 17; 17,2; 17,5; 17,6; 17,8 и 18	0,035	0,07	0,12	0,24	11; 12; 13; 14; 15; 16; 17 и 18
18,5; 19; 19,5; 20; 20,5; 21; 21,5; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29 и 30	0,045	0,084	0,14	0,28	19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 28 и 30
31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 44; 45; 46; 48; 49 и 50	0,05	0,10	0,17	0,34	32; 34; 36; 38; 40; 41; 42; 45; 46; 48 и 50
52; 53; 55; 56; 58; 60; 61; 62; 63 и 65	0,06	0,12	0,20	0,40	53; 55; 56; 60; 63 и 65
67; 69; 70; 71; 73; 75; 78 и 80	—	—	0,20	0,40	70; 75 и 80
82; 85; 88; 90; 92; 95; 98 и 100	—	—	0,23	0,46	85; 90; 95 и 100

* Размеры относятся только к квадратной стали.

А — полированная с шероховатостью поверхности не ниже 9-го класса (по ГОСТ 2789—73) и точностью классов 2, 2а и 3 (по действующим стандартам).

Б — шлифованная или полированная с шероховатостью поверхности не ниже 9-го класса и точностью классов 2, 2а, 3, 3а;

В — шлифованная с шероховатостью поверхности не ниже 7-го класса и точностью классов 2, 2а, 3, 3а, 4;

Г — шлифованная с шероховатостью поверхности не ниже 6-го класса и той же точности, что и В;

Д — шлифованная или ободранная, в процессе изготовления шероховатость не проверяется; точность та же, что у В и Г.

На серебрянке А, Б и В дефекты не допускаются, на Г и Д допускаются отдельные местные дефекты механического происхождения глубиной, не превышающей: для Г — половины допуска на диаметр, для Д — допуск.

Размеры установлены от 0,2; 0,25; 0,30; 0,35 далее через 0,05 до 3 мм и далее через 0,1 до 10 мм, далее до 14 — через 0,25, до 20 — через 0,5 и до 30 — через 1,0 мм.

Сталь чистотянутая (ГОСТ 8787—68*) для призматических шпонок изготавливается из стали с временным сопротивлением не ниже 60 кгс/мм² сечением (ширина в высоту): 2×2, 3×3, 4×4, 5×5, 6×6, 7×7, 8×7, 10×8, 12×8, 14×9, 16×10, 18×11, 20×12, 22×14, 24×14, 25×14, 28×16, 32×18, 36×20, 40×22,

45×25, 50×28, 56×32, 63×32, 70×36, 80×40, 90×45, 100×50 мм со слегка закругленными углами. Допуск на ширину B_3 (ОСТ 1023) и высоту B_4 (ОСТ 1024). Для сегментных шпонок чистотянутая сталь выпускается по ГОСТ 8786—68.

Сведения о прутках из цветных металлов и сплавов приведены непосредственно за их описанием.

Прутки из алюминиевых и магниевых сплавов преимущественно изготавливаются прессованьем, и данные о них приведены в подразделе «Прессованные профили» (с. 108).

ПРОВОЛОКА И ПРОВОЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Проволока

Проволока — длинномерное металлическое изделие; применяется в качестве полуфабрикатов для изготовления сеток, пружин, тросов и канатов, электропроводов, электродов, арматуры для композитов и различных мелких изделий.

Согласно ГОСТ 2333—57 проволока классифицируется: а) по форме — на круглую, плоскую, квадратную, прямоугольную, трехгранную, овальную, сегментную и т. д., а также периодического профиля; б) по состоянию отделки поверхности — на полированную, шлифованную, светлую (т. е. без обработки после протяжки), травленную, оксидированную, термообработанную (с цветными побежалостями), черную (термически обработанная — покрытая окалиной), оцинкованную или с другими защитными покрытиями; в) по химическому составу металла; г) по механическим свойствам и другим признакам.

Сортамент круглой холодотянутой проволоки (ГОСТ 2771—57) — стальной, медной, алюминиевой и др. приведен в табл. 5, где проволока по диаметру подразделяется на четыре группы, построенные по системе предпочтительных чисел. Группа IV является наиболее полной (в нее входят диаметры трех предшествующих групп, но не повторяемых в табл. 6 для сокращения ее объема) и менее рекомендуемой. Разрешается изготовление проволоки с двусторонними допускаемыми отклонениями (табл. 6).

Ниже приводятся данные о проволоках, имеющими общее назначение. Проволоки со специальным назначением описаны в соответствующих специализированных разделах справочника.

Проволока круглая горячекатаная (ГОСТ 14085—68) — из углеродистых сталей ВСт0, ВСт1кп, ВСт2кп, ВСт3кп, ВСтЗпс, ВСтЗсп (ГОСТ 380—71); размеры — в соответствии с ГОСТ 2590—71. Поставляется в мотках в качестве катанки, а также для строительной арматуры, упаковки и других целей.

Низкоуглеродистая проволока общего назначения (ГОСТ 3282—74*) диаметром 0,16—10 мм изготавливается термически обработанной и термически необработанной, светлой, черной (с окалиной), оцинкованной 1-го и 2-го классов, с покрытием и без покрытия из катанки по ГОСТ 14085—58, а также из низкоуглеродистых сталей по ГОСТ 1050—74* и 4231—70.

Качественная низкоуглеродистая проволока (ГОСТ 792—67) выпускается диаметром 0,5—6 мм с точностью: светлая (марка КС) — по группе ГТ5 (табл. 7) и оцинкованная (марка КО) — с несколько пониженной точностью. Прочность на разрыв, кгс/мм² (не менее): КС—40 и КО—37. Проволока должна выдерживать испытание на перегиб и скручивание.

Низкоуглеродистая конструкционная проволока (ГОСТ 17305—71*) выпускается диаметром 0,32—10 мм, согласно 4-й группе размеров с точностью по 4-му классу (см. табл. 7) из низкоуглеродистой стали по ГОСТ 1050—74*. Механические свойства проволоки приведены в табл. 7.

Среднеуглеродистая конструкционная проволока (ГОСТ 17305—71*) выпускается диаметром 0,32—7 мм согласно 4-й группе размеров с точностью по 4-му классу (см. табл. 7) из среднеуглеродистых сталей по ГОСТ 1050—74*. Механические свойства проволоки приведены в табл. 8.

5. Соргамент и классы точности проволоки

Классы точности	Допускаемые отклонения (-), мм				
	Группы диаметров, мм				
	1	2	2а	3	3а
IV	0,006	0,001	0,0015	0,002	0,002
	0,01; 0,016; 0,025	0,001	0,003	0,004	0,005
	0,04; 0,06	0,002	0,005	0,003	0,010
	0,1; 0,16; 0,25	0,003	0,008	0,013	0,020
	0,4; 0,6	0,004	0,010	0,015	0,025
	0,8	0,005	0,012	0,018	0,030
	1,0; 1,6; 2,5	—	0,010	0,020	0,040
	4,0; 6,0	—	0,013	0,025	0,048
	10,0; 16,0	—	0,016	0,030	0,058
	10,0; 16,0	—	0,027	0,035	0,070
III	0,005; 0,056; 0,007; 0,009	—	—	—	—
	0,011; 0,014; 0,018; 0,022; 0,028	—	—	—	—
	0,032; 0,036; 0,045; 0,056; 0,07; 0,09	—	—	—	—
	0,11; 0,14; 0,18; 0,22; 0,28	0,13; 0,15; 0,17; 0,19; 0,21; 0,24; 0,26	—	—	—
	0,32; 0,36; 0,45; 0,56	0,34; 0,38; 0,42; 0,48; 0,53	—	—	—
	0,63; 0,7; 0,9	0,67; 0,75; 0,85; 0,95	—	—	—
	1,1; 1,4; 1,8; 2,2; 2,8	1,05; 1,15; 1,30; 1,5; 1,7; 1,9; 2,1; 2,4; 2,6	—	—	—
	3,2; 3,6; 4,5; 5,6	3,4; 3,8; 4,2; 4,8; 5,3	—	—	—
	6,3; 7,0; 9,0	6,7; 7,5; 8,5; 9,5	—	—	—
	11,0; 14,0	10,5; 11,5; 13,0; 15,0	—	—	—
II	0,008	—	—	—	—
	0,012; 0,02; 0,03	—	—	—	—
	0,05; 0,08	—	—	—	—
	0,12; 0,2; 0,3	—	—	—	—
	0,5	—	—	—	—
	0,8	—	—	—	—
	1,2; 2,0; 3,0	—	—	—	—
	5,0	—	—	—	—
	8,0	—	—	—	—
	12,0	—	—	—	—
I	0,008	—	—	—	—
	0,012; 0,02; 0,03	—	—	—	—
	0,05; 0,08	—	—	—	—
	0,12; 0,2; 0,3	—	—	—	—
	0,5	—	—	—	—
	0,8	—	—	—	—
	1,2; 2,0; 3,0	—	—	—	—
	5,0	—	—	—	—
	8,0	—	—	—	—
	12,0	—	—	—	—

Проволока для сеток (ГОСТ 14964—69*) изготавливается низкоуглеродистой НУ ($C \leq 0,25\%$), среднеуглеродистой СУ ($C = 0,25 \div 0,6\%$), высокоуглеродистой ВУ ($C = 0,6 \div 0,85\%$) и высоколегированной (ГОСТ 5632—72) диаметром 0,16—10 мм.

6. Группы точности проволоки с двусторонними допускаемыми отклонениями на диаметр

Диаметры проволоки, мм	Группы точности				
	ГТ2а	ГТ3	ГТ3а	ГТ4	ГТ5
0,005—0,009	+0,001 -0,0005	±0,001	—	—	—
0,01—0,03	+0,002 -0,001	±0,002	+0,003 -0,002	—	—
0,03—0,09	+0,003 -0,002	±0,004	±0,005	—	—
0,1—0,3	±0,004	+0,010 -0,005	±0,01	+0,02 -0,015	—
0,3—0,6	±0,005	+0,010 -0,005	+0,015 -0,01	±0,02	±0,03
0,6—1,0	±0,006	±0,01	+0,02 -0,01	+0,03 -0,02	+0,04 -0,03
1,0—3,0	±0,007	±0,01	±0,02	±0,03	±0,06
3,0—6,0	±0,009	±0,02 -0,01	+0,03 -0,02	±0,04	±0,08
6,0—10,0	±0,011	+0,02 -0,01	±0,03	±0,05	±0,10
10,0—16,0	±0,015	±0,02	+0,04 -0,03	±0,06	±0,12

7. Механические свойства (не менее) низко- и среднеуглеродистой проволоки

Диаметр проволоки, мм	σ_B (кгс/мм ²) проволоки из стали					Число перегибов проволоки из стали			
	08кп	10, 10пс, 10кп	15, 15кп, 15пс, 20, 20кп	25, 30, 35	40, 45, 50	08кп, 10кп, 10пс	15, 15кп, 15пс, 20пс, 20кп	25, 30, 35	40, 45, 50
0,32—0,75	50	55	60	100	110	—	—	—	—
0,8—1,0	45	50	55	90	100	6	6	6	5
1,1—2,0				80	90				
2,1—5,0	40	45	50	70	80	5	5	3	2
5,3—7,0	35	40	45	60	70	5	4	2	1
7,5—10,0				—	—				

Проволока канатная (ГОСТ 7372—66*) изготавливается из углеродистой стали: светлая (без покрытий) — марок В (высшей) и I (первой), оцинкованная — тех же марок В и I, бензельная — по трем группам покрытия (ЛС — для работы в легких условиях, СС — средних и ЖС — жестких). Проволока изготавливается диаметром, мм: 0,20—0,40 (с интервалом через 0,02); 0,45—1,30 (0,05); 1,4—2,6 (0,1); 2,8—4,0 (0,2); 4,1; 4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 5,0; 5,1 и 5,5. Бензельная — диаметром 0,4—2,0 мм в пределах приведенного ряда диаметров.

По временному сопротивлению разрыву проволока поставляется по маркировочным группам (табл. 8). Проволока каждого диаметра и марки проверя-

ется числом перегибов и скручиваний, приведенных в ГОСТ 7372—66*, за исключением беззельной проволоки, которая поставляется по временному сопротивлению разрыву 50—90 кгс/мм².

8. Маркировочные группы канатной проволочки

Маркировочная группа	σ _B (кгс/мм ²) для марки		Маркировочная группа	σ _B (кгс/мм ²) для марки	
	В	Г		В	Г
100	100—117	100—121	200	200—231	200—235
110	110—127	110—131		220—251	220—255
120	120—147	120—151		240—271	240—275
				260—291	260—295
140	140—169	140—173	260		
160	160—189	160—193			
180	180—209	180—213			

Проволока спицевая (ГОСТ 3110—74) изготавливается из сталей 35, 40 и 45 (ГОСТ 1050—74*) диаметром 1,8; 2,0; 2,3; 2,65; 3,0; 3,5; 4,0 и 4,5 мм. Для проволоки диаметром 1,8—2,3 мм σ_B = 110÷130 кгс/мм², диаметром 2,65—4,5 мм, σ_B = 110—125 кгс/мм². Проволока испытывается на число скручиваний и перегибов и на высаживание головок.

Проволоки из цветных металлов и сплавов, а также пружинные, сварочные, из сплавов с высоким омическим сопротивлением и др. приведены в соответствующих разделах справочника по видам металлов и сплавов.

Сетки

Сетка — плоское редкотканое или плетеное проволочное изделие (проволочное полотно), предназначенное для разделения сыпучих материалов по крупности или отделения их от жидкостей или газов (фильтрация).

Согласно ГОСТ 2715—75 сетки по способу изготовления подразделяются на тканые, плетеные, крученые, щелевые, сварные и сборные из предварительно деформированной проволоки. Всего учтено 27 видов сеток.

Стандартная шкала размеров сторон ячейки в свету для всех сеток (за исключением фильтровых и вязаных) установлена ГОСТ 2851—45 в виде основного (предпочтительного) и дополнительного рядов от 0,04 до 150 мм. В соответствии с размерами этой шкалы установлены номера сеток.

Для сеток с прямоугольными ячейками номер записывается в виде дроби, например 10/2, где 10 — длина (мм) одной стороны прямоугольника, а 2 — другой.

Далее приведено описание сеток, имеющих наибольшее применение. Выпускается много видов специальных видов сеток, например для мукомольной промышленности (ГОСТ 3924—74*), щелевые (ГОСТ 9074—71*), «семянки» (ГОСТ 3339—74), фильтровые (ГОСТ 3187—76), арматурные для железобетона (ГОСТ 8478—66), плетеные (ГОСТ 5336—67*) и др.

Сетки контрольные и высокоточные (ГОСТ 3584—73). Контрольные (К) сетки предназначены для контроля размера частиц дисперсных материалов, сетки высокой точности (В) — для их разделения. Номера, размеры и другие данные сеток К и В приведены в табл. 9. Сетки изготавливаются: № 004—016 — из мягкой отожженной проволоки из бронзы БрОФ6,5-0,15 с содержанием Р 0,3—0,4% (ГОСТ 5017—74); № 0071—2,5 — из полутомпака Л80 (ГОСТ 15527—70).

Сетка тканая с квадратными ячейками нормальной точности (ГОСТ 6613—73) изготавливается: для сеток № 004—016 — из мягкой отожженной проволоки из бронзы БрОФ6, 5-0,15 с содержанием Р 0,3—0,4% (ГОСТ 5017—74) или никеля НН12 (ГОСТ 492—73*); для сеток № 0071—2,5 — из полутомпака Л80 (ГОСТ 15527—70). Размеры сеток приведены в табл. 10.

9. Номера и размеры контрольных (К) и высокоточных (В) сеток

№ сетки	Живосечение сетки, %	Размер стороны ячейки в свету, мм		Предельное отклонение среднего арифметического размера ячейки от номинального, %, для сеток		Диаметр проволоки		Масса сетки ** (кг) на 1 м ²
		Номинальный, мм	Максимальное отклонение от номинального размера, %, для сеток*	К	В	Номинальный, мм	Допустимое отклонение, мкм	
004	32,7	0,040					0,030	(0,18)
0045	30,9	0,045	40	50	±7	±9	0,036	(0,23)
005	33,8	0,050						(0,21)
0056	34,0	0,056					0,040	(0,23)
0063	37,4	0,063	30	40	±8	±8	0,050	(0,22)
0071	34,4	0,071						0,28 (0,29)
008	37,9	0,080					0,060	0,46 (0,27)
009	36,0	0,090	20		±6		0,060	0,33 (0,34)
01	39,1	0,100						0,31 (0,32)
0112	34,0	0,112	15	30	±7	±7	0,080	0,47 (0,47)
0125	37,2	0,125						0,43 (0,44)
014	37,0	0,140					0,090	0,49 (0,49)
016	37,9	0,160					0,100	0,53 (0,54)
018	36,0	0,180					0,120	0,66
02	39,1	0,200					0,140	0,62
0224	42,4	0,224	12	25	±6	±6	0,140	0,58
025	45,6	0,250						0,54
028	44,4	0,280					0,160	0,64
0315	44,0	0,315					0,160	0,75
0355	47,0	0,355					0,200	0,68
04	51,0	0,400			±5		0,250	0,63
045	47,9	0,450					0,300	0,85
05	44,4	0,500					0,400	1,15
056	47,8	0,560					0,500	1,06
063	45,9	0,630	10		±5	±5	0,300	1,33
07	49,0	0,700						1,24
08	53,0	0,800					0,400	1,13
09	47,9	0,900					0,500	1,70
1	51,0	1,000					0,400	±12
1,25	57,3	1,250					0,500	1,58
1,6	58,0	1,600	15		±4	±4	0,500	1,35
2	64,0	2,000						1,64
2,5	70,0	2,500					0,500	1,38
								±15
								1,15

* Допустимое число ячеек с максимальными размерами не более 6%.

** Цифры в скобках означают, что сетка изготовлена из бронзы, а без скобок — из полутомпака.

10. Размеры сеток с квадратными ячейками нормальной точности

№ сетки	Размер стороны ячейки в свету		Предельное отклонение среднего арифметического размера от номинального, %	Диаметр проволоки	
	Номинальный, мм	Максимальное отклонение от номинального размера, %*		Номинальный	Допуск
004	0,040	70	± 12	0,030	± 0,004
0045	0,045				
005	0,050				
0056	0,056				
0063	0,063				
0071	0,071				
008	0,080				
009	0,090	60	± 10	0,060	± 0,006
01	0,100				
0112	0,112				
0125	0,125				
014	0,140	50	± 9	0,090	± 0,010
016	0,160				
018	0,180				
02	0,200				
0224	0,224				
025	0,250				
028	0,280				
0315	0,315				
0355	0,355				
04	0,400				
045	0,450	40	± 8	0,200	± 0,015
05	0,500				
056	0,560				
063	0,630				
07	0,700				
08	0,800				
09	0,900				
1	1,00	35	± 7	0,400	± 0,020
1,25	1,250				
1,6	1,600				
2	2,00				
2,5	2,500				

* Допустимое число ячеек с максимальным размером — не более 9%.

Сетка квадратная саржевого переплетения (ГОСТ 4601—73) предназначена для разделения сыпучих материалов, фильтрации и других целей. Изготавливается из стальной светлотожденной низкоуглеродистой или высоколегированной проволоки 12X18H9T и 12X18H10T нормальной точности (ГОСТ 14964—69*). Номера и размеры сеток приведены в табл. 11.

Тканая «семянка» (ГОСТ 3339—74) применяется для разделения сыпучих тел по величине и форме зерна в сельском хозяйстве, текстильной и других отраслях промышленности. Представляет собой проволочную ткань полотняного переплетения, ограниченную по утку одиночными проволоками и по основе — прядями, состоящими из трех рядом расположенных проволок. Подразделяется на сетки легкого типа (Л), когда проволоки основы и утка имеют одинаковый диаметр, и тяжелого типа (Т), когда уток состоит из более толстых проволок. Номера сеток: типа Л — 10/2, 12/3, 14/3, 16/4, 18/5 и 20/6; типа Т — 10/1, 12/1, 12/2, 14/2, 16/2, 18/2 и 22/2. Изготавливается из низкоуглеродистой стальной отожженной светлой, темной или оцинкованной проволоки по ГОСТ 14964—69.

Фильтровые тканые (ГОСТ 3187—76) сетки — проволочная ткань с нулевыми размерами ячейки (по основе) из низкоуглеродистой и высоколегированной проволоки из сталей 12X18H9, 12X18H9T, 12X18H10T, 08X18H10, 10X17H13M2T и 10X17H13M31. Выпускаются различного переплетения: полотняного (П24, П28, П32—П200); саржевого (С24, С32—С200); двустороннего саржевого (СД24, СД32—СД200). Цифры в названиях означают число проволок основы на 1 дм.

11. Номера и размеры квадратных сеток саржевого переплетения

№ сетки	Размер ячейки в свету, мм	Диаметр проволоки, мм		Живое сечение, %	Масса сетки (кг) на 1 м ²
		Основа	Уток		
025	0,25	0,20	0,22	29,6	1,26
028	0,28	0,22	0,25		1,41
0315	0,315	0,25	0,28	29,8	1,59
0355	0,355	0,28	0,30	31,3	1,72
04	0,40	0,30	0,35	30,5	1,92
045	0,45			33,8	1,74
050	0,50	0,35	0,40	32,8	2,24
056	0,56			36,0	2,12
063	0,63	0,40	0,45	35,6	2,31
07	0,70			38,8	2,12
08	0,80	0,45	0,50	39,5	2,25
09	0,90			43	2,17
1	1,00	0,50	0,55		2,41

Канаты

Канаты изготавливаются из канатной проволоки по ГОСТ 7372—66, покрытой антикоррозионной смазкой, с учетом групп прочности (см. с. 85) по ГОСТ 3241—66.

По роду свивки проволоки различают:

канаты ТК с точечным касанием отдельных проволок между слоями прядей (пряди с точечным касанием проволок изготавливаются из проволоки одинакового диаметра или разных диаметров по отдельным слоям);

канаты ЛК с линейным касанием проволок в пряди (в ЛК-О проволоки одинакового диаметра в отдельных слоях пряди, в ЛК-Р проволоки двух разных диаметров в верхнем слое пряди, в ЛК-РО проволоки разных диаметров и одинакового диаметра по отдельным слоям пряди, в ЛК-З между двумя слоями проволок размещаются заполняющие проволоки меньшего диаметра);

канаты ТЛК с точечным и линейным касаниями проволок в пряди.

По виду свивки канаты подразделяются на:

обыкновенные (раскручивающиеся), в которых пряди и проволоки не сохраняют своего положения в канате после снятия перевязок;

нераскручивающиеся, когда канат не раскручивается на отдельные пряди, а пряди на проволоки, при этом пряди и проволоки сохраняют свое прежнее положение после удаления перевязок;

некрутящиеся — многопрядные с противоположным направлением свивки прядей по слоям.

В соответствии с этим канаты различаются: по направлению свивки прядей — правого и левого направления, по направлению свивки проволок в прядях — крестовой, односторонней и комбинированной свивки.

Канаты многослойные спиральные изготавливаются таким способом, чтобы в двух смежных верхних слоях направление свивки проволок чередовалось.

Канат должен иметь по всей длине равномерный шаг свивки как прядей в канате, так и проволок в прядях. Шаг свивки прядей в канатах ТК и проволок в прядях не должен превышать 7,5-кратного диаметра каната, а для канатов ЛК — 6,5-кратного.

При использовании в канатах проволок различных марок канат оценивается по установленной низшей марке проволоки.

Канаты, применяемые для работы в морской или речной воде и других аналогичных условиях, должны изготавливаться из оцинкованной проволоки. Канаты с ограниченным сроком службы изготавливаются по особому соглашению сторон из светлой проволоки с протекторной защитой в виде одной или нескольких оцинкованных или цинковых проволок.

В заказе на канаты из оцинкованной проволоки должна быть указана группа покрытия: ЛС, СС или ЖС. При отсутствии в заказе такого указания канаты изготавливаются с покрытием по группе ЛС.

Соединение концов проволок должно производиться стыковой электросваркой. В месте соединения не должно быть утолщений диаметра и хрупких мест. Концы проволоки диаметром до 0,7 мм допускается соединять заделкой их внутрь пряди. На 1 пог. м каната допускается не более двух сварок или заделок проволок в разных поперечных сечениях.

Органический сердечник канатов изготавливается из лубяных волокон (пенька, манила, сизаль), а также из хлопчатобумажной и полимерной пряжи и корда. Органический сердечник выбирает завод-изготовитель.

Канаты выпускаются диаметром до 60 мм; свыше 70 мм изготавливаются по соглашению сторон. Допускаемые отклонения (%) по диаметру светлого каната $\pm 0,5$, а оцинкованного ± 1 . Допускаемые отклонения (%) по ширине и толщине плоского каната $\pm 0,5$. Для спиральных канатов, предназначенных для подвесных дорог в качестве несущих, допускаемые отклонения (%) по диаметрам $\pm 0,5$.

Длина каната указывается в заказе. При отсутствии такого указания канат изготавливается длиной не менее 200 м. Допускаемые отклонения по длине: до 500 м $+2\%$ и свыше 500 м $+1\%$.

Существует свыше 50 гостированных видов канатов. При поиске канатов для конкретных эксплуатационных условий работы следует руководствоваться непосредственно ГОСТами, которые невозможно привести из-за недостатка места.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЛИСТ

Листовой прокатный металл подразделяется на собственно лист, рулон (длинный лист, поставляемый свернутым в рулон), полосу и ленту.

Металлический лист — многоцелевой полуфабрикат, предназначенный для изготовления сварных труб и конструкций, гнутых профилей, корпусов судов, химической и теплообменной аппаратуры, кузовов автомобилей, летательных аппаратов и вагонов, корпусов электрошкафов, электронных машин, холодильников и многих других изделий. Обеспечивает оптимальные решения конструктивных задач при минимизации затрат металла.

Для эффективного использования листа в машиностроении к его штамповкости, свариваемости и качеству поверхности предъявляются повышенные требования.

Сортамент листового проката

Листовой прокат по способу производства подразделяется на горячекатаный и холоднокатаный. Соответственно этому установлены размерные сортаменты листового проката.

Сортамент листовой горячекатаной стали установлен ГОСТ 19903—74. По толщине: 0,5—0,8 (через 0,05 мм); 0,9; 1,0; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 4,0; 4,5; 5—22 (через 1 мм); 25; 26—42 (через 2 мм); 45; 48; 50; 52; 55—110 (через 5 мм); 120; 125; 130—160 мм (через 10 мм). По ширине: 600; 650; 700; 710; 750—1000 (через 50 мм), 1000; 1100; 1250; 1400; 1420; 1500—3000 (через 100 мм), 3200—3800 мм (через 200 мм). Длина листов 1200—12 000 мм. В ГОСТ 19903—74 приведены данные об определенных (складских) размерах листа.

Сортамент рулонной горячекатаной стали установлен ГОСТ 19903—74. По толщине: 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 4,0; 4,5; 5—12 (через 1 мм). По ширине от 500 до 2200 мм.

По точности различают сталь листовую и рулонную повышенной (А) и нормальной (Б) точности, по плоскостности — особо высокой (ПО), высокой (ПВ), улучшенной (ПУ) и нормальной (ПН) плоскостности, по характеру кромки с необрезной (НО) и обрезной (О) кромкой.

Сортамент широкополосной* универсальной горячекатаной стали установлен ГОСТ 82—70.

По толщине, мм: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20 (с допуском $\pm 0,3$), 22, 25, 28, 30 ($\pm 0,4$), 32, 36, 40, 45, 50 ($\pm 0,5$), 55 и 60 ($\pm 0,6$).

По ширине: 200, 210, 220, 240, 250, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, (440), 450 (470), 480, 500 (520), 530, 560 (580), 600, 630, 650, 670, 700 (710), 750, 800, 850, 900, 950, 1000 и 1050 мм.

По длине (5—12 и до 18 м): немерной длины, мерной длины, длины, кратной мерной, мерной длины с остатком до 5%.

По ребровой кривизне широкополосная сталь подразделяется на два класса: А — с допуском 1 мм на 1 м длины; Б — с допуском 2 мм на 1 м длины.

Неплоскостность — не более 0,3% ширины в поперечном направлении и 0,3% длины в продольном направлении.

Сортамент листовой холоднокатаной стали установлен ГОСТ 19904—74.

По толщине: 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 3,8; 3,9; 4,0; 4,2; 4,5; 4,8 и 5,0 мм. Толщина рулонной стали в пределах этого ряда 0,5—3,0 мм.

По ширине: 500, 550, 600, 650, 700 (710), 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1100, 1400 (1420), 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2200 и 2300 мм.

По длине: 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4200, 4500, 6000 мм; длина рулонной стали ограничивается массой одного рулона 20 т.

* Узкая полоса, или просто полоса, относится к сортовому прокату, и ее размеры приведены на стр. 81.

По точности прокатки: повышенной точности (А) и нормальной точности (Б).

По плоскостности: особо высокой (ПО), высокой (ПВ), улучшенной (ПУ) и нормальной (ПН) плоскостности.

По характеру кромки: с обрезной (О) и необрезной (НО) кромкой.

Качество поверхности листа устанавливается в стандартах применительно к конкретным видам проката.

Толстолистовая сталь

К стандартной толстолистовой стали обычно относят листы толщиной 5—160 мм, хотя фактически она изготавливается толщиной до 200 мм и более.

Толстолистовая сталь — основной конструкционный материал (полуфабрикат) для изготовления корпусов судов, рам локомотивов и вагонов, станин машин, котлов и химических аппаратов, инженерных сооружений (мостов, ферм) и др. В зависимости от назначения к прочностным и химическим свойствам толстолистовой стали предъявляются различные требования. В табл. 12 приведен стандартный сортамент толстолистовой стали.

12. Сортамент толстолистовой и широкополосной стали

Название и назначение	Толщина, мм	Нормативы по ГОСТ		
		Размер листа	Марка стали	ТУ
Углеродистая обыкновенного качества, горячекатаная листовая и широкополосная	4—60	19903—74 82—70	380—71* 14637—69*	14637—69*
Углеродистая качественная, горячекатаная для холодной штамповки	4—14	19903—74	1050—74* 4041—71*	4041—71*
Углеродистая качественная, горячекатаная, полосовая в рулонах	4—10	1530—78	1050—74*	1530—78
Углеродистая качественная и легированная конструкционная, горячекатаная	4—160	19903—74	1050—74* 4543—71* 1577—70*	1577—70*
Низколегированная толстолистовая и широкополосная (лист и рулон)	4—60	19903—74 82—70	19282—73	19282—73
Углеродистая и низколегированная горячекатаная для котлов и сосудов, работающих под давлением	4—160	19903—74	5520—69* 380—71*	5520—69*
Высоколегированная коррозионно- и жаростойкая, горячекатаная	4—50		5632—72**	7350—66*
Легированная высококачественная горячекатаная специального назначения: листовая широкополосная	4—60 6—40	19903—74 82—70	11268—76	11269—76

Продолжение табл. 12

Название и назначение	Толщина, мм	Нормативы по ГОСТ		
		Размер листа	Марка стали	ТУ
Углеродистая и низколегированная свариваемая, горячекатаная для судостроения	4—60	19903—74	380—71* 19282—73 5521—76	5521—76
Низколегированная, горячекатаная листовая и широкополосная для мостостроения		19903—74 82—70	6713—75	6713—75
Коррозионно-стойкая горячекатаная сталь 0X15H65M161B (Э11567)	5—10	5.1316—72	5.1316—72	5.1317—72*
Легированная высококачественная толстолистовая и широкополосная специального назначения горячекатаная	4—60	19903—74 82—70	11268—76	11269—76

Сталь толстолистовая и широкополосная углеродистая обыкновенного качества (ГОСТ 14637—69*) изготавливается из сталей групп А, Б и В всех категорий по ГОСТ 380—71* и стали ВСтГ по ГОСТ 14637—69* с содержанием, %: С 0,09—0,22; Мп 0,40—0,65; Si 0,05—0,3 (в зависимости от степени раскисления); Р не более 0,045; S 0,055. Листы из стали ВСтГ поставляются в термически упрочненном состоянии с $\sigma_B \geq 44$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 30$ кгс/мм², $\delta_5 = 16\%$, $a_n = 3$ кгс/мм², $d = 3a$ (при изгибе). Сталь поставляется по сортаментам ГОСТ 19903—74 и 82—70 в листах и рулоне.

Углеродистая качественная горячекатаная листовая сталь для холодной штамповки (ГОСТ 4041—71*). Лист поставляется по сортаменту ГОСТ 19903—74 толщиной 4—14 мм с точностью согласно табл. 13.

13. Точность по толщине листов углеродистой качественной горячекатаной стали

Толщина листа, мм	Допускаемые отклонения (мм) с точностью		
	А — высокой	Б — повышенной	В — нормальной*
4—5	+0,25	+0,30	—
5—6	±0,28	±0,5	—
6—7	±0,30	±0,37	+0,3
7—8	—		-0,5
8—10	—	—	(±0,5)
10—12	—	—	+0,4
			-0,6 (±0,6)
12—14	—	—	+0,5
			-0,7 (±0,7)

* В скобках указаны допуски для листа шириной более 1200 мм.

По нормируемым характеристикам стали листы подразделяются на четыре категории (табл. 14).

Листы поставляются в термически обработанном и травленном состоянии с механическими свойствами, приведенными в табл. 15.

По соглашению сторон допускается поставка листов по штампуемости по согласованным ТУ.

Поверхность листов должна быть чистой, ровной, без плен, пузырей, закатов, трещин, расслоений, вкатанной окалины, инородных включений. Желтый оттенок после травления не является браковочным признаком. По качеству отделки поверхности листы подразделяются на две группы: III — с допускаемыми дефектами, не выводящими лист за пределы минусовых допусков, — общей легкой рябизной, мелкими порами, раковинами, легкими царапинами, отпечатками и надавами от валков; IV — с допускаемыми дефектами — общей рябизной, мелкими порами, раковинами, мелкими царапинами, отпечатками и надавами от валков или пленами — не более двух на 1 м². Допускается зачистка местных дефектов, не выводящая лист за минусовые допуски.

Углеродистая качественная и легированная конструкционная сталь (ГОСТ 1577—70*). Горячекатаный лист изготавливается из сталей: 08кп, 0,8, 10кп, 10, 15кп, 15, 20кп, 20, 25, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 15Г, 20Г, 30Г, 40Г, 50Г, 60Г, 65Г, 70Г, 10Г2, 35Г2, 40Г2, 45Г2 и 50Г2 (ГОСТ 1050—74*), 20Х, 38ХА, 40Х и 45Х (ГОСТ 4543—71) и из полуспокойной стали (ГОСТ 1577—70*) четырех марок с содержанием С, %: 08пс—0,05—0,12; 10пс—0,07—0,14; 15пс—0,12—0,19; 20пс—0,17—0,24. Содержание, %, для всех марок: Mn 0,35—0,65; Si не более 0,17; S 0,04; P для 08кп и 08 0,035, для 10кп и 10 0,04; Cr, Ni и Cu по ГОСТ 1050—74* для соответствующих сталей спокойных марок.

14. Категории листовой стали по нормируемым характеристикам металла

Категория	Марка по ГОСТ 1050—74	Химический состав	σ _B	σ _T	δ ₅ , %	HRC и HB	Изгиб холодный на 180°	Величина зерна	Структурно-сплошной цементит	Полосчатость
			кгс/мм ²							
1	08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20, 25пс, 25, 30, 40	+	+	—	+	—	—	—	—	—
2		+	+	—	+	+	+	+	—	++
3	08кп, 08пс	+	+	+	+	+	+	+	++	+
4	08Ю	+	+	+	+	+	+	+	++	—

Примечания: 1. Химический состав сталей 08кп и 08пс 3-й категории, 25пс 2-й категории и 08Ю 4-й категории должен соответствовать нормам, указанным в ГОСТ 4041—71*.
2. Знак «+» означает, что показатель нормируется, знак «—» — не нормируется, знак «++» — нормируется по требованию потребителя.
3. Величина зерна стали не должна быть крупнее 5-го балла для листов 2-й категории и 6-го балла — для 3-й и 4-й категории.
4. Величина зерна в сталях 30 и 40 2-й категории не нормируется.
5. По требованию потребителя глубина обезуглероженного слоя сталей 35 и 40 проверяется (не более 2% толщины листа на каждую сторону).
6. Листы 1-й и 2-й категорий изготавливаются толщиной 4—14 мм, а листы 3-й и 4-й категорий — толщиной 4—8 мм.

По размерам листов сталь должна соответствовать сортаменту по ГОСТ 19903—74. Листы из малоуглеродистой стали, включая сталь 20, изготавливаются толщиной 4—160 мм, из сталей 20Х, 40Х, 38ХА и 45—4—25 мм и из всех остальных — 4—60 мм. Механические свойства листов толщиной до 60 мм приведены в ГОСТ 1577—70*.

15. Механические свойства листовой качественной углеродистой стали для холодной штамповки

Категория и марка стали	σ _B (σ _T) кгс/мм ²	δ ₅	δ ₁₀	HRC	HB	Изгиб* на 180° на оправке
		%, не менее		Не более		
1-й и 2-й категории: 08кп	28—38	34	30	55	100	d = 0
08пс, 08, 10к	28—42	32	28	61 64	109 114	
10пс, 10	30—43		27	66	117	
15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс	33—45	30	26	68	121	d = a
20	35—50	28	24	71	127	
25пс	38—55 40—55		27 26	23	76	
30, 35	44—60 49—65	24 22	21 18	80 84	149 163	d = 2a
40	52—67	21	17	85	167	—
3-й категории: 08кп, 08пс	Не более 37 (24)	36	32	54	98	d = 0
4-й категории: 08Ю	37 (27)			67	118	—

* Листы 1-й категории на изгиб не испытываются.

Сталь толстолистовая и широкополосная легированная высококачественная специального назначения (ГОСТ 11269—76): горячекатаный лист толщиной 4—60 мм — по сортаменту ГОСТ 19903—74, холоднокатаный лист толщиной 4—5 мм — по сортаменту ГОСТ 19904—74, горячекатаная полоса толщиной 4—40 мм — по сортаменту ГОСТ 82—70. Листы изготавливаются из сталей, приведенных в ГОСТ 11268—76, с теми же механическими свойствами.

Тонколистовая сталь

К стандартной тонколистовой стали обычно относят лист и рулон толщиной 0,2—4 мм, хотя в ряде случаев эта характеристика повышается до 6—7 мм.

Тонколистовая сталь — полуфабрикат для изготовления кузовов и кабин автомобилей, холодильников, электрошкафов, остовов телевизоров, радиоприемников и других приборов, эмалированной посуды и всевозможных штампованных деталей.

К штампуемости, свариваемости и качеству отделки поверхности листа и рулона тонколистовой стали предъявляются повышенные требования.

В зависимости от назначения тонколистовая сталь выпускается горячекатаной, холоднокатаной и дрессированной (дополнительная прокатка с малым обжатием), что придает высокую отделку поверхности и повышенную штампуемость.

В табл. 16 приведен обзор стандартного сортамента тонколистовой стали общего назначения.

16. Обзор сортамента тонколистовой стали

Название и назначение	Толщина, мм	Нормативы по ГОСТ		
		Размер листа и рулона	Марка стали	ТУ
Углеродистая качественная и обыкновенного качества общего назначения, горяче- и холоднокатаная. Лист и рулон	0,2—3,9	19903—74 19904—74	1050—74* 380—71*	16523—70*
Углеродистая качественная, горячекатаная полосовая в рулонах	2,0—6,0	1530—78	1050—74*	1530—78
Низколегированная горяче- и холоднокатаная листовая и рулонная	0,5—3,9	19903—74 19904—74	11268—76	17066—71
Легированная общего назначения, горяче- и холоднокатаная	До 4	19903—74 19904—74	1050—74* 1542—71 4543—71*	1542—71
Углеродистая и низколегированная свариваемая, горяче- и холоднокатаная для судостроения	0,9—3,9		380—71* 1928—67	5521—76
Легированная высококачественная холоднокатаная специального назначения	4—5	19904—74	11268—76	11269—76
Коррозионно-стойкая, полированная с двух сторон с зеркальной отражаемостью для прокладок при прессовании гетинакса и текстолита	1,5 и 2,0	1000×1500 1000×2000	5.427—70	5.427—70
Легированная высококачественная специального назначения, горяче- и холоднокатаная	До 3,9	19903—74 19904—74	4543—41* 11268—76	11268—76
Коррозионно- и жаростойкая, жаропрочная горяче- и холоднокатаная	1,5—3,9		5632—72*	5582—75
Электротехническая холоднокатаная анизотропная	0,28; 0,30; 0,35; 0,50	21427.1—75	21427.0—75	21427.1—75
Электротехническая холоднокатаная изотропная	0,35; 0,50; 0,65	21427.2—75		21427.2—75
Электротехническая горячекатаная изотропная	0,1—1,0	21427.3—75		21427.3—75

Тонколистовая углеродистая качественная и обыкновенного качества сталь (автомобиль) выпускается (ГОСТ 16523—70*) горяче- и холоднокатаной в листах и рулонах толщиной 0,2—3,9 мм из сталей: 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40, 45 и 50 (ГОСТ 1050—74*), Ст0, Ст1, Ст2, Ст4, ВСт0, ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт1, ВСт2, ВСт4 (книпцей, спокойной и полуспокойной), Ст5, ВСт5 и ВСт5 (спокойная и полуспокойная), ВСт3Гпс и ВСт5Гпс (ГОСТ 380—71*). В зависимости от нормируемых характеристик сталь подразделяется на пять категорий (табл. 17) согласно нормированным показателям, установленным в ГОСТ 16523—70*.

17. Категории тонколистовой углеродистой стали

Категория	Марка	Нормируемые показатели					Группа отделки поверхности			
		Химический состав	Временное сопротивление и относительное удлинение	Изгиб на 180° в холодном состоянии	Испытание на выгибку сферической лунки	Величина зерна	I	II	III	IV
1	Любая марка при содержании С не более 0,23%	—	—	+	+	—	—	+	+	+
2	ВСт0, ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4 (всех степеней раскисления); ВСт5 (спокойная и полуспокойная); ВСт3Гпс, ВСт5Гпс	+	—	+	—	—	—	+	+	+
3	Ст1, Ст2, Ст3, Ст4 (всех степеней раскисления); Ст5 (полуспокойная, спокойная)	—	+	+	—	—	—	+	+	+
4	08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50; ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4 (всех степеней раскисления); ВСт5 (полуспокойная, спокойная)	+	+	+	—	—	—	+	+	+
5	08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20; ВСт1 (всех степеней раскисления)	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Для холоднокатаной стали установлены три группы отделки поверхности листа и рулона.

I группа. Поверхность глянцевая или матовая без следов коррозии и цветов побежалости. По требованию заказчика листы и рулоны поставляются с нормированной шероховатостью поверхности ($Ra=0,8 \div 1,6$ мкм по ГОСТ 2789—73) и дополнительно характеризуются количеством пиков (не менее 50 на 1 см длины измеряемого профиля в любом направлении). Глянцевая поверхность должна иметь шероховатость $Ra \leq 1,6$ мкм.

На лицевой стороне (лучшей по качеству) листа поверхностные дефекты не допускаются. Допускаются изъяны, не нарушающие целостного вида

поверхности, в виде отдельных рисок и царапин механического происхождения, не длинней 20 мм, участков разной тональности без резких границ.

На обратной стороне допускаются легкие царапины, вдавленные в пределах четверти допуска на толщину листа, а также незначительный пригар эмульсии.

II группа. Поверхность глянцевая или матовая без следов коррозии. Цвета побежалости допускаются на расстоянии не более 50 мм от кромок листа. По требованию заказчика листы и рулоны поставляются с нормированной шероховатостью поверхности, устанавливаемой соглашением сторон.

На лицевой стороне допускаются: общая и легкая рябизна, мелкие царапины, следы зачистки в пределах половины допуска на толщину листа и различная тональность.

На обратной стороне допускаются: общая рябизна, мелкие поры и раковины, легкие царапины, отпечатки и надавы от валков в пределах половины допуска на толщину листа, а также пригар эмульсии.

III группа состоит из двух подгрупп: а — поверхность глянцевая или матовая без следов коррозии, цвета побежалости допускаются на расстоянии не более 20 мм от кромок листа; б — то же, допускаются цвета побежалости по всей поверхности.

На обеих сторонах допускаются незначительные повреждения механического происхождения, следы и надавы от валков, общая рябизна в пределах половины допуска на толщину листа, а также пригар эмульсии.

Для горячекатаной стали установлены группы III и IV отделки поверхности листа.

III группа. Поверхность травленая или нетравленая без следов изгиба. Травленая поверхность не должна иметь следов недогрева, перетрава. Нетравленая поверхность может сохранять неотделяющийся тонкий слой окислы, не препятствующий выявлению поверхностных дефектов.

IV группа. Поверхность травленая или нетравленая. Следы изгиба не являются браковочным признаком. Травленая поверхность не должна иметь следов недогрева или перетрава. Нетравленая поверхность может сохранять неотделившийся тонкий слой окислы, не препятствующий выявлению поверхностных дефектов.

На обеих сторонах допускаются общая рябизна, повреждения поверхности механического происхождения, поры и раковины и надавы от валков. На листах и рулонах из стали 1-й категории допускаются поверхностные пузыри.

По штампуемости лист подразделяется на лист глубокой вытяжки (ГВ) и лист нормальной вытяжки (НВ) согласно нормам, приведенным в табл. 18, по глубине сферической лунки.

18. Нормы нормальной (Н) и глубокой (Г) вытяжки углеродистой тонколистовой стали

Толщина листа, мм	Категория 5					Категория 1	
	08кп, 08пс, 10кп		08, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20		ВС1кп ВС1пс ВС1сп	Все марки	
	Глубина сферической лунки (мм), не менее						
	Н	Г	Н	Г	Н	Н	Г
0,2	—	6,9	—	6,7	—	5,7	6,9
0,3	—	7,5	—	7,2	—	6,1	7,2
0,4	—	8,0	—	7,5	—	6,5	7,5
0,5	8,0	8,4	7,6	8,0	6,9	6,9	8,0
0,6	8,5	8,9	7,8	8,4	7,2	7,2	8,5
0,7	8,8	9,2	8,0	8,6	7,5	7,5	8,9

Продолжение табл. 18

Толщина листа, мм	Категория 5					Категория 1	
	08кп, 08пс, 10кп		08, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20		ВС1кп ВС1пс ВС1сп	Все марки	
	Глубина сферической лунки (мм), не менее						
	Н	Г	Н	Г	Н	Н	Г
0,8	9,3	9,5	8,2	8,8	7,8	7,8	9,3
0,9	9,6	9,9	8,4	9,0	8,2	8,2	9,6
1,0	9,9	10,1	8,6	9,2	8,4	8,4	9,9
1,1	10,2	10,4	—	—	8,6	8,6	10,0
1,2	10,4	10,6	—	—	8,8	8,8	10,2
1,3	10,6	10,8	—	—	9,0	9,0	10,4
1,4	10,8	11,0	—	—	9,1	9,1	10,6
1,5	11,0	11,2	—	—	9,2	9,2	11,0
1,6	11,2	11,4	—	—	9,4	9,4	11,2
1,7	11,4	11,6	—	—	9,5	9,5	11,3
1,8	11,5	11,7	—	—	9,6	9,6	11,4
1,9	11,7	11,8	—	—	9,7	9,7	11,6
2,0	11,8	11,9	—	—	9,9	9,9	11,8

Тонколистовая низколегированная конструкционная сталь (ГОСТ 17066—74) горячекатаная и холоднокатаная поставляется в листах и рулонах соответственно по размерам и сортаменту ГОСТ 19903—74 и 19904—74 толщиной 0,5—3,9 мм.

Тонколистовая легированная сталь (ГОСТ 1542—71) горяче- и холоднокатаная конструкционная общего назначения толщиной до 4 мм поставляется в листах и рулонах по сортаментам ГОСТ 19903—74 и 19904—74 из сталей: 60Г, 63Г, 70Г, 20Х, 30Х, 35Х, 40Х, 10Г2, 38ХА, 30ХМА, 20ХГСА, 25ХГСА, 30ХГС, 30ХГСА и 35ХГСА по ГОСТ 1050—74* и 4543—71* и сталей: 12Г2, 16Г2 и 25ХГФ по ГОСТ 1542—71, химический состав которых приведен в табл. 19.

Механические свойства стали в листах и рулонах в отпущенном или отожженном виде должны соответствовать указанному в табл. 20. Листы из сталей 10Г2, 12Г2, 16Г2, 25ХГСА и 30ХГСА толщиной до 1 мм, предназначенные для холодной штамповки, должны быть испытаны на вытяжку сферической лунки по нормам табл. 21.

Качество поверхности горячекатаных листов должно соответствовать III и IV группам, а холоднокатаных — II и III группам отделки по ГОСТ 16523—70* (см. с. 97, 98).

19. Химический состав тонколистовой легированной стали, %

Марка	C	Mn	Cr	V
12Г2	0,08—0,17	1,2—1,6	0,3	—
16Г2	0,12—0,20	2,0—2,4		
25ХГФ	0,23—0,30	1,0—1,3	0,6—0,9	0,08—0,20

Примечание. Содержание, %: S не более 0,039; P 0,035; Ni 0,3; Si 0,17—0,37% в каждой марке.

20. Механические свойства тонколистовой легированной стали

Марка	σ_B , кгс/мм ²	δ_5 , %, не менее
66Г	55—80	12
65Г	60—85	10
76Г	65—90	8
16Г2, 12Г2 25ХГСА	40—58 50—70	20 15
30ХРС, 30ХГСА 16Г2	50—75 50—65	14 16

21. Штампуемость тонколистовой легированной стали по глубине сферической лунки, мм

Толщина, мм	10Г2 и 12Г2	16Г2 и 25ХГСА	30ХГСА
0,5	6,8	6,6	6,5
0,6	7,2	7,0	6,7
0,7	7,5	7,2	7,0
0,8	8,0	7,5	7,2
0,9	8,3	7,7	7,5
1,0	8,5	8,0	7,7

Сталь тонколистовая легированная высококачественная специального назначения (ГОСТ 11268—76) изготавливается толщиной до 3,9 мм: горячекатаная — по сортаменту ГОСТ 19903—74, холоднокатаная — по сортаменту ГОСТ 19904—74. Точность прокатки нормальная и повышенная. Листы изготавливаются из сталей 25ХГСА, 30ХГСА и 30ХГСН2А с химическим составом по ГОСТ 4543—71* и сталей 10 марок с химическим составом, установленным ГОСТ 11268—76.

Механические свойства листов в умягченном или нормализованном состоянии должны соответствовать нормам, указанным в табл. 22.

22. Механические свойства (не менее) листов из тонколистовой стали специального назначения

Марка стали	σ_B , кгс/мм ²	δ_5 , %	Марка стали	σ_B , кгс/мм ²	δ_5 , %
25ХГСА	50—70	21	19Х2НМФА	50—75	18
30ХГСА	50—75	20	19Х2НВФА		
30ХГСН2А	60—85	19	21Х2НМФА		
12Х2НМФА	50—75	15	21Х2НВФА		
12Х2НВФА			50—80	17	
12Х2НМ1ФА					
12Х2НВФМА					

Тонколистовая коррозионно- и жаростойкая и жаропрочная сталь (ГОСТ 5582—75) горячекатаная в листах толщиной от 1,5 до 3,9 мм по размерам ГОСТ 19903—74 и холоднокатаная — от 0,7 до 3,9 мм по ГОСТ 19904—74 изготавливается из сталей марок, химический состав которых определен ГОСТ 5632—72* и механические свойства — ГОСТ 5582—75 (табл. 23) для листов, подвергнутых умягчающей термической обработке.

В зависимости от состояния материала и качества поверхности существует несколько видов листовой стали:

- холоднокатаная нагартованная — Н1;
- холоднокатаная полунангартованная — ПН1;
- холоднокатаная термически обработанная (мягкая);
- травленая или после светлого отжига — М2а, М3а, М4а;
- холоднокатаная термически обработанная — М4в;
- горячекатаная термически обработанная (мягкая);
- травленая или после светлого отжига — М2б, М3б, М4б;
- горячекатаная термически обработанная — М4г.

23. Механические свойства (не менее) тонколистовой коррозионно- и жаростойкой стали

Марка	σ_B , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	δ_5 , %	Марка	σ_B , кгс/мм ²	σ_T , кгс/мм ²	δ_5 , %	
11Х11Н2В2МФ	≤ 85	—	22	10Х14Г14Н3	60	30	40	
16Х11Н2В2МФ				10Х14Г14Н4Т	70		35	
				10Х14АГ15	75		45	
20Х13	50	—	20	12Х17Г9АН4	70	20	40	
30Х13				03Х17Н14М3	50			
40Х13	56	—	15	10Х17Н13М2Т	54	—	35	
09Х16Н4В				10Х17Н13М3Т				
12Х13				08Х17Н15М3Т				
14Х17Н2	≤ 115	—	10	12Х18Н9	55	—	45	
08Х13				17Х18Н9	60			
12Х17				08Х18Н10	52			40
08Х17Г	47	—	25	08Х18Н10Т	52	—	40	
08Х18Т1				12Х18Н10Т	54(25)*			20
15Х25Т	54	—	17	12Х18Н10Е	≤ 75	—	35	
15Х28				03Х18Н11	50		20	40
20Х13Н4Г9	65	—	40	03Х18Н12ВИ	40	—	40	
09Х15Н8Ю				08Х18Н12Т	52			35
07Х16Н6	≤ 120	—	20	08Х18Н12Б	54	25	40	
08Х17Н5М3				03Х21Н21М4ГБ	55		25	
				10Х23Н18	52		35	
20Х20Н14С2	60	—	40	20Х25Н20С2	50	—	35	
08Х22Н6Т	65	—	20	12Х25Н16Г7АР	100	—	35(30)*	
12Х21Н5Т	70	45	18					
08Х21Н6М2Т	60	—	22					
20Х23Н13	55	—	35	06ХН28МТ	—	—	35	
15Х18Н12С4ТЮ	73	35	30					
10Х11Н20Т2Р	≤ 75 (60)**	—	35 (10)**					

* При температуре испытания 700° С.
** При температуре испытания 900° С.

В указанных обозначениях цифры с индексами 1, 2а, 3б, 4г и др. обозначают группы отделки поверхности (определение которых приведено в ГОСТ 5582—75), несколько отличающиеся от типовых оценок по ГОСТ 16523—70*.

Жесть и подделочная сталь

Сталь тонколистовая подделочная. Сортамент установлен ГОСТ 8075—56**. Толщина от 0,25 до 2,0 мм. Размеры листов: 510×710, 510×1420, 670×1420, 710×1420, 750×1500, 600×2000, 710×2000, 750×2000, 900×1500, 900×1800, 900×2000, 1000×1500, 1000×1800, 1000×2000, 1000×2500, 1250×2500, 1400×2000, 1400×2500, 1400×3000, 1500×2000 и 1500×3000. Допускаемые отклонения по ширине +5 мм, по длине +10 мм. Допускается поставка стали в рулонах.

Сталь тонколистовая кровельная (ГОСТ 17715—72) горяче- и холоднокатаная низкоуглеродистая поставляется в отожженном состоянии в дресированном или недресированном виде толщиной 0,35—0,8 мм, шириной 510—1000 мм и длиной 710—2000 мм по ГОСТ 8075—56** путем раскрытия листов 710×1420, 750×1500, 1000×2000 мм. По состоянию поверхности (по количеству допускаемых дефектов) сталь подразделяется на две группы — СТК-1 и СТК-2 и предназначается для производства тонколистовой оцинкованной стали и покрытия крыш, изготовления хозяйственной посуды и других изделий, не требующих штамповки вытяжкой.

Жесть черная горячекатаная (ГОСТ 1127—72) отожженная дресспированная в листах (512×712 мм) выпускается двух марок. ГЧЖ-1 — нормальной вытяжки с поверхностью, пригодной для нанесения защитных металлических и неметаллических покрытий. Применяется для изготовления жестяной тары. ГЧЖ-2 — горячекатаная черная жесть для изготовления изделий общего назначения.

Жесть готовится из малоуглеродистой кипящей стали с содержанием, % (не более): С 0,17; Mn 0,5; Si 0,03; S 0,05, P 0,09.

Номера жести и нормы испытания на глубину сферической лунки приведены в табл. 24.

24. Жесть черная

№ жести	Толщина, мм	Глубина лунки, мм, не менее		№ жести	Толщина, мм	Глубина лунки, не менее	
		ГЧЖ-1	ГЧЖ-2			ГЧЖ-1	ГЧЖ-2
25	0,25	5,5	4,5	40	0,40	6,7	5,7
28	0,28	5,7	4,7	45	0,45	6,8	5,8
32	0,32	6,0	5,0	50	0,50	7,0	6,0
36	0,36	6,3	5,3				

Жесть черная холоднокатаная (ГОСТ 18178—72) готовится из стали марок: 08кп, 08пс и 10кп по ГОСТ 1050—74* и поставляется отожженной дресспированной в листах 712×512 мм (или по согласованию сторон других размеров) и рулонах, шириной полос: 137, 158, 170, 175, 180, 221, 239, 252, 300, 512, 712, 724 и 1000 мм. В зависимости от назначения, состояния поверхности и свойств металла жесть готовится трех марок: ЧЖ-1 (черная жесть холоднокатаная) — глубокой вытяжки, нормальной твердости (не более 56 HR30T) с поверхностью, пригодной для нанесения металлических и неметаллических покрытий и лакопечатания. Применяется для изготовления цельноштампованной и сборной тары и других изделий с глубокой вытяжкой. ЧЖ-2 — нормальной вытяжки, повышенной твердости (54—68 HR30T) с той же поверхностью, для сборной тары. ЧЖ-3 — для изготовления изделий общего назначения.

Жесть всех марок выпускается под номерами, характеризующими среднюю толщину листа. Свойства жести приведены в табл. 25.

25. Номера, марки и свойства черной холоднокатаной жести

№ жести	Толщина, мм			Глубина лунки, мм		
	Номинальная	Допуск		ЧЖ-1	ЧЖ-3	ЧЖ-2
		ЧЖ-1, ЧЖ-2	ЧЖ-3			
18	0,18		± 0,02	6,2	4,4	4,4—6,2
20	0,20	+0,01 -0,02	+0,02	6,4	4,6	4,6—6,4
22	0,22		-0,03	6,7	4,9	4,7—6,7
25	0,25			7,0	5,2	5,2—7,0
28	0,28		± 0,03	7,4	5,4	5,4—7,4
32	0,32		+0,03 -0,04	7,7	5,7	5,7—7,7
36	0,36		± 0,02	8,0	6,2	6,2—8,0
40	0,40		± 0,04	8,5	8,0	8,0—8,5

Лента стальная

К стальной ленте относят тонколистовую сталь шириной менее 500 мм в отличие от рулонной, которая выпускается по ширине более 500 мм. По способу производства лента подразделяется на горяче- и холоднокатаную, получаемую на лентопрокатных станах, путем разрезания рулонной стали на более узкие полосы (резаная лента) и путем плющения проволоки (плющенная лента). Значительная масса горячекатаной ленты идет для производства сварных труб и гнутых профилей.

26. Лента стальная

Название и назначение	Толщина	Ширина	ГОСТ	
	мм		Марка стали	ТУ
Углеродистая обычного качества общего назначения, горячекатаная	1,2—5,0	20—200	380—71*	6009—74
Низкоуглеродистая холоднокатаная для штамповки, изготовления сварных труб, порошковой проволоки и т. п.	0,05—3,6	4—325	380—71* 1050—74*	503—71
Пружинная холоднокатаная термообработанная	0,05—1,3	5—100	1050—74* 1435—69	21996—76
Углеродистая холоднокатаная для холодной штамповки и других целей (резаная)	0,5—3,2	100—500	380—71* 1050—74*	19851—74
Углеродистая качественная холоднокатаная общего назначения	0,1—3,0	4—300	1050—74*	2284—79
Углеродистая качественная плющенная из проволоки	0,1—5,0	0,5—12,0	1050—74* 1435—74	10234—77
Углеродистая плющенная для втулок приводных роликовых и втулочных цепей	0,76—1,05	4,8—11,0	1050—74* 4543—71*	3832—73
Железоникелевая холоднокатаная с высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой	0,20 и 0,35	30—250	10994—74*	5,1164—71
Коррозионно- и жаростойкая высоколегированная холоднокатаная	0,05—2,0	20—600	5632—72** 4986—70*	4986—79
Инструментальная и пружинная холоднокатаная для пружин, измерительных лент, лезвий к безопасным бритвам и т. п.	0,08—3,0	4—240	1050—74* 1435—74 5950—73 14959—69	2283—69
Низкоуглеродистая холоднокатаная для упаковки	0,2—1,8	15—50	380—71* 1050—74*	3560—73
Из прецизионных сплавов с заданным коэффициентом теплового расширения	0,02—2,5	—	10994—74* 14080—78	14080—78
Инструментальная и пружинная для упругих деталей машин	0,1—1,0	16—80	1050—74* 1435—74	19039—73

Лента представляет собой удобный полуфабрикат для изготовления массовых штампованных изделий и в качестве конструктивных элементов в маши-

нах и приборах. В табл. 26 приведены справочные данные о наиболее широко применяемых стальных лентах. Данные о лентах из цветных металлов и сплавов приведены в их описаниях.

ТРУБЫ

Трубы используются в основном для перемещения в них жидкостей и газов, а также в качестве конструктивных профилей, которые сочетают небольшую массу со значительным сопротивлением изгибу и кручению.

Трубы подразделяются: по материалу — на стальные, из цветных металлов и сплавов и из неметаллических материалов (преимущественно полимерных и керамических), а также комбинированные (биметаллические, металлопластывые, металлокерамические); по форме — на круглые и фасонные.

Испытание труб

Гидравлическое испытание труб производится для проверки прочности и плотности материала труб и сварных швов. Испытательное (пробное) давление P (кгс/мм² или МПа) определяется по формуле $P = \frac{200sR}{D_{вн}}$, где s — минимальная толщина стенки трубы, мм; $D_{вн}$ — внутренний диаметр ($D_{вн} = D_{нар} - 2s$); R — допускаемое напряжение металла на растяжение, кгс/мм². Более подробные условия гидравлического испытания установлены ГОСТ 3845—75.

Испытание труб на сплющивание (ГОСТ 8695—75) заключается в сплющивании отрезка или специально подготовленного конца трубы параллельными плоскостями до заданного расстояния H (мм) между ними.

Испытание труб (диаметром до 144 мм) на загиб на 90° — по ГОСТ 3728—78. Критерием служит уменьшение диаметра в любом месте изгиба на величину не более 15% от начального без разрушения металла трубы.

Испытание труб на бортование (ГОСТ 8693—58*) заключается в отбортовке на 90° на специальной оправке конца трубы до образования фланца заданного диаметра без разрушения металла трубы.

Испытание труб на раздачу (ГОСТ 8694—75) состоит в расширении конца трубы диаметром D_0 конической оправкой с углами конусности 6, 12, 30, 45, 60, 90 и 120° до заданного диаметра (D_k) с оценкой величины раздачи (%) по формуле $x = \frac{D_k - D_0}{D_0} \cdot 100$.

Испытание труб на раздачу кольца конусом (ГОСТ 11706—78) производится на образцах (обрезках трубы длиной 10—16 мм) на испытательных машинах или прессах путем раздачи конической оправкой с конусностью 1:10 или 1:5 на заданную величину.

Ультразвуковая дефектоскопия труб производится по ГОСТ 17410—78.

Испытание труб крутящим моментом (ГОСТ 12501—67) осуществляется на испытательных машинах для кручения для определения моментов предела упругости, предела пропорциональности, пределов текучести (условного и физического) и предельного крутящего момента.

Испытание труб на растяжение (ГОСТ 10006—73) производится на трубах или образцах (профильных или поперечных) на испытательных машинах для определения предела прочности на растяжение при температуре 20 ± 1 °С. Испытания при повышенных (до 700°С) температурах производятся по ГОСТ 19040—73.

Теоретическая масса 1 пог. м трубы определяется по формуле $e = 0,0246615 s(D_n - s)$, где e — масса 1 пог. м, кг; s — толщина стенки трубы, мм; D_n — наружный диаметр трубы, мм. Приведенная формула соответствует плотности стали, равной 7,85 г/см³ (7851 кг/м³), т. е. характерной для многих марок углеродистой и других сталей. Для определения массы 1 пог. м из легированных сталей и сплавов и других материалов пользуются переводными коэффици-

циентами, наиболее полно приведенными в работе [5]. Там же приведены массы труб всех диаметров.

Круглые трубы

Основной сортамент стальных круглых труб приведен в табл. 27 и труб из цветных металлов и сплавов — в табл. 28. Правила контроля, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения труб установлены стандартами.

Трубы фасонного профиля

Стальные профильные трубы изготавливаются горячекатаными, холоднокатаными, горячепрессованными и электросварными из стали марок по ГОСТ 380—71*, 1050—74* и 4543—71* по общим техническим требованиям, изложенным в ГОСТ 13663—68*, где установлены нормы гидравлического испытания фасонных труб применительно к их профилям. Там же приведены нормы механических свойств применяемых марок стали и условия приемки труб.

Сортамент стальных профильных труб определяется следующими профилями:

27. Трубы стальные круглые

Трубы	Наружный диаметр	Толщина стенки	Длина трубы, м	Нормативы по ГОСТ		
				Сортамент	ТУ	Марки стали
Малых размеров (капиллярные)	0,32—4,8	0,1—1,6	0,3—7,0	14162—69	14162—69	1659—74* 5632—72** 10994—74*
Прецизионные бесшовные: горячекатаные	25—325	2,5—50,0	4,0—12,0	9567—75	8731—74*	380—71* 1050—74*
	холодно- и тепलोдеформированные	5—710	0,2—32,0		1,0—11,5	8733—74*
Особотонностенные коррозионностойкие бесшовные калиброванные	4—120	0,2—1,0	1,0—8,0	10498—63*	10498—63*	10498—63* 5632—72**
Электросварные: прямошовные	8—1620	0,8—20,0	2,0—10,0	10704—76	10706—76	380—71* 1050—74*
	со спиральным швом	159—1420	3,5—14,0	10,9—12,0	8696—74*	8696—74*
холоднокатаные	5—110	0,5—5,0	1,5—9,0	—	8733—74*	—
Коррозионно-стойкие	8—102	1,0—4,0	1,5—8,0	11068—64*	11068—64*	5632—72** 11068—64*
для карданных валов	45—104*	1,6—5,0	0,475—8,5	—	—	1050—74*
Водогазопроводные: сварные	10,2—165	1,8—5,5	4,0—12,0	3262—75	3262—75	380—71* 1050—74*
	со Знаком качества	21,3—114	2,5—5,0	4,0—8,0	5.1124—71*	5.1124—71*
Коррозионно-стойкие бесшовные: горячедеформированные	57—325	3,5—32	1,5—10,0	9940—72*	9940—72*	5632—72** 9940—72*
	холодно- и тепलोдеформированные	5—250	0,2—22,0	1,5—9,0	9941—72*	9941—72*

Продолжение табл. 27

Трубы	Наружный диаметр	Толщина стенки	Длина трубы, м	Нормативы по ГОСТ		
				Сортамент	ТУ	Марки стали
	мм					
Бесшовные: высоко давления для топливопроводов дизелей	6—13	2,0—4,0	0,5—4,0	—	—	—
холоднодеформированные	5—250	0,3—24,0	1,5—12,5	8734—75	8733—74*	380—71*, 1050—74*, 4543—71*, 19282—73, 8731—74*
горячекатаные	25—820	2,5—75,0	4,0—12,5	8732—78	8731—74*	8731—74*
холоднодеформированные: для судостроения	17—60	2,0—3,75	1,5—9,0	1060—76	1060—76	1050—74
для масло- и топливопроводов	4—70	0,5—3,0	1,5—7,0	19277—73*	19277—73*	4543—71*, 5632—72**, 19277—73*
для нефтехимии и нефтепереработки	19—219	1,5—25,0	7,5—12,2	550—75*, 8732—78, 8734—75	550—75*	1050—74*, 4543—71*, 20072—74, 550—75*
паропроводные горячедеформированные для судостроения	114—426	8732—70 9667—75	4,0—12,5	8732—78 9667—75	5654—76	1050—74*
коррозионно-стойкие холоднодеформированные для котлов	10—60	2,0—7,0	—	5.2056—73*	5.2056—73*	5.2056—73*
Сварные магистральные	159—820	3—14	10—12	20295—74*	20295—74*	20295—74*
Конструкционные холодно- и теплодеформированные из углеродистых и легированных сталей	См. сортаментные стандарты			8734—75 9567—75	21729—76	1050—74*, 4543—71*, 11268—76, 21729—76
Электросварные и бесшовные для мотовозопромышленности	6—102	0,8—7,5	1,5—9,0	12132—66*	12132—66*	380—71*, 1050—74*, 4543—71*

* Внутренний диаметр.

8. Сортамент круглых труб из цветных металлов и сплавов

Трубы	Наружный диаметр		Толщина стенки		Длина труб, м	ГОСТ	
	Диапазон размеров, мм	Число размеров	Диапазон размеров, мм	Число размеров		на трубы	на мате-риал труб
Конструкционные толстостенные прессованные из бронзы БрАЖМц-3-1,5 и БрАЖН10-4-4	42—300	42	5,0—80,0	20	0,5—4,0	1208—73	18175—73

Продолжение табл. 23

Трубы	Наружный диаметр		Толщина стенки		Длина труб, м	ГОСТ	
	Диапазон размеров, мм	Число размеров	Диапазон размеров, мм	Число размеров		на трубы	на мате-риал труб
Тонкостенные из никеля и никелевых сплавов	0,35—5,4	90	0,05—0,3	6	0,5 и более	13548—77	19241—73
Теплообменные латунные	10—50	28	0,8—3,0		1,5—12,0	21646—76	15527—70
Теплообменные из мельхиора МНЖМц30-1-1 (работающие в морской воде)		27	0,8—4,0	8	0,5—6,0	10092—75	492—73*
Медные тянутые и холоднокатаные	3—360	126	0,5—10,0	17	1,5—6,0	617—72	859—66
Медные прессованные	30—280	49	5,0—30,0	15	1,0—6,0		15527—70
Медные тянутые и холоднокатаные Медно-никелевые и холоднокатаные	25—168	47	2,0—13,5	35	1,0—4,5	17646—72*	859—78 17646—72*
Тянутые и прессованные из сплава МНЖ5-1	6—260	61	1,0—10,0	14	1,0—6,0	17217—71*	17217—71*
Тянутые, холоднокатаные и прессованные из бескислородной меди М06	75—300	21	22,5—72,5	11	0,5—6,0	15040—77	859—78
Медные и латунные тянутые тонкостенные	1,5—28,0	48	0,15—0,7		1,0—3,0	11383—75	859—78 15527—70
Прессованные из магниевых сплавов	16—50	20	1,5—3,0	4	2,0—4,0	19441—74	14957—76
Конструкционные бесшовные из сплавов на основе титана	83—480	27	6,0—65,0	60	1,5—6,0	21945—76	21945—76
Прессованные свинцовые	15—170	100	2,5—10,0	10	Не менее 1,8	167—69	3778—74
Манометрические из бронзы БрОФ4-0,25 и латуни Л163	8—22	3	0,2—1,6	19	1,0—3,0	2622—75	5017—74 15327—70
Радиаторные	4—11 4,0	8 1	0,15 и 0,2 0,1	2 1	— 0,256	529—78 529—78	529—78 529—78
Радиаторные со Знаком качества	4, 5, 7 и 8	4	0,15 и 0,2	2	0,15—4	529—78	15527—70
Латунные общего назначения (тянутые, холоднокатаные и прессованные)	3—195	—	0,5—42	—	1,0—6,0	494—76	15527—70

Квадратные трубы (ГОСТ 8639—68) — с наружными размерами сторон квадрата 10—180 мм при толщине стенок 1,0—14,0 мм.

Прямоугольные трубы (ГОСТ 8645—68) — с наружными размерами 10×15—100×230 мм при толщине стенок 0,8—12,0 мм.

Овальные трубы (ГОСТ 8642—68) — с размерами 3×6—32×90 мм со стенками толщиной 0,5—2,5 мм.

Плоскоовальные трубы (ГОСТ 8644—68) — размером 6×3—90×32 мм.

Ребристые трубы (двухребристые) (ГОСТ 13667—68) — типа А с наружным диаметром трубы 38, 40 и 42 мм и типа Б — с теми же диаметрами, а также 50 мм.

Многорреберные трубы (ГОСТ 13666—68) — восьмireберные диаметр трубы 48 мм и ребра 28 мм.

Рифленые трубы (ГОСТ 13665—68) в зависимости от формы подразделяется на типы: А — с наружным диаметром (по рифлям) 50 мм (внутренний диаметр 31 мм) и Б — с наружным диаметром 80 мм (внутренний диаметр 52 мм).

Трубы с внутренними шлицами (ГОСТ 13668—68) — диаметром 42 и 57 мм при наименьшем сечении стенки 4 и 4,5 мм.

Звездообразные трубы (ГОСТ 13664—68) — шестиконечные, размер «под ключ» 12, 16, 20 и 25 мм. Технические условия — по ГОСТ 13663—68*.

Манометрические трубы (ГОСТ 2622—75) — овальные (8×3—30×40 мм) и плоскоовальные (5×3 до 20×6 мм) из бронзы БрОФ4-0,25 и латуни Л63.

Радиаторные плоскоовальные трубы (ГОСТ 2936—75) имеют размеры 2,5×17—3×21,5 мм, изготавливаются из латуни Л96.

Радиаторные трубки (ГОСТ 529—78) круглые выпускаются номеров: 4, 5, 7, 8 и 10, шестигранные: 4 и 7, где цифра соответствует наружному диаметру круглой трубы или диаметру описанной окружности шестигранной в мм. Полутрубки (трапецидального сечения) имеют номера: 4, 4/1, 5, 5/1, 7, 7/1, где цифра примерно соответствует основанию пирамиды. Толщина стенок в пределах 0,1—0,2 мм. Трубки изготавливаются из медно-цинкового сплава марки Л96 с временным сопротивлением 40—60 кгс/мм².

По техническим ведомственным условиям выпускается разнообразная номенклатура фасонных труб из цветных металлов и сплавов [6].

ПРЕССОВАННЫЕ ПРОФИЛИ

Прессованные профили получают выдавливанием металла заготовки из контейнера через очко матрицы. Метод прессования, и в особенности гидропрессования, позволяет путем смены матриц получать большое разнообразие профилей, зачастую весьма сложных, при одновременном повышении свойств металла благодаря его уплотнению, в особенности при гидростатическом всестороннем обжатии. Наиболее распространено прессование цветных металлов, и лишь в последнее время оно начинает применяться для прессования стали и сплавов.

Сортамент, размеры и точность прессованных круглых, квадратных и шестигранных прутков из тяжелых цветных металлов (ГОСТ 1945—79) приведены в табл. 29.

Данные об алюминиевых прессованных прутках приведены в разделе «Алюминий и его сплавы» (см. с. 139).

Нормативные данные о прессованных прутках из магниевых сплавов установлены ГОСТ 18351—73, из бронзовых — ГОСТ 1628—73, из латунных — ГОСТ 2060—73*.

Фасонные прессованные профили из алюминиевых сплавов поставляются по ГОСТ 8617—75* и сортаментным ГОСТ 13616—78 — ГОСТ 13624—68, 13737—68, 13738—68, 17575—72, 17576—72, а также по согласованным чертежам.

29. Сортамент, размеры и точность прессованных прутков из тяжелых цветных металлов

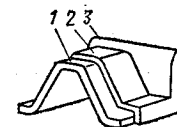
Диаметры (мм) круглых или размер стороны квадратных или «под ключ» шестигранных прутков	Точность		
	высокая	повышенная	нормальная
10	-0,36	-0,58	—
11,0; 12,0; 14,0; 16,0; 17,0; 18,0	-0,43	-0,70	-1,1
20,0; 21,0; 22,0; 24,0; 25,0; 27,0; 28,0; 30,0	-0,52	-0,84	-1,3
32,0; 35,0; 36,0; 38,0; 40,0; 42,0; 45,0; 48,0; 50,0	-0,62	-1,00	-1,6
55,0; 60,0; 65,0; 70,0; 75,0; 80,0	—	-1,20	-1,9
85,0; 90,0; 95,0; 100,0; 110,0; 120,0	—	-1,40	-2,2
130,0; 140,0; 150,0; 160,0	—	—	-2,5

Профили прессованные из магниевых сплавов поставляются по ГОСТ 19657—74.

Прессованные профили могут быть весьма сложного замкнутого многоканального сечения, а также переменного сечения по длине с плавным изменением размеров или с периодическим изменением сечения (рис. 1). Кроме того,

Рис. 1. Прессованный профиль с законцовкой:

1 — основное сечение; 2 — переходное сечение; 3 — законцовка



они могут иметь «законцовку» (см. рис. 1). С законцовкой существуют профили с глухими кавалами. Поставка таких прессованных профилей осуществляется по специальным заказам.

ПРОФИЛИ ХОЛОДНОГНУТЫЕ СТАЛЬНЫЕ

Гнутые профили изготавливаются на профилегибочных станках из горячекатаной и холоднокатаной углеродистой обыкновенного качества, углеродистой качественной конструкционной и низколегированной стали. Механические свойства гнутых профилей соответствуют свойствам исходной стали.

Общие условия изготовления и поставки определяются ГОСТ 11474—76. Профили замкнутые сварные (ГОСТ 12336—66) изготавливают квадратного сечения с наружными размерами стороны квадрата 63—200 мм при толщине стенки 3—8 мм и прямоугольного сечения высотой 63—250 мм и шириной 32—180 мм при толщине стенок 2—16 мм.

Профили швеллерные равнополочные (ГОСТ 8278—75*) имеют высоту 32—380 мм при ширине полок 20—160 мм. При такой высоте изготавливаются швеллеры из стали $\sigma_b < 47$ кгс/мм² с несколькими исполнениями по ширине полок. Швеллеры из стали с $\sigma_b > 47$ кгс/мм² выпускаются в другом исполнении, немногим отличающемся от первого. Толщина исходного листа 15—6 мм.

Швеллеры неравнополочные (ГОСТ 8281—69*) выпускаются высотой 16—270 мм при ширине полок от 10 и 20 до 80 и 90 мм и их толщине 1,4—8 мм.

Корытные равнополочные профили (ГОСТ 8283—77) имеют высоту стенки профиля 20—240 мм, ширину профиля 10—350 мм, высоту полки 16—63 мм при толщине листа 2—6 мм.

С-образный профиль (ГОСТ 8282—76) изготавливается высотой 16—400 мм и шириной 10—160 мм при толщине листа 2—7 мм.

Профили угловые равнополочные (ГОСТ 19771—74*) выпускаются с шириной полки 25—160 мм при толщине 1,5—7 мм, а также профили угловые неравнополочные (ГОСТ 19772—74*) размерами 25×20—200×100 мм при толщине 1,5—8 мм. Следует учитывать несколько различное исполнение профилей по признаку прочности стали (σ_v выше или ниже 47 кгс/мм²).

Зетовые равнополочные профили (ГОСТ 13229—78) имеют высоту 10—250 мм и ширину полки 10—90 мм при толщине листа 1,2—6,0 мм.

Электромонтажные перфорированные профили изготавливаются на основе вышеуказанных гнутых профилей с крепежными отверстиями (перфорация) согласно ГОСТ 20804—75.

Профили перфорированные для сборно-разборных стеллажей (ГОСТ 21095—75) выпускаются трех номеров длиной 4—12 м из стали Ст3 (ГОСТ 380—71*). Конструкция — см. рис. 2, 3, 4. Размеры указаны в табл. 30.

30. Номера и размеры профилей для сборно-разборных стеллажей

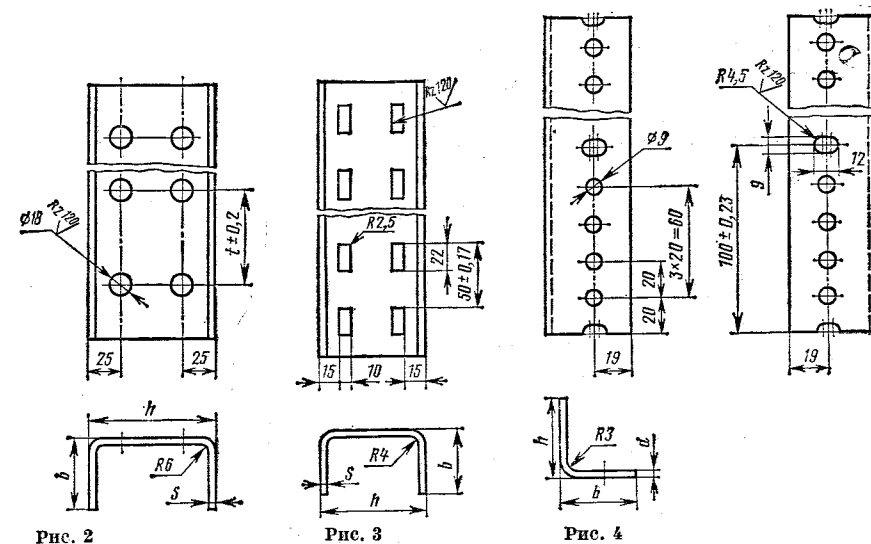
№ профиля (№ рис.)	Обозначение профиля	Размеры, мм				Масса 1 м, кг
		h	b	t	s	
1 (2)	1.01	80	50	50	4	4,90
	1.02	120				6,16
2 (3)	2.01	100	60	75	4	6,24
	2.02			100		6,28
	2.03		80	75	5	7,44
	2.04			100		7,48
	2.05			75	9,30	
	2.06			100	9,35	
3 (4)	3.01	45	45	20/100	2,5	1,50

Гофрированные профили (ГОСТ 10551—75) выпускаются 18 различных конфигураций, представляющих сочетание плоских участков гофр и «законцовок» с высотой гофр до 40 мм, из холоднокатаных листов толщиной 1—2 мм и горячекатаных листов толщиной 2—4 мм с нормированной шириной до 1310 мм.

Листы волнистые (ГОСТ 3685—71*) изготавливаются из листовой углеродистой стали обыкновенного качества марок БСт0—БСт3 (ГОСТ 380—71*) толщиной 1,0—1,8 мм (табл. 31, рис. 5). Ширина перекрытия A должна быть не менее 1/4 длины волны. Длина листов — по размеру исходного листа. Поставляются также в оцинкованном виде.

31. Размеры (мм) листовой волнистой стали

D + 15	C	H	A
835, 670 и 590	130	35	1,1 H
835 и 625	100	30	0,9 H



Листы с трапециевидным гофром (ГОСТ 9234—74) изготавливают из холодно- и горячекатаной листовой стали шириной (вдоль гофров) 900, 1000, 1050 и

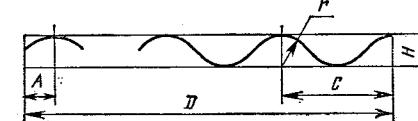


Рис. 5

1200 мм, толщиной 2, 3, 4, и 5 мм. Высота гофра 30, 50 и 60 мм при основании пирамиды 80 мм, расстояние между осями гофров 250, 300, 350, 400, 450 и 500 мм.

ФАСОННЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ ПРОФИЛИ

Фасонные горячекатаные профили поставляются по общим техническим требованиям (ГОСТ 535—79) из углеродистой стали по ГОСТ 380—71* и согласно ГОСТ 19284—73 из марок низколегированной стали по ГОСТ 19282—73 длиной до 13 м и более.

Виды профилей горячекатаной стали общего назначения, их сортаменты и размеры нормированы отдельными стандартами. Основные характеристики этих профилей — их название и номер, выражающий основной линейный размер поперечного сечения в сантиметрах.

Угловая равнополочная сталь (ГОСТ 8509—72) изготавливается с номерами профилей 2—25 с толщиной полок 3—30 мм.

Угловая неравнополочная сталь (ГОСТ 8510—72) выпускается с номерами профилей 2,5/1,6—25/16 и толщиной полок 3—20 мм.

Швеллеры (ГОСТ 8240—72) изготавливаются с номерами 5—40, шириной полки 32—115 мм и толщиной спинки 4,4—8 мм.

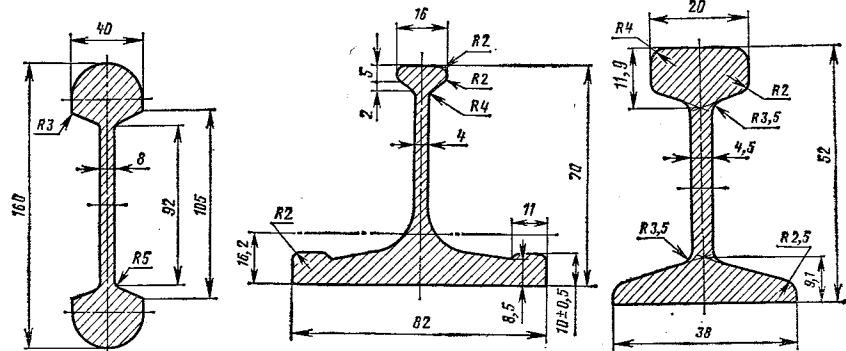


Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

Двутавровые балки (ГОСТ 8239—72*) выпускаются с номерами 10—60, шириной полки 55—190 мм и толщиной стенки 4,5—12 мм.

Балки двутавровые для подвесных путей имеют номера 18, 24, 30, 36 и 45 (ГОСТ 19425—74).

Рельсы для наземных и подвесных путей (ГОСТ 19240—73) выпускаются трех типов: двухголовый (рис. 6), тавровый (рис. 7) и рельс типа Р5 (рис. 8) соответственно массой 22, 84; 9,36 и 4,64 кг.

Профили горячекатаные стальные для авиастроения (ГОСТ 3710—68) изготовляют: 1) компактные — уголкового (восемь номеров), тавровые (20 номеров); 2) швеллерные (два номера). Материал — высококачественная сталь по ГОСТ 4543—71* со свойствами после термообработки по ГОСТ 3710—68* согласно табл. 32.

32. Механические свойства (не менее) профилей для авиастроения

Марка стали (ГОСТ 4543—75)	σ_B , кгс/мм ²	δ_s , %	σ_{H1} , кгс·м/см ²	
			на продольных образцах	на поперечных образцах
30ХГСА	165	9	6	
30ХГСА	110	10	5	2

Наряду с фасонными горячекатаными профилями общего назначения выпускают специальные профили, например профили, применяемые в вагоностроении (ГОСТ 5267.0—78—5267.15—78), судостроении (ГОСТ 9235—76, 5353—52**), тракторостроении, сельхозмашиностроении (ГОСТ 12492.0—72* — ГОСТ 12492.21—72) и т. д.

ГОРЯЧЕКАТАНАЯ СТАЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Изготовление проката переменного периодически повторяющегося профиля приводит к уменьшению расхода металла и объема обработки деталей резанием. По методу производства этот прокат подразделяется на два вида.

Сталь периодического профиля, получаемая путем горячей продольной прокатки, может быть по форме поперечного сечения круглой, овальной, квадратной, прямоугольной, двутавровой, швеллерной и др., а также комбинированной

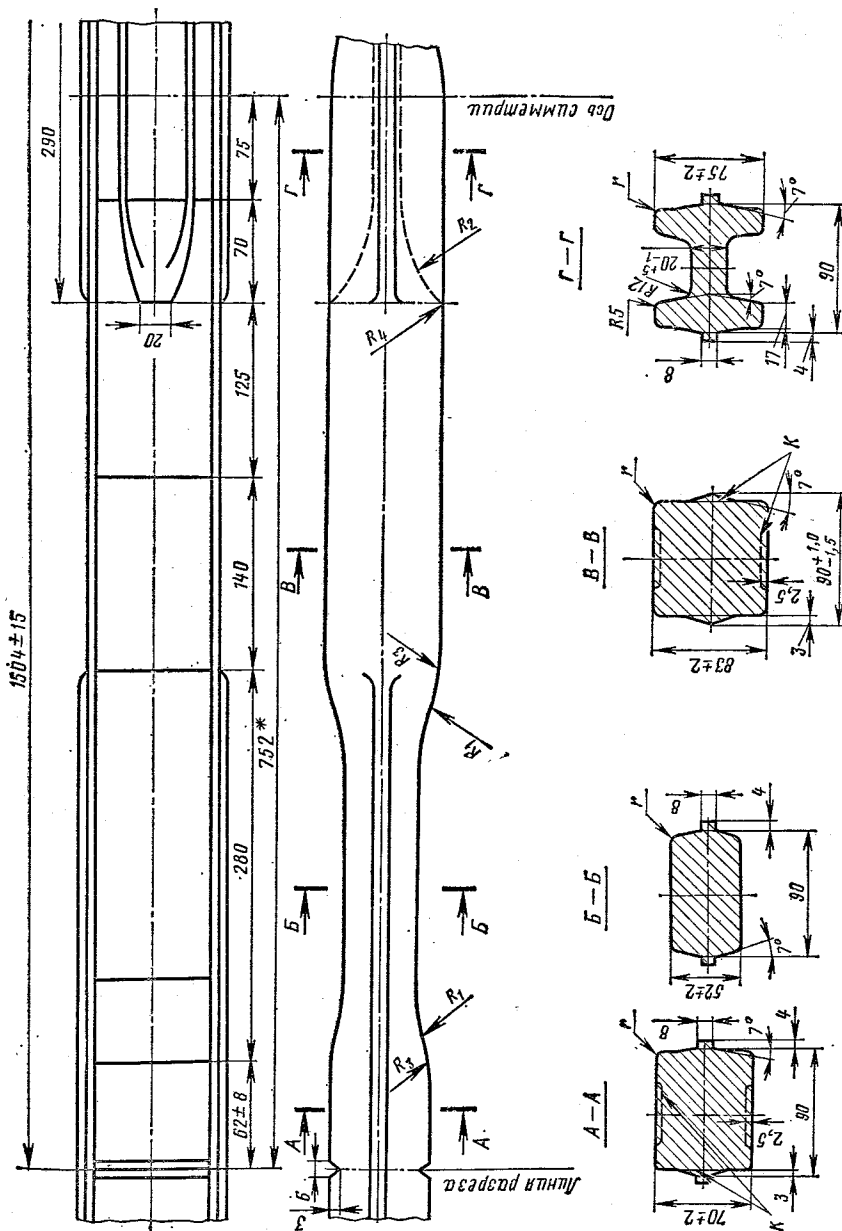


Рис. 9. Периодическая заготовка передней оси автомобиля ЗИЛ-130 (ГОСТ 8319.2—75): размер 752* — для справок

с периодическим чередованием сечений. Простейший представитель продукции, полученной продольной прокаткой, — сортовая профилированная сталь (ГОСТ 5781—75, 10884—74) для армирования железобетонных конструкций, для лемехов и других целей. К сложным относятся точные фасонные заготовки для коленчатых валов двигателей, всевозможные оси, валы и т. д. На рис. 9 изображен профиль периодической продольной прокатки для передней оси автомобиля ЗИЛ-130 (ГОСТ 8319.2—75), изготавливаемый из стали 45 массой 66,5 кг.

Периодические продольные горячекатаные профили, предназначенные в качестве заготовок для последующей горячей обработки давлением, изготавливаются по техническим условиям (ГОСТ 8319.0—75) из стали марок по ГОСТ 1050—74* и 4543—71* без последующей термообработки с $HV \leq 241$. Профили выпускаются в виде прутков длиной, равной длине одного или нескольких периодов, число которых указано в сортаментных стандартах или ТУ. Если длина прутка равна неполному числу периодов, прутки обрезают по разделительной метке, которая в виде выступа или впадины наносится на пруток в процессе прокатки. В ГОСТ 8319.1—75—8319.13—75 и ТУ приведены данные о различных периодических профилях, получаемых продольной прокаткой.

Сталь периодического профиля, получаемая путем горячей поперечно-винтовой прокатки, — круглая. ГОСТ 8320.0—73* установлены общие технические условия на поставку горячекатаных круглых периодических профилей сплошного сечения, изготавливаемых из сталей Ст5пс и Ст5сп всех групп и категорий по ГОСТ 380—71* и стали 45 по ГОСТ 1050—74*. В ГОСТ 8320.1—73—ГОСТ 8320.13—73 стандартизованы: семь профилей для валов электродвигателей, два профиля — для валов конвейеров, четыре профиля для осей и валов трактора, осей вагонов узкой железнодорожной колеи и другие профили, которые могут служить образцом для согласованного заказа горячекатаных периодических профилей, получаемых методом поперечно-винтовой прокатки.

БИМЕТАЛЛЫ

Биметаллическими изделиями называют листы, ленты, трубы и другие изделия, состоящие из двух, а иногда из трех («триметаллы») слоев разнородных металлов, которые образуют изделия с более широким комплексом полезных свойств. В частности, белая жечь является примером сочетания прочности и пластичности малоуглеродистой стали с коррозионной стойкостью олова.

Соединение слоев металла осуществляется плакированием, т. е. прокаткой пакета карт, нагретых до сварочной температуры, или предварительно отлитых биметаллических слитков, или заготовок, соединенных при помощи электрошлаковой сварки или сварки взрывом, или диффузионной сварки в вакууме. Широко применяется плакирование алюминиевых сплавов (алюклед) чистым алюминием, молибдена — никелем для защиты и повышения обрабатываемости и т. д. Биметаллы получают также электролитическим, химическим способами, а также горячим лужением, цинкованием и т. д. Сочетание пар некоторых металлов (сплавов) создает новые физические свойства, например, у термобиметаллов (с. 77), термонар (с. 116—159).

Биметалл 1 и 3 (ГОСТ 806—78 и 807—78) — полосы толщиной 0,8—3,2 мм, шириной 116—159 и длиной 750—2000 мм, плакированные с обеих сторон.

Белая жечь горячего лужения (ГОСТ 17718—72*) изготавливается из горячекатаной жести ГЖЧ-1 (ГОСТ 1127—72) двух марок: ГГЖК — горячекатаная горячелуженная жечь консервная и ГГЖР — то же, разного назначения. Выпускается листами 512×712 мм и по согласию — других размеров. В зависимости от толщины оловянного покрытия подразделяется на два класса: I — с толщиной покрытия на каждой стороне листа 2,06—2,68 мкм и массой олова на двух сторонах 30—39 г на 1 м²; II — с толщиной покрытия 1,72—1,99 мкм и массой олова 25—29 г на 1 м². Изготавливается номеров: 25, 28, 32, 36, 40, 45 и 50 с испытанием на глубину лунки: для марки ГГЖК — 5,5—7,0 мм (в зависимости от номера) и для ГГЖР — 4,5—6,0 мм.

Белая жечь горячего лужения (ГОСТ 15580—70*) изготавливается из холоднокатаной жести ЧЖ-1 и ЧЖ-2 (ГОСТ 18178—72) двух марок: ГЖК — горячелуженная консервная, ГЖР — горячелуженная разного назначения. Существует две степени твердости: А — нормальная (из ЧЖ-1); для изготовления цельноштампованной тары и других изделий глубокой вытяжки; Б — повышенная (из ЧЖ-2) для сборной тары и других изделий с нормальной вытяжкой. Жечь поставляют листами 512×712 мм и в рулонах шириной 137, 158, 170, 175, 180, 221, 239 и 321 мм. По толщине оловянного покрытия жечь делится на два класса: I — 1,92—2,67 мкм (28—38 г/м²) и II — 1,58—1,91 мкм (23—27 г/м²). Выпускается номеров: 20, 22, 25, 28, 32 и 36 с испытанием на глубину лунки: для жести нормальной твердости (А) — 6,2—8,0 мм в зависимости от толщины, для жести повышенной твердости (Б) — 4,6—8,0 мм.

Белая жечь электролитического лужения (ГОСТ 13345—67*) изготавливается из горячекатаной черной жести из стали 08кп холодной прокаткой. Выпускается двух марок: ЭЖК — электролуженная жечь консервная и ЭЖР — то же, разного назначения. В зависимости от толщины и общей массы оловянного покрытия жечь делится на три класса: I — толщина (на каждой стороне) 1,15 мкм и масса 16,8 г на 1 м²; II — толщина 0,77 мкм и масса 11,9 г на 1 м²; III — толщина 0,40 мкм и масса 5,9 г на 1 м². Листы изготавливаются шириной 712 мм, длиной 512, 632, 648, 723, 780 мм, рулоны шириной 221, 239, 252, 300, 321 и 712 мм. Выпускается номеров 20, 22, 25, 28, 32 и 36 с испытанием на глубину лунки 6,2—8,0 мм в зависимости от толщины листа.

Сталь тонколистовая оцинкованная (ГОСТ 7418—78) изготавливается путем оцинкования листовой декарированной (ГОСТ 16523—70*) и кровельной (ГОСТ 17745—72) стали; применяется для поделочных работ и покрытия крыш. Толщина цинкового покрытия не меньше 0,02 мм. По состоянию поверхности подразделяется на 1, 2 и 3-й сорта.

Сталь тонколистовая оцинкованная непрерывных линий (ГОСТ 14918—69) изготавливается трех групп: А — для штамповки деталей из сталей 08кп, 10кп (ГОСТ 1050—74*), БСт1кп (ГОСТ 380—71*) с подразделением на листы весьма глубокой (ВГ), глубокой (Г) и нормальной (Н) вытяжки; Б — для холодного профилирования из сталей БСт3и и БСт3кп (ГОСТ 380—71*); В — общего назначения (марка стали устанавливается заводом-изготовителем без указания ее в заказе). В зависимости от толщины покрытия сталь подразделяется на два класса: 1) толщиной 0,02—0,05 мм и 2) толщиной 0,01—0,02 мм. Соответственно масса покрытия с двух сторон 285—712 и 142—285 г на 1 м². Поставляется в листах или рулонах для изготовления штампованных и других изделий, тары и покрытия крыш.

Коррозионно-стойкая двухслойная листовая сталь (ГОСТ 10885—75*) изготавливается горячей совместной пакетной прокаткой основного слоя из углеродистой или низколегированной стали и плакирующего слоя из коррозионно-стойких сплавов, никеля и монель-металла общей толщиной, мм: 4 и 5 (при толщине коррозионно-стойкого слоя 1,0—1,5); 6 и 7 (1,5—2,0); 8, 9, 10, 11, 12 и 14 (2,0—3,0); 16, 18 и 20 (2,5—3,5); 22, 24, 26 (3,0—4,0); 28 и 30 (3,5—5,0); 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 53, 55 и 60 (4,0—6,0). При общих толщинах более 60 мм толщина защитного слоя устанавливается по согласованию сторон. Размеры листов — по ГОСТ 9903—61. Рекомендуемые сочетания основного и защитного слоев в табл. 33 отмечены знаком «+»; в других случаях требуется дополнительное соглашение.

Марки стали — по ГОСТ 380—71*, 1050—74*, 5520—69*, 19282—73, 5632—72** и 492—73*. Химический состав сталей 10ХГСН1Д, 12ХМ и 1Х2М1 должен соответствовать нормам ГОСТ 10885—75*.

Износостойкая двухслойная горячекатаная фасонная полоса для лемехов (ГОСТ 15891—70). В качестве основного слоя служит углеродная сталь и слоя повышенной твердости — сталь 6Ф1 (ГОСТ 15891—70) следующего химического состава, %: С 1,4—1,7; Mn не более 0,5; Si 0,7; Cr 5,5—7,0; V 0,8—1,2; S и P не более 0,03 каждого.

Износостойкая трехслойная горячекатаная листовая и широкополосная полоса (ГОСТ 6765—75) предназначена для изготовления отвалов плугов и дру-

гих подобных почвообрабатывающих инструментов. Средний (мягкий) слой — из стали БСт2 (ГОСТ 380—71*) всех степеней раскисления, наружные (твердые) слои — из стали 60 (ГОСТ 1050—74*) или сталей 55 и 65 (тот же ГОСТ) с твердостью после закалки $HRC \geq 56$.

33. Рекомендуемые сочетания основного и защитного слоев двухслойной листовой стали

Марка стали лакирующего слоя	Марка стали основного слоя										
	ВСт3сп	10	20К	09Г2	16ГС	09Г2С	10ХСНД	10ХГСНД	12МХ	12ХМ	1Х2М1
08Х13	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
08Х17Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
15Х25Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
08Х18Н10Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
12Х18Н10Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
03Х18Н11	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
10Х17Н13М2Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
10Х17Н13М3Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
08Х17Н16М3Т	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
06ХН28МДТ	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
03Х16Н15М3	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
ХН65МВ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Н70МФ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ХН78Т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Монель	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
НМЖМц28-2,5-1,5	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Никель НП-2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Трубы биметаллические (ГОСТ 10192—62) бесшовные холоднокатаные и холоднотянутые с основным наружным слоем из сталей 10 или 20 и внутренним слоем — из меди М3 при толщине стенок 1,5—10 мм. Наружный диаметр труб 6—370 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биметаллический прокат / П. Ф. Засуха, В. Д. Корщиков, О. Б. Бухвалов, А. А. Ершов. М., Металлургия, 1970.
2. Букштейн М. А. Производство и использование стальных канатов. Изд. 2-е, М., Металлургия, 1978.
3. Матвеев Ю. М., Вяткин Ю. А., Крючевский Е. М. Сварные трубы. Справочник. Изд. 2-е, М., Металлургия, 1972.
4. Новые гнутые профили. Каталог Минчермета СССР / Под ред. В. Н. Ширина. М., Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований черной металлургии, 1978.
5. Новые горячекатаные сортовые и фасонные профили проката. Каталог Минчермета СССР / Под ред. В. Н. Ширина. М., Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований черной металлургии, 1978.
6. Розов Н. В. Производство труб. Справочник. М., Металлургия, 1974.
7. Цветные металлы и сплавы / М. Б. Таубкин, С. А. Цукерман, Д. Г. Карпачев и др. Справочник. Т. 1. Круглый прокат. М., Металлургия, 1975.
8. Цветные металлы и сплавы / М. Б. Таубкин, С. А. Цукерман, Д. Г. Карпачев и др. Справочник. Т. 2. Плоский прокат. М., Металлургия, 1975.

IV ЗАГОТОВКИ

ШИХТОВЫЕ МЕТАЛЛЫ

Шихтовыми металлами сталелитейных и чугунолитейных цехов машиностроительных заводов являются металлургический лом и отходы, чушковый чугун и ферросплавы.

Металлургический лом. Вторичные черные металлы, предназначенные для использования в качестве металлургической шихты при выплавке стали и литейного чугуна и других целей, согласно ГОСТ 2787—75 подразделяются: 1) по содержанию углерода — на два класса: а) стальной лом и отходы и б) чугунный лом и отходы; 2) по наличию легирующих элементов на две категории: А — углеродистые, Б — легированные; по показателям качества — на 28 видов; по содержанию легирующих элементов — на 67 групп. В соответствии с этой классификацией в ГОСТ 2787—75 разработаны шифры для всех видов лома.

Коксовый литейный чушковый чугун используется в качестве шихтового металла при производстве чугуновых отливок. Выпускается семи марок, химический состав которых приведен в табл. 1. Чугун каждой марки в зависимости от содержания Mn (%) подразделяется на три группы: I — не более 0,5; II — 0,51—0,90; III — 0,91—1,50; в зависимости от содержания P (%) — на пять классов: А — не более 0,08; Б — 0,081—0,12; В — 0,13—0,3; Г — 0,31—0,7; Д — 0,71—1,2; в зависимости от содержания S (%) — на пять категорий: I — не более 0,02; 2 — 0,03; 3 — 0,04; 4 — 0,05; 5 — 0,06 (для ЛК1, ЛК2 и ЛК3 не нормируется).

1. Марки и химический состав (%) литейного коксового чугуна

Марка	C	Si	Маркировка чушек (полосы)
ЛК1	3,5—4,0	3,21—3,6	Две желтые
ЛК2	3,6—4,1	2,81—3,2	Одна зеленая
ЛК3	3,7—4,2	2,41—2,8	Одна красная
ЛК4	3,8—4,3	2,01—2,4	Одна коричневая
ЛК5	3,9—4,4	1,61—2,0	Одна черная
ЛК6	4,0—4,5	1,21—1,6	Одна белая
ЛК7	4,1—4,6	0,81—1,2	Одна фиолетовая

Коксовый передельный чугун (ГОСТ 805—69) предназначен для передела (переплава) в сталь или для производства чугуновых отливок. В зависимости от назначения выпускается трех видов (табл. 2). Чугун каждой марки в зависимости от содержания Mn, P и S подразделяется на группы, классы и категории. Чугун с государственным Знаком качества выпускается трех марок по ГОСТ 5.1534—72* (см. табл. 2).

Чугун литейный специальный [2] поставляется марок: КК (коксовый), КД1 и КД2 (древесноугольный) — для отливок ковкого чугуна; ВК1 и ВК2 (коксовый) и ВД1 и ВД2 (древесноугольный) — для валков прокатных станков; 4К — для отливок железнодорожных колес с отбеленным ободом; ЛКА — для авиационной промышленности. Марки и химический состав приведены в табл. 3.

2. Марки, группы, классы, категории и химический состав (%) передельного коксового чугуна

Марка	Si	Группа по содержанию Mn	Класс по содержанию P	Категория по содержанию S	Маркировка чушек (полосы)
<i>Передельный коксовый</i>					
M1	0,91—1,30	I ($\leq 0,50$)	A ($\leq 0,15$)	I ($\leq 0,02$)	Белая и фиолетовая
M2	0,51—0,90	II (0,51—1,0)	B ($\leq 0,20$)	II ($\leq 0,03$)	Белая и зеленая
M3	$\leq 0,50$	III (1,01—1,5)	V ($\leq 0,30$)	IV ($\leq 0,06$)	Белая и синяя
B1	0,91—1,40	0,3—0,7	A ($\leq 0,06$)	III ($\leq 0,04$)	Желтая
B2	$\leq 0,90$		B ($\leq 0,07$)	IV ($\leq 0,06$)	Синяя
<i>Передельный коксовый фосфористый*</i>					
MФ1	0,91—1,30	I ($\leq 1,0$)	A ($\leq 1,0$)	I ($\leq 0,05$)	Черная и красная
MФ2	0,51—0,90	II ($\leq 1,5$)	B ($\leq 1,5$)	II ($\leq 0,07$)	Черная и зеленая
MФ3	$\leq 0,50$	III ($\leq 2,0$)	B ($\leq 2,0$)		Черная и синяя
<i>Передельный коксовый высококачественный</i>					
ПВК1	0,91—1,30	I ($\leq 0,50$)	A ($\leq 0,02$)	I ($\leq 0,015$)	Белая и красная
ПВК2	0,51—0,90	II (0,51—1,0)	B ($\leq 0,03$)	II ($\leq 0,020$)	Белая и коричневая
ПВК3	$\leq 0,50$	III (1,01—1,5)	B ($\leq 0,04$)	III ($\leq 0,025$)	Белая и черная
<i>Передельный коксовый с государственным Знаком качества</i>					
M1	0,91—1,30	I ($\leq 0,50$)	A ($\leq 0,10$)	I ($\leq 0,015$)	Красная
M2	0,51—0,90	II (0,51—1,0)			Зеленая
M3	$\leq 0,50$	III (1,01—1,5)	B ($\leq 0,15$)	III ($\leq 0,035$)	Голубая
		IV (1,51—2,0)		IV ($\leq 0,050$)	

* Для фосфористого чугуна по содержанию As (%) установлены три степени: I — не более 0,1; II — 0,15; III — 0,2.

3. Марки и химический состав (%) специального литейного чугуна

Марка	Si	Mn	P	S	Cr
			Не более		
КК	1,00—1,50	0,2—0,6	0,10		
КД1	0,71—1,50	0,1—0,4	0,15	0,03	0,04
КД2	0,15—0,70	0,1—0,3			
ВК1	0,50—1,00	0,2—0,6	0,40	0,06	
ВК2	0,10—0,50				
ВД1	0,81—1,30	0,2—0,8			
ВД2	0,30—0,80				
4К	0,50—1,00	0,5—1,0	0,20—0,35	0,07	0,10
ЛКА	2,76—3,75	0,5—0,9	0,60—0,90	0,025	—

Древесноугольный литейный чугун. Марки и химический состав приведены в табл. 4.

Природно-легированные чугуны выплаваются из руд, содержащих окислы легирующих элементов, которые в процессе доменной выплавки восстанавливаются. Их марки и химический состав приведены в работе [2].

4. Марки и химический состав (%) древесноугольного чугуна

Марка	Si	Mn	P	S
			Не более	
ЛД1	2,26—2,75	0,7—1,2	0,3	0,02
ЛД2	1,76—2,25	0,5—1,0		0,03
ЛД3	1,25—1,75			

Ферросплавы. Легирующие компоненты (Mn, Co, W, Mo и др.) по условиям технологии ведения плавочного процесса вводятся в виде промежуточного сплава их с железом, несущего названия: ферромарганец, ферротитан, феррованадий и т. д. Описание ферросплавов приведено непосредственно за описанием основного элемента; например, ферровольфрам описывается вслед за вольфрамом и т. д. в разделе «Цветные металлы и сплавы». Там же см. и чистые металлы, применяемые для раскисления (Al, Si и др.), придания нужной структуры (Al, Ce, PЗМ и др.).

ТОЧНОСТЬ ОТЛИВОК

Точность отливок определяется точностью размеров, чистотой литой поверхности и точностью массы при соблюдении качества и сплошности литого металла.

Точность литья в песчаные формы дифференцируется в зависимости от степени совершенства литейной технологии на три класса точности: I — массовое производство, II — серийное и III — единичное. В ГОСТ 1855—55 приведены допускаемые отклонения для чугунных, а в ГОСТ 2009—55 — для стальных отливок применительно к их габаритам. Там же приведены данные о точности по массе чугунных и стальных отливок. Отклонение фактической массы отливки от ее теоретического значения косвенно свидетельствует о снижении точности размеров отливки, в первую очередь вследствие увеличения толщины стенок. Допускаемые отклонения последних нормированы ГОСТ 1855—55 и ГОСТ 2009—55. Сводная таблица по точности чугунных и стальных отливок приведена в работе [2]. Допуски на отливки из цветных и специальных сплавов, сталей и чугунов устанавливаются ведомственными нормами.

ЧУГУННЫЕ ОТЛИВКИ

Чугун — железный нековкий сплав с содержанием, %: С — более 2; примесей Mn, Si, S до 0,08; P до 2,5. Обладает высокими литейными свойствами, определившими его основное использование в качестве конструкционного материала. Хорошо и производительно обрабатывается резанием, образуя высококачественную поверхность для узлов трения и неподвижных соединений. Благодаря значительным усовершенствованиям в технологии производства чугунные отливки (высокопрочный чугун) по показателям качества успешно конкурируют со стальным литьем и даже ковальной сталью, вытесняя их в областях благоприятного использования.

Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412—70) характеризуются тем, что большая часть углерода находится в форме свободно выделенного графита, в результате чего определяется серый цвет излома отливок. Марки чугуна приведены в табл. 5.

Отливки из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ГОСТ 7293—70) получают обработкой расплавленного чугуна магнием или другими специальными присадками. Химический состав чугуна в отливках не является

5. Марки и механические свойства (не менее) отливок серого чугуна

Марка	Предел прочности, кгс/мм ²		Стрела прогиба (мм) при расстоянии между опорами, мм		НВ
	при растяжении	при изгибе	600	300	
СЧ 00	—	—	—	—	—
СЧ 12-23	12	23	6	2	143—229
СЧ 15-32	15	32	8	2,5	163—229
СЧ 18-36	18	36			170—229
СЧ 21-40	21	40	9	3	170—241
СЧ 24-44	24	44			187—255
СЧ 28-48	28	48			197—269
СЧ 32-52	32	52			207—269
СЧ 36-56	36	56	10	3,5	229—289
СЧ 40-60	40	60			
СЧ 44-64	44	64			

браковочным признаком за исключением случаев, оговоренных в ТУ. Марки чугуна определяются механическими свойствами в соответствии с нормами, приведенными в табл. 6.

Отливки из ковкого чугуна — отливки из белого чугуна, подвергнутые термической обработке для придания необходимых свойств и получения структуры после отжига, состоящей из феррита и перлита в различных соотношениях и углерода отжига. Механические свойства ковкого чугуна приведены в табл. 7.

6. Марки и механические свойства (не менее) высокопрочного чугуна

Марка	σ_B		δ_5 , %	α_{H^2} кгс · м/см ²	НВ
	кгс/мм ²				
ВЧ 38-17	38	24	7	6,0	140—170
ВЧ 42-12	42	28	12	4,0	140—200
ВЧ 45-5	45	33	5	3,0	160—220
ВЧ 50-2	50	38	2	2,0	180—260
ВЧ 60-2		40			200—280
ВЧ 70-3	70	50	3	3,0	229—275
ВЧ 80-3	80				220—300
ВЧ 100-4	100	70	4	3,0	302—369
ВЧ 120-4	120	90			302—369

Антифрикционный чугун (ГОСТ 1585—70*) подразделяется на марки в зависимости от формы включения графита и марки чугуна.

Пластинчатая форма графита:

- АЧС-1 — перлитный серый чугун, легированный хромом и медью;
- АЧС-2 — то же, дополнительно легированный никелем и титаном;
- АЧС-3 — перлитноферритный серый чугун, легированный титаном и медью;
- АЧС-4 — перлитный серый чугун, легированный сурьмой;
- АЧС-5 — аустенитный серый чугун, легированный марганцем и алюминием;
- АЧС-6 — перлитно-пористый серый чугун, легированный свинцом и фосфором.

Шаровидная форма графита:

АЧВ-1 — высокопрочный перлитный чугун;

АЧВ-2 — высокопрочный перлитноферритный чугун.

Хлопьевидная форма графита:

АЧК-1 — перлитный ковкий чугун, легированный медью;

АЧК-2 — ферритно-перлитный и перлитноферритный ковкий чугун.

7. Механические свойства (не менее) ковкого чугуна

Марка	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	НВ, не более
КЧ 30-6	30	6	163
КЧ 33-8	33	8	
КЧ 35-10	35	10	
КЧ 37-12	37	12	
КЧ 45-6	45	6	241
КЧ 50-4	50	4	
КЧ 56-4	56	4	269
КЧ 60-3	60	3	
КЧ 63-2	63	2	

В ГОСТ 1585—70* приведены нормы легирования, структуры составляющих и технология производства антифрикционного чугуна, а также эксплуатационные режимы нагружения, которые помещены в разделе «Подшипниковые и тормозные материалы» (см. с. 217).

Отливки из жаростойкого чугуна (ГОСТ 7769—75) предназначены для работы при высоких температурах. Обладают достаточной жаростойкостью — способностью оказывать сопротивление окислению [не более 0,5 г/(м² · ч)] и росту отливки (не более 0,2%) при температуре эксплуатации. Марки и свойства приведены в табл. 8.

8. Марки и свойства (не менее) отливок из жаростойкого чугуна

Марка	σ_{H^2} кгс/мм ²	Стрела прогиба, мм (l = 300 мм)	НВ, кгс/мм ²	σ_B (кгс/мм ²) при температуре, °С				Эксплуатационная жаростойкость в воздушной среде, ч (не более)		
				20	500	600	800			
ЖЧХ	36	2,5	207—286	18	20	15	3	500		
ЖЧХ2	32			15						
ЖЧХ3	32			17					650	
ЖЧХ16	70	3,0	400—450	35	45	30	9	900		
ЖЧХ30	50	2,0	364—550	30	40		10	1100		
ЖЧС5	30			140—300	15	12	10	2	700	
ЖЧС5Ш	—	—	228—300	30	45	39	4	700		
ЖЧЮ2ХШ	60	3,0	187—364	40	35	24	8	650		
ЖЧЮ7Х2	18	1,5	240—286	—	30	23	3	750		
ЖЧЮ6С5	24	1,0	240—300	12	12	10	2	800		
ЖЧЮ22		2,0	140—286					8	4	1000
ЖЧЮ22Ш		40	241—364					30	25	28
ЖЧЮ30	35	2,5	364—550	20	—	—	—			

Примерные области применения и условия эксплуатации отливок из жаростойкого чугуна различных марок описаны далее.

ЖЧХ отличается повышенной коррозионной стойкостью в газовой, воздушной, щелочной средах, в условиях трения и износа. Жаростойкий в воздушной среде до 500°С. Применение: холодильные плиты доменных печей, колосники агломерационных машин, детали коксохимических установок, сероуглеродистые реторты, детали газовых двигателей и компрессоров, горелки, козлы, стеклоформы, выхлопные коллекторы дизелей.

ЖЧХ2 — то же, но жаростойкий в воздушной среде до 600°С. Применение: колосники и балки горна агломерационных машин, детали контактных аппаратов химического оборудования, решетки трубчатых печей нефтеперерабатывающих заводов, детали турбокомпрессоров, детали стекломашин.

ЖЧХ3 — то же, но жаростойкой в воздушной среде до 650°С. Применение: детали термических печей, электролизеров, колосники, детали стекломашин, облицовочные плиты тушильных вагонов.

ЖЧХ16 — жаростойкий в воздушной среде до 900°С, износостойкий при нормальной и повышенной температурах, устойчивый против воздействия неорганических кислот большой концентрации. Применение: арматура химического машиностроения, печная арматура, детали цементных печей.

ЖЧХ30 — кислотостойкий, жаростойкий в воздушной среде до 1100°С, устойчивый в сернистых средах против абразивного износа. Высокопрочный при нормальной и повышенной температурах. Применение: гребки и зубья печей обжига сернистых руд, сопла песко- и дробеметных аппаратов, детали защитного кожуха алюминиевых электролизеров, детали химической аппаратуры, работающие в цинковом расплаве.

ЖЧС5 — жаростойкий в топочных газах и воздушной среде до 700°С. Применение: колосники, бронеплиты для печей отжига цементной промышленности, сероуглеродные реторты.

ЖЧС5Ш — то же, но жаростойкий в воздушной среде до 700°С. Применение: топочная арматура котлов, дистанционирующие детали пароперегревателей котлов, газовые сопла, подовые плиты термических печей (см. стр. 124).

9. Марки и свойства коррозионно-стойкого и жаропрочного чугуна

Марка	$\sigma_{и'}$ кгс/мм ²	Стрела прогиба, мм ($l = 300$ мм)	$\sigma_{в'}$ кгс/мм ²	δ , %	НВ, не более
	Не менее				
ЧНХТ	44,0	3,0	24,0	—	286
ЧН1ХМД	70,0	4,2	30,0	—	
ЧН1МШ	—	—	50,0	1,5	260
ЧН2Х	—	—	32,0	—	
ЧН11Г7Х2Ш	—	—	40,0	4,0	255
ЧН15Д3ХШ	—	—	35,0	4,0	
ЧН15Д7Х2	36,0	25,0	18,0	1,5	200
ЧН19Х3	—	—	—	—	
ЧН19Х3Ш	—	—	40,0	5,0	255
ЧН19С4ХШ	—	—	—	2,0	
ЧН20Д2ХШ	—	—	50,0	25,0	170
ЧХ22	—	3,0	30,0	—	
ЧХ28	55,0	6,0	35,0	—	340
ЧХ34	60,0	5,0	40,0	—	
ЧС13	22,0	1,5	10,0	—	363
ЧС15	17,0	1,2	6,0	—	
ЧС17	—	—	4,0	—	400
ЧС15М4	14,0	1,0	6,0	—	
ЧС17М3	10,0	0,5	—	—	460

10. Характерные свойства, условия эксплуатации и область применения отливок из коррозионно-стойкого и жаропрочного чугуна

Марка	Характерные свойства и условия эксплуатации	Область применения
ЧНХТ	Высокие механические свойства, сопротивление износу и коррозионная стойкость в слабощелочных и газовых (продукты сгорания топлива, технический кислород) средах и водных растворах	Маслоты поршневых колец, седла и направляющие втулки клапанов дизелей и газокомпрессоров. Детали сглаживающих прессов и размольных мельниц бумагоделательных машин
ЧН1ХМД		Блоки и головки цилиндров, выхлопные патрубки двигателей внутреннего сгорания и турбин. Поршни и гильзы цилиндров тепловозных и судовых дизелей, детали кислородных и газовых мотокомпрессоров, детали бумагоделательных машин
ЧН2Х		Зубчатые колеса, цилиндры двигателей, абразивные диски, проссели, холодильные цилиндры и валы бумагоделательных машин
ЧН1МШ	Повышенные механические свойства и термостойкость при эксплуатации до 500°С	Крышки цилиндров дизелей, головки поршней, маслоты поршневых колец, холодильные цилиндры и валы бумагоделательных машин
ЧН15Д3ХШ, ЧН15Д7Х2, ЧН19Х3, ЧН19С4ХШ	Высокая коррозионная и эрозивная стойкость в щелочах, слабых растворах кислот, серной кислоте любой концентрации при температуре не более 50°С, в морской воде, в среде перегретого водяного пара. Высокий коэффициент термического расширения, может быть парамагнитным при низком содержании хрома	Насосы, вентили и другие детали химической и нефтеперерабатывающей промышленности и арматуры. Немагнитные литые детали электротехнической промышленности. Вставки гильз цилиндров, головки поршней, седла, направляющие втулки клапанов и выхлопные коллекторы двигателей внутреннего сгорания
ЧН19Х3Ш, ЧН11Г7Х2Ш	То же, жаропрочность при температуре до 600°С	Выпускные коллекторы, клапанные направляющие, корпуса турбоагрегатов в газовых турбинах, головки поршней, корпуса насосов, вентили и немагнитные детали
ЧН20Д2ХШ	Высокие механические свойства при температуре до —110°С. Высокая ударная вязкость (не менее 4 кгс-м/см ²), может быть пластически деформирован в холодном состоянии	Насосы и другие детали нефтедобывающей и перерабатывающей промышленности, детали топливной арматуры
ЧХ22	Повышенная коррозионная стойкость в газовых средах до 1000°С в условиях трения, высокая кислотостойкость и сопротивление межкристаллитной коррозии	Детали, не подвергающиеся действию постоянных и переменных нагрузок. Детали аппаратуры для концентрированной азотной и фосфорной кислот, печная арматура и т. д.
ЧХ28, ЧХ34	Высокая коррозионная стойкость в растворах (азотной, серной, фосфорной, соляной, уксусной, молочной и др.) щелочей и солей (азотнокислом аммония, сульфате аммония, хлорной извести, хлорном железе, селитре), в газах, содержащих серу или SO ₂ . Жаростойкость до 1100—1150°С, высокое сопротивление абразивному износу. Высокая стойкость в цинковом расплаве	Детали, работающие при небольших механических нагрузках в среде SO ₂ и SO ₃ , в щелочах высокой концентрации, азотной кислоте, растворах солей при температуре до 1000°С. Детали центробежных насосов, печная арматура, реторты для цементации, сопла горелок, цилиндры, корпуса золотников, гребки печей обжига колчедана и т. д. Сопла для пескоструйных аппаратов и другие детали, подверженные абразивному истиранию. Детали пищевой аппаратуры
ЧС13, ЧС15, ЧС17	Высокая коррозионная стойкость при температуре до 200°С, воздействию концентрированных и разбавленных кислот, растворов щелочей и солей, кроме фтористоводородной кислоты и фтористых соединений. Не допускаются резко переменные, а также ударные нагрузки и перепад температур	Простые по конфигурации детали центробежных и поршневых насосов, компрессоров и трубопроводной арматуры, трубы и фасонные детали для трубопроводов и теплообменников и другие детали химической аппаратуры

Продолжение табл. 10

Марка	Характерные свойства и условия эксплуатации	Область применения
ЧС15М4, ЧС17М3	Особовысокая коррозионная стойкость в серной, азотной, соляной кислотах разной концентрации и температуры, водных растворах щелочей и солей при местном перепаде температур в теле литой детали до 30 °С при отсутствии динамических, а также переменных и пульсирующих нагрузок	То же

ЖЧЮ2ХШ — жаростойкий в воздушной среде до 650°С, высокопрочный. Применение: пресс-формы для стекольных изделий, детали печного оборудования, ролики чистовых клетей листопркатных станков.

ЖЧЮ7Х2 — жаростойкий в воздушной среде до 750°С, стойкий против истирания. Применяется для деталей печной арматуры.

ЖЧЮ6С5 — жаростойкий в воздушной среде до 800°С, коррозионно-стойкий в среде, содержащей соединения серы. Стоек к резким сменам температуры. Применение: отливки, работающие при температурах до 800°С.

ЖЧЮ22 — жаростойкий в среде, содержащей серу, пары воды. В воздушной среде жаростойкий до 1000°С. Применение: детали арматуры котлов, дистанционирующие детали пароперегревателей котлов, детали обжиговых колчеданных печей, нагревательных кольцевых печей, колосники агломерационных машин.

ЖЧЮ30 — жаростойкий в воздушной среде до 1100°С, стойкий против износа. Применяется для деталей печей обжига колчедана.

Отливки из коррозионно-стойкого и жаропрочного чугуна. Марки, химический состав и свойства (табл. 9) коррозионно-стойкого и жаропрочного чугуна установлены ГОСТ 11849—76.

Приведенные в табл. 9 марки коррозионно-стойкого и жаропрочного чугуна включают марки, ранее выпускаемые по ГОСТ 11849—66 (семь марок), ГОСТ 11849—76 (две марки ферросилида и одну марку антихлора), ГОСТ 2176—67 (две марки 75Х28Л и 185Х34Л под новым названием 4Х28 и 4Х34), и новые марки. Предназначены для изготовления деталей широкой номенклатуры, работающих в различных агрессивных средах и повышенных температурах согласно рекомендациям ГОСТ 11849—76 (табл. 10).

Прутки сварочные (ГОСТ 2674—70), предназначенные для электрической и газовой сварки серого чугуна, выпускаются пяти марок. Краткие сведения о них приведены в разделе «Сварочная проволока и электроды».

Дробь чугунная и стальная (ГОСТ 11964—65*) — для дробеструйной очистки отливок, поковок и других изделий. Выпускается марок: ДЧЛ (чугунная литая) с номерами 05; 05К; 08К; 1; 1,5; 1,5К; 2; 2К; 2,5; 2,5К; 3; 3К; 3,5; 5 и 6 и НРС 50—62; ДЧК (чугунная колотая) и ДСК (стальная колотая) с номерами 01; 02; 03; 03К; 05; 05К; 08; 08К; 1; 1,5; 1,5К; 2; 2К; 2,5; 2,5К; 3 и 3,5 и НРС 50—62 (термообработанная); ДСП (стальная рубленая из проволоки) с номерами 08; 1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 и 4 и НРС 54—62.

СТАЛЬНЫЕ ОТЛИВКИ

Стальные отливки в зависимости от условий работы литых деталей и вида контроля подразделяются (ГОСТ 977—75*) на три группы, которые указываются в чертежах.

I. Отливки общего назначения — для деталей, конфигурация и размеры которых определяются только конструктивными и технологическими соображениями. Контролируются по внешнему виду, размерам и химическому составу.

II. Отливки ответственного назначения — для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при статических и циклических нагрузках. Контролируются по внешнему виду, размерам, химическому составу и механическим свойствам (δ , σ_B или σ_T).

III. Отливки особого ответственного назначения — для деталей, рассчитываемых на прочность и работающих при динамических нагрузках. Контролируются по внешнему виду, размерам, химическому составу и механическим свойствам (δ , a_n , σ_B или σ_T).

Отливки из конструкционной нелегированной и легированной стали (ГОСТ 977—75*). В зависимости от химического состава сталь отливок подразделяется на 30 марок (ГОСТ 977—75*). Нелегированная сталь (первые 9 марок) по содержанию серы и фосфора подразделяется на три группы (табл. 11). Механические свойства стали, прошедшей нормализацию (или нормализацию с отпуском) или закалку с отпуском по режимам, приведенным в ГОСТ 977—75*, приведены в табл. 12.

11. Содержание, % (не более) серы и фосфора в литейной углеродистой стали и способы выплавки

Группа отливок	S в стали			P в стали		
	основной	кислой	конверторной	основной	кислой	конверторной
I	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08
II	0,045		0,05	0,04		0,07
III		—	—			

12. Марки и свойства (не менее) литейной нелегированной и легированной стали после нормализации или нормализации с отпуском

Марка	σ_T	σ_B	δ_4 , %	ψ , %	a_n , кгс·м/см ²
	кгс/мм ²				
<i>Нелегированная (углеродистая) сталь</i>					
15Л	20	40	24	35	5,0
20Л	22	42	22		
25Л	24 (30)	45 (50)	19 (22)	30 (33)	4,0 (3,5)
30Л	26 (30)	48 (50)	17 (17)	30 (30)	3,5 (3,5)
35Л	28 (35)	50 (55)	15 (16)	25 (20)	3,5 (3,0)
40Л	30 (35)	53 (55)	14 (14)		
45Л	32 (40)	55 (60)	12 (10)	20 (20)	3,0 (2,5)
50Л	34 (40)	58 (75)	11 (14)		
55Л	35 (47)	60 (86)	10 (15)	18 (20)	2,5 (2,5)

Продолжение табл. 12.

Марка	σ_T		σ_B	$\delta_4, \%$	$\psi, \%$	$a_H, \text{ кгс} \cdot \text{м/см}^2$
	кгс/мм ²					
<i>Легированная сталь</i>						
20ГЛ 20ФЛ	30	55	18	25 35	5,0	
35ГЛ	30 (35)	55 (60)	12 (14)	20 (30)	3,0 (5,0)	
20Г1ФЛ 08ГДНФЛ	35	55 45	17 18	25 30	5,0	
30ХГСФЛ	40 (60)	60 (80)	15 (14)	25 (25)	3,5 (4,5)	
30ГСЛ 35ХГСЛ 13ХНДФЛ	35 (40) 35 (60) 40	60 (65) 60 (80) 50	14 (14) 14 (10) 18	25 (30) 25 (20) 30	3,0 (5,0) 3,0 (4,0) 5,0	
20ДХЛ 35ХМЛ 45ФЛ	40 (55) 40 (50)	50 (65) 60 (70)	12 (12)	30 (30) 20 (25) 20 (20)	3,0 (4,0) 3,0 (3,5)	
12ДН2ФЛ 30ХНМЛ 12ДХН1МФЛ	55 (65) 65	65 (80) 70 (80) 80	12 (10) 12	20 (25) 20 (20) 20	3,0 (4,0) 3,0	
32Х06Л 40ХЛ 20ХГСНДМЛ	— (45) 50	— (65)	— (10) — (12)	(20) (25) (20)	(5,0) (4,0)	
35НГМЛ 23ХГС2МФЛ 25Х2ГФЛ	(60) (110) (120)	(75) (130) (140)	(6) (5)	(25) (25)	(4,0)	

Примечание. В скобках приведены данные после закалки с отпуском.

Отливки из высоколегированной стали (ГОСТ 2176—77) — со специальными свойствами: коррозионно-стойкостью, жаростойкостью (окалиностойкостью), жаропрочностью и износостойкостью. Марки стали (табл. 13) подразделены по структурным классам; механические свойства определяются на отдельно отлитых и термообработанных по условиям ГОСТ 2176—77 образцах. Сплавы 75Х28Л и 185Х34Л (ферритного класса), обладающие высокой износостойкостью, кислотостойкостью и жаростойкостью (до 1100°С) нормируются по ГОСТ 11849—76.

Отливки из хладостойкой и износостойкой стали. В зависимости от химического состава (ГОСТ 21357—75) сталь отливок подразделяется на 15 марок, свойства которых после термической обработки приведены в табл. 14. Буква «С» в конце названия марки означает, что отливки из стали данной марки предназначены для эксплуатации при температурах до —60°С.

13. Механические свойства (не менее) отливок из высоколегированной стали

Класс стали	Марка стали	$\sigma_T, \text{ Па}$ (кгс/мм ²)	$\sigma_B, \text{ Па}$ (кгс/мм ²)	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$	$a_H, \text{ кДж/м}^2$ (кгс·м/см ²)
Мартенситный	20Х5МЛ; 20Х5ТЛ; 20Х8ВЛ	40·10 ⁷ (40)	60·10 ⁷ (60)	16	30	400 (4,0)
	20Х13Л	45·10 ⁷ (45)	60·10 ⁷ (60)	16	40	400 (4,0)
	10Х14НДЛ	45·10 ⁷ (45)	60·10 ⁷ (60)	15	40	600 (3,0)
	09Х16Н4ВЛ	80·10 ⁷ (80)	95·10 ⁷ (95)	10	—	400 (4,0)
	09Х18Н4ВЛ	90·10 ⁷ (90)	115·10 ⁷ (115)	8	—	250 (2,5)
	09Х17Н3СЛ	75·10 ⁷ (75)	100·10 ⁷ (100)	8	15	200 (2,0)
		75·10 ⁷ (75)	95·10 ⁷ (95)	8	20	250 (2,5)
		63·10 ⁷ (63)	85·10 ⁷ (85)	6	10	—
	40Х9С2Л		Не нормируется			
	10Х12НДЛ 20Х12ВНМФЛ	45·10 ⁷ (45) 50·10 ⁷ (50)	65·10 ⁷ (65) 60·10 ⁷ (60)	14 15	30 30	300 (3,0) 300 (3,0)
Мартенсито-ферритный	15Х13Л	40·10 ⁷ (40)	55·10 ⁷ (55)	16	45	500 (5,0)
Ферритный	15Х25ТЛ	28·10 ⁷ (28)	45·10 ⁷ (45)	—	—	—
Аустенито-мартенситный	08Х14Н7МЛ 14Х18Н4Г4Л	70·10 ⁷ (70) 25·10 ⁷ (25)	10·10 ⁷ (100) 45·10 ⁷ (45)	10 25	25 35	300 (3,0) 1000 (10,0)
	Аустенито-ферритный	12Х25Н3ТМФЛ	40·10 ⁷ (40)	55·10 ⁷ (55)	12	40
35Х23Н7СЛ		25·10 ⁷ (25)	55·10 ⁷ (55)	12	—	—
40Х24Н12СЛ		25·10 ⁷ (25)	50·10 ⁷ (50)	20	28	—
20Х20Н14С2Л		25·10 ⁷ (25)	50·10 ⁷ (50)	20	25	—
16Х18Н12С4ТЮЛ		25·10 ⁷ (25)	50·10 ⁷ (50)	15	30	280 (2,8)
10Х18Н3Г3Д2Л		50·10 ⁷ (50)	70·10 ⁷ (70)	12	25	300 (3,0)
Аустенитный	07Х18Н9Л; 10Х18Н9Л	18·10 ⁷ (18)	45·10 ⁷ (45)	25	35	1000 (10,0)
	12Х18Н9ТЛ	20·10 ⁷ (20)	45·10 ⁷ (45)	25	32	600 (6,0)
	10Х18Н14ВЛ	20·10 ⁷ (20)	45·10 ⁷ (45)	25	35	600 (6,0)
	12Х18Н12М3ТЛ	22·10 ⁷ (22)	45·10 ⁷ (45)	25	30	600 (6,0)
	55Х18Г14С2ТЛ	—	65·10 ⁷ (65)	6	—	150 (1,5)
	15Х23Н18Л	30·10 ⁷ (30)	55·10 ⁷ (55)	25	30	1000 (10,0)
	20Х25Н19С2Л	25·10 ⁷ (25)	50·10 ⁷ (50)	25	28	—
	18Х25Н19СЛ	25·10 ⁷ (25)	50·10 ⁷ (50)	25	28	—
	45Х17Г13Н3ЮЛ	—	50·10 ⁷ (50)	10	18	1000 (10,0)
	15Х18Н22В6М2Л	20·10 ⁷ (20)	50·10 ⁷ (50)	5	—	—
	08Х17Н34В5Т3Ю2Л	70·10 ⁷ (70)	80·10 ⁷ (80)	3	3	—
	20Х21Н46В8Л	—	45·10 ⁷ (45)	6	8	300 (3,0)
	35Х18Н24С2Л	30·10 ⁷ (30)	56·10 ⁷ (56)	20	25	—
	31Х19Н9МВБТЛ	30·10 ⁷ (35)	55·10 ⁷ (70)	12	—	300 (3,0)
	12Х18Н12ВЛ	20·10 ⁷ (20)	40·10 ⁷ (40)	13	18	200 (2,0)
	10Х17Н10Г4МВЛ	20·10 ⁷ (20)	40·10 ⁷ (40)	15	25	400 (4,0)
	120Г13Х25Л	48·10 ⁷ (48)	75·10 ⁷ (75)	20	30	1800 (18,0)
	130Г14ХМФАЛ	45·10 ⁷ (45)	90·10 ⁷ (90)	50	40	2500 (25,0)

Примечание. Механические свойства стали 110Г13Л устанавливаются по соглашению изготовителя с потребителем.

14. Марки и механические свойства (не менее) хладостойкой и износостойкой стали для отливок

Марка	Температура термобработки, °C	σ_T	σ_B	δ	ψ	σ_H , кгс·м/см ² , при температуре, °C		НВ
		кгс/мм ²				%		
						+20	-60	
15ЛС	Н 910—930 О 670—690	24	45	28	40	9,0	5,0	109—136
25МЛС	Н 880—900 О 610—630 З 870—890	25	50	20	30	6,0	3,0	124—187
35МЛС	О 610—630 Н 860—880 О 600—630	30	52	16	27	5,5	3,0	131—207 137—217
	З 860—880 О 600—630							
20ГЛС	Н 880—900 О 600—650	35	60	22		8,0	4,0	143—187
35ГМЛС	Н 880—900 О 600—650			14	25	6,0	3,0	—
30ХМЛС	З 850—860 О 600—650 З 890—910	40	65	18	36	8,0	3,5	—
	О 620—660	50	70		25	8,5	5,0	170—229
40ХНЛС	З 850—860 О 570—600	55	75	14	30	8,0	4,5	—
20ГСФЛС	Н 930—970 О 600—650	35	55	22		8,5	5,0	143—187
30ХНМЛС	Н 860—880 О 600—650	60	70		20	6,0	3,5	205—250
	З 860—870 О 600—650	70	85	12	25	8,0	5,0	217—269
35ХГСМЛС	Н 870—890 О 570—600	40	65	16	30	6,0	3,0	163—240
	З 870—880 О 630—670	65	85	12	25	8,0	5,0	217—269
13ХНДФЛС	Н 920—960 О 530—560	45	55	22	35	9,0	5,5	143—187
12ДХНФМЛС	Н 900—930 О 520—630	70	85	14	25	5,0	3,0	217—269
	З 890—910 О 520—630	90	110	12		6,0		285—321
25Х2Г2ФЛС	З 910—930 О 280—300	125	145	7	30	4,0	3,0	400—474
110Г13МЛС	З 1050—1100	40	80	20		20,0	10,0	190—225
10Х18Н9МЛС	З 1050—1100	20	46	25	35	10,0	5,0	190—220

Обозначения: Н — нормализация; О — отпуск; З — закалка.

СТАЛЬНАЯ КУЗНЕЧНАЯ ЗАГОТОВКА

Крупные поковки куются непосредственно из слитков. В основном кузнечная заготовка для свободнойковки, штамповки и других процессов горячей обработки давлением поставляется в виде горячекатаного квадратного прутка размером 40—250 мм (ГОСТ 4693—77) и квадратной обжатой болванки размером 140—450 мм.

Заготовки поставляются нормальной (немерной) длины: при стороне квадрата 40—100 мм — длиной 3—9 м; при 105—150 мм — 2—8 м; свыше 150 от 160 до 200 мм — 2—6 м; 210—250 мм — 1,5—4 м и из качественной стали до 200 мм — 1—6 м; свыше 200 мм — 1—4 м. Поставки заготовок мерной (или крат-

45. Группы поковок и штампов по видам испытаний

Группа поковок	Вид испытаний	Условия комплектования партии	Сдаточные характеристики	Порядок испытаний	
				на твердость	механических свойств
I	Без испытаний	Поковки стали одной марки	I	I	Испытывается 5% от партии, но не менее 5 шт.
II	Определение твердости	Поковки стали одной марки, прошедшие термообработку	I	I	Испытывается 5% от партии, но не менее 5 шт.
III	Определение твердости	Поковки стали одной марки, прошедшие термообработку по одинаковому режиму	Твердость	I	Испытывается как-д для поковки
IV	1. Испытание на растяжение 2. Определение ударной вязкости 3. Определение твердости	Поковки стали одной марки совместно прошедшие термообработку	I	I	Испытывается как-д для поковки
V	1. Испытание на растяжение 2. Определение ударной вязкости 3. Определение твердости	Принимается индивидуально каждая поковка			Испытывается как-д для поковки

ной мерной) длины должны оговариваться при заказе. Технические требования на поставку заготовок из низколегированной и высоколегированной, качественной и высококачественной стали определяются ГОСТ 11880—78. Болванка и заготовка не должны иметь расслоений. На поверхности не должно быть плен, рванин, неметаллических включений, закатов, продольных и поперечных трещин и т. д.

ПОКОВКИ И ШТАМПОВКИ СТАЛЬНЫЕ

В зависимости от назначения и условий работы поковки и штамповки из углеродистой, низкоуглеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой и горячей штамповкой, по видам испытания (ГОСТ 8479—70*) подразделяются на пять групп (табл. 15). Партии комплектуются из поковок и штамповок, изготавливаемых по одному чертежу. Допускается объединять в партию поковки, близкие по конфигурации и размерам. В зависимости от механических свойств поковки подразделяются на 16 категорий прочности (табл. 16). В ГОСТ 8479—70* приведены рекомендуемые для поковок и штамповок марки стали в зависимости от диаметра (толщины) поковки и требуемой категории прочности.

16. Категории прочности поковок и штамповок

Категория прочности	σ_T кгс/мм ² , не менее	σ_B	δ_5 (ψ), %, не менее при толщине, мм				σ_{H*} , кгс-м/см ² , не менее	НВ
			≤ 100	100—300	300—500	500—800		
КП18	18	36	28 (55)	24 (50)	22 (45)	20 (40)	6,5—5,0	101—143
КП20	20	40	28 (55)	23 (50)	20 (45)	18 (40)	6,0—4,5	111—156
КП22	22	44	24 (33)	20 (48)	18 (40)	16 (35)	5,5—4,0	123—167
КП25	25	48	22 (48)	19 (42)	17 (35)	15 (30)	5,0—3,5	143—179
КП28	28	54	20 (40)	17 (38)	15 (32)	13 (30)	4,5—3,0	156—197
КП32	32	58	17 (38)	14 (35)	12 (30)	11 (30)	4,0—3,0	167—207
КП35	35	60	18 (45)	17 (40)	14 (38)	12 (33)	6,0—4,0	174—217
КП40	40	63	17 (45)	15 (40)	13 (35)	11 (30)		187—229
КП45	45	65	16 (45)	14 (40)	12 (35)			197—235
КП50	50	67	15 (45)	13 (40)		10 (30)		217—248
КП55	55	70	14 (45)	11 (33)	—			232—262
КП60	60	75	13 (42)			12 (38)		235—277
КП65	65	80	13 (42)	12 (38)	11 (33)	248—293		
КП70	70	85	13 (40)	12 (35)	11 (30)	262—311		
КП75	75	90	12 (40)	11 (35)	10 (30)	—		277—321
КП80	80	95	12 (40)	11 (35)	10 (30)	—		293—331

* Указаны крайние значения ударной вязкости в зависимости от толщины поковки (наибольшее значение соответствует меньшей толщине).

Поковки не должны иметь флокенов, расслоений, трещин, закатов, заковов, плен, песочин, волосовин и других дефектов. На необрабатываемых поверхностях поковок допускаются местные дефекты типа вмятин от окалины, забоши и т. п., а также пологая вырубка или зачистка дефектов при условии, что размеры остаются в пределах допуска. Дефекты на поверхностях, подлежащих механической обработке, допускается не удалять, если глубина их (определяемая контрольной вырубкой) не превышает 75% припуска на обработку для поковок, изготовленных свободной ковкой, и 50% для поковок, изготовленных штамповкой.

По форме и размерам поковки должны соответствовать чертежу готового изделия с припусками на механическую обработку, технологическими напусками и допусками на точность изготовления, которые устанавливаются в зависимости от способа изготовления.

Припуски и допуски на поковки из углеродистой и легированной стали установлены в зависимости от конфигурации и размеров поковки: для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на молотах, — ГОСТ 7829—70, а для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на прессах, — ГОСТ 7062—67*.

Допуски, припуски и кузнечные напуски на поковки (штамповки) массой до 400 кг из черных металлов, изготавливаемые горячей объемной штамповкой, установлены ГОСТ 7505—74.

Сортамент поковок для штампов — штамповых кубиков (ГОСТ 7831—71) определен по черновым размерам в виде: 1) полос длиной 1—2 м и сечением 40×50÷320×450 мм; 2) кубиков размерами 200×200×340—600×1250×2800 мм. Изготавливаются из инструментальной стали по ГОСТ 5950—73.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник. М., Машиностроение, 1976. 288 с.
2. Машиностроительные материалы. Краткий справочник. Под ред. В. М. Раскалова. Изд. 2-е. М., Машиностроение, 1969. 351 с.

Основным показателем высокого качества цветных металлов является минимальное содержание примесей — их чистота, определяющая наиболее естественное свойство каждого вида металлов, и их значимость при получении сплавов с определенными характеристиками. В связи с возросшими технологическими возможностями очистки металлов постепенно исчезает их деление на первичные и вторичные, оно заменяется критерием — степенью чистоты.

Свойства, особенно прочностные, цветных металлов и сплавов в большой степени зависят от технологии изготовления изделий, их размеров (масштабный фактор) и термической обработки. Поэтому они, как правило, нормируются в стандартах и ТУ на конкретные изделия из цветных металлов и сплавов.

ВТОРИЧНЫЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

В связи с возросшим значением повторного использования цветных металлов и сплавов и увеличившимися в стране их металлофондами повысились и требования к сохранности лома и отходов.

В соответствии с ГОСТ 2171—73 установлена маркировка изделий из цветных металлов и сплавов на стадии их изготовления для распознавания химического состава (или марок) без проведения анализа утерявших эксплуатационную ценность деталей и других предметов лома.

Согласно ГОСТ 1639—71 лом и отходы подразделяются по видам основного металла (алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы и т. д.), по внешним физическим признакам на классы (А — лом и кусковые отходы, Б — стружка, В — порошковые отходы, Г — прочие отходы, Д, Е, Ж — отходы, содержащие ртуть), по химическому составу на группы (I, II, III, IV, V, VI) и по качеству на сорта (1, 2, 3, 4-й), главным показателем которых является степень незасоренности лома и отходов другими цветными металлами и сплавами.

Правила сбора, первичной обработки, хранения и транспортирования лома и отходов цветных металлов и сплавов установлены ГОСТ 1993—73, а правила взрывобезопасности при этом — ГОСТ 13222—67.

Наиболее эффективно лом и отходы цветных металлов и сплавов, образующиеся на машиностроительном предприятии, могут использоваться в собственных литейных цехах. При этом наилучшим образом обеспечивается чистота вторичных цветных металлов и сплавов и достигается натуральная экономия расхода первичных металлов и денежная экономия — за счет разницы цен на них и отходы.

АЛЮМИНИЙ И АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Алюминий — серебристо-белый пластичный металл. Плотность, г/см³: при 20°С — 2,7, расплава при 800°С — 2,3. Температура плавления 658—660, 24°С, кипения 2200°С, скрытая теплота плавления 976 кал/г, теплоемкость при 20°С 0,222 кал/г, при 100°С — 0,226 кал/г и при 700°С — 0,308 кал/г, теплопроводность при 20°С 0,52 кал/(см·с·°С) и до 100°С 0,57 кал/(см·с·°С), удельное элект-

рическое сопротивление при 0°С 0,286 Ом/(мм²·м). На воздухе алюминий покрывается пленкой окиси, которая надежно защищает металл от дальнейшей коррозии. Азотная и органические кислоты на алюминий не действуют, но он разрушается щелочами, соляной и серной кислотами. Прочность на разрыв 5—9 кгс/мм², относительное удлинение $\delta = 25 \div 45\%$, *НВ* 13—28. Соединения алюминия с кремнием, марганцем, медью и другие образуют более прочные сплавы. Исходный технический алюминий выпускается под названием алюминий первичный, из которого (с добавками вторичного алюминия или без них) выплавливаются алюминиевые сплавы, подразделяемые на две основные группы — литейные и деформируемые.

Алюминий первичный. Качество алюминия первичного определяется степенью чистоты, и по этому признаку он подразделяется (ГОСТ 11069—74) на три группы: особой чистоты — марка А999 (т. е. металл, содержащий не менее 99,999% Al и суммы примесей не более 0,001%), высокой чистоты — марки А995, А99, А97 и А95 (цифры означают содержание алюминия 99,995; 99,990; 99,970 и 99,95%), технической чистоты — марки, А85 (99,85% алюминия), А8 (99,80%), А7 и А7Е (99,70%), А6 (99,60%), А5 и А5Е (99,50%), А0 (99,0%).

Алюминий первичный поставляется (ГОСТ 11070—74*) в чушках массой 5, 15 и 1000 кг с маркировкой по ГОСТ 11069—74*, или в цилиндрических слитках (ГОСТ 19437—74*).

Алюминий первичный высокой чистоты с государственным Знаком качества (ГОСТ 5.1405—72*) распространяется на марки А995, А99, А95 и А97 по ГОСТ 11069—74*.

Алюминий для раскисления (ГОСТ 295—73) предназначен для раскисления стали, модифицирования чугуна, производства ферросплавов, для алюминотермии и т. д. Получают его из первичного или вторичного металла. Выпускают пять марок: АВ97, АВ92, АВ91, АВ88 и АВ86, где цифры означают содержание (%) чистого алюминия с магнием (не более 3%). Остальное — медь до 4%, кремний до 5%. Поставляется в виде чушек массой до 16 кг и градул размерами 10—15 мм.

Порошки алюминиевые, предназначаемые для различного применения, являются огнеопасными и в смеси с воздухом — взрывоопасными. Хранить их следует в герметической заводской таре. К важнейшим порошкам относятся следующие.

Порошок алюминевый АСД-Т (ГОСТ 5.1667—72), получаемый пульверизацией нагретым азотом расплавленного алюминия первичного (не ниже марки А6). Основное назначение — для синтеза алюминийорганических соединений. Это однородный порошок светло-серого цвета с содержанием активного металла не менее 99,0% и титана 0,35—0,60%. Степень дисперсности — остаток на сите № 0125 не более 0,25%; удельная поверхность 0,10—0,16 м²/г.

Пудра алюминиевая комкованная (ГОСТ 10096—76) — продукт для изготовления спеченных и деформированных алюминиевых сплавов (САП), обладающих повышенными механическими и жаропрочными свойствами при 300—500°С. Изготавливается на основе первичного алюминия четырех марок (табл. 1) при влажности не более 0,1%.

1. Марки, химический состав и свойства алюминиевой комкованной пудры

Марка	Состав, % (не более)			Магнитная фракция, г/100 кг (не более)	Гранулометрический состав		
	Al ₂ O ₃	Fe	Жировые добавки		№ сита	Остаток, % (не более)	Плотность насыпная, г/см ³ (не менее)
АПС-1А	6—8	0,20	0,25	0,7	0315	15	0,9
АПС-1В		0,25		1,0			
АПС-2	9—12 13—17	0,25	0,30	2,0	1	0,3	1,0
АПС-3				3,0			

Пудра алюминиевая пигментная (ГОСТ 5494—71) — тонко измельченный, лепесткообразный первичный алюминий марок А5Е, А5, А6, А7, подвергнутый полировке и прожировке (парафин или стеариновая кислота) для предохранения порошка от окисления и самовозгорания. Примеси, %: Fe и Si не более 0,4 каждого; Cu 0,05; Mn 0,01; влаги 0,2 и жировых добавок 3,8. Всплываемость не менее 80%. Марки и свойства приведены в табл. 2.

2. Пудра алюминиевая пигментная

Марка	Остаток, % (не более) на ситах №			Крестоная способность на воде, см ² /г (не менее)
	008	0056	0045	
ПАП-1	1,0	—	—	7 000
ПАП-2	—	0,3	0,5	10 000

Применяется в качестве пигмента в лакокрасочных композициях, резиновых клеях и т. д. Хранить в герметических заводских банках, на которых должны быть надписи «Хранить от сырости» и «Огнеопасно».

Фольга алюминиевая техническая (ГОСТ 618—73) изготавливается из алюминия марок АД1 и АД0 (ГОСТ 4784—74) и марок А99, А97, А95, А7, А6, А5 и А0 (ГОСТ 11069—74*) толщиной, мм: 0,005—0,012 (с интервалом в 0,001); 14—20 (0,002); 0,025—0,05 (0,005); 0,05; 0,06; 0,065; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,18 и 0,2. Ширина рулонов 10—960 мм.

Предназначается для конденсаторов, термо-, гидро- и звукоизоляции и других целей. У мягкой отожженной фольги $\sigma_b = 3 \div 4$ кгс/мм², у твердой (неотожженной) $\sigma_b = 10 \div 12$ кгс/мм² и у мягкой фольги $\delta = 2 \div 3\%$.

Фольга алюминиевая упаковочная (ГОСТ 745—73) изготавливается из алюминия марок А5, А6 и А0 (ГОСТ 11069—74) и АД1 (ГОСТ 4784—74) и по состоянию поверхности подразделяется на виды: ФГ — гладкая, ФЛ — лакированная, ФО — окрашенная, ФТ — тисненая, ФОТ — окрашенная тисненой, ФП — печатная, ФПФ — печатная фоновая, ФПЛ — с многоцветной печатью на лицевой стороне и лакированная с обратной, ФПЛЛ — фольга ФПЛ с грунтовой под печать цветным или бесцветным лаком либо по печати бесцветным лаком. Для гладкой фольги ФГ нормированы толщины от 0,09 до 0,2 мм, которые избирательно применяются для других видов.

Алюминиевые сплавы в соответствии с основными компонентами (основой) получили названия: **силумины** (алюминий — кремний), **дюралюмины** (алюминий — медь — марганец), **магналии** (алюминий — марганец). В зависимости от назначения подразделяются на литейные и деформируемые — до 80% всего выпуска алюминиевых сплавов.

Алюминиевые литейные сплавы в чушках (ГОСТ 1583—73) предназначаются для производства фасонных отливок и подшихтовки при изготовлении литейных сплавов по ГОСТ 2685—75. Выпускаются 19 марок, химический состав которых приведен в табл. 3.

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685—75) предназначены для изготовления фасонных отливок. Выпускаются 35 марок, подразделенных на пять групп в зависимости от основы: I — алюминий — кремний; II — алюминий — кремний — медь; III — алюминий — медь; IV — алюминий — магний; V — алюминий — прочие компоненты, химический состав которых приведен в ГОСТ 2685—75, а механические свойства — в табл. 4 в дифференцированном виде в зависимости от метода литья [З — в песчаные формы («в землю»), О — в оболочковые формы, В — по выплавляемым моделям, К — в кокиль, Д — под давлением, М — указание на то, что сплав подвергся модифицированию, например ЗМ, ОМ и т. д.] и вида термообработки отливок [Т1 — искусственное старение без предварительной закалки, Т2 — отжиг, Т4 — закалка, Т5 — закалка и кратковременное (неполное) искусственное старение, Т6 — закалка и пол-

ное искусственное старение, Т7 — закалка и стабилизирующий отпуск, Т8 — закалка и смягчающий отпуск].

3. Марки, маркировка и химический состав (%) алюминиевых литейных сплавов в чушках (остальное алюминий)

Марка (старое обозначение)	Mg	Si	Mn	Cu	Ni	Сумма примесей, не более	Маркировка ** на торце вертикальными цветными полосами
AK7 (АЛ9Ч) AK7п (АЛ9Чп)	0,2—0,5	6,0—8,0	—	—	—	3,6	Белой, красной Белой, красной, красной
AK9 (АЛ4Ч)	0,2—0,4	8,0—10,0	0,2—0,5	—	—	2,4	Белой, желтой
AK12 (АЛ12Сu) AK4M4 (АЛ15Ч)	—	10,0—13,0 3,0—5,0	—	—	—	3,8	Белой, зеленой Белой, синей
AK5M (АЛ15Сu2)	—	4,0—6,5	—	—	—	2,6	Белой, черной
AK5M2 (АЛ13Ч) AK5M2п (АЛ13Чп)	0,2—0,8	4,0—6,0	0,2—0,8	1,5—3,5	—	1,8	Черной, синей Черной, синей, красной
AK5M7 (АЛ10Ч) AK6M7 (АЛ10Чс)	0,3—0,6 0,2—0,5	4,5—6,0 5,0—6,0	— 0,3—0,5	6,0—8,0 6,5—7,5	—	2,6 1,7	Черной, красной Черной, зеленой
AK7M (АЛ17Сu1)	—	6,5—8,0	—	1,0—2,0	—	2,6	—
AK7M2 (АЛ14Ч) AK7M2п (АЛ14Чп)	0,2—0,6	6,0—8,0	0,2—0,6	1,5—3,0	—	1,6	Двумя черными Двумя черными, красной
AK8M3 (АЛ18Сu3)	—	7,0—8,5	—	2,5—4,5	—	2,4	Коричневой, синей
AK9M2 (АЛ19Сu2)	0,2—0,8	8,0—10,5	0,2—0,5	1,0—2,5	—	2,5	Желтой, зеленой
AK4M2Ц6** (АЛ12Ч)	—	3,6—5,5	0,4—0,7	1,6—3,0	—	2,1	Двумя синими
AK12MMgH (АЛ30)	—	11,0—13,0	—	0,8—1,3	—	—	—
AK12MMgH** (АЛ25)	0,8—1,3	11,0—13,0	0,3—0,6	1,5—3,0	0,8—1,3	1,2	Одним крестом зеленого цвета Одним крестом желтого цвета
AK21M2,5H2,5** (ВКЖЛС-2)	0,3—0,6	20,5—22,5	0,2—0,4	2,2—3,0	2,2—2,8	0,7	Тремя черными полосами

** 5,0—7,0% Zn; ** 0,05—0,2% Ti; ** 0,2—0,4% Cr и 0,1—0,3% Ti;

** Рафинированные сплавы обозначаются буквой «Р», которая ставится после обозначения марки и на маркировке красным крестом.

Сплавы алюминиевые деформируемые подразделяются на силумины (ГОСТ 1521—76), марки которых также применяются в качестве литейных; сплавы в чушках (ГОСТ 1131—76), служащие для подшихтовки при выплавке деформируемых сплавов; сплавы в слитках (ГОСТ 1131—76) для обработки давлением и сплавы деформируемые (ГОСТ 4784—74), марки и химический состав которых приведены в табл. 5. Механические свойства для указанных сплавов указываются непосредственно в стандартах и ТУ на изделия (прутки, фасонные профили, трубы, листы, полосы, поковки, штамповки), изготавливаемые из них.

Деформируемые алюминиевые сплавы поставляются в виде листового проката (преимущественно), фасонного профиля, сортовых прутков проволоки и труб, в основном прессованных.

4. Марки и свойства литейных алюминиевых сплавов

Группа	Марка	Способ литья	Вид термообработки	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	НВ		
				Не менее				
I	АЛ2	ЗМ, ОМ, ВМ, КМ К	—	15	4 2	50		
			—	16	1			
		ЗМ, ОМ, ВМ, КМ К	—	14	4 3			
			T2	15	2			
		АЛ4	З, О, В, К, Д КД	—	20		1,5	70
				T1	23 24		3	
	АЛ4-1	З, О, В, К, Д К, Д	—	16	2	50		
			T1	20	1,5	70		
	АЛ9	ЗМ, ОМ, ВМ К, КМ	T6	25 27	3	50		
			—	16 17	2 1			
		З, О, В, К Д	—	14	2	45		
			T2	19 18	4	50		
		З, О, В, К, Д КМ З, О, В К, КМ З, О, В	T4	21	2	60		
			T5	20				
	АЛ9-1	ЗМ, ОМ, ВМ	T6	23	2 1	70		
			T7	20	2	60		
			T8	16	3	55		
		З, О, В К, КМ	T4	20 23	5	50		
			З, О, В ЗМ, ОМ, ВМ К, КМ	T5	24 27	4	60	
		ЗМ, ОМ, ВМ К, КМ		T6	28 30	2 3	70	
			Д	—	20	1	50	
T2		17			45			
ЗМ, ОМ, ВМ		T7	21	2	60			
		T8	17	3	55			
АЛ34 (ВАЛ5)		З	T5	30	2	85		
			T4	26		70		
АК9 (АЛ4В)	К З, К	T5	34	4	90			
		T4	28	6	80			
	З	—	16	—	70			
		T6	24	0,5	80			

Продолжение табл. 4

Группа	Марка	Способ литья	Вид термообработки	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	НВ	
				Не менее			
I	АК9 (АЛ4В) АК7 (АЛ9В)	К З К З К	T6	25		90	
			—	13 16	0,5	60	
			T5	20 22		75	
II	АЛ3	К З, О, В	—	17 14	0,5	65	
			—	17 15	—	70 65	
		З, О, В, К З, О, В К	T1 T2	22 25	0,5	75	
			T5				
		АЛ5	З, О, В, К	T7	21	1	70
				T8	18	2	65
	Д З, О, В, К З, О, В К		— T1	16 16		70	
			T5	20 22	0,5	70	
	АЛ5-1	З, О, В, К	T6	23			
			T7 T1	18	1	65	
		З, О, В К, КМ	T5	28 30	0,5	70	
			T7 T2	21	1	65	
	АЛ6 АЛ32	З, О, В, К Д З	— T6	15		45 60	
			T1	25	1,5		
		К	T6	20 27	2	70	
			—	26			
	АК5М2 (АЛ3В)	З К	— —	12 16	— 0,5	65	
			T5	21 24	— 0,5	75	
		З К Д	— T8	15 18	1 2	65	
			—	15	0,5		
	АК5М7 (АЛ10В)	З К	— —	13 16	— —	80	
T1			17 15	— —	90 80		
АК7М2 (АЛ14В)	З К	— —	13 17	0,5	70		

Продолжение табл. 4

Группа	Марка	Способ литья	Вид термообработки	$\sigma_{в'}$	δ , %	НВ	
				кгс/мм ²			Не менее
II	АК7М2 (АЛ14В)	З К	T5	20 24	0,5	85	
	АК4М4 (АЛ15В)	З К	—	15 13	— 0,5	70	
		З К	T5	20 22	— 0,5	80 85	
III	АЛ7	З, О, В К	T4	20 21	6	60	
		З, О, В К	T5	22 23	3	70	
	АЛ19	З, О, В	T4	30	8		
		АЛ33 (ВАЛ1)	З, О, В	T5	34	4	90
			З, К	T4 T5	23 23	2,5 1,5	80 85
IV	АЛ8	З, О, В, К	T4	29	9	60	
	АЛ13	—	—	15	1		
		Д	—	17	0,5	55	
	АЛ22	З, О, В, К	—	18	1	90	
		—	T4	23	1,5		
	АЛ23	З, О	—	19	4	60	
		К, Д	—	22	6		
	З, О, К	T4	23	5			
	АЛ23-1	З, О	—		20		10
		К, Д	—	24			
		З, О, К	—	25			
	АЛ27 АЛ27-1	З, О, К, Д	T4	32	12	75	
				35	15		
АЛ28	З, О, В	—	20	4	55		
			К	—		5	
Д	—	21	3,5				
V	АЛ1	З, О, В, К	T5	21	0,5	95	
			T7	18	1		
	АЛ11	З, О, В	—	20	2	80	
			К	—	21		1
			Д	—	18		60
	АЛ21	З, О, В	T2	18	—	65	
			T7	21	—	75	
АЛ25 АЛ30	К	T1	19	—	90		
			20	0,5			

Продолжение табл. 4

Группа	Марка	Способ литья	Вид термообработки	$\sigma_{в'}$	δ , %	НВ
				кгс/мм ²		
V	АК21М2,5Н2,5 (ВКЖЛС-2) АЛ24	К	T2	16	—	90
			T1	19	—	100
		З, О, В	— T5	22 27	2	60 70

Литы алюминиевые (ГОСТ 17232—71**) изготавливаются из алюминия АД0, АД1 и алюминиевых сплавов АМц, АМцС, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АВ, Д1, Д16, Д19, Д20, В95 и АК4-1 горячей прокаткой. Толщина 12—200 мм, ширина 1000—2500 мм и длина 2000—8000 мм. Поставляются с нормированными (ГОСТ 17232—71) механическими свойствами.

Листы алюминиевые (ГОСТ 21631—76) поставляются толщиной, мм: 0,3—1,0 (через 0,1); 1,2; 1,5; 1,6; 1,8; 1,9; 2,0—10,5 (через 0,5). Ширина, мм: 600, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1425, 1500, 1600, 1800 и 2000 мм; длина 2000—7000 мм.

Неплакированные листы — из сплавов ММ, Д12, АМц, АМцС, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6 и АВ и алюминия А7, А6, А5, А0, АД0 и АД1; обозначаются маркой металла без дополнительных знаков.

Плакированные листы — из сплавов АМг6 и Д16 с технологической плакировкой Б с указанием ее в конце марки: АМг6Б, Д16Б. Плакированные листы из сплавов с нормальной плакировкой А: Д1А, Д16А, В95А, В95-2А, ВД1А.

Плакированные листы из сплавов марок с утолщенной плакировкой У: АМгСУ и Д16У.

Листы поставляются: без термической обработки (без дополнительного обозначения в марках), отожженные, с обозначением в конце названия марки буквой М, полунагартованные (1/2 Н), нагартованные (Н), закаленные и естественно состаренные (Т), закаленные и искусственно состаренные, нагартованные после закалки и естественного старения (ТН). По качеству отделки поверхности разделяются на три группы: высокой отделки I, повышенной отделки II, причем эти цифры указываются в начале названия марок металла. Обычно отделка дополнительно не обозначается.

В стандарте для всех видов листов приведены нормы механических свойств. Справочные данные для закаленных и естественно состаренных листов приведены в табл. 6.

Ленты алюминиевые (ГОСТ 13726—78) изготавливаются из алюминия А7, А6, А5, А0, АД00, АД0, АД и АД1 и алюминиевых сплавов АМц и ММ толщиной 0,25—2,0 мм при ширине 40—1000 мм. Проверяются на $\sigma_{в}$ и δ .

Прессованные алюминиевые прутки (ГОСТ 21488—76). Соргомент, размеры и допускаемые отклонения приведены в табл. 7. Прутки изготавливаются из сплавов (ГОСТ 4784—74) горячей прессовкой с последующей термообработкой или без нее и подразделяются на прутки нормальной и повышенной прочности при растяжении.

В табл. 8 приведены справочные данные о механических свойствах прутков нормальной прочности (приведены крайние значения $\sigma_{в}$, $\sigma_{т}$, δ_5 в зависимости от вида термообработки).

Масса одного метра прутков (см. табл. 7) определена для сплава В95, плотность которого 2,85 г/см³. Для вычисления приближенной массы прутков из других сплавов следует приведенные в табл. 7 данные умножить на переводный коэффициент, соответствующий маркам сплавов: АМцС, АМц — 0,958;

5. Сплавы алюминиевые. Марки и химический состав, % (остальное алюминий)

Марка	Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Zn	Ti	Другие компоненты	Сумма примесей, не более
<i>Сплавы для обработки давлением и литья (ГОСТ 1521-76)</i>									
СИЛ-00	0,03	—	< 0,05*	10-13	< 0,20*	0,08*	0,05	—	—
СИЛ-0	0,03	—	< 0,1*	10-13	< 0,25*	0,08*	0,10*	—	—
СИЛ-1	0,03	—	< 0,3*	10-13	< 0,50*	0,08*	0,15*	—	—
СИЛ-2	0,03	—	< 0,3*	10-13	< 0,70*	0,08*	0,20*	—	—
<i>То же, с дополнительным знаком качества</i>									
СИЛ-00	0,02	—	< 0,03	10-13	< 0,20	< 0,04	< 0,03	—	—
СИЛ-0	0,02	—	0,08	10-13	< 0,35	< 0,06	0,08	—	—
СИЛ-1	0,02	—	0,45	10-13	< 0,50	< 0,06	0,13	—	—
СИЛ-2	0,02	—	< 0,45	10-13	< 0,70	< 0,06	0,18	—	—
<i>Сплавы для подшипников (ГОСТ 1131-76)</i>									
ВД (ВДЧ)	7,0	2,6	1,0	0,7*	0,8*	0,5*	0,20*	Ni 0,1*	0,2
ВАК (АК4ч)	3,0	1,8	0,3*	1,2	1,3	0,3*	0,10*	Ni 1,5	0,2
ВАК6 (АК6ч)	4,8	1,0	1,2	1,2	0,8*	0,5*	0,15*	Cr 0,35* Ni 0,1*	0,2
<i>Сплавы для сайнгов, обрабатываемых давлением (ГОСТ 1131-76)</i>									
ВД1	2,5-5,0	0,4-1,6	0,3-0,8	1,0*	1,0*	0,7*	0,2*	—	—
АВД1	2,5-5,0	0,1-1,0	0,1-1,0	0,8*	0,8*	0,3*	—	—	—
АВД1-1	2,5-3,5	0,1-0,7	0,1-0,7	0,8*	0,8*	0,3*	—	—	—
АКМ	1,2-2,6	0,8-1,4	0,2-0,8	0,8-2,2	1,0*	1,0*	0,2*	—	—
В95-2	1,0-3,0	1,0-2,8	0,2-0,8	0,9*	0,9*	2,0-6,5	0,15*	—	—
АКМЦ	1,4-3,0	1,2-2,5	0,1-0,7	0,8-1,6	1,0*	3,5-6,0	0,15*	—	—
<i>Алюминий и алюминиевые сплавы деформируемые (ГОСТ 4784-74)</i>									
АЛ0 (1011)	< 0,02*	< 0,05*	< 0,025*	< 0,3*	< 0,3*	< 0,1*	< 0,1*	—	—
АЛ1 (1013)	< 0,05*	< 0,05*	< 0,025*	< 0,3*	< 0,3*	< 0,1*	< 0,15*	—	0,2
ММ (1403)	< 0,2*	0,2-0,5	1,0-1,4	< 1,0*	< 1,0*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
АМЦ (1400)	< 0,15*	< 0,2*	1,0-1,6	< 0,6*	< 0,7*	< 0,1*	< 0,2*	—	0,1
АМЦ (1401)	< 0,4*	< 0,05*	1,0-1,4	0,15-0,35	0,25-0,45	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
Д12 (1521)	< 0,1*	0,8-1,3	0,9-1,4	< 0,7*	< 0,7*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
АМГ1 (1510)	< 0,1*	0,4-1,7	< 0,2*	< 0,1*	< 0,1*	< 0,2*	< 0,1*	—	0,1
АМГ2 (1520)	< 0,1*	1,8-2,6	0,2-0,6	< 0,4*	< 0,4*	< 0,2*	< 0,1*	—	0,1
АМГ3 (1530)	< 0,1*	3,2-3,8	0,3-0,6	0,5-0,8	< 0,5*	< 0,2*	0,02-0,1	Be 0,002-0,005; Cr 0,05-0,25	0,1
АМГ4 (1540)	< 0,1*	3,8-4,6	0,5-0,8	< 0,1*	< 0,4*	< 0,2*	—	—	—

Продолжение табл. 5

Марка	Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Zn	Ti	Другие компоненты	Сумма примесей, не более
АМГ5 (1550)	< 0,1*	4,8-5,8	0,3-0,8	< 0,5*	< 0,5*	< 0,2*	0,02-0,1	Be 0,0002-0,005	0,1
АМГ5П (1551)	< 0,2*	4,7-5,7	0,2-0,6	< 0,4*	< 0,4*	—	—	—	0,1
АМГ6 (1560)	< 0,1	5,8-6,8	0,3-0,8	< 0,4	< 0,4	< 0,2	0,02-0,1	Be 0,0002-0,005	0,1
АЛ31 (1310)	< 0,1*	0,4-0,9	< 0,1*	0,3-0,7	< 0,5*	< 0,2*	< 0,15*	—	0,1
АЛ33 (1330)	0,15-0,4	0,8-1,2	< 0,15*	0,4-0,8	< 0,7*	< 0,25*	< 0,15*	Cr 0,15-0,35	0,15
АЛ35 (1350)	< 0,1*	0,8-1,4	0,5-0,9	0,8-1,2	< 0,5*	< 0,2*	< 0,15*	—	0,1
АВ (1340)	0,1-0,5	0,45-0,9	0,15-0,35**	0,5-1,2	< 0,5*	< 0,2*	< 0,15*	—	0,1
Д1 (1110)	3,8-4,8	0,4-0,8	0,4-0,8	< 0,7*	< 0,7*	< 0,3*	< 0,1*	Ni < 0,1	0,1
Д1П (1111)	3,8-4,5	0,4-0,8	0,4-0,8	< 0,5*	< 0,5*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
Д16 (1160)	3,8-4,9	1,2-1,8	0,3-0,9	< 0,5*	< 0,5*	< 0,3*	< 0,1*	Ni < 0,1	0,1
Д16П (1161)	3,8-4,5	1,2-1,6	0,3-0,7	< 0,5*	< 0,5*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
В65 (1165)	3,9-4,5	0,15-0,3	0,3-0,5	< 0,25*	< 0,2*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
Д18 (1180)	2,2-3,0	0,2-0,5	< 0,2*	< 0,5*	< 0,5*	< 0,1*	< 0,1*	—	0,1
АК4 (1140)	1,9-2,5	1,4-1,8	< 0,2*	0,5-1,2	0,8-1,3	< 0,3*	< 0,1*	Ni 0,8-1,3	0,1
АК4-1 (1141)	1,9-2,7	1,4-1,8	< 0,2*	< 0,35*	0,8-1,4	< 0,3*	0,02-0,1	Ni 0,8-1,4	0,1
АК6 (1360)	1,8-2,6	0,4-0,8	0,4-0,8	0,7-1,2	< 0,7*	< 0,3*	< 0,1*	Ni < 0,1*	0,1
АК8 (1380)	3,9-4,8	0,4-0,8	0,4-1,0	0,6-1,2	< 0,7*	< 0,3*	< 0,1*	Ni < 0,1*	0,1
В95 (1350)	1,4-2,0	1,8-2,8	0,2-0,6	< 0,5*	< 0,5*	5,0-7,0	—	Cr 0,1-0,25	0,1
1915	< 0,1*	1,3-1,8	0,2-0,6	< 0,3*	< 0,4*	3,4-4,0	< 0,1*	Cr 0,8-0,2; Zr 0,15-0,22	0,1
1925	< 0,8*	1,3-1,8	0,2-0,7	< 0,7*	< 0,7*	3,4-4,0	< 0,1*	Zr 0,1-0,2; Cr < 0,2*	0,1

* В стандарте учитывается как примесь.

** Вместо Mn может быть Cr.

Примечание. В алюминии марки АЛ0 содержание чистого алюминия не менее 99,50% и в марке АЛ1-99,30%.

АД3 — 0,950; АД33 — 0,951; АМг2 — 0,940; АМг3 — 0,937; АМг5 — 0,930; АМг6 — 0,926; АВ — 0,947; Д1 — 0,982; Д16 — 0,976; АК4 — 0,972; АК4-1 — 0,982; АК6 — 0,964; АК8 — 0,982; 1915 — 0,972; 1925 — 0,972.

6. Механические свойства (не менее) листового алюминия

Марка	Толщина листа, мм	σ_B		δ , %	Марка	Толщина листа, мм	σ_B		δ , %
		кгс/мм ²					кгс/мм ²		
Д1А	0,5—1,9	36,0	19,0	15,0	В95А*	0,5—1,0	48,0	40,0	7,0
	1,9—10,5		20,0			49,0	41,0	6—7	
Д16В	0,5—10,5	43,5	28,0	10—13	АВ	0,5—3,0	18,0		—
Д16А	0,5—1,9	40,0	26,0	15,0		3,0—10,5	16—18	—	16—18
	1,9—10,5		42,0		27,0	12,0	АВ*	0,5—5,0	—
Д16У	0,5—1,9	35,5	22,5	13,0	5,0—10,5	28,0		—	8,0
	1,9—10,5		40,0		26,0				

* Закаленные и искусственно состаренные образцы.

7. Сортамент прессованных алюминиевых прутков

Номинальный размер, мм	Предельное отклонение (—) точности, мм			Круг		Квадрат		Шестиграннык		
	нормальная	повышенная	повышенная	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг	
										нормальная
5	0,48	0,30	19,6	0,056	—	—	—	—	—	
6										28,3
7	0,58	0,36	38,5	0,110	49	0,140	42,4	0,121		
8			50,3	0,143	64	0,182	55,4	0,158		
9			63,6	0,181	81	0,231	70,1	0,200		
10			78,5	0,224	100	0,285	86,6	0,247		
11	0,70	0,43	95,0	0,271	121	0,345	104,8	0,299		
12			113,1	0,322	144	0,410	124,7	0,355		
13			132,7	0,378	169	0,482	169,7	0,484		
14			153,9	0,439	196	0,559	204,2	0,582		
15			176,7	0,504	225	0,641	—	—		
16			201,1	0,573	256	0,730	—	—		
17			227,0	0,647	289	0,824	250,3	0,713		
18			254,5	0,725	324	0,923	—	—		
19			0,84	0,52	283,5	0,808	361	1,029	312,6	0,891
20					314,2	0,895	400	1,140	—	—
22	380,1	1,083			484	1,379	419,2	1,195		
23	413,5	1,184			—	—	—	—		
24	452,1	1,289			576	1,642	498,8	1,422		
25	490,9	1,399			625	1,781	—	—		
26	530,9	1,513			676	1,927	—	—		
27	572,6	1,632			729	2,078	631,3	1,799		
28	615,8	1,755			784	2,234	—	—		
30	706,9	2,015			900	2,565	779,4	2,221		

Продолжение табл. 7

Номинальный размер, мм	Предельное отклонение (—) точности, мм			Круг		Квадрат		Шестиграннык				
	нормальная	повышенная	повышенная	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг	площадь сечения, мм ²	масса 1 м, кг			
										нормальная	повышенная	повышенная
32	1,00	0,62	—	864,2	2,292	1024	2,918	886,8	2,527			
34				907,9	2,588	1156	3,295	—	—			
35				962,1	2,742	—	—	—	—			
36				1017,9	2,901	1296	3,664	1122,4	3,199			
38				1154,1	3,244	1444	4,115	—	—			
40				1256,6	3,581	1600	4,560	—	—			
41				—	—	—	—	1455,8	4,149			
42				1385,4	3,949	1764	5,027	—	—			
44				—	—	1936	5,518	—	—			
45				1560,4	4,533	—	—	—	—			
46				1661,9	4,736	2116	6,031	1832,5	5,222			
48				1809,6	5,157	2304	6,566	—	—			
50				1963,5	5,596	2500	7,125	2165,1	6,170			
52				1,20	0,74	—	2123,7	6,053	2704	7,703	—	—
55							2375,8	6,771	3025	8,621	2619,7	7,466
58							2642,1	7,530	3364	9,587	—	—
60	2827,4	8,058	3600				10,230	3117,7	8,885			
65	3313,3	9,457	4225				12,041	3659,0	10,428			
70	3848,5	10,968	4900				13,935	4243,0	12,083			
75	4417,9	12,581	5625				16,031	4871,0	13,882			
80	5226,5	14,326	6400				18,240	5543,0	15,797			
85	1,40	1,00	—				5674,5	16,172	7225	20,591	6257,0	17,832
90							6361,7	18,131	8100	23,085	7014,8	20,000
95				7085,2	20,261	—	—	7816,0	22,276			
100				7854	22,384	10 000	28,500	8960,0	24,681			
105				8659	24,678	—	—	—	—			
110				9503,1	27,084	12 100	34,485	—	—			
115				10 387	29,603	—	—	—	—			
120				11 310	32,233	14 400	41,040	—	—			
125	1,60	—	—	12 272	34,975	—	—	—	—			
130				13 273	37,829	16 900	48,165	—	—			
135				14 314	40,795	—	—	—	—			
140				15 394	43,872	19 600	55,860	—	—			
145				16 513	47,062	—	—	—	—			
150				17 672	50,364	22 500	64,125	—	—			
155				18 869	53,777	—	—	—	—			
160				20 106	57,303	—	—	—	—			
165				21 382	60,940	—	—	—	—			
170				22 698	64,689	—	—	—	—			
175				24 053	69,551	—	—	—	—			
180				25 447	72,524	—	—	—	—			
185	26 880	76,609	—	—	—	—						
190	2,0	—	—	28 353	80,806	—	—	—				
200				31 416	89,535	—	—	—				

И далее с интервалом в 10 мм круглый пруток до 400 мм нормальной точности —2,5; —4 и —6 мм.

Примечание. Для квадратных и шестигранных прутков размером 75 и 80 мм нормы повышенной точности установлены в 1 мм, а для размеров 90, 100 мм и более нормы повышенной точности не устанавливаются.

8. Справочные данные о механических свойствах алюминиевых прутков нормальной прочности

Марка	σ_B	$\sigma_{0,2}$	$\delta_5, \%$	Марка	σ_B	$\sigma_{0,2}$	$\delta_5, \%$
	кгс/мм ²				кгс/мм ²		
АД0, АД1	6	—	25	Д1	38—36	22—20	12—10
АМц, АМцС	10	—	20	П16	43—40	30—25	10—6
АД31	20—14	15—7	13—8	В95	54—50	43—40	6—4
АД33	27—18	23—11	15—10	АК4	36	—	8
АМг2	18	—	13	АК4-1	40—37	32—28	6
АМг3	18	8		АК6	36	—	12
АМг5	27—25	12—11	15—10	АК8	46—44	20	10
АМг6	32—29	16—12	14—12	1915	39—35	25—20	10—8
АВ	30—18	—	—	1925	38—30	—	12—8

Проволока алюминиевая

Проволока для холодной высадки диаметром 1,4—10,0 мм из сплавов марок по ГОСТ 4784—74 поставляется в нагартованном состоянии, пригодном для высадки головки; испытывается на срез (6,0—27,0 кгс/мм²) в зависимости от марки сплава и диаметра проволоки.

Сварочная проволока (ГОСТ 7871—75) диаметром 0,8—12,5 мм — из марок алюминия и алюминиевых сплавов, химический состав которых приведен в табл. 9.

9. Марки и химический состав (%) алюминиевой сварочной проволоки

Марка	Al	Mg	Mn	Si	Ti	Be	Другие компоненты	Сумма примесей
СВА97	> 99,97	—	—	—	—	—	—	0,03
СВА35Т	Остальное	—	—	—	0,2—0,5	—	Fe 0,2—0,35	0,08
СВА5	> 99,5	—	—	0,1—0,25	—	—	Fe 0,3—0,5	0,5
СВАМц	Остальное	3,2—3,8	1,0—1,5 0,3—0,6	0,2—0,4 0,5—0,8	—	—	—	1,35 0,85
СВАМг3		4,0—4,8	0,5—0,8	—	0,05—0,15	—	Cr 0,005—0,25	1,15
СВАМг4		4,8—5,8	0,5—0,8	—	0,1—0,2	—	Zr 0,2—0,35;	1,4
СВАМг5		4,5—5,5	0,2—0,6	—	—	0,002—0,005	Cr 0,07—0,15	0,6
СВ1557		—	—	—	—	—	Zr 0,15—0,35	0,15
СВАМг6	—	5,8—6,8	0,5—0,8	—	0,1—0,2	—	—	1,2
СВАМг63	—	—	—	—	—	0,0001—0,0003	Zr 0,002—0,12	0,15
СВАМг61	—	5,5—6,5	0,8—1,1	—	0,1—0,2	—	—	1,15
СВАК5	—	—	—	4,5—6,0 7,0—10,0	0,1—0,2	—	—	1,0
СВАК10	—	—	—	—	—	—	—	1,1
СВ1201	—	—	—	—	0,1—0,2	0,0001—0,0008	Zr 0,1—0,25	0,3

Электротехническая проволока (ГОСТ 6132—71*) — из алюминия АЕ(А5Е) диаметром 0,08—10,0 мм. Подразделяется на марки: АТ(твердая), АПТ(полутвердая), АМ(мягкая), АТп(твердая повышенной прочности), для которых установлены нормы по временному сопротивлению разрыву и относительному удлинению. Прямоугольная проволока поставляется по ГОСТ 10687—76.

Фасонные прессованные алюминиевые профили с площадью поперечного сечения до 200 см² и диаметром описанной окружности до 350 мм с соотношением толщин полок не более 1:4 поставляются по техническим требованиям ГОСТ 8617—75* из сплавов марок по ГОСТ 4784—74 приведенных далее профилей.

Бульбоутольники П6500 (ГОСТ 13617—68) — размером 13×12—90×35 мм.
Полоса заготовочная ПЧ* (ГОСТ 13616—78) — размером 4×50—100×120 мм.
Угольник фигинговый (ГОСТ 13618—68) — размером 38×20—100×45 мм.
Зет фасонный П510 (ГОСТ 13619—68) — размером 20×15—35×30 мм.
Зет нормальный П500 (ГОСТ 13620—68) — размером 20×15—50×35 мм.
Двутавр П200 (ГОСТ 13621—68) — размером 30×30—86×95 мм.
Тавр П130 (ГОСТ 13622—68) — размером 20×30—220×110 мм.
Швеллер равнополочный П300 (ГОСТ 13623—68) — размером 15×20—80×140 мм.
Швеллер отбортованный П460 (ГОСТ 13624—68) — размером 14×34—35×23 мм.
Таврошвеллер П326 (ГОСТ 17575—72) — размером 23×50—90×114 мм.
Угольник равнобокий П50 (ГОСТ 13737—68) — размером 12—100 мм.
Угольник разностенный неравнобокий П52 (ГОСТ 13738—68) — размером 16×13—140×90 мм.
Швеллер трапециевидный отбортованный П2318 (ГОСТ 17576—72) — размером 17×50—70×120 мм.

Трубы алюминиевые катаные и тянутые поставляются по ГОСТ 18475—73** диаметром 6—180 мм при толщине стенки 0,5—10 мм из алюминия и сплавов марок: отожженные — АД0, АД1, АМц, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, Д1, Д16; закаленные и искусственно состаренные — АВ, Д1, Д16; нагартованные — АД0, АД1, АМц, АМг2, АМг3, АМг5 и АМг6. Также выпускаются фасонные — квадратные, прямоугольные и каплевидные трубы.

Алюминиевые прессованные трубы (ГОСТ 18482—73**) выпускаются с наружным диаметром 18—300 мм с толщиной стенки 1,5—40 мм. Изготавливаются из алюминия АД0, АД1 и АД и алюминиевых сплавов АМц, АМг2, АМг3, АМг5, АМг6, АД31, АВ, Д1, Д16, АК6, В95; 1915 и 1925.

Защита от коррозии и старения алюминиевых листов, плит, лент в рулонах, прутков, проволоки в бухтах, профилей и труб на период транспортирования и хранения у потребителя в течение 15 сут. в условиях, исключающих попадание атмосферных осадков, осуществляется поставщиком при упаковке в соответствии с требованиями ГОСТ 9.011—73.

МАГНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ

Магний — пластичный металл блестящего серебристо-белого цвета. Плотность литого магния 1,737 г/см³ и уплотненного 1,739 г/см³. Температура плавления 651°С, кипения — 1107°С. Скрытая теплота плавления 70 кал/г. Теплопроводность 0,376 кал/(см·с·°С). Удельная теплоемкость, кал/(г·°С): 0,241 — при 0°С; 0,248 — при 20°С; 0,254 — при 100°С и 0,312 — при 650°С. Коэффициент линейного расширения 25·10⁻⁶+0,0188 t° (в пределах 0—550°С). Удельное электрическое сопротивление при 18°С 0,047 Ом/(мм²/м). Стандартный электродный потенциал 2,34 В. Электрохимический эквивалент 0,454 г/(А·ч). Магний устойчив против коррозии, образующаяся поверхностная окисная пленка не защищает массу металла. Магний горюч, порошок или тонкая лента из него сгорают в воздухе с ярким ослепительным пламенем. Используется в магнетермии, в качестве твердого топлива — в реактивной технике. При повышении температуры возможно самовоспламенение магниевого порошка или стружки. Магний устойчив против щелочей, фтористых солей, плавиковой кислоты и т. д. Чистый магний в качестве конструкционного материала почти не используется, но является основой эффективных магниевых сплавов. Применяется в производстве стали, высокопрочного (магниевого) чугуна, для катодной защиты стали.

Магний первичный (ГОСТ 804—72) выпускается трех марок в соответствии со степенью очистки: Мг96 (содержание чистого Mg 99,96%), Мг95 (99,95%) и Мг90 (99,90%). К регламентируемым примесям относят Fe, Si, Ni, Cu, Cl, Al, Mn. Поставляется в виде чушек массой 8±1 кг.

Магниевые сплавы в чушках (ГОСТ 2581—71) предназначаются для производства фасонного литья и слитков, обрабатываемых давлением. В зависимости

от химического состава сплавы подразделяются на 12 марок (табл. 10), поставляемых в виде чушек массой 8 ± 1 кг.

10. Магневые сплавы в чушках. Марки и химический состав (%)

Марка сплава	Al	Zn	Mn	Сумма регламентируемых примесей, не более
ММ2	—	—	1,5—2,2	0,18
ММ2ч	—	—	1,7—2,4	0,02
МА3Ц	3,0—3,8	0,2—0,8	0,2—0,5	0,18
МА5П4	3,8—5,0	0,8—1,5	0,2—0,8	0,25
МА5Ц1ч				0,03
МА6П3	5,6—6,8	2,2—3,0	—	0,22
МА6Ц3ч				0,09
МА8Ц	7,5—8,7	0,3—0,8	0,2—0,5	0,18
МА8Цч				0,06
МА8ЦБч	9,0—10,0	0,7—1,2	—	0,26
МА10Ц1				0,07
МЦр1ПЗ	Zn 0,4—1,1	Nd 2,6—3,2	—	0,07

Литейные магневые сплавы (ГОСТ 2856—68*) выпускают 14 марок; химический состав приведен в табл. 11 и механические свойства — в табл. 12.

Литейный магневый сплав МЦИ с высокой демпфирующей способностью [7]. Химический состав, %: Zr 0,4—0,7; Cd 0,4—0,75; Zn 0,1—0,3; Y 0,02—0,05; примеси — не более 0,4; остальное — Mg. Механические свойства: $\sigma_B = 17 \div$

11. Марки и химический состав * (%) литейных магневых сплавов

Марка	Al	Mn	Zn	Сумма примесей
Мл2	—	1,0—2,0	—	0,5
Мл3	2,5—3,5	0,15—0,5	0,5—1,5	
Мл4	5,0—7,0		2,0—3,0	
Мл4п.ч.	7,0—9,0	0,2—0,8	0,14	
Мл5	9,0—10,2	0,1—0,5	0,6—1,2	0,5
Мл5п.ч.		Zr 0,7—1,1	0,2—0,8	0,2
Мл6	Zr 0,4—1,0	Cd 0,2—0,8	5,5—6,6	0,2
Мл9	Zr 0,4—1,0	Nd 1,9—2,6	In 0,2—0,8	0,35
Мл10	Zr 0,4—1,0	Nd 2,2—2,8	0,1—0,7	0,2
Мл11	Zr 0,4—1,0	РЗМ 2,5—4,0	0,2—0,7	0,25
Мл12	Zr 0,6—1,1	—	—	—
Мл15	Zr 0,7—1,1	La 0,6—1,2	4,0—5,0	0,2

* Остальное — Mg.

12. Механические свойства (не менее) литейных магневых сплавов

Марка	Вид термообработки	σ_B	σ_T	δ , %	Плотность, г/см ³	Марка	Вид термообработки	σ_B	σ_T	δ , %	Плотность, г/см ³	
		кгс/мм ²	кгс/мм ²					кгс/мм ²	кгс/мм ²			
Мл2	Нет	9	—	3	—	Мл6	Нет	15	—	1	1,81	
Мл3		16	—	6	1,83	Мл8	Т4	22	11	4	—	
Мл4		22	—	5				14	1	—		
Мл4п.ч.		Т3	23	—	2	—	Мл9	Т6	27	17	4	1,78
	Т4	22	—	5	—	23			11	4	1,76	
Мл5	Т6	23	—	2	1,81	Мл10	Т61	24	14	3	1,78	
	Нет, Т2	15	—	2				—	12	—	1,5	1,80
Мл5п.ч.	Т4	23	8,5	5	—	Мл11	Т4	14	8,5	3	—	
	Нет, Т2	15	—	2	—			Т6	10	2	—	
Мл5о.н.	Т4	23	8,5	5	—	Мл12	Нет	20	9	6	—	
	Нет	15	—	2	—			Мл15	Т1	23	5	—
	Т4	22	—	5	—					21	13	3
	Т6	23	—	2	—							

* Виды термообработки: Т1 — старение, Т2 — отжиг, Т4 — гомогенизация с закалкой на воздухе, Т6 — гомогенизация с закалкой на воздухе и старение.

$\div 18$ кгс/мм², $\sigma_{0,2} = 6 \div 7$ кгс/мм²; $\delta = 15 \div 30\%$; $\psi = 28 \div 30\%$; $a_n = 1,2 \div 1,4$ кгс·м/см². Плотность 1,75 г/см³. Сплав МЦИ уступает наиболее широко используемому сплаву Мл5 по прочности, но превосходит его по пластичности и ударной вязкости в 4 раза. Демпфирующая способность его в несколько десятков раз выше, чем магневых сплавов, обычно применяющихся в конструкциях, которые подвергаются вибрациям, и поэтому увеличивается срок службы конструкций из МЦИ и существенно снижается шум в работе. Сплав отливается в металлические и песчаные формы с получением отливок высокого качества, хорошо сваривается аргонодуговой сваркой и отлично обрабатывается резанием.

Деформируемые магневые сплавы (ГОСТ 14957—76). Марки и химический состав приведены в табл. 13, где в скобках указано цифровое обозначение сплавов.

13. Марки и химический состав * (%) магневых деформируемых сплавов

Марка	Al	Mn	Zn	Zr	Другие элементы
МА1 (2311)	—	1,3—2,5	—	—	—
МА2 (2321)	3,0—4,0	0,15—0,5	0,2—0,8	—	—
МА2-1 (2323)	3,8—5,0	0,3—0,7	0,8—1,5	—	—
МА2-1п.ч. (2325)		0,2—0,6			
МА5(2351)	7,8—9,2	0,15—0,5	0,2—0,8	—	—
МА8(2361)		1,3—2,2			
МА8п.ч. (2365)	—	1,0—1,5	—	—	Ce 0,15—0,35
МА11 (2371)	Ni 0,1—0,22	1,5—2,5	—	—	Nd 2,5—3,5
МА14 (2374)		—	5,0—6,0	0,3—0,9	—
МА15 (2375)	—	Kd 1,2—2,0	2,5—3,5	0,45—0,9	La 0,7—1,1
МА17 (2377)	—	Mn 0,2—0,7	—	—	Ce 0,7—1,5
МА19 (2379)	—	Kd 0,2—1,0	5,5—7,0	0,5—0,9	Nd 1,4—2,0
МА20 (2381)	—	—	1,0—1,5	0,05—0,12	Ce 0,12—0,25

* Остальное — Mg.

Сверхлегкие деформируемые магниевые-литиевые сплавы [10]. Марки, химический состав и механические свойства после отжига при 175°С приведены в табл. 14. Плотность этих сплавов 1,4—1,65 г/см³; они хорошо обрабатываются давлением, свариваются аргодуговой сваркой.

14. Сверхлегкие деформируемые магниевые-литиевые сплавы

Марка	Химический состав, % (остальное Mg)					Свойства				
	Li	Al	Zn	Mn	Другие элементы	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	α_H
ИМВ1	5—6	5—6	0,6—1,2	0,2—0,8	Sn 0,6—1,2	29	19	11	14	0,6
ИМВ2	7—10	4—6	0,8—2,0	0,15—0,5	Cd 3—5	26	21	18	20	
ИМВ3	12—18	—	4—7	—	Sn 0,2—0,5	18	15	30	54	4,5

Плиты из магниевых сплавов (ГОСТ 21990—76) — горячекатаные, толщиной 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 27, 30, 32, 35, 40, 45 и 50 мм, шириной 500, 600, 700, 800, 900 и 1000 мм, длиной 1000—3000 мм. Изготавливаются из сплавов МА2-1, МА2-1п.ч. и МА8 с гарантированными механическими свойствами (табл. 15).

15. Механические свойства магниевых плит без термообработки

Марка	Толщина плиты, мм	σ_B , кгс/мм ²	$\sigma_{0,2}$, кгс/мм ²		δ_b , %	Плотность, г/см ³
			при растяжении	при сжатии		
			Не менее			
МА2-1 2323)	12—20	25	14	8	7	1,79
	20—32	25	—	—	6	
	32—50	23	—	—	6	
МА2-1п.ч. (2325)	12—20	25	14	8	8	1,79 · 0,994
	20—32	25	—	—	6	
МА8 (2361)	12—20	21	11	6	10	1,79 · 0,994
	20—32	20	10	—	8	
	32—50	18	—	—	8	

Полосы горячепрессованные (ГОСТ 20727—75) из магниевых сплавов (ГОСТ 14957—76) изготавливаются с площадью сечения до 130 см². Применяемые марки и механические свойства на продольных образцах приведены в табл. 16.

Профили горячепрессованные (ГОСТ 19657—74) — сплошные и полые с площадью сечения 0,2—12 см² и диаметром описанной окружности не более 150 мм. Изготавливаются из магниевых сплавов (ГОСТ 14957—76). Применяемые марки и механические свойства на продольных образцах приведены в табл. 16.

Защита от коррозии и повреждений полуфабрикатов из магниевых сплавов в период транспортирования и хранения в течение 10 сут у потребителя в условиях, исключающих попадание атмосферных осадков, осуществляется поставщиком при упаковке в соответствии с требованиями ГОСТ 9.016—74*.

16. Марки и механические свойства (не менее) магниевых горячепрессованных полос и профилей

Марка сплава	Полоса			Профили			
	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ , %	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ , %	НВ
	кгс/мм ²			кгс/мм ²			
МА1	20	10	2	22	—	2	40
МА2	23	13		24	—	6	42
МА2-1 МА2-1 п.ч.	25	15	6	27	16	9	45
				26	15	8	42
МА8 МА11*	20 26	10 13	3 5	21	—	10	40
МА14** МА15	32 29	24 22	6	32	25	6	60
				—	—	—	—

* На закаленных и искусственно состаренных образцах.

** На искусственно состаренных образцах.

МЕДЬ И МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

Медь — пластичный металл розовато-красного цвета. Плотность, г/см³: при 20°С — 8,94, расплава — 8,3. Температура плавления 1083°С, отжига 500—700°С, начала рекристаллизации наклепанной меди 200—300°С. Скрытая теплота плавления 50,6 кал/г, кипения — 1290 кал/г. Удельная теплоемкость при 20°С 0,092 кал/(г·°С), расплава — 0,13 кал/(г·°С). Теплопроводность при 20°С 0,94 кал/(см·с·°С). Коэффициент линейного расширения при 20—100°С 16,42·10⁻⁶. Литейная усадка 2,1%. Удельное электрическое сопротивление при 20°С 0,0178 Ом/(мм²·м). Водородный потенциал +0,34 В. Механические свойства очень меняются в зависимости от обработки; $\sigma_B=22\div45$ кгс/см²; $\delta=4\div60\%$; НВ 35—130.

Медь первичная в зависимости от степени чистоты подразделяется на марки, приведенные в табл. 17 и на стр. 505, и поставляется по ГОСТ 859—78 и ГОСТ 5.1.—67* (марки М00А и М0А в виде катодов). Буква б в названиях марок означает — бескислородная, а р — раскисленная.

Порошок медный (ГОСТ 4960—75) изготавливается электролитическим осаждением из сернокислого раствора сульфата меди. В зависимости от физико-химических свойств изготавливают двенадцать марок.

ПМАу, ПМА, ПМу и ПМ — порошок нестабилизированный, применяется в авиационной, электротехнической, химической, машиностроительных промышленности для изготовления ответственных деталей, щеток электромаши и фильтров для тонкой очистки масел.

ПМС-1у, ПМС-1, ПМС-2у и ПМС-2 — порошок стабилизированный, применяется в порошковой металлургии для изготовления спеченных изделий, колец, втулок и т. д., а также в приборостроении.

ПМС-К — порошок стабилизированный конопаточный, применяется в электроустановочной промышленности для заделки контактов.

ПМС-Ву и ПМС-В — порошок стабилизированный, применяется в авиационной промышленности.

ПМС-Н — порошок стабилизированный низкодисперсионный, применяется для металлокерамической промышленности для изготовления ответственных деталей машин.

17. Химический состав, % (не более) меди

Марка*	Cu, не менее	Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb
M00A	99,993	0,0002	0,0006	0,0005	0,0005	0,0006	0,0005
M006H	99,99*	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
M0A	99,97						0,002
M0	99,95	0,001	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004
M06	99,97						0,003
MB	99,90	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005
M1	99,90*	0,001					
M1p	99,90*	0,001					
M2	99,70*	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01
M2p	99,70*	0,002	0,005	0,01		0,4	0,05
M3	99,50*	0,003	0,05	0,05			
M3p	99,50	0,003	0,05	0,05			
M4	99,00	0,005	0,2	0,2	0,1	—	0,3
AMФ	99,00	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005

Марка	Sn	S	O	Zn	P	Ag	Всего
M00A	0,0005	0,002	—	0,0007	0,0005	—	0,007
M006H	0,001		0,001	0,001		0,001	—
M0A			0,015	0,001	0,001	0,002	0,03
M0		0,004	—	0,004	—	0,003	0,05
M06			0,001	0,003	0,002	—	0,03
MB	0,002	0,005	—	0,003	0,003	—	0,03
M1			—	0,005	0,003	—	0,03
M1p			—	0,005	0,005	—	0,1
M2		0,01	0,08	—	0,06	—	0,3
M2p	0,05	0,01	—	—	0,013	—	0,3
M3		—	0,10	—	0,06	—	0,5
M3p		—	—	—	0,02	—	1,0
M4	—	0,02	0,15	—	—	—	1,0
AMФ	0,002	0,005	0,05	0,005	—	0,003	0,1

* Медь + серебро.

Порошки поставляются и хранятся в герметической металлической таре. Влажность порошка не более 0,05%. Содержание сернокислых соединений металлов в пересчете на SO_4 не более 0,01% и прокаленного остатка после обработки порошка азотной кислотой не более 0,05% за исключением марок ПМС-К и ПМС-Н, для которых последний составляет не более 0,1%. Химический состав и насыпную плотность — см. в табл. 18, гранулометрический состав — в табл. 19.

18. Химический состав (%) и насыпная плотность медного порошка

Марка	Насыпная плотность	Cu, не менее	Примеси, не более	
			Fe	O
ПМС-Ву ПМС-В	2,4—2,7	99,8 99,5	0,02	0,1
ПМАу ПМу ПМС-1у ПМС-2у	1,3—1,5 1,25—2,0 1,25—1,9 1,3—2,0	99,7		0,2
ПМА ПМ ПМС-1 ПМС-2	1,3—1,5 1,25—2,0 1,25—1,9 1,3—2,0	99,5	0,08	0,3
ПМС-К ПМС-Н	2,5—3,5			0,5

Примечание. У всех марок (не более): 0,01% Sb, 0,05% Pb, 0,005% As.

19. Гранулометрический состав медного порошка

Марка	Номинальный размер частиц, мм	Прохождение, % (не менее) через сито №						Остаток на сите, %, не более
		045K	0224K	018K	01K	0071K	0045K	
ПМА, ПМАу		—	—	—	—	—	73—80	0,5
ПМ, ПМу ПМС-1, ПМС-1у	0,1	—	—	—	99,5	90	65—80	
ПМС-2, ПМС-2у	0,071	—	—	—	—	99,5	85—90	
ПМС-К	0,45	90	—	Не более 10	—	—	—	10
ПМС-Н	0,224	—	95	—	—	—	—	5

Медь, предназначенная для переплавки, гальванической и другой технологической переработки, поставляется слитками в качестве: катодов, т. е. изделий, получаемых электролитическим путем (ГОСТ 546—67*, ГОСТ 5.1—67*), анодов из меди марок М1 и АМФ для гальванотехнологии (ГОСТ 767—70), слитков для обработки давлением (ГОСТ 193—67*, ГОСТ 5.1073—71), слитков бескислородной меди марки М06 (ГОСТ 5.657—70*) и др. с оценкой их качества по степени очистки от примесей.

Медь, используемая в качестве полуфабрикатов для изготовления медных (или комбинированных) деталей, поставляется в виде прутков, листов, лент, проволоки, фольги и других катаных и тянутых изделий с нормированием их физических и механических свойств (табл. 20).

Фольга медная рулонная для технических целей (ГОСТ 5638—75) изготовляется из меди марок: М0, М1 и М2 твердой с временным сопротивлением разрыву не менее 30 кгс/мм². Поверхность фольги должна быть чистой, гладкой и ровной, без забоин и царапин, не допускаются следы смазки. На фольге толщиной 0,015—0,030 мм допускаются единичные мелкие отверстия, видимые невооруженным глазом против света, не имеющие строчечного расположения и местного скопления (метод проверки изложен в ГОСТ 5638—75).

20. Основные характеристики и механические свойства медных полуфабрикатных изделий

Изделия	Марки меди	Метод изготовления и состояние металла	Толщина или диаметр, мм	$\sigma_{в'}$, кгс/мм ²	δ , %	ГОСТ
Прутки круглый квадратный и шестигранный	М1, М1р, М2, М2р, М3 и М3р	Тянутый; мягкий полутвердый твердый	3—50	20 24 28	35 10 5	1535—71
Прутки круглый		Горячекатаный Прессованный	32—100 20—150	20 19	8 30	
Лист и полоса		Холоднокатаный Твердые Мягкие	0,4—12,0	30	3	495—77
Лист		Горячекатаный	3—25		20	
Лента общего назначения	М2 и М3	Холоднокатаная Мягкая Твердая	0,005—2,0 0,05—0,12	30 30	30 3	1173—77
Лента радиаторная		Мягкая Твердая	0,05—0,25	Проверяется на вытяжку		20707—75
Полосы и ленты из бескислородной меди	М06	Полосы: горячекатаные холоднокатаные Ленты: холоднокатаные	15—55 2—12 0,05—2,0	Для электровакуумной техники		15471—77
Ленты для коаксиальных кабелей	М1	Мягкие Твердые	0,16—0,3	—	—	16358—70*
Трубы волноводные	М2 и М3	Тянутые Твердые	130×65— 292×146	—	—	20900—75
Проволока электро-техническая	ММ МТ МС	Мягкая Твердая Для связи	0,02—10,0 2,51; 3,0; 3,53 и 4,0	— — —	— — —	2112—71*

Фольга изготовляется пяти толщин (табл. 21) и поставляется в рулонах, намотанной на металлическую втулку с внутренним диаметром 32—36 мм и наружным не более 40 мм. Рулоны диаметром не менее 100 мм должны быть обернуты парафинированной бумагой и затем алюминиевой фольгой.

Фольга медная электролитическая (ГОСТ 14958—69) по химическому составу должна соответствовать меди М1. Изготавливается толщиной 0,035 и 0,050 мм

трех марок: ФМЭ — неоксидированная; ФМЭО — оксидированная нормальной шероховатости, ФМЭОШ — то же, повышенной нормальной шероховатости. Толщина оксидированного слоя для фольги обеих марок 0,15—0,35 мкм. Поставляется в рулонах шириной 500, 550, 1000 и 1100 мм и в листах 550×710 и 550×750 мм.

Медь кадмиевая (бронза БрКд1) — сплав: Cd 0,9—1,2% Cu (остальное), примесей не более 0,35%. Поставляется (ГОСТ 4134—75) в виде полос трапециевидального сечения в твердом состоянии (НВ 95) для изготовления коллекторных пластин электрических машин. Тем же стандартом и для той же цели установлена марка магниевой бронзы БрМг0,3 с содержанием Mg 0,2—0,5% и примесей не более 0,2%.

Медные профили для той же цели изготавливаются из меди марок М00, М0, М06 и М1 по ГОСТ 3568—70*.

Краткое описание медных полуфабрикатов (прутки, листы, полосы, ленты и др.) приведено в табл. 20, а размеры и масса медной технической фольги — в табл. 21.

21. Размеры и масса медной технической фольги

Толщина, мм	Предельные отклонения по толщине, мм, для точности		Ширина, мм	Теоретическая масса 1 м ² , г
	нормальной	повышенной		
0,015	± 0,002	—	20—210 (через 5)	133,5
0,020	+0,002 —0,004	+0,002 —0,003		178,0
0,030	+0,003 —0,007	+0,002 —0,006	20—230 (через 5)	267,0
0,040				356,0
0,050				445,0

Примечание. Допуск по ширине ± 0,5 мм.

Медь образует многие распространенные сплавы: латуни, бронзы и медно-никелевые (мельхиор, монель, нейзильбер, константан и др.), описание которых выделено в самостоятельные разделы.

Латуни

Латуни — сплавы меди с цинком. С введением третьего, четвертого и более компонентов латуни именуют сложными, или специальными, и они получают название алюминиевой латуни, железомарганцевой латуни, марганцево-оловянно-свинцовой латуни и т. д. По сравнению с медью они обладают большими прочностью, коррозионно-стойкостью, упругостью и лучшей обрабатываемостью (литьем, давлением и резанием). По технологическому признаку латуни подразделяются на литейные и обрабатываемые давлением.

Литейные латуни в виде чушек поставляются двенадцати марок (ГОСТ 1020—77), химический состав которых приведен в табл. 22. Предназначаются для изготовления фасонных отливок (ГОСТ 17714—72), характеристики и назначение которых приведены в табл. 23, а механические свойства — в табл. 24.

Механические свойства литейных латуней должны соответствовать данным табл. 24, полученным на отдельно отлитых образцах ($l=5d$) с литейной коркой, или образцах, изготовленных из отдельно отлитых проб по тем же способам литья (З, К, Ц, Д).

Латуни, обработанные давлением. Согласно ГОСТ 15527—70 по химическому составу нормировано восемь марок простых латуней (см. справку к табл. 23): Л196, Л190 (томпак); Л185, Л180 (полутомпак); Л170, Л168, Л163 и Л160 (латуни) и 23 марки сложных: алюминиевая ЛА77-2; алюминивно-железная ЛАЖ60-1-1; алюминивно-никелевая ЛАН59-3-2; алюминивно-мышьяковая ЛАМш77-2-0,05; алюминивно-никелекремнистомарганцовая ЛАНКМц 75-2,2,5-0,5-0,5; железомарганцовая ЛЖМц59-1-1; железосвинцовая ЛЖС58-1-1; никелевая ЛН65-5; марганцовая ЛМц58-2; марганцово-алюминиевая ЛМцА57-1-1; томпак оловянный ЛО90-1; оловянные ЛО70-1, ЛО62-1, ЛО60-1; свинцовые ЛС63-3, ЛС74-3, ЛС64-3, ЛС60-1, ЛС59-1В, ЛС59-1В; кремнистая ЛК80-3; мышьяковистая ЛМш63-0,05. Латуни поставляются в виде проволоки, полос, листов, лент, труб и других видов горяче- и холоднопрокатных, тянутых и прессованных изделий, в мягком (отожженном), полутвердом (степень обжатия 10—30%), твердом (30—50%) и особо твердом (более 60%) состояниях.

22. Марки, химический состав* (%) литейных латуней в чушках

Марка	Cu	Pb	Si	Mn	Al	Примеси, не более	Маркировка чушек в виде цветных полос	Штифтовой металл для товарных латуней
ЛС	56—61	0,8—1,9	—	—	—	2,0	Белая	ЛС59-1Л
ЛСЖ	57—61	0,8—1,5	—	—	—	1,5	Две белые	ЛС59-1ЛД
ЛС1	56—61	0,8—2,5	—	—	—	2,7	Три белые	ЛС59-1Л1
ЛОС**	60—75	1,0—3,0	—	—	—	1,5	Белая, черная, белая	ЛВОС
ЛК	76—81	—	2,8—4,5	—	—	2,5	Белая и красная	ЛК80-3Л
ЛК1	78—81	—	3,0—4,5	—	—	2,4	Белая, красная, белая	ЛК80-3Л
ЛК2	—	—	1,9—2,8	—	—	2,5	Белая и две красные	—
ЛКС	76—81	2,0—4,0	2,5—4,5	—	—	2,0	Белая, красная и черная	ЛКС0-3-3
ЛМцС	56—60	1,5—2,5	—	1,8—2,5	—	2,2	Белая и синяя	ЛМцС58-2-2
ЛМцЖ***	53—58	—	—	3,0—4,0	—	1,7	Белая и зеленая	ЛМцЖ55-3-1
ЛА	63—68	—	—	—	2,2—3,0	2,6	Белая и желтая	ЛА67-2,5
ЛАЖМЦ	63—70	—	2,0—4,0	1,5—3,0	4,0—7,0	1,8	Белая и коричневая	ЛАЖМц66-6-3-2

* Остальное — Zn. ** Sn 0,5—2%. *** Fe 0,5—1,5%.

Прутки латунные (ГОСТ 2060—73*) — тянутые круглого (три группы точности), квадратного и шестигранного (две группы точности) сечения выпускаются размерами 3—50 мм и прессованные размерами 10—160 мм (две группы точности). Тянутые прутки изготавливаются из латуни Л160, Л163, ЛС59-1, ЛО62-1, ЛЖС58-1-1, ЛМц58-2, ЛЖМц59-1-1, а круглые из ЛС63-3. Прессованные прутки — из латуни Л160, Л163, ЛО62-1, ЛС59-1, ЛМц58-2, ЛЖМц59-1-1, ЛАЖ60-1-1 и ЛЖС58-1-1. Механические свойства латуни в прутках приведены в табл. 25.

Полосы прямоугольные латунные (ГОСТ 6688—75). Прессованные полосы размером 5×20—25×60 мм изготавливаются из латуни марок, приведенных в табл. 26.

Тянутые полосы размером 3×6—10×18 мм с минусовыми допусками изготавливаются из латуни ЛС59-1 без регламентации механических свойств.

23. Марки*, химический состав и назначение латунных отливок

Название и марка латуни	Химический состав**, %			Примерное назначение
	Cu	Компоненты	Примеси, не более	
Кремнистая, ЛК80-3Л	78—81	Si 3,0—4,5	2,8	Детали, работающие в морской воде, при протекторной защите арматуры до 250°С
Кремнисто-свинцовая ЛКС0-3-3	77—81	Si 2,5—4,5 Pb 2,0—4,0	2,3	Подшипники и втулки неотвеченного назначения
Алюминивно-железомарганцовая ЛАЖМц66-6-3-2	64—68	Al 4,0—7,0 Fe 2,0—4,0 Mn 1,5—3,0	2,1	Гайки нажимных работающих червячных винтов
Алюминиевая ЛА67-2,5	66—68	Al 2,0—3,0	3,4	Коррозионно-стойкие детали, работающие в морской атмосфере
Алюминивно-железная ЛАЖ60-1-1Л	58—61	Al 0,8—1,5 Fe 0,8—1,5 Mn 0,1—0,3 Sn 0,2—0,7	0,7	Арматура, втулки, подшипники
Марганцево-никеле-железоалюминиевая ЛМцНЖА60-2-1-1-1	58—62	Al 0,5—1,0 Fe 0,5—1,1 Mn 1,5—2,5 Pb 0,5—1,5	2,3	Арматура, не имеющая притираемых поверхностей, работающая на воздухе, в воде, масле, жидком топливе до 250°С
Свинцовая ЛС59-1ЛД	58—61	Pb 0,8—2,0	1,5	Литье под давлением
Свинцовая ЛС59-1Л	57—61		2,0	
Марганцево-оловянно-свинцовая ЛМцОС58-2-2-2	57—60	Mn 1,5—2,5 Sn 1,5—2,5 Pb 0,5—2,5	1,2	Зубчатые колеса
Марганцево-свинцовая ЛМцС58-2-2		Mn 1,5—2,5 Pb 1,5—2,5	2,5	
Марганцевая ЛМц58-2Л		Mn 1,0—2,0	2,0	Детали, подвергающиеся лужеению, заливке баббитом. Детали упорных и опорных подшипников, дейдвудных труб
Марганцево-железная ЛМцЖ55-3-1	53—58	Fe 0,5—1,5 Mn 3,0—4,0		Несложные детали ответственного назначения, арматура для морских судов, работающих при температурах до 300°С
Оловянно-свинцовая ЛВОС	60—75	Sn 0,5—2,0 Pb 1,0—3,0	1,5	Штуцера гидросистем автомобилей

* В марках латуни буква Л означает латунь, А — алюминивая, Ж — железная, Мц — марганцовистая, К — кремнистая, С — свинцовистая, О — оловянистая, первая цифра — среднее содержание меди, вторые и последние цифры — содержание компонентов в той последовательности, в какой они приведены в буквенной части условного обозначения марки.

** Остальное Zn.

Листы и полосы латунные (ГОСТ 931—70). Горячекатаные листы — толщиной 5,6—21,22 и 25 мм с минусовыми допусками (0,45—1,6 мм). Размеры стандартных листов, мм: 600×1500 и 1000×2000, рекомендуемый размер 710×1410 мм. Изготавливаются из латуни Л163, ЛО62-1 и ЛС59-1. Холоднокатаные листы — толщиной 0,4; 0,5—1,2; 1,3; 1,35; 1,4; 1,5; 1,6; 1,65; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0—7,5; 8,0; 9,0; 10; 11 и 12 мм с минусовыми допусками. Размеры листов 600×1500, 800×2000 и 1000×2000 мм (710×1410). Холоднокатаная полоса — толщиной 0,4—10,0 мм (по сортаменту холоднокатаного) и шириной 40—500 мм. Холоднокатаные листы и полосы изготавливаются из латуни Л163, Л168, Л180, Л185, Л190, ЛМц58-2, ЛО62 и ЛС59-1. Состояние металла и соответствующие ему свойства приведены в табл. 27.

24. Свойства литейных латуней

Марка	Плотность, г/см ³	Теплопроводность, кал/см·с·°С	Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁴ /°С	Температура плавления, °С	Литейная усадка, %	Вид литья*	Механические свойства		
							σ _B , кгс/мм ²	δ, %	НВ
							Не менее		
ЛК80-3Л	8,3	0,2	17,0	900	1,7	К	30	15	110
						З			100
ЛКС80-3-3	8,6	0,12	19,8	900	1,8	К	25	7	90
ЛАЗЖ66-6-3-2	8,5					0,27			—
		Ц	60						
ЛА67-2,5	8,5	0,27	—	904	1,7	К	40	15	90
ЛАЗЖ60-1-1Л						30	12	80	
ЛМЦС58-2-2	8,5	0,11	—	885	2,0	К	42	18	90
						З	38	20	80
ЛМЦС58-2-2	8,5	0,11	—	885	2,0	К	35	8	70
						З	25	10	70
ЛМЦНЖА60-2-1-1-1	8,4	—	—	916	1,7	К	40	18	85
ЛС59-1ЛД	8,5	0,26	—	—	—	З	35	20	100
ЛС59-1Л						20	6	70	
ЛМЦОС58-2-2-2	8,5	0,26	—	890	1,8	Ц	20	20	30
						К	30	4	100
ЛМЦ58-2Л	8,5	0,24	—	—	—	З	30	6	90
К, З, Ц						35	20	100	
ЛМЦЖ55-3-1	8,5	0,24	22,0	870	1,6	К	50	10	90
						З	45	18	90
ЛВ0С	8,5	0,24	—	920	1,8	Д	40	10	90
						З	15	8	60

* Буквы обозначают литье: З — в песчаные формы («в землю»), К — в кокиль, Ц — центробежное, Д — под давлением.

25. Механические свойства латунных прутков

Марка латуни	Состояние	Диаметр прутков, мм	σ _B , кгс/мм ²	δ ₁₀ , %
			Не менее	
Л60	Прессованные	10—160	30	30
	Тянутые мягкие	3—50	34	
Л63	Прессованные	10—160	30	30
	Тянутые мягкие	3—50	34	40
ЛС59-1	Прессованные	10—160	37	18
	Тянутые мягкие	3—50	34	22
ЛС63-3	Тянутые полутвердые	3—40	40	15
	Тянутые твердые	3—12	50	5
ЛС63-3	Тянутые полутвердые	3—40	38	15
	Тянутые твердые	3—12	45	10
ЛО62-1	Прессованные	10—160	37	20
	Тянутые полутвердые	3—50	40	15
ЛЖС58-1-1	Прессованные	10—160	30	20
	Тянутые полутвердые	3—50	45	10
ЛМЦ58-2	Прессованные	10—160	40	25
	Тянутые полутвердые	3—12	45	20
ЛЖМЦ59-1-1	Прессованные	10—160	44	28
	Тянутые полутвердые	3—12	50	15
ЛАЗЖ60-1-1	Прессованные	10—160	45	17
	Прессованные	10—160	45	18

Лента латунная (ГОСТ 2208—75) толщиной 0,05—2,0 мм повышенной и нормальной точности с минусовыми допусками и шириной 10—600 мм. Размеры лент в зависимости от марки латуни и ее состояния установлены стандартом (табл. 28), а механические свойства приведены в табл. 29.

Лента латунная радиаторная (ГОСТ 20707—75*) толщиной 0,05—0,25 мм нормальной и повышенной точности с минусовыми допусками и шириной 10—200 мм изготавливается из латуни Л63 в мягком, четвертьтвердом, полутвердом и твердом состояниях и латуни Л90 в мягком, полутвердом и твердом состояниях. Нормируется испытание выдавливанием сферической лунки радиусом 10 мм (табл. 30).

26. Механические свойства (не менее) латунных прессованных прямоугольных полос

Марка латуни	$\sigma_{в'}$, кгс/мм ²	δ , %
Л63 ЛЖМц59-1-1	30	30
	44	31
ЛМц58-2 ЛО62-1	43	25
	35	
ЛС59-1	38	21

и ненормируемым δ ; твердые с $\sigma_{в'} = 45 \div 56$ и $\delta = 5\%$; особо твердые с $\sigma_{в'} = 64$ кгс/мм², $\delta = 5\%$.

Ленты и полосы томпаковые для плакировки (ГОСТ 2205-71). Ленты холоднокатаные толщиной 0,7; 0,9; 1,0; 1,1; 1,5; 1,6; 1,7 и 2,0 мм и шириной 100—500 мм. Полосы — холоднокатаные толщиной 2,5; 2,6; 3,0; 3,6 и 4,0 мм и шириной 100—500 мм. Изготавливаются из томпака Л90 и поставляются мягкими (отожженными) и травлеными. Механические свойства не нормируются.

27. Механические свойства латунных листов и полос

Метод изготовления	Марка латуни	Состояние металла	$\sigma_{в'}$, кгс/мм ²		Метод изготовления	Марка латуни	Состояние металла	$\sigma_{в'}$, кгс/мм ²	
			δ , %	δ , %				δ , %	δ , %
Холоднокатаные	Л90	Мягкий	24	35	Холоднокатаные	Л63	Мягкий	30	38
		Полутвердый	30	10			Четвертьтвердый	35	20
		Твердый	36	3			Полутвердый	42	10
							Твердый	50	4
	Л85	Мягкий	26	38		ЛС59-1	Мягкий	35	25
		Полутвердый	33	12			Твердый	47	5
		Твердый	40	3			ЛМц58-2	Мягкий	39
	Л80	Мягкий	27	40		Полутвердый		43	15
		Полутвердый	34	15		Твердый	60	3	
	Л63	Мягкий	30	42		ЛО62-1	Твердый	40	5
		Полутвердый	35	20			Горячекатаные	Л63 ЛО62-1 ЛС59-1	—
	Твердый	44	10	—		35			20
Особотвердый	53	—	—	37	18				

Проволока латунная (ГОСТ 1066-75) общего назначения: круглая — диаметром 0,1—12 мм по сортаменту ГОСТ 2771-57, квадратная и шестигранная — размером 3—12 мм. Изготавливается из латуни Л80, Л63 и ЛС59-1 в мягком, полутвердом и твердом состояниях.

Латунная проволока для холодной высадки (ГОСТ 12920-67*) изготавливается из латуни Л63. Диаметры проволоки установлены применительно к диаметрам готовых болтов, винтов, заклепок, шпилек, шурупов, гаек с учетом накатки резьбы. Проволока поставляется следующих диаметров, мм: 1,0; 1,2; 1,32;

28. Размеры (мм) латунных лент

Марка латуни	Состояние металла	Толщина	Ширина	Марка латуни	Состояние металла	Толщина	Ширина
Л90, Л85 Л80, Л63	Мягкий и полутвердый	0,14—0,22	10—200	Л63	Четвертьтвердый	0,14—0,22	10—200
		0,25—0,45	10—250			0,25—0,45	10—250
		0,5—2,0	20—600			0,5—2,0	20—600
Л90 Л85 Л80	Твердый	0,10—0,22	10—300	ЛС59-1 ЛМц58-2	Мягкий	0,14—0,40	10—175
		0,25—0,45	10—600			0,45—1,4	20—280
		0,5—2,0	20—600			(1,5—2,0)	(20—600)
Л63 Л63	Твердый	0,05—0,09	10—175	ЛС59-1 ЛМц58-2	Твердый	0,10—0,40	10—175
		0,10—0,22	10—300			0,45—1,4	20—280
		0,25—0,45	10—600			1,5—2,0	20—180
Л63 Л63	Особо твердый	0,14—0,22	10—300	ЛС59-1	Особо твердый	0,35—1,2	20—300
0,5—1,0	20—600	0,45—1,4	20—280				

29. Механические свойства латунных лент

Марка латуни	Состояние металла	$\sigma_{в'}$, кгс/мм ²	δ , % не менее	Глубина вдавливания (мм) при толщине ленты, мм	
				До 0,25	0,3—0,5
Л90	Мягкий Полутвердый Твердый	24—25	35	> 7	7,0—9,5
		40—43	10	—	—
		> 36	3	2,5—5,5	4,0—7,0
Л85	Мягкий Полутвердый Твердый	26—37	38	—	—
		33—44	12	—	—
		> 40	3	—	—
Л80	Мягкий Полутвердый Твердый	27—38	40	—	—
		34—44	15	—	—
		> 40	3	> 8	—
Л63	Мягкий Полутвердый Твердый Особо твердый	30—38	42	> 8	> 10
		35—45	20	7—9	9—11
		44—55	10	5—7	7—9
		> 53	—	—	—
Л63	Мягкий Четвертьтвердый Полутвердый Твердый Особо твердый	30—42	38	> 7,5	> 9,5
		35—48	20	5,5—7,5	7,5—9,5
		42—55	10	3,0—5,5	5,5—7,5
		55—63	4	2,0—4,5	—
		> 60	—	—	—
ЛС59-1	Мягкий Твердый Особо твердый	35—50	25	—	—
		47—60	5	—	—
		> 60	3	—	—
ЛМц58-2	Мягкий Полутвердый Твердый	39—50	30	—	—
		43—60	15	—	—
		> 60	4	—	—

30. Нормы испытания радиаторных лент выдавливанием сферической лунки

Марка латуни	Состояние металла	Глубина выдавливания, мм, при толщине ленты, мм	
		0,10—0,15	0,16—0,25
Л63	Мягкий	> 7,5	> 0,5
	Четвертьтвердый	5,5—7,5	5,5—7,5
	Полутвердый	3,0—5,5	3,0—5,5
	Твердый	2,0—4,5	2,0—4,5
Л90	Мягкий	> 7,0	> 7,0
	Полутвердый	3,0—6,5	3,0—6,5
	Твердый	2,5—5,0	3,5—5,5

1,4; 1,45; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,16; 2,2; 2,35; 2,4; 2,5; 2,6; 2,64; 2,85; 3,0 (нормальной точности с допуском — 0,04 мм), 3,26; 3,35; 3,48; 3,5; 3,6; 3,85; 4,0; 4,1; 4,38; 4,43; 4,8; 5,0; 5,2; 5,28; 5,8; 6,0 (нормальной точности с допуском — 0,05), 7,0; 7,1; 7,8; 8,0; 8,3; 8,85; 9,0; 10,0 (нормальной точности с допуском — 0,1 и повышенной точности с допуском — 0,06 мм).

Проволока поставляется в отожженном виде с механическими свойствами по ГОСТ 1066—75 в полутвердом ($\sigma_b = 37$ кгс/мм² и $\delta = 18\%$) и твердом ($\sigma_a = 55 \div 75$ кгс/мм²) состояниях.

Проволока из свинцовой латуни ЛС63-3 (ГОСТ 19703—74) для деталей приборов и часов поставляется диаметром 0,45—6,0 мм нормальной точности (4-го класса точности проволоки) и повышенной точности (3а класса). Изготавливается в мягком, полутвердом, твердом и особо твердом состояниях с механическими свойствами согласно табл. 31.

Трубы латунные (ГОСТ 494—76). Тянутые и холоднокатаные трубы изготовляют диаметром 3—100 мм при толщине стенки 0,5—10 мм из латуни Л63 и Л68, прессованные — диаметром 21—195 мм при толщине стенки 1,5—42,5 мм из латуни Л60, Л63, ЛС59-1, ЛЖМц59-1-1.

31. Механические свойства латунной проволоки ЛС63-3

Диаметр проволоки, мм	Состояние металла	σ_b , кгс/мм ²	δ_{10} , %, не менее
0,45—6,50 7,00—8,00	Особо твердый	63—73	—
		Св. 63 до 70	—
0,45—12,00 0,45—12,00 0,45—12,00	Твердый Полутвердый Мягкий	Св. 52 до 63	3
		Св. 40 до 52	32
		≥ 30	—

Трубы латунные для теплообменных аппаратов (ГОСТ 21646—76) поставляются наружным диаметром 10—50 мм с толщиной стенок 0,8—3,0 мм в мягком и полутвердом состояниях со свойствами согласно табл. 32. Трубы должны выдерживать испытания гидравлическим давлением 50 кгс/мм² в течение 10 с.

Трубы латунные тонкостенные (ГОСТ 11383—75). Тянутые трубы — диаметром 1,5—28 мм повышенной и нормальной точности с толщиной стенки 0,15—0,7 мм в мягком и твердом состояниях из латуни марки: Л63 — с σ_b , равным 30 и 40 кгс/мм², и δ_{10} , соответственно равным 38 и 10%, и марки 096 — с σ_b , равным 21 и 30 кгс/мм², и δ_{10} , соответственно равным 35 и 2%.

Трубки капиллярные латунные и медные круглого сечения поставляются в бухтах длиной не менее 100 м. Трубки изготовляют следующих размеров, мм:

группы А — наружным диаметром 1,2—2,5 (через 0,1), внутренним диаметром 0,35—0,6 (через 0,05) из меди М2 и М3 или из томпака Л96; группы Б — наружным диаметром 2,1, внутренним диаметром — 0,8; 0,82 и 0,85 из меди М2 и М3. Поставляют в мягком и твердом состояниях соответственно с σ_b , равным 21 и 26 кгс/мм², и δ_{10} , равным 35 и 4%.

32. Свойства латунных труб для теплообменных аппаратов

Марка латуни	Состояние металла	σ_b , кгс/мм ²	δ_{10} , %
		Не менее	
ЛО70-1; ЛОМш70-0,05 Л68; ЛМш68-0,05	Мягкий	30	40
ЛА77-2; ЛАМш77-2-0,05	Мягкий	33	35
Л68; ЛО70-1	Полутвердый	35	

Бронзы

Бронзами называют сплавы меди (кроме латуней и медно-никелевых сплавов) с оловом (оловянные бронзы) и сплавы меди с алюминием, бериллием, кремнием, марганцем и другими компонентами, которые являются главными и в соответствии с которыми бронзы получают название. Бронзы, так же как и латуни, подразделяются на литейные и деформируемые. Обозначение бронз начинается с букв Бр.

Бронзы оловянные литейные в готовых отливках (ГОСТ 613—65) по химическому составу должны соответствовать данным табл. 33 и по механическим свойствам — данным табл. 34.

Шихтовая бронза литейная в чушках (ГОСТ 614—73). Химический состав приведен в табл. 33.

33. Марки и химический состав (%)* оловянных литейных бронз

Марка	Sn	Zn	Pb	Назначение
Бронза чушковая				
БрОЗЦС4Н1	2,6—4,0	7,0—10,0	3,0—6,0	Шихта для литейных бронз по ГОСТ 613—65
БрОЗЦС4	2,1—3,5	9,0—16,0	Ni 0,5—2,0	
БрО4П7С5	3,1—5,5	6,5—9,0	3,0—6,0	
БрО5Ц6С5	4,1—6,0	4,5—6,5	4,0—7,0 4,0—6,0	
Бронза литейная				
БрОПС3-5-7-5	3,0—4,5	6,0—9,5	3,0—6,0	} Для отливки антифрикционных деталей
БрОПС4-4-17	3,5—5,0	2,0—6,0	14,0—20,0	
БрОПС5-5-5	4,0—6,0	4,0—6,0	4,0—6,0	
БрОПС3-12-5	2,0—3,5	8,0—15,0	3,0—6,0	То же, и арматура воды и пара давлением до 25 кгс/см ² То же, включая работу в морской воде и других слабокоррозионных средах
БрОПСН3-7-5-1	2,5—4,0	6,0—9,5 Ni 0,5—2,0		

* Остальное Cu, сумма примесей 3%.

34. Механические свойства литейных оловянных бронз (не менее)

Марка	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	НВ
БрОЦС3-5-7-3	18	4	60
	15	6	60
БрОЦС4-4-17	—	—	—
	15	5	60
БрОЦС5-5-5	18	4	—
	15	6	—
БрОЦС3-12-5	21	—	60
	18	5	60
БрОЦСН3-7-5-4	21	—	—
	18	8	—

Примечание. Цифры в числителе относятся к металлу, отлитому в кокиль, в знаменателе — в земляную форму.

на конкретные изделия из оловянных бронз, обрабатываемых давлением и поставляемых в мягком М (отожженном), полутвердом ПТ, твердом Т и особо твердом ОТ состояниях, — в табл. 36.

Бронзы безоловянные в чушках (ГОСТ 17328—78Е) для подшихтовки литейных бронз изготавливаются из лома и отходов цветных металлов и сплавов и в зависимости от химического состава выпускаются трех марок: БрА10ЖЗр с содержанием 8—10% Al, 2—4% Fe и не более 1,7% примесей; БрА10ЖЗ с тем же содержанием Al и Fe и 2,4% примесей; БрА10ЖЗМп2Л9—10% Al, 2—4% Fe, 1—2% Mn и 1,7% примесей. Чушки массой не более 42 кг маркируются: 1-я марка — черная и белая полосы, 2-я — две черные и одна белая полосы и 3-я — черная и две белые полосы.

Бронзы безоловянные литейные предназначены для изготовления фасонных отливок. Согласно ГОСТ 493—54** выпускается девять марок литейной бронзы. Химический состав и механические свойства приведены в табл. 37.

Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением (деформируемые) выпускаются в соответствии с ГОСТ 18175—78 13 марок: алюминиевые БрА5 (Al 4—6%) и БрА7 (Al 6—8%), предназначенные для упругих элементов (пружин, мембран, сильфонов и т. д.); алюминивно-марганцевые БрАМц9-2 (Al 8—10% и Mn 1,5—2,5%) и БрАМц10-2 (Al 9—11% и Mn 1,5—2,5%) — для шестерен, червяков, втулок; алюминивно-железная БрАЖ9-4 (Al 8—10% и Fe 2—4%) — для шестерен, гаек силовых винтов, седел клапанов и т. д.; алюминивно-железомарганцевая БрАЖМц10-3-1,5 (Al 9—11%, Fe 2—4% и Mn 1—2%) — для шестерен, подшипников; алюминивно-железоникелевая БрАЖН10-4-4 (Al 9,5—11%, Fe и Ni по 3,5—5,5% каждого) — для направляющих втулок, клапанов, шестерен и пр.; бериллиевая (Be 1,8—2,1%, Ni 0,2—0,5%) — для пружин и других элементов. Берилливно-никелево-титановая БрБНТ1,7 (Be 1,6—1,85%, Ni 0,2—0,4% и Ti 0,1—0,25%) и БрБНТ1,9 (Be 1,6—1,85% при том содержании Ni, Ti, что у БрБНТ1,7) для пружин и других упругих элементов, кремнисто-никелевая БрКН1-3 (Si 0,6—1,1%, Ni 2,4—3,4% и Mn 0,1—0,4%) — для антифрикционных деталей, кремниво-марганцовистая БрКМц3-1 (Si 2,75—3,5% и Mn 1—1,5%) — для пружин и подшипников; марганцовистая БрМц5 (Mn 4,5—5,5%) — для точечной арматуры.

Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением (деформируемые) согласно ГОСТ 5017—74 подразделяются на группы:

Оловянно-фосфористые бронзы: БрОФ8,0-0,3 — для проволоки сеток целлюлозно-бумажной промышленности; БрОФ6,5-0,4 — то же, а также для пружин, лент, полос и деталей; БрОФ6,5-0,15 — для лент, полос, прутков, подшипниковых деталей, биметаллических изделий; БрОФ7-0,2 — для прутков; БрОФ4-0,25 — для трубок контрольно-измерительных и других приборов.

Оловянно-цинковые бронзы БрОЦ4-3 — для лент, полос, прутков, применяемых в электротехнике, машиностроении, для пружинной проволоки в химической промышленности.

Оловянно-цинково-свинцовые бронзы: БрОЦ4-4-2,5 и БрОЦ4-4-4 для лент и полос, применяемых для прокладок во втулках и подшипниках.

Химический состав и некоторые наиболее общие свойства приведены в табл. 35, а механические свойства

35. Марки и химический состав* (в %) оловянных бронз, обрабатываемых давлением

Марки	Sn	P	Ni и Zn	Примесей, не более	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С
БрОФ8,0-0,30 БрОФ7-0,2	7,5—8,5	0,25—0,35	Ni 0,1—0,2	0,1	8,6	880 900
	7,0—8,0	0,10—0,25	—			
БрОФ6,5-0,4 БрОФ6,5-0,15	6,0—7,0	0,28—0,40 0,10—0,25	Ni 0,1—0,2	—	8,7 8,8	995
БрОФ4-0,25	3,5—4,0	0,20—0,30	—	—	8,9	1060
БрОЦ4-3	—	—	Zn 2,7—3,3	—	8,8	1045
БрОЦС4-4-2,5 БрОЦС4-4-4	3,0—5,0	1,5—3,5 3,5—4,5	Zn 3,0—5,0	0,2	8,9 9,1	1018 1015

* Остальное Cu.

36. Сортамент изделий и механические свойства оловянной деформируемой бронзы

Полуфабрикат	Размер, мм		Марка бронзы	Состояние материала	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ_{10} , %
	минимальный	максимальный			кгс/мм ²		
Полоса, лента ГОСТ 1761—70	1×40	10×300	БрОФ6,5-15	М ПТ Т ОТ	> 30	> 13	34—38*
	0,1×10	2×300			45—48	38—35	
Полоса, лента	1,58×50 0,5×100	3×200 2×200	БрОЦ4-4-2,5	М ПТ Т	58—76	55—72	3—5
					> 76	> 72	
Полоса, лента	1,58×50 0,5×100	3×200 2×200	БрОЦ4-4-2,5	М ПТ Т	36—55	30—52	4—8
					55—70	> 70	
Прутки круглые ГОСТ 10025—78	6	Тянутые 40	БрОФ6,5-0,15 БрОФ7-0,2	—	> 42	—	15 15
					> 45	—	
Прутки круглые, квадратные и шестигранные ГОСТ 6511—60	5 42	Тянутые 40 Прессованные 120	БрОЦ4-3 БрОЦ4-3	—	36—55	30—52	10* 16
					> 37	55	
Проволока крупная, квадратная ГОСТ 5221—77	0,1	12,0	БрОЦ4-3	—	> 90*	—	0,5 0,2*
					> 78	—	
Проволока крупная, квадратная ГОСТ 5221—77	0,6	3,0	БрОЦ4-3	—	> 85*	—	— > 1
					> 78	—	

* Относятся к более тонкому полуфабрикату.

37. Марки, химический состав* (в %), способ литья и механические свойства литейных безоловянных бронз

Марки	Al	Fe	Ni, Mn	Pb	Примеси, не более	Способ литья**	σ_B , кгс/мм ²		НВ
							Не менее		
БрАМц9-2Л	8-10	—	Mn 1,5-2,5	—	2,8	К	40	20	80
БрАМц10-2	9-11	—	Mn 1,5-2,5	—	—	К, З	50	12	110
БрАЖ9-49	8-10	—	—	—	1,7	З	40	10	100
БрАЖМц10-3-1,5	9-11	2-4	Mn 1-2	—	0,75	К	50	12	120
БрАЖС7-1,5-1,5	6-8	3,5-4,5	—	1-1,5	—	З	30	18	—
БрАЖН10-4-4Л	9,5-11	3,5-5,5	Ni 3,5-5,5	—	1,5	К	60	5	170
БрАЖН11-6-6	10,5-11,5	5-6,5	Ni 5-6,5	—	—	К, З		2	250
БрС30	—	—	—	27-33	0,9	К	6	4	25
БрСН60-2,5	—	—	Ni 2,25-2,75	57-63	1,25	К	3	5	14

* Остальное Cu.

** З — в песчаную форму, К — в кокиль.

Механические свойства безоловянных бронз нормируются применительно к конкретным изделиям и в общей форме (табл. 38).

Бронза художественная БХ (ГОСТ 4116-75) с широким диапазоном компонентов (Zn 5-7%, Pb 1-4%, примеси до 1,5%) из лома и отходов цветных металлов и сплавов. Обладает хорошими литейными свойствами, обеспечивая точное воспроизведение литейной формы в отливке — хороший декоративный «бронзовый» вид.

38. Сортамент изделий и механические свойства безоловянных бронз

Вид полуфабриката	Размеры, мм		Марка бронзы	Состояние материала	σ_B , кгс/мм ²	δ , % не менее	Твердость
	Нижний предел	Верхний предел					
Полоса, лента (ГОСТ 1789-70)	0,15×40 0,02×10	6×300 1,5×300	БрБ2	М Т ОТ	40-60 65-95 115-150	30 2,5 2,0	НВ < 130 НВ > 170 НВ > 330
			БрБНТ1,9	М Т ОТ	40-60 65-95 115-150	30 2,5 2,0	НВ < 120 НВ > 160 НВ > 330
			БрБНТ1,7	О ОТ	60-90 110-150	2,5 2,0	НВ > 150 НВ > 340
Полоса, лента (ГОСТ 1595-71)	5×50 1×10	22×300 4,5×300	БрАМц9-2	М Т	> 45 > 60	18 5	— —
Полоса, лента (ГОСТ 4748-70)	1×40 0,05×10	10×300 2×300	БрКМц3-1	М ПТ Т ОТ	> 36 48-60 60-77 > 77	35 10 5 —	— — — —

Продолжение табл. 3

Вид полуфабриката	Размеры, мм		Марка бронзы	Состояние материала	σ_B , кгс/мм ²	δ , % не менее	Твердость
	Нижний предел	Верхний предел					
Лента (ГОСТ 1048-70)	0,1×10	2×300	БрА7	ПТ Т ОТ	> 60 58-78 > 78	10 5 —	> 180* 180-230* > 200*
Прутки: круглые, тянутые	5	40	БрАМц9-2	Тян.	> 55	12	—
			БрАЖ9-4	Пр.	> 48	15	—
круглые, прессованные, катаные	16	160	БрАЖМц10-3-1,5	Пр.	> 55	15	НВ 110-180
			БрАЖН10-4-4	Пр.	> 60	12	НВ 130-200
квадратные и шестигранные, тянутые (ГОСТ 1628-78)	5	36	БрКМц3-1	Пр.	> 65	5	НВ 170-220
			БрКН1-3	Пр.	> 35	20	—
Прутки: круглые, квадратные, шестигранные, тянутые	5	40	БрБ2	М Т Пр.	40-60 65-90 > 45	25 1 20	НВ 100-150 НВ 150
Проволока: круглая	0,1	10	БрКМц3-1	Т	> 85	1,0	—
Проволока (ГОСТ 5222-72)	0,06	12,0	БрБ2	М Т	40-65 75-120	20 —	— —

* Микротвердость.

Медноникелевые сплавы

Медноникелевые сплавы — сплавы на основе меди, в которых основным легирующим компонентом является никель. По назначению они подразделяются на две группы — конструкционные и электротехнические сплавы. Марки, химический состав и назначение медно-никелевых сплавов приведены в табл. 39, а виды полуфабрикатов и их механические свойства — в табл. 40.

ЛЕГКОПЛАВКИЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

К данной группе условно отнесены металлы с температурой плавления не выше 700-850°С. В табл. 41 приведены свойства этих чистых металлов, а в табл. 42 — особо легкоплавких сплавов на основе этих металлов с температурой плавления не выше 152°С. Легкоплавкие сплавы на основе висмута плавятся при температуре в пределах 130°С, а температура плавления сплавов с добавкой ртути — около 43°С.

39. Марки, химический состав* (%) и назначение медно-никелевых сплавов

Название и марка	Ni + Co	Компоненты	При- месей, не бо- лее	Плот- ность, г/см ³	Температура, °C		Назначение
					плав- ления	отжига	
Монель НМЖМц28-2,5-1,5	Осталь- ное	Fe 2,0-3,0 Mn 1,2-1,8 Cu 27-29	0,6	8,82	—	—	Коррозионно-стойкие изделия
Копель МНМц43-0,5	42,5-44,0	Mn 0,1-1,0	0,9	1290	1000-1150	800-850	Термопары и компенсационные провода
Константан МНМц40-1,5	39,0-41,0	Mn 1,0-2,0	0,4	1260	1000-1500	—	Электротехнические изделия
Мельхор: МНЖМц30-1-1	29,0-33,0	Mn 0,5-1,0	1,5	1230	850-980	750-810	Теплообменные аппараты в морской воде и т. д.
МН19	18,0-20,0	Fe 0,5-1,0	—	1190	—	600-780	Штампованные и чеканные изделия
Сплав ТВ МН16	15,3-16,3	—	0,2	1170	900-1030	700-780	Компенсационные провода
Нейзильбер МНЦ15-20	13,5-16,5	Zn 18-22	0,9	1080	950-1030	700-750	Детали приборов электротехнических изделий
Кунгаль А МНЦ13-3	12,0-15,0	Al 2,3-3,0	1,9	1120	908-1000	900, 500**	Изделия повышенной прочности
Кунгаль В МНЦ11-5	5,5-6,5	Al 1,2-1,8	1,1	1145	800-900	900, 500**	Пружинны и другие изделия электротех- ники
Манганин МНМц3-12	2,5-3,5	Mn 11,5-13,5	0,9	1010	750-830	700-750	Для электротехнических целей
Манганин МНМцЖ3-12-0,3-0,3	2,5-3,5	Al 0,2-0,4 Fe 0,2-0,3	0,4	—	—	—	Компенсационные провода
ТМ МНО, 6	0,57-0,63	—	0,1	1084	800-830	500-610	Компенсационные провода
Свинцовый нейзильбер МНЦС16-29-1,8	15,0-16,5	Cu 51-55 Pb 1,6-2,0 Zn остальное	1,0	1120	—	700-750	Изделия часовой промышленности
МНЖ5-1	5,0-6,5	Mn 0,3-0,8 Fe 1,0-1,4	0,7	1120	900-1000	800-850	Трубы конденсаторные, сварные кон- струкции для судостроения
МН95-5	4,4-5,0	—	0,5	—	—	—	Изделия машиностроения
МНЖКТ5-1-0,2-0,2	5,0-6,5	Mn 0,3-0,8 Fe 1,0-1,4 Zn 0,1-0,3 Si 0,15-0,3	0,7	—	—	—	Проволока для сварки, наплавки и пайки

* Остальное Сп. ** Температура отпуска.

40. Сортамент полуфабрикатов и механические свойства медно-никелевых сплавов

Вид полуфабри- ката (ГОСТ)	Размеры, мм		Марка сплава	Состоя- ние	σ_B , кгс/мм ²	δ , %		
	Нижний предел	Верхний предел						
Полоса: горячекатаная холоднокатаная (5063-73)	12×200 0,3×40	20×600 10×600	МН19 МНЦ15-20 НМЖМц28-2,5-1,5	М Т М Т ОТ М ИТ	30	30		
					40	3		
					35	35		
					55	1		
	65	1						
	45	25						
	58	6,5						
Лента (5189-75)	0,1×6	2×300	МНМц40-1,5	М Т	40-60 65	— —		
Лента (5187-70*)			МН19	М Т	30	25		
					40	2,5		
					МНЦ15-20	М ИТ Т ОТ	35	30
							45-55 55-70 70	4 2 —
НМЖМц28-2,5-1,5	М ИТ	45	25					
		58	6,5					
Прутки круглые (1525-73)	5	40	НМЖМц28-2,5-1,5	М Т	45 60	25 10		
Проволока (10155-75)	0,02	6,0	МНМц3-12 МНМцАЖ 3-12-0,3-0,3	М Т М	—	10		
					—	9		
	—	15						
Проволока (5220-78)	0,1	5,0	МНЦ15-20	М ИТ Т	35 45 70-110	20 4 —		
Трубы (17217-71*)	6	260	МНЖ5-1	Прессо- ван- ные тянутые	23 26	25 30		
Трубы (17646-72*)	25	168	МН95-5	М Т	22 29	33 2		

Показатели	Ba	Bi	Ga	Cd	K	Ca	Li	Na	Sn	Hg	Rb	Pb	Sb	Zn
	3,76	9,8 10,1	5,81 6,095	8,64 8,0	0,86 0,83	1,54	0,534	0,97 0,93	7,3 6,98	13,55 13,55	1,53	11,94 10,3	6,68 6,55	7,14 6,7
	704+20 1638	271,3 1560	29,78 22,30	320,8 767	63,6 760	850 1482	179 1336	97,8 883	231 2200	38,9 357	38,9 703	327,4 1740	630,5 1640	419,5 907
	13,3 628,3	14,1 188	19,6 1014	13,17 216	14,5 592	— 868	32,81 4648	27,53 1015	14,4 721	2,66 70,8	6,1	6,26 201	40,3 359	28,09 423
	0,84	0,029 0,036	0,09 0,098	0,055 0,062	0,177 0,23	0,149	0,790 0,975	0,295 0,330	0,054 0,064	0,033 0,033	0,08	0,031 0,041	0,049 0,060	0,0915 0,138
	—	0,02	—	0,233	0,232	0,30	0,17	0,32	0,156	0,02	0,075	0,084	0,044	0,208
	18,9	13,45	18,0	29,8	83,0	25,0	56	71	22,4	182	90	29,5	11,29	32,5
	—	1,068	53,4*	0,073	0,078	0,034	0,093	0,046	0,115	0,975	—	0,2065	0,39	0,59
	—	+0,2	—	—0,4	—2,82	—2,5	—3,02	—2,71	—0,1	+0,86	—	—0,12	—0,1	—0,76
	—	0,0	—	20	—	50,0	50—70	—	40	—	—	50,0	0	5—20
	—	0,5—2	—	6,4	0	6	11,8	—	1,5—2	—	—	1,6	8	11—15
	4,2 2,0	9,3 2,5	2,5	16 2,0	0,04 0,5	20—30 1,5	— 0,6	— 0,4	5 1,8	—	0,02	4—6 1,5	30—40 3,0	30—42 2,5

41. Свойства чистых легкоплавких металлов

* 10⁻⁴ Ом · см.

42. Легкоплавкие сплавы

Сплав	Температура плавления, °С	Состав, %			
		Bi	Sn	Pb	Cd
Сплав Вуда Четырехная эвтектика Легкоплавкий сплав	68	50,0	12,5	25,0	12,5
	70	49,5	13,0	27,0	10,5
	75	27,5	10,0	27,5	34,5
Легкоплавкий сплав Тройная эвтектика Легкоплавкий сплав	82	50,0	—	49,9	7,1
	86	52,5	15,5	32,0	—
	100	40,0	40,0	20,0	—
Легкоплавкий сплав Сплав Розе	100	50,0	10,0	40,0	—
			22,0	28,0	—
Тройная эвтектика	103	54,0	26,0	—	20,0
Сплав для матриц Висмутовый припой Тройная эвтектика Сплав для точного литья Сплав	105	48,0	14,5	28,5	9,0
	113	40,0	20,0	40,0	—
	142	—	51,4	30,4	18,2
	139	40,0	40,0	—	—
	152	23,5	29,5	47,0	—

Барий — мягкий блестящий металл, весьма химически активный, взаимодействует с водой, кислородом, азотом, водородом. Особые условия хранения. Выпускается двух марок: Бр-1 и Бр-2, различающихся содержанием примесей: железа, меди, кремния, свинца, хрома, кадмия и цинка в виде друз или плавленых штабиков, которые могут быть покрыты слоем окиси. Применяется в качестве чистера в электровакуумной технике, в антифрикционных сплавах, в сплаве с никелем для запалов автосвечей и т. д.

Висмут — серебристо-розовый хрупкий металл. Устойчив к кислороду, серной и соляной кислотам, растворяется в азотной кислоте. Технический продукт (ГОСТ 10928—75) выпускается марок: Ви 0000 (с содержанием чистого висмута не менее 99,9999%), Ви 000 (99,999%), Ви 00 (99,98%), Ви 0 (99,97%), Ви 1у (98%), Ви 1 (97,7%) и Ви 2 (96,5%). Применяется в качестве основного компонента легкоплавких сплавов различного назначения (при содержании висмута в сплавах более 55% сплав при затвердевании расширяется), теплоносителя. Самый диамагнитный металл.

Галлий — металл серебристо-белого цвета. Большой диапазон температур жидкого состояния позволяет использовать его в качестве металлической жидкости. Применяется в радиоэлектронике, полупроводниковой и вакуумной технике. Присутствует как компонент в легкоплавких сплавах для улучшения некоторых свойств и т. д. Галлий технический (ГОСТ 12797—77) выпускается марки Гл-1 с содержанием галлия не менее 99,9%, галлий высокой чистоты — марки Гл-00 (ТУ 05-45—69) и Гл-000 (ТУ 05-38—69), в виде слитков с герметической упаковкой каждого слитка в полиэтиленовый пакет. Хранить его следует при температуре не выше 25°С.

Кадмий — по своим физико-химическим свойствам весьма сходен с цинком. Кадмий имеет серебристо-белый цвет с синеватым отливом. Обладает хорошими пластическими свойствами. Кадмий технический (ГОСТ 1467—77) поставляется восьми марок: КдОАС (с содержанием чистого Cd не менее 99,98%), КдОС (99,95%), Кд1С (99,9%), Кд2С (99,5%), КдОА (99,98%), КдО (99,95%), Кд1 (99,2%), Кд2 (99,83%). Кадмий высокой чистоты — по ГОСТ 22860—77. Предназначается для кадмирования изделий из стали, чугуна, меди и медных сплавов и для изготовления аккумуляторов, баббитов, свинцово-оловянистых припоев, легкоплавких сплавов и бронз и т. д.

Кадмиевые аноды толщиной 4—15 мм при ширине 100—300 мм и длиной 400—1000 мм поставляются по ГОСТ 1468—71 из кадмия Кд-0 и Кд-1.

Кадмиевый порошок — матовый зернистый порошок серого цвета, растворимый в минеральных кислотах. Контролируются примеси железа, меди, свинца и цинка.

Калий — мягкий металл, спеловато-зеленоватого цвета. Химически активен. В машиностроении применяется в фотоэлементах и в легкоплавких сплавах с натрием, жидких при комнатной температуре. Технический продукт (ГОСТ 10588—75) поставляется двух марок: А (с содержанием чистого К не менее 98,0% и Na не более 1,5%) и Б (97,0% К, 2,0% Na и не более 0,8% Pb), кусками массой 100—500 г в герметических (запаенных) специальных стальных контейнерах в среде азота, аргона или обезвоженного трансформаторного масла. На таре должна быть надпись «Огнеопасно», «От воды взрывается!». Для перевозки и хранения должны быть созданы специальные условия.

Кальций — мягкий металл серебристо-белого цвета. Химически весьма активен. Необходимо хранить в минеральном масле или в герметических сосудах. В машиностроении используется в виде соединений: с хлором — кальций хлористый (см. с. 425 — в качестве компонента кальциевых баббитов, с углеродом — карбид кальция (см. с. 426) и другие, а также сплава с кремнием (силикокальций).

Силикокальций применяется для раскисления стали и сплавов, модифицирования чугуна и других целей. Изготавливается (ГОСТ 4762—71) пяти марок, химический состав которых приведен в табл. 43. Поставляется кусками размером 20—150 мм, мелочь размером менее 20×20 мм — не более 10% от общей массы.

43. Марки и химический состав (%) силикокальция

Марка	Ca	Fe	Al	C (мелее) для классов		< P
				A	Б	
СК10	10—15	> 25	< 1,0	0,2	0,5	0,02
СК15	15—20	> 20				
СК20	20—25	—	—	—	—	—
СК25	25—30	< 10	< 2,0	0,5	1,5	0,04
СК30	> 30	> 6				

Литий — серебристо-белый очень мягкий металл, легко окисляющийся на воздухе. По ГОСТ 8774—75 устанавливаются три марки лития: ЛЭ-1 (содержание чистого лития не менее 99,5%), ЛЭ-2 (98,8%) и ЛЭ-3 (98,0%). Применяется в машиностроении для дегазации и раскисления стали, чугуна, бронз и латуни, в баббитах — вместо олова для повышения температуры плавления и антифрикционных свойств. Повышает качество алюминиевых, магниевых, медных, свинцовых и других сплавов, улучшает их антикоррозионные и литейные свойства и т. д., образует твердые припои для пайки без флюсов. Поставляется в виде чушек массой до 2,5 кг и хранится в плотно закрытых (запаенных) банках из белой жести (по 12—20 чушек — до 50 кг), залитых смесью трансформаторного масла (50%) и парафина (50%) с надписью «Осторожно, от воды загорается!».

Натрий металлический поставляется в виде слитков серебристо-белого цвета (ГОСТ 3273—75). Общей щелочности в пересчете на металлический натрий не менее 99,7%, Fe — не более 0,001%, K не более 0,1%, Ca 0,15%. Поставляется в металлической запаенной таре, залитой минеральным обезвоженным маслом или другим установленным составом с надписями «Огнеопасно! От воды взрывается!», которым соответствуют условия хранения.

Олово — пластичный мягкий металл серебристо-белого цвета. Олово стойко против окисления и благодаря этому широко используется как защитное по-

крытие. Это основной компонент для изготовления баббитов, припоев, бронз, типографских сплавов и т. д. Олово поставляется по ГОСТ 860—75 двух категорий качества. К высшей категории относятся марки ОВЧ-000, 01пч, 01, 02.

ОВЧ-000 (с содержанием Sn не менее 99,999%) — для полупроводниковой техники, поставляется в чушках 5—6 кг и прутках 0,25 кг.

01пч (99,915% Sn) — для лужения консервной жести в чушках (24—26 кг) и блоках (1000 кг). Выпускается также первой категории качества, различие в числе контролируемых примесей.

01 (99,9% Sn) — для производства жести, оловянных полуфабрикатов, для электротехнических целей и изготовления сплавов и припоев в чушках (24—26 кг) и блоках (1000 кг). Выпускается также первой категории качества.

02 (99,565% Sn) — для изготовления баббитов, сплавов, припоев, оловянного порошка, труб, фольги, лужения кухонной и пищевой посуды и утвари в чушках (24—26 кг).

К первой категории качества относятся марки 03, 04.

03 (98,49% Sn и до 1% Pb) — для изготовления припоев и солей в чушках 24—26 кг.

04 (96,43% Sn и до 3% Pb) — для изготовления припоев, баббитов и сплавов, модифицирования серого чугуна в чушках — 24—26 кг.

За исключением олова марки ОВЧ-000, олово остальных марок поставляется без упаковки в крытых вагонах. Хранить его следует при температуре не ниже +12° С. При обнаружении на олове признаков «оловянной чумы» все слитки должны быть направлены на переплавку.

Порошок оловянный (ГОСТ 9723—73*) изготавливается распылением жидкого олова марок 01 и 02 и применяется для производства металлокерамических изделий. Выпускается четырех марок (табл. 44). Поставляется в запаенных полиэтиленовых мешках (1, 3, 5 и 10 л), в запаенных или закатанных металлических банках. Гарантия поставщика 6 мес.

44. Марки, чистота и гранулометрический состав порошков оловянных

Марка	Чистота, %	Насыпная плотность, г/см ³	Остаток, на сите, %, не более		Прохождение через сито, %	
			008К	0071К	0063К	0045К
ПО1	99,0	3—4	0,5	2	—	85—95
ПОЭ	99,1					
ПО2	99,0	3,2—4,2	—	—	100	80
ПО3						95

Фольга оловянная (ГОСТ 18394—73) выпускается толщиной, мм: 0,015—0,05 (через 0,005); 0,06—0,09 (через 0,01); 0,15 и 0,21 при ширине листов 70—450 и длине 150—575 мм. Фольга изготавливается из олова не ниже марки 02 с присадкой сурьмы не ниже марки Су2 в количестве 1,9—3,1% и примесей Pb и Sn не более 0,5% в сумме. По данным условиям выпускают также свинцовую фольгу, плакированную с двух сторон оловом приведенного состава.

Сплавы оловянистые типографские обладают легкоплавкостью и отличными литейными свойствами, обеспечивающими точное воспроизведение формы в темпе работы наборных, стереотипных и других быстроходных машин. Допускается многократная переплавка с температурой плавления 240—350° С в зависимости от марки сплава. Согласно ГОСТ 5235—74 выпускается 15 марок сплавов с различным содержанием олова, сурьмы и свинца (основа), специализированных по назначению.

Ртуть — жидкий при обычных (комнатных) температурах металл серебристо-белого цвета. Поставляется по ГОСТ 4658—73*. Марки: Р0 (с содержанием чистой Hg не менее 99,99992%), Р1 (99,999%) Р2 (99,99%) и Р3 (99,9%). Ртуть не

должна содержать механических примесей и должна полностью растворяться в азотной кислоте. Ртуть Р0, Р1 и Р2 не должна оставлять следов на стенках чистого стеклянного сосуда, на чистой белой гладкой бумаге и на фарфоровой гладкой пластинке.

Рубидий — очень мягкий металл желтовато-белого цвета. Весьма активен, в соприкосновении с воздухом воспламеняется. Применяется в производстве фотоэлементов для слабых источников света и ультрафиолетовых лучей, в рентгенотехнике и др.

Свинец — мягкий пластичный металл с синеватым («свинцовым») блеском на свежем разрезе, который, однако, быстро окисляется, образуя защитную пленку окислов и надежную защищающую металл от дальнейшей коррозии. Выпускается (ГОСТ 22861—77) марок: С0000 (с содержанием чистого свинца не менее 99,9999%), С000 (99,9996%), С00 (99,9985%, по ГОСТ 3778—77Е марок: С0 (99,992%), С1 (99,985%), С2 (99,95%) и С3 (99,90%) в виде чушек массой 30—40 кг. Свинец широко применяется в аккумуляторной промышленности для защиты от рентгеновских и ядерных излучений, для кислотоупорных оболочек и футеровок, в качестве компонента для припоев и баббитов, для горячего свинцевания, для чеканки т. п.

Свинцовый порошок (ГОСТ 16138—78) изготавливается распылением расплавленного свинца. Содержание чистого Pb не менее 99,7%. По гранулометрическому составу подразделяется на три марки: ПСА, ПС1 и ПС2. Поставляется в герметизированной упаковке, гарантийный срок хранения 3 мес.

Свинцовая фольга поставляется по ГОСТ 18394—73 по нормативам, приведенным для фольги оловянной (с. 174).

Листы свинцовые (ГОСТ 9559—75) из свинца С0, С1, С2 и С3 толщиной 0,2—15 мм, шириной 500 и 600 мм, длиной 750—1200 мм.

Роли свинцовые (ГОСТ 89—73*) — из свинца С1 и С2 толщиной 1—15 мм, шириной 2150 и 2800 мм при максимальной массе роли до 3000 кг.

Трубы свинцовые (ГОСТ 167—69) — из свинца С1, С2 и С3 с диаметрами (внутренний×наружный) 8×15—150×170 мм.

Свинец сурьмянистый характеризуется повышенной прочностью, твердостью и кислотостойкостью к серной кислоте по сравнению с чистым свинцом. Согласно ГОСТ 1292—74 выпускается 14 марок: ССу1 (с содержанием Sb 4—6%), ССу2 (2,5—3,5%), ССу3 (до 6%), ССу8 (6—8%), ССу (10—12%) — общего назначения; ССуА (2—7%) и УС (5—6% Sb, 0,05—0,15 Cu и 0,08—0,2% As) — для аккумуляторного производства и еще семь марок — для оболочек кабелей.

Сурьма — мягкий и хрупкий металл серебристо-белого, голубоватого блестящего цвета. Поставляется (ГОСТ 1089—73*) семи марок: Су00000 (с содержанием Sb не менее 99,9999%) и Су0000 (99,999%) — для полупроводниковой и электронной техники; Су000 (99,99%) — для производства сурьмы высших марок; Су00 (99,9%) — для изготовления специальных аккумуляторов, эмалей и сплавов; Су0 (99,6%) — для изготовления специальных аккумуляторов, антифрикционных и типографских сплавов; Су1Э (99,4%) — для изготовления того же и эмалей; Су2 (98,8%) — назначение то же, что и Су1Э.

Цинк — металлы светло-серо-голубоватого цвета, хрупкий, но при нагреве до 100—150°С приобретает пластичность, а при 200°С вновь становится хрупким. Цинк поставляется по ГОСТ 3640—79.

ЦВ00 (с содержанием чистого Zn не менее 99,997%) — для научных целей, производства чистых реактивов, нужд электротехники.

ЦВ0 (99,995%), **ЦВ1** (99,992%) — для полиграфической и автомобильной промышленности.

ЦВ (99,99%) — для отливаемых под давлением особо ответственных деталей приборов, производства чистых реактивов и окиси цинка, цинкового порошка.

Ц0А (99,98%), **Ц0** (99,975%) — для цинковых листов гальванического назначения, ответственных отливок под давлением, цинковых сплавов, обрабатываемых давлением, горячего и гальванического цинкования, изготовления порошков и белил, легирования алюминиевых сплавов.

Ц1 (99,95%), **Ц2** (98,7%), **Ц3** (97,5%) — разнообразного назначения. Цинк ЦВ00 поставляют чушками массой 5 и 10 кг; цинк остальных марок — чушками массой 19—25 кг и блоками до 1000 кг.

Порошок цинковый (ГОСТ 12601—76) поставляют двух классов: А — мелкозернистый марок ПЦ1, ПЦ2, ПЦ3, ПЦ4 и ПЦ5, изготавливается ректификацией; Б — крупнозернистый ПЦ6, изготавливается распылением. Гранулометрический состав порошков приведен в табл. 45, где в скобках указаны старые названия марок.

45. Гранулометрический состав цинкового порошка

Марка	Остаток, % (не более) на сетке No				Содержание (%) фракции 0,63+0,16 мм при просеве через сетки № 063К и № 016К
	016К	008К	0071К	005К	
ПЦ1	—	0,04	—	1,0	—
ПЦ2 (ПЦВ)	Без остатка 0,1	—	2,0	—	—
ПЦ3 (ПЦ0)		—	2,5	—	—
ПЦ4 (ПЦ2)	3,0	—	10,0	—	—
ПЦ5 (ПЦ3)	3,0	—		—	—
ПЦ6 (ПЦ0Р)	—	—	—	—	98

Фольга цинковая (ГОСТ 18846—73) изготавливается из цинка Ц0 и поставляется рулонами, имеющими размеры, мм (толщина×ширина): 0,07×240, 0,07×(400÷480) и 0,09×(420÷450).

Цинковые аноды толщиной 5—20 мм, шириной 65—600 мм и длиной до 1000 мм изготавливаются из цинка Ц0, Ц1 и Ц2 и поставляются по ГОСТ 1180—71.

Листы общего назначения — толщиной 0,12—4 мм, шириной 120—700 мм и длиной 500—1400 мм (ГОСТ 598—74).

Плиты котельные изготавливаются из цинка (Ц0 и Ц1 толщиной 12—30 мм, шириной 150—400 мм и длиной 200—500 мм (ГОСТ 1150—72).

Цинковая проволока (ГОСТ 13073—77) — для нанесения цинковых покрытий распылением — изготавливается диаметрами 1,5 и 2,0 мм из цинка Ц1. Поставляется в мотках.

Лента цинковая (ГОСТ 18327—73) — из цинка Ц0, Ц1 и Ц2 толщиной 0,12—2,0 мм и шириной 20—280 мм.

Сплавы цинковые в чушках для литья под давлением (ГОСТ 19424—74). Марки, химический состав и назначение приведены в табл. 46.

46. Марки, химический состав и назначение цинковых литейных сплавов

Марка	Состав, %, остальное — цинк			Литье под давлением
	Al	Cu	Mg	
ЦАМ4-10	3,9—4,3	0,75—1,25	0,03—0,06	Особо ответственных деталей Ответственных деталей
ЦАМ4-1	3,5—4,3		0,02—0,06	
ЦАМ4-1в	3,5—4,5	0,6—1,2	< 1,0	Неответственных деталей (сувениры, ширпотреб)
ЦА40	3,9—4,3	—	0,03—0,06	Ответственных деталей с устойчивыми размерами
ЦА4	3,5—4,3	—	0,02—0,06	Неответственных деталей с устойчивыми размерами

ПРИПОИ

Припой — присадочные металлы (сплавы), способные в расплавленном состоянии заполнять зазор между спаиваемыми изделиями и в результате затвердевания образовывать неразборное прочное и герметичное соединение их. Качество припоя определяется температурой его плавления, которая должна быть меньше температуры плавления спаиваемых металлов; смачиваемостью (т. е. комплексом свойств, обеспечивающих растекание расплава по спаиваемым металлам с образованием постоянных атомно-молекулярных связей с ними); прочностью, коррозионной стойкостью и другими показателями, характеризующими качество и долговечность работы соединения. Ниже приведены данные о наиболее распространенных стандартных припоях.

Оловянно-свинцовые припой. Марки, химический состав, свойства и назначение припоев установлены ГОСТ 21930—76. Поставляются в виде круглой проволоки, ленты, трехгранных, круглых прутков, круглых трубок, заполненных флюсом, и порошка согласно ГОСТ 21931—76. Назначение припоев различных марок * приведено далее, а их свойства — в табл. 47.

ПОС 90 — для лужения и пайки внутренних швов пищевой посуды и медицинской аппаратуры.

ПОС 61 — для лужения и пайки электро- и радиоаппаратуры, печатных схем, точных приборов с высокогерметичными швами, где недопустим перегрев.

ПОС 40 — для лужения и пайки электроаппаратуры, деталей из оцинкованного железа с герметичными швами.

ПОС 10 — для лужения и пайки контактных поверхностей электрических аппаратов, приборов, реле, для заливки и лужения контрольных пробок топок паровозов.

ПОС 61М — для лужения и пайки электропаяльниками тонких (толщиной менее 0,2 мм) медных проволок, фольги, печатных проводников в кабельной, электро- и радиоэлектронной промышленности. Применение припоя при лужении и пайке в тиглях и ваннах не допускается.

ПОСК 50-18 — для пайки деталей, чувствительных к перегреву, металлизированной керамики, для ступенчатой пайки конденсаторов.

ПОССу 61-0,5 — для лужения и пайки электрической аппаратуры, пайки элементов печатных плат, обмоток электрических машин, оцинкованных радиодеталей при жестких требованиях к температуре.

ПОССу 50-0,5 — для лужения и пайки авиационных радиаторов, для пайки пищевой посуды с последующим лужением пищевым оловом.

ПОССу 40-0,5 — для лужения и пайки жести, обмоток электрических машин, для пайки монтажных элементов, моточных и кабельных изделий, радиаторных трубок, оцинкованных деталей холодильных агрегатов.

ПОССу 35-0,5 — для лужения и пайки свинцовых кабельных оболочек электротехнических изделий неотчетливого назначения, тонколистовой упаковки.

ПОССу 30-0,5 — для лужения и пайки листового цинка, радиаторов.

ПОССу 25-0,5 — для лужения и пайки радиаторов.

ПОССу 18-0,5 — для лужения и пайки трубок теплообменников, электроламп.

ПОСу 95-5 — для пайки в электропромышленности, для пайки трубопроводов, работающих при повышенных температурах.

ПОССу 40-2 — для лужения и пайки холодильных устройств, тонколистовой упаковки. Припой широкого назначения.

ПОССу 30-2 — для лужения и пайки в холодильном аппаратостроении, электроламповом производстве, автомобилестроении, для абразивной пайки.

ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2 — для пайки в автомобилестроении.

* В марках буквы ПОС означают припой оловянно-свинцовый, число — содержание олова, % (остальное свинец). В трехкомпонентных сплавах третий компонент обозначают буквой М (медь), К (кадмий), Су (сурьма), а второе число означает его содержание, % (или доли %). Буква П в конце названия марки означает повышенные требования к содержанию примесей.

47. Марки и свойства оловянно-свинцовых припоев

Марка	Температура плавления, °С		Плотность, г/см ³	Удельное сопротивление, Ом · мм ² /м	Темперопроводность, кал/(см · с · °С)	σ, кгс/мм ²	δ, %	α _Л , кгс · м/см ²	НВ
	Солнечный	Линейный							
ПОС 90		220	7,6	0,120	0,130	4,9	40	4,2	15,4
ПОС 61	183	190	8,5	0,139	0,120	4,5	46	3,9	14,0
ПОС 40		238	9,3	0,159	0,100	3,8	52	4,0	12,5
ПОС 10	268	299	10,8	0,200	0,084	3,2	44	3,2	14,9
ПОС 61М	183	192	8,5	0,143	0,117	4,5	40	1,1	14,0
ПОСК 50-18	142	145	8,8	0,133	0,130	4,0	40	4,9	13,5
ПОССу 61-0,5		189	8,5	0,140	0,120	4,5	35	3,7	13,2
ПОССу 50-0,5		216	8,9	0,149	0,112	3,8	62	4,4	13,0
ПОССу 40-0,5		235	9,3	0,169	0,100	4,0	50	4,0	13,3
ПОССу 35-0,5	183	245	9,5	0,172	3,8	47		3,9	13,2
ПОССу 30-0,5		255	8,7	0,179	0,090	3,6	45		13,6
ПОССу 25-0,5		266	10,0	0,182					—
ПОССу 18-0,5		277	10,2	0,198	0,084	50	3,6		18,0
ПОСу 95-5	234	240	7,3	0,145	0,110	4,0	46	5,5	14,2
ПОССу 40-2		229	9,2	0,172	0,100	4,3	48	2,8	—
ПОССу 35-2		243	9,4	0,179				2,6	—
ПОССу 30-2	185	250	9,6	0,182	0,090	4,0	40	2,5	—
ПОССу 25-2		260	9,8	0,185		3,8		2,4	—
ПОССу 18-2	186	270	10,1	0,206	0,081	3,6	35		11,7
ПОССу 15-2	184	275	10,3	0,208		3,6		1,9	12,0
ПОССу 10-2	268	285	10,7	0,208	0,080	3,5	30		10,8
ПОССу 8-3	240	290	10,5	0,207	0,081	4,0	43	1,7	12,8
ПОССу 5-1	275	308	11,2	0,200	0,084	3,3	40	2,8	10,7
ПОССу 4-6	244	270	10,7	0,208	0,080	6,5	15	0,8	17,3

ПОССу 8-3 — для лужения и пайки в электроламповом производстве.

ПОССу 5-1 — для лужения и пайки деталей, работающих при повышенных температурах, для лужения трубчатых радиаторов.

ПОССу 4-6 — для пайки белой жести, для лужения и пайки деталей с закатанными и клепанными швами из латуни и меди, для шпательки кузовов автомобилей.

ПОССу 4-4 — для лужения и пайки в автомобилестроении.

ПОСК-2-18 — для лужения и пайки металлизированных и керамических деталей.

Малосурьмянистые припои рекомендуются для пайки цинковых и оцинкованных деталей.

Припои серебряные. Марки, химический состав, свойства и назначение серебряных припоев установлены ГОСТ 19738—74. Поставляются в виде проволоки (ГОСТ 19746—74) и полос (ГОСТ 19739—74). Свойства припоев приведены в табл. 48, а ниже — их назначение.

ПСр 72, ПСр 71, ПСр 62, ПСр 50Жд, ПСр 50, ПСр 45, ПСр 40, ПСр37,5, ПСр 25, ПСр15, ПСр10 и ПСр 2,5 — для лужения и пайки меди, медных и медно-никелевых сплавов, никеля, кобальта, нейзильбера, латуни и бронзы.

ПСр 72 — для пайки железоникелевого сплава с посеребренными деталями из стали.

ПСр 72, ПСр 62, ПСр 40, ПСр 25, ПСр 12М — для пайки стали с медью, никелем, медными и медно-никелевыми сплавами.

ПСр 72, ПСр 62 — для пайки меди с никелированным вольфрамом.

ПСр МО 68-27-5, ПСр 70, ПСр 50 — для пайки титана и титановых сплавов с коррозионно-стойкой сталью.

ПСр 40 — для пайки меди и латуни с коваром, никелем, с коррозионно-стойкими сталями и жаропрочными сплавами, пайки свинцово-оловянистых бронз.

ПСрО 10-90, ПСрОсу 8, ПСрМО 5, ПСрОС 3,5-95, ПСрО 3-97, ПСрОС 3-58, ПСрОС 2-58, ПСр 2, ПСр 1,5 — для пайки и лужения меди, никеля, медных и медно-никелевых сплавов с посеребренной керамикой, пайки посеребренных деталей.

ПСр 3, ПСр 2, ПСр 1,5 — для пайки меди и никеля со стеклоэмалью и керамикой.

ПСр 72, ПСр 70, ПСр 65, ПСр 45, ПСр 25, ПСр 15, ПСр 2 — для пайки и лужения ювелирных изделий.

ПСр 71, ПСр 25Ф, ПСр 15 — самофлюсующиеся припой для пайки меди с бронзой, меди с медью, бронзы с бронзой.

ПСр ЗКд — для пайки меди, медных сплавов и сталей по свеженанесенному медному гальваническому покрытию толщиной не менее 10 мкм.

ПСрМО 68-27-5, ПСрКдМ 50-34-16, ПСрМЦКд 45-15-16-24, ПСр 3, ПСр 2,5 — для пайки и лужения цветных металлов и сталей.

ПСр 1 — для пайки и лужения серебряных деталей.

48. Марки и свойства серебряных припоев

Марка	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С			Марка	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С		
		Верхняя критическая точка	Нижняя критическая точка	Удельное электрическое сопротивление, мкОм·см			Верхняя критическая точка	Нижняя критическая точка	Удельное электрическое сопротивление, мкОм·см
ПСр 72	10,0	779	779	2,1	ПСр 12М	8,3	830	793	7,4
ПСр 71	9,8	795	645	4,3	ПСр 10	8,4	850	822	7,1
ПСр 70		770	715	4,1	ПСрО 10—90	7,6	280	221	12,9
ПСрМО 68-27-5	9,9	765	655	14,0	ПСрОСу 8 (ВПр-6)	7,4	250	235	19,7
ПСр 65	9,45	722	695	8,6	ПСрМО 5 (ВПр-9)		240	215	15,3
ПСр 62	9,6	723	650	25,5	ПСрОС 3,5-95		224	220	12,3
ПСр 50	9,3	860	779	2,5	ПСр 3	11,4	315	304	20,4
ПСр 30Кд	9,25	640	625	7,8	ПСрО 3-97	7,4	225	221	12,5
ПСрМЦКд 45-15-16-24	9,4	615	615	6,3	ПСрОС 3-58	8,6	190	180	14,5
ПСр КдМ 50-34-16	9,6	683	630	5,8	ПСр ЗКд	8,7	342	314	8,0
ПСр 45	9,1	730	635	10,0	ПСр 2,5	11,0	300	295	21,4
ПСр 40	9,25	610	590	7,0	ПСр 2	11,3	306	304	20,7
ПСр 37,5	8,9	810	725	37,2	ПСр 2,5С	9,5	238	235	16,7
ПСр 25	8,7	775	740	7,7	ПСрОС 2-58	8,5	183	183	14,1
ПСр 25Ф	8,3	725	645	18,6	ПСр 1,5	10,4	280	273	19,1
ПСр 15	8,5	810	640	20,7	ПСр 1	9,4	235	225	26,0

БЛАГОРОДНЫЕ (ДРАГОЦЕННЫЕ) МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

Благородные металлы — золото, серебро, металлы платиновой группы и их сплавы благодаря электроэрозионной и химической стойкости, каталитической способности, декоративности и других ценных свойств находят все большее применение в технике, несмотря на ограничения, накладываемые их вы-

сокой стоимостью и специальными условиями расходования, хранения, учета и отчетности. За последние десятилетия благородные металлы применяются в основном в технике (а не в ювелирном производстве), особенно в ее новых отраслях. При этом для техники поставляется большая часть благородных металлов и сплавов от их общего производства. Данные об основных свойствах чистых благородных металлов приведены в табл. 49.

Для повышения механических свойств и более экономного расходования благородных металлов они в основном выпускаются в виде сплавов.

Золото и золотые сплавы (ГОСТ 6835—72). Чистое золото выпускается двух марок: Зл 999,9 и Зл 999; золото-серебряные сплавы — четырех марок: Зл Ср 990-10, Зл Ср 750-250, Зл Ср 600-400 и Зл Ср 583-417; золото-серебряно-медные сплавы — 18 марок: Зл Ср М 990—5 — Зл Ср М 333—333, золото-медные сплавы — марок Зл М 980 и Зл М 583. В названиях марок первые цифры означают содержание золота в тысячных долях (пробах), вторые — серебра в тех же долях. Золото-платиновые сплавы — марок Зл Пд 2, Зл Пд 5, Зл Пд 7 и Зл Пд 10, золото-палладиевые сплавы — марок Зл Пд 16, Зл Пд 20 и Зл Пд 40, золото-палладиево-платиновый сплав марки Зл Пд Пд 30 - 10. Цифры означают содержание (%) второго и третьего компонента.

49. Свойства благородных металлов

Показатель	Ru	Rh	Pd	Ag	Ir	Pt	Au	Os
Плотность, г/см ³	12,40	12,44	12,02	10,49	22,40	21,45	19,26	22,5
Температура, °С:								
плавления	2500	1960	1552	960,5	2410	1769	1063	3000
кипения	4900	4500	3980	2212	5300	4530	2947	5500
Теплота, кал/г:								
плавления	46	52	34,2	24,3	28	27,10	16,1	35
испарения	—	—	—	397	—	635	445,7	—
Плотность расплава, г/см ³	—	—	11	9,4	—	19	17	—
Теплоемкость, кал/г·°С:								
при 20 °С	0,057	0,0604	0,058	0,0558	0,0309	0,0310	0,0308	0,0310
расплава	—	—	—	—	—	—	—	—
Коэффициент линейного расширения α × 10 ⁻⁶	9,1	8,5	11,6	18,9	6,5	8,9	14,4	4,6
Теплопроводность, кал/(см × х·°С) при 20 °С	—	0,36	0,17	0,974	0,141	0,1664	0,74	—
Удельное электрическое сопротивление, Ом·мм ² /м	0,075	0,045	0,108	0,0159	0,055	0,109	0,0225	0,095
Предел прочности при растяжении, кгс/мм ²	—	50	20	18	23	15	14	—
Относительное удлинение, %	—	7	24—30	50	2	31	30—50	—
Число твердости НВ	220	130	49	50	164	47	18	400

Золото поставляется в виде анодов (ГОСТ 5.1213—72), листов и полос (ГОСТ 7221—54), проволоки (ГОСТ 7222—75), фольги (ГОСТ 8400—57 и 8401—57). Для декоративных целей выпускается (ГОСТ 6902—75) сусальное (листовое) желтое и зеленое золото и препарат 12%-ного жидкого золота (ГОСТ 5.718—71).

Серебро и серебряные сплавы (ГОСТ 6836—72). Чистое серебро выпускается двух марок: Ср 999,9 и Ср 999, серебряно-медные сплавы — марок СрМ 970, СрМ 960, СрМ 500, где цифры означают содержание [в тысячных долях (пробах)] чистого серебра.

Серебряно-платиновые сплавы Ср Пд 4 и Ср Пд 12, серебряно-палладиевые сплавы Ср Пд 20 и Ср Пд 40, серебряно-палладиево-медный сплав Ср Пд М 30-20, в марках которых цифры означают содержание (%) второго и третьего компонента.

Серебро и сплавы поставляются в виде анодов, листов и полос (ГОСТ 7221—54), проволоки (ГОСТ 7222—75), порошка, сусального серебра. Серебряные припои — см. с. 175.

Платиновые металлы и сплавы (платиноиды) — серебристо-белые тугоплавкие, электроэрозионно- и химически стойкие металлы, обладающие декоративностью. По плотности подразделяются на легкую (~ 12 г/см³) и тяжелую (~ 20 г/см³) группы.

Иридий (ГОСТ 13099—67) выпускается двух марок: И 99,9 и И 99,8.

Иридий аффинированный в порошке (ГОСТ 12338—66*) с размером зерен не более 1 мм изготавливается двух марок: ИА-1 (с содержанием иридия не менее 99,95%) и ИА-2 (99,90%).

Осний аффинированный в порошке (ГОСТ 12339—66*) с размером зерен не более 1 мм выпускается двух марок: ОсА-1 (99,95%) и ОсА-2 (99,90%).

Палладий выпускается двух марок (ГОСТ 13462—68) Пд 99,8 и Пд 99,7 и аффинированный (ГОСТ 12340—66*) Пд А-1 (99,95% Pd) и Пд А-2 (99,90% Pd).

Платина изготавливается аффинированная в слитках (ГОСТ 12341—66*) марок: ПЛА-1 (99,95% Pt) и ПЛА-2 (99,90% Pt).

Родий (ГОСТ 13098—67) выпускается двух марок: Рд 99,9 и Рд 99,8, где цифры означают содержание (%) чистого родия, остальное — примеси.

Родий аффинированный в порошке (ГОСТ 12342—66*) с размером зерен не крупнее 1 мм изготавливается двух марок: РДА-1 (с содержанием чистого Rh не менее 99,95%) и РДА-2 (99,90%).

Рутений аффинированный в порошке (ГОСТ 12343—66*) с размером зерен не более 1 мм выпускается двух марок: РуА-1 (99,95% Ru) и РуА-2 (99,90% Ru).

Сплавы платиновых металлов изготавливаются по ГОСТ 13498—68 и 13462—68.

Платино-иридиевые сплавы ПЛИ-5, ПЛИ-10, ПЛИ-15, ПЛИ-17,5, ПЛИ-20 и ПЛИ-25 предназначены для скользящих и разрывных контактов.

Платино-родиевые сплавы ПЛРд-7, ПЛРд-7,5, ПЛРд-10, ПЛРд-20, ПЛРд-30 и ПЛРд-40 — для термонар, лабораторной посуды, технической аппаратуры (стеклоплавильные сосуды, катализаторные сетки).

Платино-палладиевые сплавы ПЛПд-10, ПЛПд-15 и ПЛПд-20 — для контактов, высокотемпературных припоев, потенциометров.

Платино-палладиево-родиевый сплав ПЛПдРд-4-3,5 — для катализаторных сеток (ГОСТ 3193—74).

Платино-медные сплавы ПЛМ-2,5 и ПЛМ-8,5 — для потенциометров.

Платино-никелевый сплав ПЛН-4,5 — для разрывных и скользящих контактов.

Платино-рутениевые сплавы ПЛРу-8 и ПЛРу-10 — для разрывных и скользящих контактов.

Палладиево-иридиевые сплавы ПДИ-10 и ПДИ-18 — для скользящих и разрывных контактов, токосъемников потенциометров.

Палладиево-серебряные сплавы ПДСр-20, ПДСр-30 и ПДСр-40 — для скользящих и разрывных контактов, промышленной аппаратуры.

Палладиево-серебряно-кобальтовый сплав ПДСрК-35-5 — для скользящих и разрывных контактов.

Палладиево-серебряно-медный сплав ПДСрМ-36-4 — для скользящих контактов. Цифры в марках означают содержание (%) второго и третьего (если он имеется) компонентов соответственно с последовательностью их условного обозначения в марках сплавов. Плотность (г/см³) сплавов следующая: Пд99,7—21,45; Пд99,7—12,16; ПЛИ-5—21,49; ПЛИ-10—21,54; ПЛИ-15—21,54; ПЛИ-17,5—21,61; ПЛИ-20—21,63; ПЛИ-25—21,68; ПЛИ-26—21,69; ПЛИ-30—21,72; ПЛИ-32—21,74; ПЛРд-5—20,69; ПЛРд-10—19,99; ПЛРд-15—19,34; ПЛРд-20—18,72; ПЛПдРд-4-3,5—20,31; ПЛРд-7,5—20,34; ПЛПд-10—19,93; ПЛПд-15—19,24; ПЛПд-20—18,61; ПДИ-10—12,74; ПДИ-18—13,25; СрПд-12—11,23; ПЛМ-2,5—20,72; ПЛМ-8,5—19,15; ПЛРу-10—19,94; ПЛН-4,5—20,17; ПЛРу-8—20,22; ПДСр-20—11,80; ПДСр-40—11,46; СрПд-40—11,14; СрПд-20—10,84; ПДСрМ-36-4—11,37; СрПдМ-30-20—10,58; ПДСрК-35-5—11,32; ЗлПд-5—19,45; ЗлПд-7—19,49; ЗлПд-10—19,55; ЗлПд-25—19,84; ЗлПд-16—17,68; ЗлПд-40—15,65; ЗлПдПд-30-10—16,58; ПДСрН-13-2—11,8; ПДСрН-45-5—11,0.

ТУГОПЛАВКИЕ МЕТАЛЛЫ, КРЕМНИЙ И СПЛАВЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Свойства чистых тугоплавких и легирующих металлов (и кремния) приведены в табл. 50, свойства их карбидов, боридов, нитридов и силицидов — в табл. 51. Тугоплавкие металлы, как правило, не обладают достаточной окислительной и жаропрочностью, и поэтому они используются в сплавах в качестве легирующих добавок — см. с. 54.

Бериллий — легкий хрупкий металл серебристо-белого цвета. Применяется в рентгеновской и атомной технике и является легирующим компонентом для повышения упругости пружинных бронз (см. с. 53), упрочнения стали, сопротивления коррозии и т. д.

Ванадий — металл светло-серого цвета. В чистом виде пластичен. Основное назначение (до 90%) — легирование черных и цветных сплавов в виде сплава железа и ванадия-феррованадия. Чистый ванадий поставляется по ТУ: Вэл-1, Вэл-2, Вэл-3 — в виде слитков; ВнМ-1, ВнМ-2 — в виде электролитического порошка.

Феррованадий. Плотность при 40%-ном содержании ванадия около 7 г/см³. Температура плавления 1480°С. Поставляется по ГОСТ 4760—49 трех марок (табл. 52). Отгружается кусками массой до 5 кг; допускается до 10% мелочи, прошедшей грохот с ячейками 10×10 мм.

Вольфрам — металл серо-стального цвета, один из самых тяжелых и тугоплавких. Последнее обстоятельство затрудняет непосредственную выплавку, и вольфрам добывается из руд химическим путем с образованием вольфрамовой кислоты или вольфрамового ангидрида, из которых восстанавливают металлургический порошок вольфрама для дальнейшей переработки методами металлостроения в монолитный металл.

Вольфрам распространен в производстве твердых сплавов, проволоки для источников света и т. д. Основная же масса вольфрама (до 80—85%) применяется для легирования стали и сплавов в виде ферровольфрама.

Вольфрамовая проволока для источников света (ГОСТ 19671—74) изготавливается из вольфрама, марки и химический состав которого приведены в табл. 53.

Сортамент проволоки (диаметр 10—1500 мкм) и назначение установлены ГОСТ 18903—73.

Ферровольфрам — сплав вольфрама (80%) с железом и легирующими элементами. Плотность 16,5 г/см³. Температура плавления свыше 2000°С. Поставляется по ГОСТ 17293—71 в виде кусков массой до 5 кг с 10%-ной мелочью, прошедшей через грохот с ячейками 10×10 мм. Выпускают шесть марок согласно табл. 54.

Гафний — серебристо-белый блестящий очень пластичный металл. Применяется в атомной энергетике, радиоэлектронике, электровакуумной технике, в производстве стали для повышения жаропрочности и создания мелкозернистой структуры, в сплавах для электроконтактов и т. д.

Гафний йодидный (ЦМТУ 05-177—69) выпускается трех марок: ГФИ-1 с содержанием суммы Hf+Zr не менее 99,5% (при содержании циркония для всех марок не более 1,0%), ГФИ-2 — 99,0% Hf и ГФИ-3 — 99,0% Hf.

Кобальт — металл белого цвета с красноватым оттенком, значительной твердостью, ковкий и тягучий. В основном кобальт применяется как легирующий компонент в высококачественных сталях, твердых сплавах, высококоэрцитивных магнитах и т. д. Поставляется (ГОСТ 123—67) пяти марок: К0 (с содержанием Со не менее 99,98%); К1А (99,40%); К1 (99,25%); К2 (98,0%) и КЗ (97,0%). Марке К1А присвоен государственный Знак качества.

Порошок кобальтовый (ГОСТ 9721—71*) изготавливается электролитическим способом и предназначается для производства металлостроительных изделий и магнитов. Гранулометрический состав порошка: через сито № 0045 проходит не менее 30%, а остаток на сите № 0071 не более 4%. Порошок ПК-1 с содержанием Со не менее 99,2% и ПК-2 — с содержанием Со 98,2%. Поставляется в металлургических запаивных банках с гарантийным сроком хранения 4 месяца.

Показатель	50. Свойства чистых тугоплавких и легируемых металлов и кремния														
	Zr	Cr	Ti	Ta	Re	Nb	Ni	Mo	Mn	Si	Co	Ni	W	V	Be
Плотность, г/см ³ при 20°C	6,45	7,19	4,51	16,6	21,00	8,57	8,91	10,2	7,40	2,33	8,92	13,31	19,3	6,11	1,84
Температура, °C:															
плавления	1860	1910	1688	2996	3180	2500	1425	2625	1245	1412	1495	2222	3410	1900	1283
кипения	3700	2469	3277	5300	5900	5127	3080	4800	2150	2600	3100	5400	5930	3400	2450
Скрытая теплота, кал/г:															
плавления	60	31,75	90,8	41,5	42,4	68,9	73,0	50	64,8	431,2	53,38	20,1	44	80	265
испарения	1562	1095	1425	1550	—	1450	1040	1600	910	1262	1240	—	1179	2390	—
Удельная теплоемкость, кал/(г·°C) при 20°C	0,066	0,11	0,125	0,094	0,086	0,065	0,105	0,061	0,115	0,191	0,106	0,031	0,032	0,12	0,425
Удельная теплоемкость расплава, кал/(г·°C)	—	—	—	—	—	—	0,46	—	0,20	—	0,204	—	0,048	—	0,45
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°C) при 0—100 °C	0,035	0,165	0,087	0,13	0,17	0,125	0,22	0,35	0,012	0,26	0,165	—	0,476	0,074	—
Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁶	6,3	6,7	8,3	6,6	6,8	7,1	13,3	5,49	23	6,95	12,08	—	4,0	10,6	11,6
Удельное электрическое сопротивление, Ом/(мм ² ·м)	—	—	—	—	—	—	0,072	0,052	—	2,4*	0,062	—	0,055	0,26	—
Нормальный электродный водородный потенциал, В	—	—	—	—	—	—	-0,231	—	-1,0	—	-0,29	—	-0,24	-1,5	—
Предел прочности, кг/мм ²	—	—	—	—	—	—	28—30	70	—	70	50	40—45	100—120	22—48	40—60
Относительное удлинение, %	—	—	—	—	—	—	40	30	—	0	5	30	0	17	0,2—2,0
Твердость НВ	—	—	—	—	—	—	65—70	125	—	240	125	120	350	70	60—85

* Ом·см·10⁸

51. Свойства карбидов, боридов, нитридов и силицидов тугоплавких металлов

Характеристика	51. Свойства карбидов, боридов, нитридов и силицидов тугоплавких металлов									
	Титан	Пир-коний	Гафний	Ванадий	Нп-бий	Тантал	Хром	Молибден	Вольфрам	
Карбиды (соединения с углеродом)										
Содержание С, %	20,05	11,64	6,31	19,08	11,45	6,22	13,34	5,89	6,13	
Плотность, г/см ³	4,94	6,60	12,65	5,50	7,82	14,50	6,74	9,06	17,13	
Температура плавления, °C	3150	3420	3700	2850	3600	3880	1895	2410	2790	
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°C)	0,069	0,09	0,07	0,09	0,04	0,053	0,046	0,076	0,072	
Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁶	8,5	6,95	6,06	7,20	6,50	8,29	11,70	7,80	3,84	
Твердость НРА	93	87	84	91	83	82	81	74	81	
Бориды (соединения с бором)										
Содержание В, %	31,2	19,17	10,81	29,81	18,89	10,68	29,38	18,40	12,80	
Плотность, г/см ³	4,52	6,09	11,20	5,10	7,00	12,62	5,60	7,78	13,10	
Температура плавления, °C	2980	3040	3250	2400	3000	3100	2200	2200	2370	
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°C)	0,144	0,058	—	0,137	0,040	0,026	0,053	0,064	0,076	
Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁶	8,10	6,88	5,73	7,5	8,10	5,12	11,10	—	—	
Твердость НРА	86	84	—	83	—	—	84	90	—	
Нитриды (соединения с азотом)										
Содержание N, %	22,63	13,31	7,28	21,56	13,10	7,19	—	—	—	
Плотность, г/см ³	5,44	7,35	13,84	6,10	8,41	15,86	—	—	—	
Температура плавления, °C	2950	2980	2980	2050	2050	2890	—	—	—	
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°C)	0,046	0,049	—	0,027	0,009	0,021	—	—	—	
Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁶	9,35	7,24	6,90	8,10	10,10	3,60	—	—	—	
Твердость НРА	75	84	—	—	86	—	—	—	—	
Силициды (соединения с кремнием)										
Содержание кремния, %	53,98	38,11	23,93	52,44	37,08	23,69	51,93	36,93	23,40	
Плотность, г/см ³	4,13	4,86	8,03	4,66	5,66	9,10	5,00	6,24	9,25	
Температура плавления, °C	1540	1750	1660	2160	2200	1500	2030	2165	1930	
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°C)	0,111	0,037	—	0,383	0,397	0,052	0,025	0,070	0,114	
Коэффициент линейного расширения α·10 ⁻⁶	8,8	8,6	—	11,2	11,7	8,8	10,0	5,1	7,9	
Твердость НРА	81	—	—	—	—	—	—	74	—	

Кремний. Чистый кремний — крупнокристаллический порошок серого металлического цвета, хрупкий, твердый. Сверхчистый кремний (монокристаллический) — полупроводниковый материал. Основное назначение кремния в машиностроении — легирование стали и сплавов цветных металлов. Для этой цели применяется кремний кристаллический (ГОСТ 2169—69), получаемый путем восстановительной плавки кварца или кварцита (табл. 55). Кремний поставляется в кусках перегаментированной формы размером не менее 20 мм. Содержание мелочи не должно превышать 10% партии по массе.

Кремний монокристаллический (ГОСТ 19658—74) получается методом Чохральского в виде монокристаллических слитков диаметром, мм, для подгрупп: а — 33,5; б — 42,5; в — 52,5; г — 62,5 и д — 72,5 и в зависимости от легирующего элемента выпускается трех марок: ЭКДВ (легирование бором),

52. Химический состав * (%) не более феррованадия

Марка	C	Si	S	P	Al
Вд-1	0,75	2,0	0,10	0,10	1,0
Вд-2		3,0		0,20	1,5
Вд-3	1,0	3,5	0,15	0,25	2,0

* Не менее 35% V, не более 0,05% As.

ЭКДС (легирование сурьмой) и ЭКДФ (легирование фосфором) со свойствами согласно табл. 56. В основном применяется в производстве эпитаксиальных структур.

Кремниевые резистивные сплавы (ГОСТ 22025-76) — сплавы Si с Cr и другими компонентами. Марки и химический состав приведены в табл. 57.

53. Химический состав (%) вольфрама

Марка	W, не менее	Примеси			Присадка		Окись тория
		Fe	Ca	Mo	Al	Si	
Не более							
ВА	99,95	0,005	0,005	0,03	0,004	0,006	—
ВРН	99,90	0,01	0,015	0,04	0,01	0,01	—
ВМ	99,95	—	—	—	—	—	0,17—0,25
ВТ-7	99,90	—	—	—	—	—	0,7—1,0
ВТ-10	99,95	—	—	—	—	—	0—1,5
ВТ-15		—	—	—	—	—	—

54. Марки и химический состав (%) ферровольфрама

Марка	W, не менее	Mo	Mn	Si	C	P	S	Cu	As	Sn
		Не более								
В1*	72	1,5	0,4	0,5	0,3	0,04	0,08	0,15	0,04	0,08
В2	71	2,0	0,5	0,8	0,5	0,06	0,10	0,20	0,06	0,10
В3	65	6,0	0,6	1,2	0,7	0,10	0,15	0,30	0,08	0,20
В1а	80		0,2	0,8	0,10	0,03	0,02	0,10	Al 4,0	—
В2а	77	7,0	0,3	1,1	0,15	0,04	0,04	0,20	Al 5,0	—
В3а	70			2,0	0,3	0,06	0,06	0,30	Al 6,0	—

* Содержание сурьмы, висмута и свинца по 0,03% каждого.

55. Марки и химический состав (%) кремния кристаллического

Марка	Si, не менее	Примеси, не более			
		Fe	Al	Ca	Сумма примесей
Кр00	99,0	0,4	0,4	0,4	1,0
Кр0	98,8				
Кр1	98,0	0,7	1,2	0,8	2,0
Кр2	97,0				
Кр3	96,0	1,5	1,5	1,5	4,0

Резистивные кремниевые материалы выпускают в виде порошков темно-серого или бурого цвета с размерами частиц: не более 0,040 мм для РС-1714; 0,040—0,071 мм для остальных марок. Поставляют массой 100—200 г в герметической полиэтиленовой упаковке. Упаковку вскрывают перед непосредственным использованием материала в условиях вакуумной гигиены. Гарантийный срок — 2 года.

Ферросилиций — электронечной сплав кремния с железом, применяется для раскисления и легирования стали сплавов и чугуна и т. д. Изготавливается (ГОСТ 1415-78) 11 марок, химический состав которых приведен в табл. 58. Поставляется кусками массой не более 25 кг и чушками по 45 кг. Количество мелочи (20×20 мм) не более 5—12% в зависимости от марки ферросилиция.

Марганец — хрупкий металл серебристо-белого цвета. При обычной (комнатной) температуре на воздухе не изменяется, растворяется в кислотах. При нагревании вступает в соединение со всеми неметаллами и образует сплавы с большинством металлов. Основное назначение (до 95% всего производимого) — для легирования стали и цветных сплавов.

Марганец, металлургический (ГОСТ 6008-75) выпускается марок: Мр00 (с содержанием чистого Mn не менее 99,85%); Мр0 (99,70%); Мр1 (96,5%); Мр2 (95,0%); Мр1С (93,5%). Марганец Мр00 и Мр0 поставляется в виде кусков. Допускается до 5% мелочи, прошедшей грохот с ячейками 2×2 мм. Марганец остальных марок поставляется кусками массой до 15 кг с мелочью до 10%, прошедшей грохот с ячейками 20×20 мм. Предназначен для легирования и раскисления специальных сталей и сплавов.

56. Марки и свойства кремния монокристаллического

Марка	Группа*	Удельное электрическое сопротивление		Предельное отклонение (±) удельного электрического сопротивления по торцу каждого слитка, %	Плотность дислокаций, см ⁻² , не более	Проводимость	Ориентация слитка
		номинальное Ом·см	предельное отклонение (±), %				
ЭКДВ	1	1—20	20	15	10	Дырочный	[111]
	2		15				
	3	0,005—1	10	15	3·10 ⁸		
	4						
	5	0,5—20	20	15	1·10 ⁹		
	6			10			
ЭКДС	7	0,01—0,1	15	10	10	Электронный	[111]
	8		10				
ЭКДФ	9	0,01—1	20	15	3·10 ⁸	Электронный	[111]
	10		15				
	11	1—20	20	10	10		
	12		15				
	13	0,1—10	20	15	2·10 ⁸		
	14			10			

* Группа подразделяется на подгруппы: а, б, в, г, д, определяющие диаметр слитка.

57. Марки и химический состав* (%) кремниевых резистивных сплавов

Марка	Cr	Fe	Ni, W	Примеси, не более					
				N	H	O	C	Al	Cu
РС-4800	47,0—49,0	—	—	0,02	0,03	0,3	0,06	—	—
РС-3710	35,5—39,5	—	Ni 8—11						
РС-3001	28,0—32,0	0,7—1,8	—	—	—	—	—	—	—
РС-1714	16,5—18,5	13,0—15,0	W 23—27	—	0,05	0,6	0,05	0,2	0,01
РС-1004	—	3,0—6,0	Ni 9—12	0,02	0,03	0,3	0,06	—	—

* Остальное Si.

58. Марки и химический состав * (%) ферросилиция

Марка	Si	C	P	Al	Mn	Cr	Ti	Ca
ФС90	89	—	—	3,5	—	—	—	—
ФС75	74—80	—	0,05	—	0,4	0,4	—	—
ФС75Л	—	—	—	1,5	—	0,3	—	—
ФС75Э	—	0,1	0,04	—	0,3	0,2	0,05	0,1
ФС69Э	67—72	0,1	—	0,1	—	0,3	0,04	0,1
ФС65	63—68	—	0,05	2,5	0,4	0,4	—	—
ФС45	41—47	—	—	2,0	0,6	0,5	—	—
ФС25	23—27	0,8	0,06	—	0,9	1,0	—	—
ФС20	19—23	1,0	0,10	1,0	—	—	—	—
ФС20Л	—	—	0,20	—	1,0	0,3	—	—

* У всех марок S ≤ 0,02%.

Ферромарганец — сплав железа с марганцем, применяется для раскисления и легирования стали и сплавов. Изготавливается (ГОСТ 4755—70*) десяти марок, химический состав которых приведен в табл. 59. Поставляется кусками массой не более 15 кг, мелочь (20×20 мм) — не более 10%.

59. Марки и химический состав * (%) ферромарганца

Марка	Mn, не менее	C		
		Si		
		P		
		Не более		
ФМн 0,5	85	0,5	2,0	0,3
ФМн 1,0А		1,0	1,5	0,1
ФМн 1,0		—	2,0	0,3
ФМн 1,5		1,5	2,5	—
ФМн 78А	78	—	2,0	0,05
ФМн 78К		—	1,0	0,35
ФМн 78		—	2,0	—
ФМн 75К	75	—	1,0	0,45
ФМн 75		—	2,0	—
ФМн 75АС		—	2,4	0,05

* У всех марок: не более 0,03% S, остальное Fe.

Силикомарганец — сплав марганца и кремния, применяемый для раскисления и легирования стали и марганцевых сплавов. В зависимости от химического состава выпускается (ГОСТ 4756—77) восьми марок согласно табл. 60. Силикомарганец поставляют кусками массой не более 15 кг, мелочи (менее 20×20 мм) не более 10%.

60. Марки и химический состав * (%) силикомарганца

Марка	Si	Mn	C	P
		Не менее	Не более	
СМн26	26,0	60,0	0,2	0,05
СМн20	20,0—25,9	—	0,1	0,10
СМн20P				0,25
СМн17	17,0—19,9	—	1,7	0,10
СМн17P				0,35
СМн14	14,0—16,9	—	2,5	0,25
СМн14P				0,35
СМн10	10,0—13,9	—	3,5	—

Молибден — металл серебристо-серого цвета. В чистом виде широко применяется в электронно-вакуумной технике. Основная масса (до 90%) расходуется для легирования стали и сплавов.

Молибден (ТУ 28—63) выпускается следующих марок: МЧ — молибден чистый, без присадок с содержанием примесей до 0,08%; МК — с кремнещелочной присадкой 0,04—0,08% и примесями до 0,08%; МРН — с содержанием примесей до 0,1%. Предел прочности (для нагартованной проволоки диаметром 1,25 мм) 140—180 кгс/мм² и удлинение 2—5%.

Проволока молибденовая (ГОСТ 48905—73) диаметром 20—2500 мкм из молибдена МЧ, МС, МК и МРН имеет различное назначение.

Ферромolibден изготавливается по ГОСТ 4759—69 (табл. 61). Поставляется кусками массой до 5 кг. Допускается до 10% мелочи, прошедшей через грохот с ячейками 10×10 мм.

Мышьяк металлический (ЦМТУ 04-1—62) выпускается трех сортов: I (95% As), II (90% As) и III (85% As). Применяется для изготовления сплавов с медью и других.

61. Марки и химический состав (%) ферромolibдена

Марка	Mo, менее	C	Si	W	S	P	Cu	Sn	Su
		Не более							
ФМ1	58,0	0,05	0,8	0,6	0,10	0,05	0,5	0,015	0,02
ФМ2	55,0	0,10	1,5	1,0	0,15	0,10	1,5	0,05	0,05
ФМ3		0,20	2,0		0,20	0,20	2,5	0,10	0,10

Никель — металл серебристо-белого цвета, тягучий и ковкий. До 360°С никель ферромагнитен, выше этой температуры — парамагнитен. Отливка производится при 1500—1600°С, прокатка — при 1100—1200°С и в холодном состоянии. Отжиг наклепанного никеля — при 750—900°С. Механические свойства зависят от содержания примесей и вида обработки. Никель при нормальных температурах химически стоек к воздействию воздуха, пресной и соленой воде. В серной и соляной кислотах растворяется медленно, в азотной — быстро. Щелочные соли (расплавленные и водные растворы) на никель не действуют. Никель употребляется как легирующий компонент при выплавке качественной стали (до 80% производства) и в сплавах с другими цветными металлами, а также для электролитического покрытия металлов, как правило, по нанесен-

ному предварительному медному подслою. Марки никеля определены ГОСТ 849—70*, 492—73* и 19241—73*.

Никель общего назначения марок Н-0 (содержание Ni и Co не менее 99,99%), Н-1у (99,93%), Н-1 (99,93%), Н-2 (99,8%), Н-3 (98,6%) поставляется (ГОСТ 849—70*) в виде катодных листов и пластинок марок Н-4 (97,6%) и Н-3 — в виде гранул и слитков. Применяется для изготовления сплавов и других целей.

Никель полуфабрикатный (ГОСТ 492—73*). Марки НП1 (99,9%) — для деталей специального назначения, НП2 (99,5%), НП3 (99,3%) и НП4 (99,0%) — для приборостроения и машиностроения, анодный неаппасивирующийся НПАИ (99,4%) — для электролитического покрытия, анодный НПА1 (99,7%) и НПА2 (99,0%) — для электролитического покрытия.

Никель для электронной техники (ГОСТ 19241—73*), обрабатываемый давлением: НПОЭ (99,9%) и НП1Э (99,8%) — для катодов, анодов и других деталей электронных приборов, НП2Э (99,6%) — для анодов, траверс и других деталей электронных приборов.

Порошок никелевый (ГОСТ 9722—71*) предназначен для изготовления металлокерамических изделий и других целей, а также применяется в аккумуляторной и электронной промышленности. По способу производства подразделяется на карбонильный и электролитический.

Карбонильный порошок подразделяют по химическому составу на четыре группы: 0 (с содержанием основного металла не менее 99,85% Ni), 1 (99,7% Ni), 2 (99,7% Ni) и 3 (99,5% Ni) и марки ПНК0Т1, ПНК0Т2, ПНК0Т3, ПНК0П4, ПНК1Л5, ПНК1Л6, ПНК1ЛА10, ПНК1ЛА11, ПНК1ВЛ7, ПНК2Т1, ПНК2Т2, ПНК2Т3, ПНК2Л4, ПНК2Л5, ПНК2Л6, ПНК2ЛА10, ПНК2К8, ПНК2К9, ПНК3ВЛ7 и ПНК3ЛА11. Четвертый знак в названиях марок (цифра) определяет группу по химическому составу, пятый (буква или две буквы) — группу, шестой (цифра или число) — подгруппу.

Электролитический порошок выпускают марок: ПНЭ1 (99,5% Ni); ПНЭ2 (99,3% Ni) и ПНЭ3 (99,5% Ni).

Порошки должны содержать не менее 80% частиц, имеющих размер менее 10 мкм с соответствующим распределением по гранулометрическому составу, приведенному в ГОСТ 9722—71*.

Упаковывается никелевый порошок в герметичной таре, срок хранения карбонильного порошка — 12 мес, электролитического — 6 мес.

Никелевые сплавы. Марки и химический состав никелевых сплавов с большим содержанием Ni приведены в табл. 62 (ГОСТ 492—73* и 19241—73*). Коррозионно-жаростойкие и жаропрочные медно-никелевые сплавы на основе железа — см. с. 55.

Никелевые листы и полосы (ГОСТ 6235—73). Горячекатаные листы изготавливаются толщиной 5—20 мм, шириной 500, 600, 700 и 800 мм и длиной 500—2000 мм. Горячекатаные полосы толщиной 5—12 мм и шириной 100—300 мм, холоднокатаные — толщиной 1—10 мм и шириной 40—300 мм. Холоднокатаные полосы должны изготавливаться мягкими или твердыми из никеля НП1, НП2, НП3 и НП4.

Механические свойства листов и полос приведены в табл. 63.

Лента никелевая (ГОСТ 2170—73*) — толщиной 0,05—2,0 мм, шириной 10—300 мм.

Проволока никелевая (ГОСТ 2179—75 и ГОСТ 1049—74) — диаметром 0,03—12 мм.

Прутки тянутые (ГОСТ 13083—77) диаметром 5—40 мм и катаные диаметром 42—60 мм.

Лента, проволока, прутки изготавливаются из никеля: мягкого с пределом прочности 38—40 кгс/мм² и удлинением 26—35%, твердого — соответственно с 55 кгс/мм² и 2—3%.

Никель-бериллиевые сплавы обладают высокими упругопрочностными свойствами при комнатной и повышенной (до 300°С) температурах. Сплав ЭИ996 содержит 1,9—2,5% Be, ЭИ996В — кроме того, W, ЭИ996М — Mo. Механические свойства приведены в табл. 64.

62. Марки и химический состав (%) никелевых сплавов

Марка	Ni + Co, не менее	Компоненты	Назначение
НК0,2	99,4	Si 0,15—0,25	Для электротехнических деталей
НМп2,5 НМп5	Остальное	Mn 2,3—3,3 Mn 4,6—5,4	Для свечей автомобильных и других двигателей
НМдАК2-2-1 (алюмель)		Al 1,6—2,4 Si 0,85—1,5 Mn 1,8—2,7 Cr 9,0—10,0	
НХ9,5			
НХ9		Cr 8,5—10,0	Для компенсационных проводов
НК0,04	99,6	Si 0,02—0,06	Для катодов
НК0,2Э НМГ НМг0,11	99,4 99,6	Si 0,15—0,25 Mg 0,02—0,07 Mg 0,07—0,15	Для катодов и других деталей электроники
НВ3 НМг0,05в НМг0,08в	96,0 99,85 99,80	W 2,5—3,5 Mg 0,04—0,07 Mg 0,07—0,10	
НВ3в НВМг3-0,05в НВМг3-0,08в	96,0	W 2,5—3,5 Mg 0,04—0,07 W 2,5—3,5 Mg 0,07—0,10 W 2,5—3,5	

63. Механические свойства (не менее) никелевых листов и полос

Состояние металла	σ_B , кгс/мм ²	δ_{10} , %	Глубина выдавливания, мм
Горячекатаные Мягкие	38	15	8,5
		35	
Твердые	55	2	—

Никелид титана (нитинол) — сплав никеля (47—53%) с титаном, обладающий эффектом «памяти формы», т. е. способностью восстанавливать свою первоначальную форму, из которой изделие было выведено путем деформирования [5].

Ниобий — пластичный, хорошо свариваемый металл серо-стального цвета. Ниобий применяется в атомной энергетике, радиоэлектронике, рентгенотехнике и электротехнике и т. д., в производстве жаропрочных, инструментальных, кристоустойчивых сталей (в виде феррониобия), а также для легирования цветных сплавов. Входит как компонент в сверхтвердые сплавы. В соединении с танталом и другими металлами образует ряд ценных сплавов [47].

64. Механические свойства* никель-бериллиевых сплавов

Марка	σ_B , кгс/мм ²	δ , %
ЭИ996	180	3
ЭИ996В	190	
ЭИ996М		

* У всех марок НРС 50.

Ниобий применяется для изготовления листов, лент, прутков, проволоки, труб, а также производства сплавов. Выпускается в штабиках (ГОСТ 16100—70) марок НБШ00, НБШ0, НБШ1 и в слитках (ГОСТ 16099—70) марок НБ1, НБ2 и НБ3. Химический состав приведен в табл. 65.

65. Марки и химический состав * (%) ниобия

Марка	Nb	O	C	Si	Ta	Fe	Ti	W+Mo
НБШ00	0,03	0,02	0,03	0,01	0,1	0,03	0,01	—
НБШ0				0,03	0,4	0,08	0,1	
НБШ1	0,05	0,04	0,06	0,005 0,01	0,1	0,005	0,05	0,01 0,02
НБ1	0,01	0,01	0,01		0,15	—	—	0,04
НБ2		0,015	0,03		0,02	0,3	—	
НБ3								

* Примесей — не более.

Ниобий поставляется по ТУ в виде фольги, листов, прутков, проволоки и труб. Ниобий в качестве присадки при выплавке специальных сталей и сплавов применяется в виде сплава с железом.

Феррониобий (ГОСТ 16773—71) выпускается пяти марок. Химический состав приведен в табл. 66.

66. Марки и химический состав (%) феррониобия

Марка	Nb+Ta	Примеси, не более					Р для классов	
		Si	Al	Ti	C	S	A	B
ФН0	55—70	1,5	3,0	1,5	0,1	0,03	0,10	0,10
ФН1							0,15	0,40
ФН2	50—70	2,0	6,0	3,0	0,25	0,05	0,20	0,50
ФН3							15,0	
ФН4	> 35	25,0	8,0	—	0,50	0,10	0,50	0,50

Рений — светло-серый блестящий металл, годами сохраняющий первоначальный вид. Рений — второй (после вольфрама) по тугоплавкости металл и третий (после осмия и иридия) по величине модуля упругости, поэтому он применяется в пружинных точных сплавах. Практически нерастворим в соляной, плавиковой и серной кислотах. Рений выпускается в виде порошка, штабиков, монокристаллов (с чистотой 99,999%), проволоки, фольги и сплавов с вольфрамом, молибденом, никелем, обладающих наивысшей прочностью при высоких температурах и коррозионной стойкостью.

Рений и его сплавы применяются в электровакуумных приборах для изготовления электроконтактов, высокотемпературных (до 2800°С) термонар, в качестве нагревателей и т. д.

Тантал — металл серо-стального с синеватым оттенком цвета, хорошо сваривается и поддается обработке давлением. В природе почти всегда встречается совместно с ниобием. По химической устойчивости уступает лишь благородным металлам. Тантал получают теми же методами, что и ниобий. Тантал

применяется для изготовления тугоплавких, износостойких и коррозионно-устойчивых деталей. Карбид тантала является одним из основных компонентов твердых сплавов.

Порошок танталовый первичный (МРТУ 95-136—69) получают путем натрий-термического восстановления тантала из фтортанталата калия. Содержание, %: Та не менее 98,5%, Nb не более 0,5%. Крупность порошка 100%-ной фракции — 0,15 мм. Предназначается для изготовления твердых сплавов и других целей.

Порошок танталовый повышенной чистоты (МРТУ 95-124—69) выпускается трех классов: I (крупность частиц 40—63 мкм), II (5—63 мкм), III (менее 40 мкм) с гарантированными электрическими свойствами. Предназначается для электролитических конденсаторов и электровакуумных приборов.

Фольга танталовая (ГОСТ 16400—70) изготавливается из Та с содержанием примесей, %, не более: Nb 1,0, W+Mo 0,03; Ni, Fe, Ti, Si 0,01 каждого и С 0,02. Поставляется в мягком (отожженном) ФТам и твердом (неотожженном) ФТат состояниях. Фольга изготавливается толщиной 0,006; 0,008; 0,010; 0,012; 0,020; 0,025; 0,030; 0,040 и 0,050 мм, шириной 10—80 мм в рулонах длиной не менее 100 м. С государственным Знаком качества поставляется по ГОСТ 5.808—71*.

Титан — металл серебристо-блестящего цвета, не тускнеет на воздухе. Благодаря небольшой плотности, высокой прочности и коррозионной устойчивости к многим агрессивным средам (в частности, к морской воде) титан и его сплавы широко используются в качестве конструкционного машиностроительного материала.

Титан существует в двух аллотропических модификациях: ниже температуры 882,5°С устойчивая α -форма и выше этой температуры — β -форма. Примеси и легирующие добавки могут изменять температуру α/β превращений.

Титан наибольшей чистоты (99,95%) получают йодидным способом. Основную же массу для производства полуфабрикатов титана и его сплавов и для других целей получают магнетрическим способом в виде губчатого титана (титановая губка). Его марки и состав приведены в табл. 67 согласно ГОСТ 17746—72* и 5.303—69* (марки с буквой А). Числа означают твердость по Бринеллю. Поставляется в кусках.

Электролитический титановый порошок (Запорожский титаново-магний комбинат) содержит примеси, %, не более: 0,1 Fe, 0,03 Si, 0,06 Ni, 0,04 C, 0,15 (Cr+V+Al). Применяется для изготовления металлокерамических изделий, включая фильтры и геттеры.

67. Марки губчатого титана и содержание примесей (% не более)

Марка	Fe	Ni	Si	C	Cl	N	O		
ТГ-100А	0,06	0,05	0,02	0,03	0,08	0,02	0,04		
ТГ-105А	0,07						0,05		
ТГ-110А	0,09		0,03	0,05					
ТГ-90	0,06		0,01	0,02			0,04		
ТГ-100	0,07		0,02	0,03			0,05		
ТГ-110	0,09		0,03	0,04			0,10	0,03	0,06
ТГ-120	0,11								0,08
ТГ-130	0,13		0,04	0,05			0,12	0,04	0,08
ТГ-150	0,20								0,10
ТГ-Тв	2,0		—	—			0,15	0,30	0,30

Титан и титановые сплавы, обрабатываемые давлением (ГОСТ 19807—74). Выпускаются две марки чистого титана: BT1-00 и BT1-0 с содержанием примесей, % соответственно С 0,05 и 0,07; Fe по 0,2; Si соответственно 0,08 и 0,1; O соответственно 0,1 и 0,12; Ni по 0,04; H — соответственно 0,008 и 0,01, сумма прочих соответственно 0,1 и 0,3 (не более).

Титановые сплавы выпускаются 14 марок, химический состав приведен в табл. 68.

Листы из титана и титановых сплавов изготавливаются из титана BT1-00 и BT1-0 и титановых сплавов OT4-0, OT4-1, OT4, BT5, BT6C, BT14 и BT20 с химическим составом по ГОСТ 19807—74. Толщина, мм: 0,3—0,8 (через 0,1 мм); 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5—10,5 (через 0,5 мм), ширина 400—1200 мм и длина 1500—5000 мм.

68. Марки и химический состав * (%) титановых сплавов, обрабатываемых давлением

Марка	Al	Mn, V	Mo, Sn	Cr, Zr	Si, Fe
OT4-0	0,2—1,4	Mn 0,2—1,3	—	—	—
OT4-1	1,0—2,5	Mn 0,7—2,0	—	—	—
OT4	3,5—5,0	Mn 0,8—2,0	—	—	—
BT5	4,3—6,2	—	—	—	—
BT5-1	4,3—6,0	—	Sn 2,0—3,0	—	—
BT6C	5,3—6,8	V 3,5—5,0	—	Cr 0,8—2,3	Si 0,15—0,40
BT3-1	5,5—7,0	Fe 0,2—0,7	Mo 2,0—3,0	Zr 0,8—2,0	Si 0,20—0,35
BT9	5,8—7,0	—	Mo 2,8—3,8	—	—
BT14	3,5—6,3	V 0,9—1,9	Mo 2,5—3,8	—	—
BT16	1,8—3,8	V 4,0—5,5	Mo 4,5—5,5	—	—
BT20	5,5—7,5	V 0,8—1,8	Mo 0,5—2,0	Zr 1,5—2,5	—
BT22	4,4—5,9	V 4,0—5,5	Mo 4,0—5,5	Cr 0,5—2,0	Fe 0,5—1,5
ПТ-7М	1,3—2,5	—	—	Zr 2,0—3,0	—
ПТ-3В	3,5—5,0	V 1,2—2,5	—	—	—

* Остальное Ti.

Листы поставляются после отжига, проглаживания и правки. Механические свойства листового титана приведены в табл. 69.

Литейные титановые сплавы применяются для производства отливок. Марки, химический состав и механические свойства литейных сплавов приведены в табл. 70. Литейная (линейная) усадка при литье в песчаные формы 1,5%, а в металлические — до 2,0%.

Ферротитан (сплав титана с железом) применяется для легирования сталей и сплавов и для электродных покрытий. Марки и химический состав ГОСТ 4761—67 приведены в табл. 71. Поставляется кусками массой не более 15 кг. Количество мелочи, проходящей через грохот со стальной сеткой № 10—2, не более 8% от общей массы.

Хром — серовато-белый блестящий металл. Широко применяется для электрических покрытий (хромирования) и в качестве легирующего элемента при выплавке сталей и сплавов. Хром металлический поставляется по ГОСТ 5905—67* (табл. 72) в кусках массой до 10 кг и в виде мелочи (сетка № 10 не более 10%).

Феррохром (ГОСТ 4757—79) подразделяется на четыре группы: низкоуглеродистый (20 марок), среднеуглеродистый (6 марок), высокоуглеродистый (6 марок), азотированный (8 марок). В марках первых трех групп, например ФХ015А, Ф означает — железо, Х — хром (содержание в различных марках 60—68%), три последующие цифры означают максимальное содержание углерода в сотых долях процента, буквы А и Б указывают на различное содержание Р (0,02—0,05%). Азотированный феррохром обозначается, например, ФХН200А, где Н — символ азота, цифры — минимальное содержание N в сотых долях процента.

69. Механические свойства листового титана

Марка	Состояние испытываемых образцов	Толщина листа, мм	σ_B , кгс/мм ²		δ , %	
			Не менее			
BT1-00		0,3—1,8	30	30		
		1,8—6,0		25		
		6,0—10,5		20		
BT1-0		0,3—0,4	38	25		
		0,4—1,8		30		
		1,8—6,0		25		
OT4-0		0,3—0,4	48	25		
		0,4—1,8		30		
		1,8—6,0		25		
OT4-1	Поставки	0,3—0,7	60	25		
		0,7—1,8		20		
		1,8—6,0		15		
OT4		0,3—0,7	70	20		
		0,7—1,8		15		
		1,8—6,0		12		
BT5-1		0,3—0,7	75	15		
		0,7—1,8		12		
		1,8—6,0		10		
BT6C		0,3—0,7	85	12		
		0,7—1,8		10		
		1,8—6,0		8		
BT14	Закаленные и искусственно состаренные	1,0—1,8	103	8		
		1,8—6,0		8		
		6,0—10,5		8		
BT20	Отожженные	0,8—5,0	90	8		
		5,0—10,5		8		
		0,8—1,5		110	5	
1,5—5,0	6					
5,0—7,0	4					
BT20	Отожженные	7,0—10,5	112	4		
		0,8—1,8		95	12	
		1,8—4,0			10	
BT20	Отожженные	4,0—10,5	8		8	

70. Марки и химический состав (%) и механические свойства литейных титановых сплавов

Марка	Al	Mo	V, Fe	Si, Zr	Cr, Zr	σ_B		δ_5	ψ	σ_{HT} кгс/мм ²
						кгс/мм ²				
BT1Л	—	—	—	—	—	35	—	10	20	4,0
BT5Л	4,1—6,2	—	—	—	—	70	63	6	14	
BT6Л	5,0—6,5	—	V 3,5—4,5	—	—	80	75	5	10	2,5
BT14Л	4,3—6,3	2,5—3,8	V 0,8—1,9	—	—	90	80		12	
BT20Л	5,5—7,5	0,5—2,0	V 0,8—1,8	—	Zr 1,5—2,5	95	83	4	8	2,0
BT3-1Л	5,3—7,0	2,0—3,0	Fe 0,2—0,7	Si 0,15—0,40	Cr 0,8—2,3					
BT9Л	5,6—7,0	2,8—3,8	—	Si 0,2—0,35	Zr 0,8—2,0	100	86	4	8	2,0
BT21Л	5,8—7,2	0,4—1,0	V 0,8—1,5	Zr 4,0—6,0	Cr 0,2—0,5					

71. Марки и химический состав (%) ферротитана

Марка	Ti	Отношение		C	Cu	Mo	Zr	V	Sn
		Al/Ti	Si/Ti						
Ti0 Ti1	28—35	0,25	0,12 0,16	0,01 0,15	0,05 2,0	0,05 0,4	0,1 0,2	0,2 0,4	0,01 0,04
Ti2	25—35	0,40	0,28	0,20	3,5	1,0	0,7	1,0	0,08
Ti3		0,07	0,012		0,3	0,6	0,6	0,6	0,10
Ti31	> 60	0,10	0,02	0,40	0,5	2,5	2,0	3,0	0,15

Примечание. Для всех марок S 0,03—0,07%, P 0,04—0,07%.

72. Марки и химический состав * (%) хрома металлического

Марка	Cr	C	Si	S	P	Cu	Al	Fe
X00 X0	99,0 98,5	0,03	0,3 0,4	0,02	0,02	0,01 0,02	0,5	0,3 0,4
X1 X2	98,0 97,0	0,04 0,05	0,5	0,03 0,04	0,03	0,04 0,05	0,7 1,5	0,5
X3	97,0	0,06	1,0	0,03		0,01	0,1	1,0

* Примесей не более.

Примечание. Кроме того, в марке X00 нормируется содержание O — не более 0,05% и в марках X00 и X0 — Pb — 0,0008% и 0,001%, Sn 0,004%, As — 0,01%, Zn 0,006 и 0,001%, Sb 0,008% и Cd 0,001%.

Ферросиликохром (ГОСТ 11861—77) выпускается трех марок (содержание, %): ФСХ18 — Si 18,0; Cr 45,0; C — 3,5; P 0,06; S 0,04; ФСХ30 — Si 30; Cr 40; C 1,0; P 0,05; S 0,04; ФСХ40 — Si 40; Cr 30; C 0,1; P 0,04; S 0,04.

Цирконий в компактном состоянии — металл серебристо-белого цвета, похожий на сталь. Порошок в зависимости от чистоты и дисперсности имеет цвет от черного до серого. Применяется в электровакуумной технике, в атомных реакторах и т. д., а также в качестве основы припоя для пайки титана и его сплавов, защитных покрытий, для повышения теплоустойчивости магниевых сплавов и т. д. По условиям производства цирконий магнетермический (восстановлением циркония магнием из четыреххлористого циркония), йодидный (термической диссоциацией тетраиодида в вакууме) и др. Состав магнетермического и йодидного циркония, полученный спектральным анализом, приведен в табл. 73.

73. Состав (%) магнетермического и йодидного циркония

Цирконий	Al	Ca	Cu	Ga	Fe	Mg	Ni	Si	Ti
Магнетермический	0,01—0,02	0,01—0,05	Присутствие	2,58	0,005—0,01	0,005—0,1	Присутствие	0,01—0,05	0,0001—0,005
Йодидный	0,006—0,015	—	0,0005—0,001	≤ 2,5	0,00008—0,0006	0,00055—0,004	0,00005	0,0002	0,0005

Цирконий-порошок ЦЭВ (ЦМТУ 3145—52) содержит, %: Zr не менее 98,0, в том числе активного Zr 92,0; примесей (не более) Fe 0,05; Ca 0,05; Cl 0,003. Порошок проходит через сито № 005 с остатком не более 5%. Влажность не менее 15%.

РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

Название «редкие» весьма условно. К этим металлам относится большая группа металлов, рассеянных в природе и трудных для выделения из руд. Поэтому до последнего времени они недостаточно использовались в машиностроении, и их полезные свойства еще не раскрыты в полном виде.

Гадолиний — металл серебристо-белого цвета. Плотность 7,886 г/см³, температура плавления 1312°С, температура кипения 3223°С. Выпускается четырех марок. Химический состав приведен в табл. 74. Поставляется в виде слитков, стержней, проката, монокристаллов, а также различных сплавов.

74. Марки и химический состав гадолиния

Компонент	Гм-0	Гм-1	Гм-2	Гм-3
Gd, не менее	99,80	99,70	98,80	98,45
Eu, Sm, Tb, Y	0,10	0,10	0,80	1,30
Fe	2·10 ⁻²	1·10 ⁻²	1·10 ⁻²	5·10 ⁻²
Ca	1·10 ⁻²	3·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²
Cu	2·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²
Mo или Ta, O	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²

Германий — твердый серебристо-серого цвета металл. Плотность 5,35 г/см³, температура плавления 936°С, температура кипения 2700°С, скрытая теплота плавления 8100 кал/г, удельная теплоемкость 0,074 кал/(г·°С), коэффициент линейного теплового расширения 6,1·10⁻⁶ см²/°С, твердость по Моосу 6.

Германий поликристаллический зонноочищенный (ГОСТ 16154—70) предназначен для изготовления монокристаллического германия, производства сплавов германия и кремния, заготовок для оптических деталей и других целей. Изготавливается трех марок:

ГПЗ-1 — для получения монокристаллического нелегированного и легированного германия и специальных целей;

ГПЗ-2 — для получения монокристаллического легированного германия и других целей;

ГПЗ-3 — для получения сплавов, заготовок для оптических деталей и других целей.

Удельное сопротивление в интервале 18—24°С должно соответствовать указанному в табл. 75.

Качество германия ГПЗ-1 дополнительно характеризуется концентрацией носителей заряда — не более 3·10¹² см⁻³ и их подвижностью — не менее 35 000 см²/с.

Поставляется слитками в форме сегмента шириной 43 и высотой 21 мм в герметичных полиэтиленовых пакетах.

Германий монокристаллический (ГОСТ 16153—70*) выпускается с проводимостью электронного типа, легированный сурьмой и с проводимостью дырочного типа, легированный галлием. Ориентацию слитков — см. [15].

По интервалу удельного сопротивления и его разбросу подразделяется на

75. Удельное сопротивление, Ом·см (не менее) поликристаллического германия

Марка	Температура, °С						
	18	19	20	21	22	23	24
ГПЗ-1	52	51	50	49	48	47	46
ГПЗ-2	49	48	47	46	45	43	43

три подгруппы (а, б, г) и по плотности дислокаций и геометрическим размерам слитка — на три подгруппы (1, 2 и 3).

Диаметр слитков 25—35 мм, длина — не менее 40 мм. Каждый слиток упаковывается в отдельный завариваемый полиэтиленовый пакет.

Гольмий — пластичный материал серебристо-белого цвета. Плотность 8,8 г/см³, температура плавления 2662°С, температура кипения 2700°С. Выпускается марок (содержание, %): Гом-1 — основного вещества не менее 99,7 и Er+Y не более 0,2; соответственно Гом-2—99,0 и 0,7% и Гом-3 95,0 и 4,7%. Для всех марок содержание примесей Са до 0,2% и Си 0,1%.

Диспрозий — пластичный серебристо-белый металл. Плотность 8,5 г/см³, температура плавления 1407°С, температура кипения 2600°С. Выпускается марок (содержание, %): Дим-1 — Dy 99,7 и Tb+Y+Ho+Er не более 0,2, Дим-2 — соответственно 99,0 и 0,7 и Дим-3 — соответственно 95,0 и 4,7. Для всех марок примеси Са не более 0,2 и Си 0,1.

Европий — серебристо-белый пластичный металл. Плотность 5,245 г/см³, температура плавления 826°С, температура кипения 1597°С. Выпускается трех марок (табл. 76) в виде слитков, стержней.

Индий — мягкий металл серебристо-белого цвета. Плотность 7,3 г/см³, температура плавления 156,6°С, температура кипения 2075°С. Применяется в атомной энергетике, радиоэлектронике, производстве цветных сплавов, припоев, баббитов, термоэлементов, антикоррозионных покрытий, зеркал и т. д. Выпускается (ГОСТ 10297—75) марок (содержание, %) Ин000у (не менее 99,9995); Ин000 (99,9992), Ин00 (99,999), Ин0 (99,998), Ин1 (99,995) и Ин2 (99,96%) в виде прямоугольных слитков массой до 1000 г и марки Ин2 — массой 3000 г. Слитки заворачивают по одному в бумагу и в полиэтиленовые мешочки и упаковывают в ящики.

76. Марки и химический состав (%) европия

Компонент	Ев-0			Ев-1			Ев-2		
	Ев-0	Ев-1	Ев-2	Ев-0	Ев-1	Ев-2	Ев-0	Ев-1	Ев-2
Er, не менее Gd, Sm, Nd, La	99,88 0,05	99,73 0,20	99,14 0,70						
Fe Cu	1·10 ⁻³	1·10 ⁻³	1·10 ⁻¹ 1·10 ⁻²						
O	5·10 ⁻³	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²						

Индий Ин000у поставляется также в виде монокристаллических слитков массой до 2500 г.

Иттербий — металл серебристо-серого цвета. Плотность 6,9 г/см³, температура плавления 824°С, температура кипения 1427°С. Выпускается марок (содержание, %) Итм-1 Yb не менее 99,7 и Er+Tb+Lu не более 0,2 и примеси, Итм-2 соответственно 99,0 и 0,07, Итм-3 — соответственно 95,0 и 4,7%.

Иттрий — металл серебристо-белого цвета. Плотность 4,47 г/см³, температура плавления 1552°С, температура кипения 3200°С, теплоемкость 6,01 ккал/моль. Выпускается пять марок. Химический состав приведен в табл. 77. Поставляется (ТУ 48-4-208—72) слитками, стержнями и прокатными изделиями.

Лантан — металл белого цвета. Плотность 6,17 г/см³, температура плавления 920°С, температура кипения 3469°С. Легко окисляется на воздухе и при нагревании сгорает ослепительным пламенем. Применяется в чистом виде, в особенности в виде лигатур, для повышения качества жаропрочных, алюминиевых и магниевых сплавов, для снижения содержания серы и стали. Применяется также в электротехнике и радиотехнике и т. д. Лантан электролитический (РЭТУ 1015—62) выпускается трех марок (содержание La, %): Ла-Э-0 (99,48), Ла-Э-1 (98,98) и Ла-Э-2 (97,97).

77. Марки и химический состав (%) иттрия

Марка	Y	Контролируемые примеси				
		Сумма	Fe	Ca	Cu	Ta
Итм-1	99,83	0,10	0,01	0,01	0,03	0,02
Итм-2	99,50	0,20	0,02	0,03	0,05	0,20
Итм-3	99,00	0,50		0,05		0,30
Итм-4	95,85	2,80		0,50		0,70
Итм-5	93,45	3,80	0,05	1,60	0,10	1,00

Лютеций — серебристо-белый металл. Плотность 9,84 г/см³, температура плавления 1652°С, температура кипения 3327°С. Выпускается (РЭТУ 623—60) марок (содержание, %): Люм-1 — Lu не менее 99,7, Er+Tb+Yb не более 0,2, Са не более 0,2 и Си 0,1%; Люм-2 — соответственно 99,0 и 0,7, примеси те же; Люм-3 — соответственно 95,0 и 4,7 и примеси те же.

Мишметалл — сокращенное название «смешанных металлов» (сплавов) редкоземельной группы элементов. Мишметалл обычно состоит из 40—50% Се в соединении с другими металлами редкоземельной группы, получаемого не в результате образования сплава заданного состава, а по условиям природного родства данных элементов и трудности их чистого выделения. Применяется для повышения пластичности жаропрочных сплавов и жаростойкости и жаропрочности магниевых сплавов, для получения чугуна с шаровидным графитом, в качестве флюса при сварке аустенитных сталей, для повышения прочности и абразивной износостойкости стальных отливок, в частности траков, для легирования стали и цветных сплавов, в качестве раскислителя при выплавке стали, в виде ферропродукта (сплав 15—30% мишметалла с Fe) и т. д.

По ЦМТУ 05-20—67 выпускается трех марок: МЦ (цериевый), МЛ (лантанный), ФЦ (ферроцериевый), по ЦМТУ 05-87—67 — марки ФЦМ5 (для модифицирования чугуна). Химический состав всех марок приведен в табл. 78.

78. Марки и химический состав (%) мишметалла

Марка	Ce	La	Mg	Ce+La	Fe	Сумма РЭМ
МЦ	70	—	—	75	7	93
МЛ	—	35	—	—	—	—
ФЦ	—	—	—	—	—	90
ФЦМ5	45	—	6	—	10	Остальное

79. Марки и химический состав (%) самария

Компонент	Смм-0	Смм-1	Смм-2
Sm, не менее Nd, Eu, Gd, La	99,88 0,05	99,73 0,20	99,14 0,70
Fe Cu	1·10 ⁻²	1·10 ⁻²	1·10 ⁻¹ 1·10 ⁻²
O	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²	5·10 ⁻²

Неодим — металл серебристо-белого цвета, на воздухе окисляется (желтеет). Плотность 7,0 г/см³, температура плавления 1024°С, температура кипения 3300°С. Применяется для повышения качества алюминиевых и магниевых сплавов, износостойкости электроконтактных материалов и для других целей. Выпускается (ЦМТУ 05-142—69) марок (содержание, %): Нм-1 Nd 99,34 и La+Ce+Pr+Sm не более 0,3; Нм-2 — соответственно 98,86 и 0,5; Нм-3 — соответственно 97,25 и 1,8. Лигатура для присадки к сплавам с содержанием Nd 15—80%, суммы других РЭМ 12,5% (остальное Mg) по ЦМТУ 05-87—67.

Празеодим — металл с плотностью 6,78 г/см³, температурой плавления 940°С, температурой кипения 3447°С. Применяется для повышения износостойкости электроконтактных материалов. Выпускается в слитках (ЦМТУ 05-141—69) марок (содержание, %): Пр-1—Pr 98,84 и La+Ce+Nd+Sm 0,8; Пр-2 соответственно 97,56 и 1,8; Пр-3 соответственно 96,25 и 2,8.

Самарий — металл сероватого цвета. Плотность 7,53 г/см³, температура плавления 1072°С, температура кипения 1752°С. Выпускается трех марок (табл. 79) в виде слитков, стержней, проката, монокристаллов.

Селен — кристаллический металл серого цвета. Плотность 4,8 г/см³, температура плавления 217°С, температура кипения 685°С. Особенность — изменение электропроводности в зависимости от освещенности. На использовании этого эффекта основано создание селеновых фотоэлементов и применение его в телевидении, а также для производства полупроводниковых выпрямителей и легирования стали.

Селен особой чистоты ОСЧ-А с государственным Знаком качества выпускается по ГОСТ 5.1489—72 в виде гранул диаметром до 6 мм, массой 100—500 г в полиэтиленовых пакетах.

Селен высокой чистоты (ГОСТ 6738—71) выпускается двух марок (содержание Se, %): СВЧ-1 (99,997) и СВЧ-2 (99,992) в виде гранул или слитков массой до 5 кг.

Селен технический (ГОСТ 10218—77) выпускается трех марок (содержание чистого Se, %), СТ0 (99,4), СТ1 (99,0) и СТ2 (97,5) в виде порошка, гранул или слитков.

Скандий — серебристо-серый мягкий металл. Плотность 2,99 г/см³, температура плавления 1539°С, температура кипения 2000°С. Применяется для повышения жаростойкости хромоникелевых сплавов, в радиоэлектронике и светотехнике. Компонент полупроводниковых сплавов. По РЭТТ 629—60 выпускается марка Скм-3 с содержанием Sc не менее 96,0%.

Стронций — пластичный металл серебристо-белого цвета. Плотность 2,63 г/см³, температура плавления 771°С, температура кипения 1385°С. Химически весьма активен, на воздухе окисляется, покрываясь окисью — желтой пленкой. Применяется в производстве антифрикционных сплавов, аккумуляторных пластин, в качестве раскислителя при выплавке стали, модификатора структуры чугуна, для легирования цветных сплавов, снижения содержания серы и фосфора в стали и т. д. Выпускается ЦМТУ 4764—56 трех марок: Ч, ЧДА и ХЧ.

Таллий — мягкий металл голубовато-серого цвета, быстро тускнеющий на воздухе. Плотность 11,85 г/см³, температура плавления 303°С, температура кипения 1457°С. В соединениях с другими металлами образует сплавы, обладающие свойствами нерастворимых анодов, высокой коррозионно-стойкостью, антифрикционностью, высокой электропроводностью и т. д. Выпускается (ГОСТ 18337—73) в слитках массой до 1 кг четырех марок (содержание Tl, %): Тл000 (99,9995), Тл00 (99,999), Тл0 (99,99) и Тл1 (99,88).

Таллий — яд, поэтому необходимы особые условия его хранения и режимы работы.

Теллур — хрупкий металл темно-серого цвета. Плотность 6,24 г/см³, температура плавления 450°С, температура кипения 990°С.

Теллур высокой чистоты применяется для полупроводниковых термоэлементов, приемников излучения, фотоэлементов и т. д. Выпускается (ГОСТ 18428—73) двух марок (содержание Te, %): Т-В3 (99,996) — в виде отдельных кристаллов, друз и слитков массой 0,2—5,0 кг, Т-А1 (99,96) — в виде слитков массой до 5 кг.

Теллур технический применяется для получения теллура высокой чистоты, изготовления баббитов, красок и других целей. Выпускается (ГОСТ 1761—70*) четырех марок (содержание Te, %): Т00 (не менее 99,9), Т0 (99,8), Т1 (99,0), Т2 (96,0) в виде порошка темно-серого или черного цвета (должен полностью проходить через сетку № 1) и слитков массой 5—10 кг.

Тербий — металл серебристого цвета. Плотность 8,27 г/см³, температура плавления 1356°С, температура кипения 2800°С. Выпускается марок (содержание, %): Тем-1 (Tb не менее 99,7% и Gd+Du+Y не более 0,2%); Тем-2 (соответственно 99,0 и 0,7); Тем-3 (соответственно 95,0 и 4,7). Для всех марок примеси, %: Са не более 0,2 и Си 0,1.

Торий — мягкий металл серовато-белого цвета. Плотность 11,7 г/см³, температура плавления 1750°С, кипения 3500—4200°С. Обладает хорошей пластичностью — куется и прокатывается без нагрева. На воздухе покрывается тонкой пленкой окиси. Применяется для легирования стали, алюминиевых и магниевых сплавов, для повышения прочности твердых сплавов, повышения сопротивления ползучести некоторых легких сплавов и т. д.

Тулий — серебристо-белый металл. Плотность 9,33 г/см³, температура плавления 1545°С, температура кипения 1727°С. Выпускается марок (содержание, %): Тум-1 (Tu 99,7 и Er+Yb+Lu 0,2%); Тум-2 (соответственно 99,0 и 0,7); Тум-3 (соответственно 95,0 и 4,7). Для всех марок примеси, %: Са 0,2 и Си 0,1.

Цезий — мягкий пластичный металл бледно-золотистого цвета. Плотность 1,87 г/см³, температура плавления 28,5°С, температура кипения 705°С. На воздухе воспламеняется. При 116°С вытесняет водород из воды. Применяется

в радиоэлектронике, рентгентехнике, электротехнике, для изготовления фотоэлементов, чувствителей к инфракрасным лучам. Выпускается с содержанием Cs не менее 98% в стеклянных запаянных ампулах массой 5—50 г.

Церий — мягкий металл серо-стального цвета. Плотность 6,76 г/см³, температура плавления 804°С, температура кипения 3600°С. Окисляется во влажном воздухе, при 160—180°С воспламеняется и горит ослепительным пламенем. Основной компонент мшиметалла. Применяется для повышения долговечности сплавов с высоким омическим сопротивлением, износостойкости электроконтактных сплавов, для повышения качества алюминиевых (в том числе вторичных), магниевых и других сплавов, для образования чугуна с шаровидным графитом и т. д. Выпускается в слитках массой 2—5 кг (РЭТУ 1014—62) двух марок (содержание, %): Се-Э-1 (Се не менее 98,98 и 1,0 сумма РЗМ); Се-Э-2 соответственно 97,97 и 2,0.

Эрбий — металл серебристого цвета. Плотность 9,06 г/см³, температура плавления 1497°С, температура кипения 2600°С. Выпускается по РЭТТ 626—60 марок (содержание, %): Эрм-1 (Er 99,7 и Dy+Y+Ho+Tm+Yb 0,2); Эрм-2 (соответственно 99,0 и 0,7); Эрм-3 — соответственно 95,0 и 4,7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазунов С. Г., Моисеев В. Н. Конструкционные титановые сплавы. М., Металлургия, 1974.
2. Дорфман Б. С., Летчфорд Н. И., Гудкова Р. М. Цветные металлы и сплавы для производства автомобиля ВПЗ-2101 «Жигули». М., Изд-во Транспорт, 1971.
3. Сверхлегкие конструкционные сплавы / М. Е. Дриц, Э. А. Свицкая, Ф. М. Елкин, В. Ф. Трохова. М., Наука, 1972.
4. Коцецкий С. В. Структура и свойства тугоплавких металлов. М., Металлургия, 1974.
5. Корнилов И. И., Белоусов О. К., Качур Е. В. Никелид титана и другие сплавы с эффектом «памяти». М., Наука, 1977.
6. Мальцев М. В. Термическая обработка тугоплавких редких металлов и их сплавов. М., Металлургия, 1974.
7. Новый литейный магниевый сплав МПЦ с высокой деформирующей способностью. Институт металлургии им. А. А. Байкова АН СССР М., Цветметинформация, 1972 (Проспект ВДНХ СССР).
8. Папиров И. И. Бериллий-конструкционный материал. М., Машиностроение, 1977.
9. Прокат из тяжелых цветных металлов. Справочник. Под ред. М. Ф. Баженова. М., Металлургия, 1973.
10. Сверхлегкие деформируемые магниевые-литиевые сплавы ИМВ1, ИМВ2 и ИМВ3. Институт металлургии им. А. А. Байкова АН СССР и Всесоюзный институт легких сплавов (Проспект ВДНХ СССР) М., Цветметинформация, 1972.
11. Свойства и применение металлов и сплавов. Справочное пособие. Под ред. Р. А. Ниландера. М., Энергия, 1973.
12. Смирягин А. П., Смирягина Н. А., Белова А. В. Промышленные цветные металлы и сплавы. М., Металлургия, 1974.
13. Справочник по цветным и редким металлам и их соединениям, применяемым в лабораторной практике. Сост. В. Л. Пороженко. М., Госхимиздат, 1962.
14. Титановые сплавы в машиностроении / Б. Б. Чечулин, С. С. Ушков, И. Н. Рагузаева, В. Н. Гольдфайн. Под ред. Г. И. Копырина. Д., Машиностроение, 1977.
15. Тугоплавкие и редкие металлы и сплавы / Д. Г. Карпачев, Е. Д. Доронкин, С. А. Цукерман и др., Справочник. М., Металлургия, 1977.
16. Цветные металлы. Свойства, сортамент, применение. Справочник / Под ред. М. Ф. Баженова. М., Металлургия, 1973.
17. Цветные металлы и сплавы / М. В. Таубкин, С. А. Цукерман, Д. Г. Карпачев и др. Справочник. В 2-х т. Т. 1 — Плоский прокат. Т. 2 — Круглый прокат. М., Металлургия, 1975.
18. Ягодни Г. А., Синегрибова О. И., Чекарчев А. М. Технология редких металлов в атомной технике. М., Атомиздат, 1974.

Продолжение табл. 1

Форма частиц	Материал	Метод получения
Губчатая	Железо	Восстановление газами и углеродом
	Медь	Восстановление газами
	Вольфрам, молибден, тантал, ниобий, титан, цирконий, хром	Металлотермия
	Коррозионностойкая сталь, сплавы никеля	Совместное восстановление оксидами
Дендритная	Никель, медь, серебро, хром	Электролиз
Тарельчатая	Железо, коррозионно-стойкая сталь, сплавы никеля	Вихревой размол

В связи с трудностями выплавления тугоплавких и рассеянных металлов из руд возникли металлургические процессы, основанные на восстановлении подобных металлов из их оксидов или других соединений химическим путем. В результате таких процессов образуются металлические порошки, из которых путем прессования создается компактный металл. В дальнейшем метод создания металлов из их порошков приобрел самостоятельное значение, так как он позволяет изготавливать металлические сплавы (вернее, псевдосплавы) из компонентов, которые не образуют металлических растворов и, следовательно, сплавов в обычном представлении. В состав таких псевдосплавов включают и неметаллические компоненты, например графит, глинозем, карбида, бориды и т. д., придающие им особые свойства, недостижимые при образовании обычных (литых) сплавов. Пример широкого применения металлокерамики — твердые инструментальные сплавы, спеченные алюминиевые сплавы и т. д.

Образование изделий из металлических и неметаллических порошков основывается на принципах технологии изготовления керамических изделий (кирпичей, фарфоровых изоляторов, силикатных плиток и т. д.) путем прессования и спекания подготовленных композиций при температурах, обеспечивающих схватывание — сваривание зерен композиции без их полного расплавления в монолитное металлокерамическое изделие.

Сложилось два отдельных этапа производства металлокерамики: 1) изготовление металлических и других порошков преимущественно на металлургических предприятиях; 2) образование из них различных комбинационных металлокерамических изделий в специализированных машиностроительных цехах и заводах.

Сведения о металлических и других порошках приведены в справочнике непосредственно за описанием основного металла, а методы получения и форма частиц — в табл. 1.

Стоимость порошков в 1,5—3,5 раза выше стоимости основного металла [6, 8, 11]. Поэтому необходимо тщательно анализировать целесообразность приме-

1. Форма частиц порошков в зависимости от материала и способа получения [2]

Форма частиц	Материал	Метод получения
Сферическая	Бронза, железо, никель, медь, серебро, коррозионностойкая сталь, сплавы никеля	Распыление
	Медь	Плазменное распыление
Каплеобразная и округлая	Железо, никель	Разложение карбонидов
	Никель	Восстановление газами в автоклавах

нения металлокерамических изделий. При изготовлении порошков из монолитного металла их стоимость повышается на величину, в малой степени зависящую от вида исходного металла, и поэтому в процентном отношении более дешевые металлы удорожаются больше, а более дорогие — меньше. Металлы же, получаемые первоначально в виде порошков, дешевле металлов в компактном виде. Более высокая стоимость порошков в некоторой мере компенсируется лучшим коэффициентом их использования. Производство деталей по металлокерамической технологии практически не имеет отходов, но требует сложной технологической оснастки, особенно при гидропрессовании, и поэтому эта технология доступна лишь для массового или специализированного производства. В настоящее время освоено изготовление деталей лишь небольших размеров.

НИИТАвтопром оценивает эффективность от внедрения металлокерамики следующим образом: на каждой 1000 т изготовленных деталей экономится 1500—2000 т металла, высвобождается более 50 единиц металлообрабатывающих станков со снижением трудоемкости на 120 тыс. нормо-часов; производительность труда возрастает более чем в 1,5 раза.

Металлокерамическая технология является мощным резервом повышения возможностей и эффективности машиностроительного производства. Не касаясь больше уже освоенных методов изготовления металлокерамики, отметим еще недостаточно определенное направление. Это — создание изделий с дифференцированными по объему свойствами, образование биметаллических соединений, когда основой — подложкой — могут быть недорогой металл (углеродистая сталь, чугун) или керамика и другие материалы с особыми свойствами, и т. д.

Особо следует отметить вновь возникшее направление — гранулометрическое образование металлов и сплавов из гранул, отлитых с сверхвысокой скоростью охлаждения и затем спрессованных при оптимальных условиях.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПОРОШКОВ И МЕТАЛЛОКЕРАМИКИ

Насыпная плотность (г/см^3) определяется по методу, установленному ГОСТ 19440—74, на пробе не менее 100 см^3 .

Текущая металлических порошков и порошков, содержащих неметаллические добавки, проверяется методом (ГОСТ 20899—75), основанным на

определении времени истечения порошков из воронки, самопроизвольно просыпающихся через калиброванное выходное отверстие. Текучесть порошка определяют по формуле $t = Kt$, где K — корректирующий коэффициент, устанавливаемый по методике ГОСТ 20899—75; t — время (с) истечения порошка.

Величину частиц порошка определяют по ГОСТ 23402—78.

Гранулометрический состав определяется (ГОСТ 18318—73) путем просеивания пробы порошка (100 или 50 г) через набор сит по ГОСТ 3584—73, взвешивания отдельных фракций и расчета их процентного содержания относительно общей массы пробы.

Содержание воды (%) определяется (ГОСТ 18317—73) методом электрометрического титрования реактивом Фишера путем отгонки воды инертным газом при прокаливании порошков при температуре 200° С.

Потеря массы (%) определяется путем прокаливания испытуемого порошка в среде водорода при высоких температурах в соответствии с ГОСТ 18897—73.

Прессуемость — способность порошка образовывать изделие данной формы и его максимальной плотности — определяется технологическими свойствами: уплотняемостью, которая характеризуется диаграммой прессования плотность — давление прессования, и формуемостью, т. е. сохраняемостью полученной формы изделия.

ГОСТ 10937—64 установлен метод определения уплотняемости и формуемости для железного порошка.

Испытания железного порошка производятся по ГОСТ 16412.0—70 ГОСТ 16412.8—70.

Удельную поверхность металлических порошков определяют по ГОСТ 23401—78 до 500 м²/г.

Плотность (г/см³) определяют (ГОСТ 18898—73) по объему вытесненной воды. Определение плотности твердых спеченных сплавов установлено ГОСТ 20018—74.

Испытание на растяжение металлокерамики производят стандартными методами на специально изготовленных образцах по ГОСТ 18227—72.

Прочность при изгибе $\sigma_{ВН}$ (кгс/мм²) определяют по ГОСТ 18228—72 на специально изготовленных образцах размером 5×10×55 мм, ломаемых на опорах с расстоянием между ними 40 мм. Предел прочности при изгибе определяют

по формуле $\sigma_{ВН} = \frac{3P_k l}{2ba^2}$, где P_k — разрушающая нагрузка, кгс; l — расстояние между опорами, мм; b и a — соответственно ширина и толщина образца, мм.

Прочность при изгибе твердых спеченных сплавов определяют на образцах 5×5×35 мм по ГОСТ 20019—74 аналогичным методом.

Пористость (%) определяют (ГОСТ 18898—73) отношением плотности испытуемого пористого материала к его плотности в компактном виде, т. е. определяют общую, раздельно открытую и закрытую пористость.

Проницаемость — свойство пористых материалов пропускать через себя жидкость или газ под давлением. Коэффициент проницаемости измеряется единицей «дарси», которая характеризует пористость кубика (1 см³) испытуемого материала, через который при перепаде давления в 1 кгс/см² протекает жидкость с вязкостью, равной 1 сПз со скоростью 1 см³/с.

Микроструктура твердых сплавов определяется (ГОСТ 9391—67*) путем сравнения шлифов с приложенными к стандарту шкалами эталонных микрофотографий по следующим критериям: степени пористости; наличию и характеру включения свободного углерода, двойного карбида вольфрама и кобальта; характеру распределения твердого раствора вольфрама и углерода в кобальте; величине зерна, отдельных крупных зерен и участков скопления зерен.

Однородность твердых сплавов определяется на основе магнитной проницаемости на приборе ИМП-3М со скоростью до 500 изделий в 1 ч.

КОМПАКТНАЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИКА (СПЕЧЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ)

Компактная беспористая (малопористая) металлокерамика представляет собой монолитные металлы или сплавы (спеченные металлы и сплавы), полученные методами металлокерамики и не отличающиеся по составу от этих металлов и сплавов, изготовленных путем отливки и обработанных давлением, а по свойствам превосходящие их, так как монолиты не имеют характерных для литых металлов нарушений структуры, сплошности, дислокаций и других микро- и макродефектов.

Во многих случаях металлокерамический метод образования компактных металлов и сплавов из их порошков является единственно возможным и обеспечивает наиболее естественные свойства данных металлов или сплавов. Таким путем изготавливают компактный вольфрам, молибден, ниобий, тантал и т. д. в виде монолитных полуфабрикатов для дальнейшей переработки.

Новым в данной области является изготовление монолитных металлов и сплавов путем прессования гранул (размером до 2—3 мм), полученных из литого металла при особых условиях их охлаждения. При переходе от скоростей охлаждения, не превышающих при современных методах литья 1° С/с, к скоростям охлаждения 10³—10⁴ °С/с и выше, доступным для небольших объемов (гранул), коренным образом меняются структура и свойства металла [9]. Готовые изделия (детали) с повышенными свойствами получают путем непосредственного компактирования гранул в изостатических условиях, минуя стадию пластической деформации.

ПОРИСТАЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИКА

Пористая металлокерамика образуется путем введения в исходную композицию порошкообразных или волокнистых компонентов, которые из готового металлокерамического изделия выплавляются или выжигаются, образуя открытые поры. Открытая пористость достигается также при спекании свободно насыпанного порошка (без прессования или при слабом прессовании). Для образования металлокерамики с закрытыми порами в композицию вводятся газообразующие вещества. В зависимости от назначения пористая металлокерамика подразделяется на три основные группы.

Пористая подшипниковая металлокерамика — металлокерамика, состоящая из антифрикционных сплавов. Поры в ней заполнены смазочным веществом, обеспечивающим смазывание пары вал — подшипник без подвода смазки извне (более подробно см. раздел «Подшипниковые и тормозные материалы», с. 223).

Металлокерамические фильтры. Изготавливаются фильтрующие элементы, предназначенные для очистки жидкостей и газов, минеральных масел, воды, жидких топлив, растворителей и других сред, совместных с материалом фильтроэлементов. Стандартный фильтрующий элемент представляет собой втулку наружным диаметром 40±0,5 мм с толщиной стенки 3±0,25 мм и высотой 100±2 мм (фильтроэлементы из титана изготавливаются высотой 80 мм). Параметры фильтрующих элементов в зависимости от материала приведены в табл. 2. Номинальный пропускной поток воздуха принят при перепаде давления 600 мм вод. ст. (для элементов 60.3, 60.4, 80.3, 80.4 — при 100 мм вод. ст.), а номинальный пропускной поток жидкости (дизельного топлива по ГОСТ 305—73*) — при перепаде давления 1 кгс/см².

«Потеющая» металлокерамика — изделия из пористой металлокерамики, через поры которой происходит выделение («выпотевание») какой-либо жидкости или газа, подаваемых с нерабочей части под давлением. Применяется для изготовления элементов транспортеров для перемещения грузов на воздушной подушке, лопаток газовых турбин с выходом охлаждающего воздуха через поры рабочей поверхности лопатки из внутреннего ее канала и т. д.

2. Параметры металлокерамических фильтрующих элементов

Обозначение	Материал	Средний размер пор, мкм	Тонкость фильтрации, мкм		Номинальный пропускаемый поток		Внутреннее разрушающее давление, кгс/см ² , не менее	Допускаемое усилие при осевом сжатии, кгс
			абсолютная	номинальная	воздуха	жидкости		
					м ³ /мин	л/мин		
00.1	Никель	12	10	5	0,0032	0,1	25	50
04.2	Титан	25	16	10	0,0250	4,0	5	90
06.1	Никель	45	25	16	0,0630	10	20	350
06.2	Титан	35			0,0800	12	5	90
06.3	Углеродистая сталь	40			0,1600	15	15	250
06.4	Коррозионно-стойкая сталь				25			
10.1	Никель	70	32	25	0,1250		250	
10.2	Титан	65			0,1600	20	5	90
10.3	Углеродистая сталь	70			0,2500	25	15	250
10.4	Коррозионно-стойкая сталь				40			
20.1	Никель	80	36	32	0,2000		250	
20.2	Титан	90			0,5000	35	5	90
20.3	Углеродистая сталь				90	0,3200	50	10
20.4	Коррозионно-стойкая сталь	90						
30.1	Никель	100	40	36	0,6300	60	90	
30.2	Титан	80				110		150
30.3	Углеродистая сталь	100			70	90		
30.4	Коррозионно-стойкая сталь				100		60	
40.1	Никель	120	63	50	0,8000	70	150	
40.2	Титан	100				60		5
40.3	Углеродистая сталь	120			0,8000	70	10	150
40.4	Коррозионно-стойкая сталь					120		
60.1	Никель	180	80	63	0,6300	100	7	120
60.2	Титан	140			1,0000	70	5	90
60.3	Углеродистая сталь	180			0,3600	100	7	120
60.4	Коррозионно-стойкая сталь					150		
80.1	Никель	250	110	80	0,8000	100	90	
80.2	Титан	220			1,0000	70		5
80.3	Углеродистая сталь	230			0,4200	100	7	120
80.4	Коррозионно-стойкая сталь					150		

МЕТАЛЛОКЕРАМИКА,
УПРОЧНЕННАЯ ДИСПЕРСНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Эта металлокерамика характеризуется наличием в ее металлической основе тугоплавких тонкодисперсных окислов или других соединений.

Спеченный алюминиевый сплав (САП) — металлокерамический сплав, образованный прессованием и спеканием алюминиевой комкованной пудры (ГОСТ 10096—76) и окиси алюминия (Al₂O₃). Характеризуется снижением прочности при 300—500°С в 3—4 раза (тогда как у обычных алюминиевых сплавов она снижается в 20—25 раз) и способностью сохранять стабильность своих свойств и структуры после 10 000 ч работы и более. Некоторые свойства САП при нормальной и повышенной температурах приведены в табл. 3.

3. Свойства прессованных полуфабрикатов из САП

Марка (содержание Al ₂ O ₃ , %)	Температура испытания, °С	σ _B		σ _T		δ, %
		кгс/мм ²				
САП-1 (6,0—9,0)	20	30—32	21—24	5—8		
	350	14—16	14—15	4—6		
	500	7—8	5—6	2—3		
САП-2 (9,1—13,0)	20	34—35	26—28	4—6		
	350	15—16	14—15	3—4		
	500	10—11	7,0—7,5	1,5—2,5		
САП-3 (13,1—18,0)	20	40—42	30—32	3,5—4,5		
	350	19—20	15—16	1,5—2,0		
	500	12—12,5	9—9,5	1,5—1,8		
САП-4 (18,1—22,0)	20	44—46	36—38	1,5—2,0		
	350	21—23	13—19			
	500	13—13,5	10—11	1,0—1,2		

Лента электродная наплавочная изготавливается (ГОСТ 22366—77) на основе железного порошка с добавками легирующих порошков металлов, ферросплавов, графита и т. д. семи марок.

ЛС-70ХЗНМ (А), ЛС-70ХЗНМ (Б) — соответственно для однослойной и многослойной наплавки деталей, работающих в условиях абразивного изнашивания, которое сопровождается ударными нагрузками (например, штампы холодной вырубки, ножи бульдозеров, грейдеров и плугов и т. д.);

ЛС-5Х4ВЗФС — для многослойной наплавки деталей, работающих в условиях циклической термической нагрузки и умеренного абразивного изнашивания (например, валки прокатных станов, ножи для резки металла и др.);

ЛС-5Х4В2М2ФС — для многослойной наплавки деталей, работающих в условиях циклической термической нагрузки и высокого абразивного изнашивания;

ЛС-08Х21Н9Г — для однослойной и многослойной наплавки деталей машин и аппаратов, работающих в агрессивных средах при обычных и повышенных температурах (при однослойной наплавке стойкость наплавочного металла против межкристаллитной коррозии соответствует требованиям для электродов ЭА-1А по ГОСТ 10052—75, при многослойной наплавке — требованиям для электродов ЭА-1Б по ГОСТ 10052—75);

ЛС-У10Х71ГР1 — для многослойной наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, сопровождаемого умеренными ударными нагрузками (например, катки гусеничного хода, трактора, ножи бульдозеров и т. д.);

ЛС-1Х14НЗ — для многослойной наплавки плунжеров гидравлических прессов и т. д.

Лента выпускается толщиной $1 \pm 0,2$ мм и шириной 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм с отклонением до -2 мм в рулонах с внутренним диаметром 300—320 мм, длиной не менее 40 м; масса рулона не свыше 100 кг. Лента при выпрямлении — без разрушения и образования трещин.

Чехлы металлокерамические (ГОСТ 13403—77) предназначены для защиты термпар. Изготавливаются четырех типов, дифференцированных по видам рабочих сред и температур (табл. 4), в виде замкнутых с одной стороны трубок, диаметром (внутренний×внешний): 7×14 , 9×14 , 11×18 , 13×18 , 13×22 , 20×30 мм, длиной 150—1000 мм.

4. Металлокерамические чехлы

Материал чехлов	Рабочая среда	Максимальная рабочая температура, °C
Дибарид циркония ДЦ	Расплав стали и чугуна	1800
Дибарид циркония с молибденом ДЦМ	Нейтральные, восстановительные, науглероживаемые, газовые стали и вакуумы	2000
	Расплав стали и чугуна	1800
Дисилицид молибдена ДМ	Окислительная среда, расплавленное стекло, базальт	1700
Самосвязанный карбид кремния КК	Продукты горения твердых и газообразных топлив	1800
	Криолитоглиноземный расплав, алюминий, силумин	1000
	Расплавы меди, медных штейнов, хлоридов, шлаков	1500

ТВЕРДЫЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ

Инструментальные сплавы (ГОСТ 3882—74) подразделяются на три группы: вольфрамовую, титано-вольфрамовую, титано-тантало-вольфрамовую. Примерный состав (без учета примесей) и основные свойства приведены в табл. 5.

Назначение твердых металлокерамических сплавов различных марок приведено ниже.

Для обработки резанием применяются следующие сплавы:

ВКЗ — для чистового точения с малым сечением среза, окончательного нарезания резьбы, развертывания отверстий и других аналогичных видов обработки серого чугуна, цветных металлов и сплавов и неметаллических материалов, для резки листового стекла;

ВКЗ-М — для чистовой обработки (точения, растачивания, нарезания резьбы, развертывания) твердых, легированных и отбеленных чугунов, цементованных и закаленных сталей, а также высокоабразивных неметаллических материалов;

ВК4 — для черногого точения при неравномерном сечении среза, черногого и чистового фрезерования, рассверливания и растачивания нормальных и глубоких отверстий, черногого зенкерования при обработке чугуна, цветных металлов и сплавов, титана и его сплавов;

5. Марки, состав (%) и свойства металлокерамических твердых сплавов

Марка	Содержание основных компонентов в смеси порошка, %				$\sigma_{и'}$, кгс/мм ² , не менее	Плотность, г/см ³	HRA, не менее
	Карбид вольфрама	Карбид титана	Карбид тантала	Кобальт			
ВК3 ВК3-М	97	—	—	3	120	15,0—15,3	89,5 91,0
ВК4 ВК4-В	96	—	—	4	155 150	14,9—15,2	89,5 88,0
ВК6 ВК6-М	94	—	—	6	155 145	14,6—15,0 14,8—15,1	88,5 90,0
ВК6-ОМ	92	—	2		130	14,7—15,0	90,5
ВК6-В	94	—	—	8	170	14,6—15,0	87,5
ВК8	—	—	—		170	14,4—14,8	
ВК8-В	92	—	—	8	185	14,5—14,8	86,5
ВК8-ВК	—	—	—		180		87,5
ВК10	90	—	—	10	180	14,2—14,6	87,0
ВК10-М	—	—	—		165	14,3—14,6	88,0
ВК10-ОМ	88	—	2	150	14,3—14,6	88,5	
ВК10-КС	90	—	—	11	190	14,2—14,6	85,0
ВК11-В ВК11-ВК	89	—	—		200 190	14,1—14,4	86,0 87,0
ВК15	85	—	—	15	190	13,9—14,1	86,0
ВК20 ВК20-КС ВК20К	80	—	—	20	212 215 170	13,4—13,7	84,0 82,0 79,0
ВК25	75	—	—		25		220
Т30К4	66	30	—	4	100	9,5—9,8	92,0
Т15К6	79	15	—	6	120	11,1—11,6	90,0
Т14К8	78	14	—	8	130	11,2—11,6	89,5
Т5К10	85	6	—	9	145	12,4—13,1	88,5
Т5К12	83	5	—	12	170	13,1—13,5	87,0
ТТ7К12	81	4	3	12		13,0—13,3	87,0
ТТ8К6	84	8	2	6	135	12,8—13,3	90,5
ТТ10К8-В ТТ20К9	82 71	3 8	7 12	8 9	165 150	13,5—13,8 12,0—13,0	89,0

ВК6-ОМ — для чистовой и получистовой обработки твердых, легированных и отбеленных чугунов, закаленных сталей и некоторых марок коррозионно-стойких высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно сплавов на основе титана, вольфрама и молибдена (точения, растачивания, развертывания, нарезания резьбы, шабровки);

ВК6-М — для получистовой обработки жаропрочных сталей и сплавов, коррозионно-стойких сталей аустенитного класса, специальных твердых чугунов, закаленного чугуна, твердой бронзы, сплавов легких металлов, абразивных неметаллических материалов, пластмасс, бумаги, стекла, для обработки

закаленных сталей, а также сырых углеродистых и легированных сталей при тонких сечениях среза на весьма малых скоростях резания;

ТТ8К6 — для чистового и получистового точения, растачивания, фрезерования и сверления серого и ковкого чугуна, а также отбеленного чугуна, непрерывного точения с небольшими сечениями среза стального литья, высокопрочных, коррозионно-стойких сталей (в том числе и закаленных), обработки сплавов цветных металлов и некоторых марок титановых сплавов при резании с малыми и средними сечениями среза;

ВК6 — для черного и получернового точения, предварительного нарезания резьбы токарными резцами, получистового фрезерования сплошных поверхностей, рассверливания и растачивания отверстий, зенкерования серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллического материала;

ВК8 — для черного точения при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, строгании, черного фрезерования, сверления, черного рассверливания, черного зенкерования серого чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов, обработки коррозионно-стойких, высокопрочных и жаропрочных труднообрабатываемых сталей и сплавов (в том числе сплавов титана);

ВК10-ОМ — для черновой и получерновой обработки твердых, легированных и отбеленных чугунов, некоторых марок коррозионно-стойких, высокопрочных и жаропрочных сталей и сплавов, особенно сплавов на основе титана, вольфрама и молибдена, изготовления некоторых видов монолитного инструмента;

ВК10-М — для сверления, зенкерования, развертывания, фрезерования и зубофрезерования стали, чугуна, некоторых труднообрабатываемых материалов и неметаллов цельнотвердосплавным, мелкогабаритным инструментом;

ВК15 — в качестве режущего инструмента для обработки дерева;

Т30К4 — для чистового точения с малым сечением среза (типа алмазной обработки), нарезания резьбы и развертывания отверстий незакаленных и закаленных углеродистых сталей;

Т15К6 — для получернового точения при непрерывном резании, чистового точения при прерывистом резании, нарезании резьбы токарными резцами и вращающимися головками, получистового и чистового фрезерования сплошных поверхностей, рассверливания и растачивания предварительно обработанных отверстий, чистового зенкерования, развертывания и других аналогичных видов обработки углеродистых и легированных сталей;

Т14К8 — для черного точения при неравномерном сечении среза и непрерывном резании, получистового и чистового точения при прерывистом резании, черного фрезерования сплошных поверхностей, рассверливания литых и кованых отверстий, черного зенкерования и других подобных видов обработки углеродистых и легированных сталей;

Т5К10 — для черного точения при неравномерном сечении среза и прерывистом резании, фасонного точения, отрезки токарными резцами, чистового строгания, черного фрезерования прерывистых поверхностей и других видов обработки углеродистых и легированных сталей, преимущественно в виде поковок, штамповок и отливок по корке и окалине;

Т5К12 — для тяжелого черного точения стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и различных неметаллических включений, при неравномерном сечении среза и наличии ударов, для всех видов строгания углеродистых и легированных сталей, сверления отверстий в стали;

ТТ7К12 — для тяжелого черного точения стальных поковок, штамповок и отливок по корке с раковинами при наличии песка, шлака и различных неметаллических включений, при неравномерном сечении среза и наличии ударов, для всех видов строгания углеродистых и легированных сталей, тяжелого черного фрезерования углеродистых и легированных сталей;

ТТ10К8-Б — для черновой и получистовой обработки некоторых марок труднообрабатываемых материалов, коррозионно-стойких сталей аустенитного

класса, маломагнитных сталей и жаропрочных сталей и сплавов, в том числе титановых;

ТТ20К9 — для фрезерования стали, особенно фрезерования глубоких пазов, и других видов обработки, предъявляющих повышенные требования к сопротивлению сплава тепловым и механическим циклическим нагрузкам.

Для оснащения горного инструмента применяются следующие сплавы:

ВК6 — для вращательного бурения геологоразведочных, эксплуатационных и взрывных шпуров и скважин в монокристаллических и абразивных горных породах с коэффициентом крепости по шкале Протодяконова до $f=8$;

ВК6-В — для ударно-поворотного бурения шпуров в горных породах (до $f=8$), зарубки крепких каменных углей с незначительным включением твердых пород;

ВК4-В — для бурения электро- и пневмосверлами углей, антрацитов, неокварцованных сланцев, калийных и каменных солей; бурения ручными и колонковыми электросверлами горных пород (до $f=8$); армирования шарошечных долот;

ВК8 — для вращательного бурения геологоразведочных, эксплуатационных и взрывных шпуров и скважин в трещиноватых абразивных горных породах (до $f=8$), распиловки мрамора и известняка, а также в камнерезных машинах;

ВК8-ВК — для шарошечного бурения геологоразведочных, эксплуатационных и взрывных скважин в крепких и очень крепких абразивных горных породах (до $f=18$);

ВК8-В — для ударно-поворотного, ударно-вращательного и вращательно-ударного бурения шпуров и скважин в крепких горных породах (до $f=14$), зарубки крепких каменных углей с включением твердых пород, обработки гранитов и подобных по крепости горных пород;

ВК11-ВК — для шарошечного бурения геологоразведочных, эксплуатационных и взрывных шпуров и скважин в вязких, средней твердости и твердых абразивных горных породах (до $f=10$);

ВК11-В — для ударно-поворотного, ударно-вращательного, вращательно-ударного бурения шпуров и скважин и очень крепких и абразивных горных породах (до $f=18$);

ВК15 — для ударно-поворотного, ударно-вращательного бурения шпуров и скважин в высшей степени крепких горных пород (до $f=20$).

Для бесстружковой обработки металлов, быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и приспособлений применяются следующие сплавы:

ВК6 — для сухого волочения проволоки из стали, цветных металлов и их сплавов при небольшой степени обжатия, как материал для быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и измерительного инструмента, работающих без ударных нагрузок;

ВК8 — для волочения, калибровки и прессования прутков и труб из стали цветных металлов и их сплавов, как материал для быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и измерительного инструмента, работающих при небольших ударных нагрузках;

ВК10 — для волочения и калибровки прутков и труб из стали, цветных металлов и их сплавов при средней степени обжатия, как материал для быстроизнашивающихся деталей машин, приборов и измерительного инструмента, работающих при ударных нагрузках средней интенсивности;

ВК15 — для волочения и прессования прутков и труб из стали при повышенной степени обжатия, штамповки, высадки, обрезки, вытяжки углеродистых и качественных сталей при ударных нагрузках малой интенсивности;

ВК20 — для штамповки, высадки, обрезки углеродистых и качественных сталей при ударных нагрузках средней и высокой интенсивности;

ВК25 — для штамповки, высадки, обрезки углеродистых и качественных сталей при ударных нагрузках высокой интенсивности;

ВК10-КС — для штамповки, высадки, вытяжки легированных и специальных сталей при ударных нагрузках малой интенсивности;

ВК20-КС — для штамповки, высадки, обрезки легированных и специальных сталей и сплавов при ударных нагрузках средней интенсивности;

ВК20К — для объемной штамповки и высадки при обычной и повышенной температурах углеродистых легированных и специальных сталей при ударных нагрузках высокой интенсивности.

Твердые сплавы на основе карбонитрида титана (КНТ) разработаны институтом химии УНЦ АН СССР и выпускаются Кировоградским заводом твердых сплавов (Свердловская обл.).

Свойства сплавов КНТ

Плотность, г/см ³	5,6—6,2
Пористость, %	0,1—0,6
Зернистость, мкм	1—3
Твердость, HRC	88—93
Прочность при изгибе, кгс/мм ²	120—180
Коэффициент стойкости при точении сталей 50 и ШХ15 по сравнению с твердыми сплавами Т15К6, Т14К8, Т5К10	1,5—2,0
Окалинистость на воздухе при 1000°С за 50 ч, мг/см ²	20—30

Безвольфрамовые твердые сплавы разработаны Институтом проблем материаловедения АН УССР в содружестве с производственными организациями. Состав и свойства приведены в табл. 6.

6. Марки, состав и свойства безвольфрамовых твердых сплавов

Марка	Состав, %			Плотность, г/см ³	HRA	$\sigma_{\text{н}}$	$\sigma_{\text{сж}}$
	TiC	TiN	Связка 4NiMo				
ТНМ-20	79	—	21	5,5	91,0	115	350
ТНМ-25	74	—	26	5,7	90,0	130	345
ТНМ-30	70	—	30	5,9	89,0	140	340
КТНМ-30А	26	42	32	5,8	88,0	150	330
КТНМ-30Б	43	25		5,9	87,5	175	335

Безвольфрамовые твердые сплавы применяются для изготовления фильер, вытяжных матриц, пресс-форм, калибров измерительных инструментов, сопл для распыления (в том числе абразивных материалов), а также в парах трения, работающих при температурах до 900°С (коэффициент трения без смазки с закаленной сталью 0,12). Они также эффективно используются в качестве режущих инструментов для обработки цветных металлов и сплавов.

Карбидохромовые твердые сплавы (Институт материаловедения АН УССР) выпускаются марок КХН-10, КХН-15, КХН-20, КХН-25, КХН-30, КХН-35 и КХН-40 (числа указывают содержание никеля, остальное — карбид хрома).

Свойства карбидохромовых твердых сплавов

Плотность, г/см ³	6,6—7,0
Твердость, HRC	80—90
Прочность, кгс/мм ² :	
при изгибе	40—70
при сжатии	280—350
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^6$	11,1—13,3

Эти сплавы не окисляются при нагреве в воздухе до 1000—1100°С, хорошо сопротивляются истиранию, абразивному износу и коррозии, имеют низкую склонность к схватыванию. Область применения примерно та же, что и безвольфрамовых твердых сплавов.

Использование двух последних видов твердых сплавов, обладающих плотностью более чем в два раза меньшей, чем стандартные твердые сплавы, и более низкой стоимостью, весьма целесообразно в зонах их благоприятного использования.

ФЕРРИТЫ

Ферритами (оксиферами) называют металлокерамику из мелких порошков окислов железа (Fe_2O_3) и окисей двухвалентных металлов (MnO , MgO , ZnO , NiO и т. д.), спеченных в особых условиях с образованием соединений в виде MeOFe_2O_3 , где Me — символ двухвалентного металла. Они обладают высокими (устойчивыми) магнитными и электрическими (полупроводниковыми) свойствами и являются незаменимыми материалами для современных радиоэлектронных аппаратов, так как дают возможность создавать ферритовые матрицы, запоминающие устройства и другие элементы электронно-вычислительных машин. Ферриты изготавливаются в виде готовых твердых хрупких изделий, допускающих обработку только шлифованием.

Согласно ГОСТ 22187—76 ферриты и магнитодиэлектрики классифицированы на две группы, а последние — на подгруппы.

Группа ферритов подразделяется на шесть подгрупп:

I — изделия из магнитно-мягких марганец-цинковых ферритов, применение которых основывается на свойстве феррита увеличивать проницаемость магнитных полей;

II — изделия, применение которых основывается на свойстве феррита увеличивать проницаемость магнитных цепей, — из магнитно-мягких ферритов, кроме марганец-цинковых;

III — изделия, применение которых основывается на прямоугольности петли гистерезиса феррита, — из ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ);

IV — изделия, применение которых основывается на явлении гиромангнитного эффекта в феррите, — из сверхвысокочастотных ферритов;

V — изделия, применение которых основывается на явлении магнито-стрикции в феррите, — из магнито-стрикционных ферритов;

VI — изделия, применение которых основывается на большом значении магнитной энергии феррита, — из магнитно-твердых ферритов.

Группа магнитодиэлектриков состоит из трех подгрупп: I — изделия из прессованного порошкообразного альсифера; II — изделия из прессованного порошкообразного карбонильного железа;

III — изделия из прессованного порошкообразного пермаллоя.

В соответствии с этой классификацией установлена система обозначения марок феррита. Например, М1100НМИ-1 означает: М — феррит, 1100 — импульсная магнитная проницаемость; НМИ — магнитно-мягкий низкочастотный марганец-цинковый для импульсных полей; 1 — отличие феррита по свойствам от других марок ферритов с импульсной магнитной проницаемостью 1100; 1 — порядковый номер изделия из феррита данной марки.

Классификация и система обозначения марок должны применяться при разработке и пересмотре нормативно-технической документации.

Магнитно-твердые спеченные материалы, используемые в качестве постоянных магнитов на основе кобальта с самарием и празодимом выпускаются по ГОСТ 24559—76 четырех марок: КС37, КС37А, КСП37 и КСП37А. Свойства их описаны в разделе: «Магнитные стали и сплавы» (с. 73).

КЕРМЕТЫ (ТУГОПЛАВКАЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИКА)

Керметами называют металлокерамику, образованную из металлов и керамики. Керметы обладают высокими химическими и термохимическими свойствами при высоких температурах. Карбиды, бориды, нитриды, силициды, окислы и другие соединения, входящие в состав керметов, придают им жаростойкость, а металлы — жаропрочность. Наиболее качественными являются керметы с использованием металлов, окислы которых по форме и параметрам кристаллической решетки родственны окислам керамического компонента, например Al_2O_3 — Cr, MgO — Ni, Al_2O_3 — Ti и т. д., т. е. керметы на основе металлов группы железа (Fe, Co, Ni, Cr и т. д.) и окислов (Al_2O_3 , ZrO_2 , BeO и др.).

Керметы (70% Si и 30% Al_2O_3) имеют при 980°С прочность на разрыв 122,5 кгс/мм², при 1200°С 49,0 кгс/мм², а при 1315°С 21,0 кгс/мм².

Микрокерметы. В электронике обычные керметы в связи с относительной грубой структурой частиц не нашли применения, несмотря на их свойства, эффективные для изготовления, например, непроволочных резисторов. С помощью эпитаксиальной технологии, т. е. осаждением паров проводящих и диэлектрических материалов, образуется микрокерметная пленка [4] с устойчивыми полупроводниковыми свойствами.

МЕТАЛЛОКЕРАМИКА С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ

Методами металлокерамической технологии создаются многие современные материалы с особыми физическими свойствами — магнитоstrictionные материалы, сегнетоэлектрики (ГОСТ 22265—76), пьезокерамические материалы (ГОСТ 13927—74*), контакты (ГОСТ 13333—75*) и др.

Контакты электрические металлокерамические (ГОСТ 13333—75*) изготавливают на основе пористых заготовок вольфрам-никелевых сплавов с пропиткой серебром (КМК-А60 и КМК-А61) и медью (КМК-Б20 и КМК-Б21). Свойства их приведены в табл. 7.

7. Металлокерамические электрические контакты

Марка	Плотность, г/см ³	Твердость, НВ	Удельное электрическое сопротивление, 10 ⁻⁴ Ом·см
КМК-Б20	12,1	120—150	0,070
КМК-Б21	14,8	180—210	0,080
КМК-А60	13,5	190—140	0,041
КМК-А61	15,0	170—210	0,045

ВОЛОКНИСТАЯ (ВОЙЛОЧНАЯ) МЕТАЛЛОКЕРАМИКА

Волокнистая металлокерамика образуется из тонкой (микронной) металлической проволоки путем превращения (по подобию шерстяного войлока) в металлический войлокообразный материал с последующим прессованием и спеканием. Некоторые свойства волокнистой металлокерамики приведены в табл. 8.

8. Свойства волокнистой металлокерамики

Характеристика	Металлокерамика на основе волокна		
	алюминиевого	медного	из коррозионно-стойкой стали
Плотность, г/см ³	0,9—1,1	1,2—1,6	1,3—2,2
Пористость, %	56—64	58—62	62—67
Прочность на разрыв, кгс/мм ²	0,5—0,8	1,8—2,3	2,8—3,6

Волокнистая металлокерамика является новым малоисследованным материалом. Ее жаропрочные свойства при недлительных термических воздействиях выше, чем свойства соответствующих монолитных металлов. Следует ожидать, что высокопрочные монокристаллические волокна (усы) могут найти эффективное применение в виде волокнистой металлокерамики. Также, очевидно, перспективна волокнистая металлокерамика на основе более сложных композиций — с неметаллическими волокнами и порошками [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барк Дж., Вейс В. Порошковая металлургия материалов специального назначения. Пер. с англ. М., Металлургия, 1977.
2. Белов С. В. Пористые металлы в машиностроении. М., Машиностроение, 1976.
3. Богаткин Д. Е. Порошки цветных металлов. М., Металлургия, 1970.
4. Бочкарев Б. А., Бочкарева В. А. Керметные пленки. Л., Энергия, 1975.
5. Волокнистые и дисперсионно-упрочненные композиционные материалы. Сборник / Под ред. Н. В. Агеева. М., Наука, 1976.
6. Ермаков С. С., Вязников Н. Ф. Металлокерамические детали в машиностроении. М., Машиностроение, 1975.
7. Либенсон Г. А. Основы порошковой металлургии. М., Металлургия, 1975.
8. Марки и свойства металлокерамических изделий и порошков. Справочник / Под ред. И. Н. Францевича. Киев, Наукова думка, 1971.
9. Обработка легких и жаропрочных сплавов. Сборник к 70-летию академика А. Ф. Белова. М., Наука, 1976.
10. Порошковая металлургия жаропрочных сплавов и тугоплавких металлов / В. С. Раковский, А. Ф. Сидяев, В. И. Ходякин, О. Х. Фаткулин. М., Металлургия, 1975.
11. Раковский В. С., Саклинский В. В. Порошковая металлургия в машиностроении. М., Машиностроение, 1973.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Материалы, применяемые в машиностроении, должны обладать не только прочностными свойствами, но и способностью надежно контактировать в неподвижных и подвижных соединениях. Работоспособность и долговечность этих соединений — один из основных параметров качества, определяющих эффективность и длительность эксплуатации машин.

Качество неподвижных соединений определяется чистотой обработки соединяемых поверхностей, коэффициентом трения покоя между ними и твердостью применяемых материалов. Неподвижные соединения обычно выполняются непосредственным контактом конструкционных материалов при их химической совместимости. В отдельных случаях для повышения прочности сцепления, жесткости или герметичности соединения применяются различные прокладки. При соблюдении указанных условий неподвижные соединения практически не изнашиваются.

К материалам, работающим в подвижных соединениях, предъявляются более жесткие требования, которым в незначительной мере могут удовлетворять лишь некоторые конструкционные материалы (чугун, бронза и др.). Для узлов трения создали специализированные материалы с дифференцированными для различных условий работы свойствами. Эти материалы, обладающие незначительной прочностью, применяются в сочетании с несущими деталями из конструкционных материалов в виде вкладышей колодок, втулок, твердых пленок, заливок, биметаллов и более сложных композиционных изделий (например, металлофторопластовые подшипники).

Свойства материалов для подвижных соединений определяются условиями оптимизации процесса трения — минимизации (или максимизации) коэффициента трения и повышения износостойкости при длительной безотказной работе узла трения.

Различают **внутреннее трение** (вязкость), т. е. противодействие относительному перемещению частиц внутри твердого тела при его упругом или пластическом деформировании или в газах и жидкостях, и **внешнее трение**, т. е. сопротивление перемещению двух соприкасающихся твердых тел (деталей) вдоль поверхности перемещения. Последние разделяют на **трение качения** и **трение скольжения**.

Величина трения качения в системе железнодорожного колеса — рельс определяет их максимальное сцепление [7] для использования тягового усилия и обеспечения управляемости тормозным процессом. В системах же внутреннее кольцо — шарик — внешнее кольцо величина качения должна уменьшать до минимума сопротивление вращению шарикоподшипника [12]. Описание применяемых для этой цели сталей и сплавов приведено в подразделе «Шарикоподшипниковые стали» (см. с. 47).

Материалы, предназначенные для работы в узлах трения скольжения, подразделяются на два основных вида — **подшипниковые (антифрикционные)**, обладающие наименьшим коэффициентом трения и износа, и **тормозные (фрикционные)**, применяемые в тормозах и в фрикционных передачах, муфтах и других подобных механизмах, по условиям работы которых требуются материалы с высоким коэффициентом трения (сцепления) и с минимальным изнашиванием.

У антифрикционных (подшипниковых) материалов с коэффициентом трения η ; КПД узла трения $\mu_i = 1 - \eta_i$, а при наличии в машине n последовательно работающих узлов трения КПД машины определяется интегралом $\int \mu_i^n$.

Следовательно, стремление к повышению КПД машин неразрывно связано с уменьшением величины трения в каждом узле.

Фрикционные материалы применительно к условиям работы в различных тормозных и передаточных устройствах подразделяются на три группы.

1. Работа в тормозах характеризуется длительностью циклов полного торможения (1—30 с), частичного притормаживания и растормаживания (1—5 с) при непосредственном их чередовании с возможным изменением направления действия сил. В автомобилях и других транспортных машинах, когда машина стоит, тормоз включает, когда работает — выключает.

2. Работа в механизмах сцепления (муфты сцепления, торсионы) характеризуется кратковременным циклом сцепления, циклом расцепления (до 1—2 с) и длительным режимом нахождения в силовом сцеплении для передачи определенного усилия.

3. Работа в фрикционных передачах (ременных, роликовых и комбинированных), сцепление с заданным постоянным или плавно изменяющимся усилием происходит неизменно за время действия и простоя устройства.

Работоспособность узлов трения (подшипниковых и тормозных) определяется фрикционной совместимостью участвующих в процессе трения материалов. В этом процессе участвует «сильный» материал (вал, шток, тормозной барабан и др.), «слабый» (подшипник, уплотнение, тормозные колодки и др.) и рабочая среда (вакуум, газ, жидкость, пластичные и твердые смазки). Физическая природа трения и изнашивания изучена еще недостаточно, и поэтому вопросы фрикционной совместимости решаются на основе опыта и эксперимента с избирательным привлечением многих «сильных» материалов, часто называемых контртелом (обычно сталей и других твердых материалов), и «слабых» материалов, характеризующихся хорошей приспосабливаемостью к «сильным» и снижающих их износ за счет собственного износа, и великого множества рабочих сред, которые следует рассматривать в качестве неременного третьего компонента при создании узла трения.

Далее приведено описание наиболее распространенных «слабых» материалов, предназначенных для работы в подшипниковых, тормозных и других аналогичных узлах. «Сильные» материалы (стали, сплавы и смазки) описаны в других разделах справочника.

ФРИКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Фрикционные свойства материалов характеризуются сопротивлением их относительному перемещению и изнашиванию, определяемым по приведенным далее показателям (определения по ГОСТ 23.002—78 с некоторыми дополнениями).

Трение (внешнее) — явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним. Различается трение: покоя, движения, скольжения, качения, без смазки (сухое трение), граничное (т. е. при наличии тонкой смазочной пленки) и жидкостное, или гидродинамическое (т. е. при наличии слоя жидкости между поверхностями трения).

Изнашивание — процесс постепенного изменения размеров тел при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения материала и (или) в его остаточной деформации. По физико-химическим признакам изнашивание подразделяется на механическое, молекулярно-механическое, коррозионно-механическое, абразивное, гидроабразивное, газообразное, усталостное, эрозионное, кавитационное, окислительное, изнашивание при заедании и при фреттинг-коррозии.

Сила трения — сила сопротивления перемещению двух тел при трении, приложенная в зонах их соприкосновения, величина которой зависит от материала тел трения (их фрикционной совместности), шероховатости поверхностей трения, условий смазки и других физико-химических факторов.

Коэффициент трения — отношение силы трения к нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела.

Коэффициент сцепления — отношение неполной силы трения покоя к нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела.

Стабильность коэффициента трения — безразмерная величина, определяемая отношением среднего значения коэффициента трения к его максимальному значению, полученных в результате многократных измерений данного узла трения при неизменных режимах его работы.

Давление (кгс/см²) — усилие (кгс), с которым сжаты два тела в паре трения, отнесенное к площади их соприкосновения (см²) и допустимое по условиям сопротивления движению и величине износа трущихся тел.

Скорость скольжения (м/с) — допустимая скорость относительного перемещения тел пары трения по поверхности их соприкосновения, определяемая по условиям минимизации износа и допустимого нагрева узла.

Начальная скорость скольжения (м/с) — скорость относительного перемещения тормоза и контртела в тормозных механизмах в момент их соприкосновения в начале торможения.

Износ — результат изнашивания, проявляющегося в виде отделения или остаточной деформации материала. Величина износа (мкм) определяется обычно по нормали к контролируемой поверхности трения. Измерение производится методом лунок.

Скорость изнашивания — отношение величины износа ко времени, в течение которого он происходил.

Интенсивность изнашивания — отношение величины износа к пути, на котором происходило изнашивание, или к объему выполненной работы.

Износостойкость — свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

ПОДШИПНИКОВЫЕ СПЛАВЫ

Для подшипников применяется ряд сплавов цветных металлов, имеющих более общее назначение (например, некоторые латуни и бронзы, описание которых приведено в соответствующих разделах справочника) и используемых в шарнирных соединениях подшипников тихоходных и ненагруженных передач и в других узлах трения, которые работают при небольших скоростях и нагрузках.

Для подшипников и подпятников, воспринимающих большие нагрузки и работающих со значительными скоростями, применяются специальные антифрикционные сплавы с дифференцированными свойствами для различных условий работы.

Далее приведены сведения о подшипниковых сплавах.

Алюминиевые антифрикционные сплавы (ГОСТ 14113—78) предназначаются для изготовления литых монометаллических и биметаллических подшипников и биметаллических лент (и полос) методом прокатки с последующей штамповкой из них вкладышей. Марки, состав и свойства сплавов приведены в табл. 1.

Назначение сплавов следующее:

АОЗ-7 и АО9-2 — для отливки монометаллических вкладышей и втулок;

АО-6-1, АО9-1 и АО20-1 — для изготовления биметаллической ленты со сталью или дюралюминием прокаткой с последующей штамповкой вкладышей с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм;

АН-2,5 — для отливки вкладышей и получения прокаткой моно- и биметаллической ленты с последующей штамповкой вкладышей с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм;

АСМ, АСМТ — для прокатки биметаллической ленты со сталью с последующей штамповкой вкладышей с толщиной антифрикционного слоя менее 0,5 мм.

1. Алюминиевые антифрикционные сплавы. Марки, состав* (%) и свойства

Марка	Sn	Cu	Si	Mn, Ni, Sb	Сумма примесей	Несущие свойства			
						Нагрузка, кгс/см ²	Скорость, м/с	Температура, °С	Твердость вала, НВ
АОЗ-7	2,5—3,7	7,0—8,5	0,6—1,2	Mn 0,5—0,8	—	200	15	100	320
АО9-2	8,0—10,0	2,0—2,5	0,3—0,7	Ni 0,8—1,2	0,10	250	15	100	250
АО6-1	5,0—7,0	0,7—1,3	—	Ni 0,7—1,3	0,30	320	20	120	250
АО9-1	8,0—10,0	0,8—1,2	—	—	0,10	300	20	120	250
АО20-1	17,0—23,0	0,7—1,2	—	—	0,10	300	20	120	200
АН-2,5	—	—	—	Ni 2,7—3,3	0,10	200	15	100	250
АСМ	—	—	—	Sb 3,5—6,5	0,10	200	10	100	250
АСМТ	—	0,7—1,2	0,03—0,3	Sb 4,6—6,5	0,30	400	15	120	200

* Остальное Al.

Баббиты — наиболее старые (с 1839 г.) и широко применяемые до настоящего времени антифрикционные легкоплавкие баббитовые пластичные геттеры.

2. Баббиты. Марки и химический состав, %

Марка	Sn	Sb	Cu	Pb	Al	Cd	Ni	As
Б88 Б83 Б83С	Остальное	7,3—7,8	2,5—3,5	Оловянные — — 1,0—1,5	0,005**	0,8—1,2	0,15—0,25	0,05**
		10—12	5,5—6,5		0,005**	—	—	0,05**
		9—11	5,0—6,0		0,005**	—	—	0,10**
Б16 БН БС6	15—17 9—11 5,5—6,5	15—17	1,5—2,0	Свинцовые Остальное « «	0,01**	—	—	0,30**
		13—15	—		0,05**	0,5—0,9	0,10—0,50	0,5—0,9
		5,5—6,5	0,1—0,3		0,005**	0,05**	—	0,05**
БКА	—	0,25**	—	Кальциевые Остальное	—	Ca	Na	Mg
		—	—		0,05—0,20	0,95—1,15	0,7—0,9	0,02**
БК2 БР2Ш*1	1,5—2,1	0,20**	0,15**	« «	0,2**	0,30—0,55 0,65—0,90	0,2—0,4 0,7—0,9	0,06—0,05 0,03—0,09

*1 Применяется в качестве шихтового материала.

** Относится к примесям.

Примечание. К учитываемым примесям также относят: Bi, Fe, Zn.

рогенные сплавы на основе олова и свинца с более твердыми включениями (медь, сурьма, никель и др.). Такая пластичная (олово, свинец) основа обеспечивает равномерное прилегание и прирабатываемость подшипника к валу, а твердые включения служат ему непосредственной опорой, обеспечивая небольшое трение и износ. По этому подобию в настоящее время созданы металлополимерные антифрикционные материалы (см. с. 223).

Современные марки и химический состав баббитов приведены в табл. 2, а свойства — в табл. 3. Оловянные и свинцовые баббиты поставляются по ГОСТ 1320—74, а кальциевые — по ГОСТ 1209—78.

3. Свойства баббитов

Характеристика	Б88	Б83	Б83С	Б16	БН	БС6	БКА	БК2
Плотность, г/см ³	7,35	7,38	7,40	9,29	9,55	10,05	10,5	—
Твердость, НВ	28,5	28,5	28,5	28,0	30,0	16,0	32,0	28,0
Предел текучести при сжатии, кгс/мм ²	—	8—8,5	—	7—7,4	8,5	—	—	—
Предел прочности при сжатии, кгс/мм ²	—	11—12	—	12,5—13	14,7	—	13,6	16,0
Температура, °С:								
начала расплавления	—	240	230	240	240	247	247	320
плавления	320	370	400	400	410	280	280	440
заливки	380—420	440—460	440—460	480—500	480—500	—	—	—
Условия применения (не более):								
удельная нагрузка, Р, кгс/см ²	150—200	100—150	100—150	76—100	100	150	—	—
скорость скольжения v, м/с	50	50	50	30	30	—	—	—
напряженность работы Pv, $\frac{\text{кгс}\cdot\text{м}}{\text{см}^2\cdot\text{с}}$	750	500—750	500—750	200—300	300	—	—	—
рабочая температура, °С	75	70	70	70	70	70	—	—
Коэффициент трения:								
со смазкой	—	0,005	0,005	0,006	0,006	—	0,004	0,004
без смазки	—	0,28	0,25	—	0,27	—	—	0,14

Цинковые антифрикционные сплавы (ГОСТ 21437—75) изготавливаются четырех марок:

ЦАМ9-1,5Л — для отливки моно- и биметаллических вкладышей, втулок, подзубов и других аналогичных деталей;

4. Марки, химический состав, механические и несущие свойства цинковых антифрикционных сплавов

Характеристика	ЦАМ9-1,5Л	ЦАМ9-1,5	ЦАМ10-5Л	ЦАМ10-5
Химический состав (Zn остальное), %:				
Al	9—11	9—11	9—12	9—12
Cu	1—2	1—2	4—5,5	4—5,5
Mg	0,03—0,06	0,03—0,06	0,03—0,06	0,03—0,06
примесей всего	0,35	0,35	0,35	0,35
Механические свойства, не менее:				
σ_B , кгс/мм ²	25	30	25	35
δ , %	1,0	10,0	0,4	4,0
НВ	95	85	100	90
Несущие свойства, не более:				
нагрузка, кгс/см ²	100/200*	250	100	200
скорость скольжения, м/с	8/10*	15	8	8
температура, °С	80/100*	100	80	80

* Числа в числителе соответствуют монометаллическим отливкам, а в знаменателе — биметаллическим.

ЦАМ10-5Л — для отливки подшипников и втулок различных агрегатов;
ЦАМ9-1,5 — для получения биметаллической ленты со сталью и дюралюминием прокаткой с последующей штамповкой вкладышей;

ЦАМ10-5 — для получения прокатанных полос для направляющих скольжения металлорежущих станков и других изделий.

Химический состав, механические и несущие свойства указанных марок приведены в табл. 4.

Для изготовления сплавов указанных марок применяются аналогичные сплавы ЦАМ9-1,54 (маркируются красной полосой) и ЦАМ10-54 (маркируются синей полосой) в чушках массой не более 27 кг, поставляемые по ГОСТ 21438—75.

Антифрикционный чугун изготавливается по технологии, нормам легирования и структурных составляющих, установленным ГОСТ 4585—70* (см. с. 120). В табл. 5 приведены условия применения и нормы нагружения антифрикционного чугуна в узлах трения.

5. Условия применения и нормы нагружения антифрикционного чугуна в парах трения

Марка	Нормы нагружения			Характеристика пары трения, в которой работает чугун
	Давление Р, кгс/см ²	Скорость скольжения v, м/с, не более	$\frac{Pv}{\text{см}^2\cdot\text{с}}$, не более	
АЧС-1	25 90	5,0 0,2	100 18	С термически обработанным (закаленным или нормированным) валом
АЧС-2	90 1	0,2 3,0	18 3	
АЧС-3	60	0,75	45	С «сырым» или термически обработанным валом
АЧС-4	≤ 150	≤ 5,0	≤ 400	С термически обработанным валом
АЧС-5	200 300	1,0 0,42	200 125	С термически обработанным (закаленным или нормализованным) валом в особо нагруженных узлах трения
АЧС-6	≤ 90	≤ 4,0	90	С «сырым» валом в узлах трения с температурой до 300 °С
АЧВ-1	10 200	8,0 1,0	80 200	С термически обработанным (закаленным или нормализованным) валом с повышенными окружными скоростями
АЧВ-2	5 120	5,0 1,0	25 120	С «сырым» валом с повышенными окружными скоростями
АЧК-1	200	2,0	200	С термически обработанным валом
АЧК-2	5 120	5,0	25 120	С «сырым» валом

АНТИФРИКЦИОННАЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИКА

Металлокерамические композиции с добавками графита являются антифрикционными. В них используется эффективность графита в качестве сухой смазки. По металлической основе они подразделяются на железные (железографит) и медные (бронзографит) с оптимальным содержанием графита 1—3% и максимальным содержанием до 7%. Эти композиции достаточно пористые, их пропитывают смазочным маслом. Справочные данные о них приведены в табл. 6. Более подробные сведения с указанием марок — в работе [2].

6. Свойства бронзографита и железографита

Характеристика	Бронзографит	Железографит	Характеристика	Бронзографит	Железографит
Плотность, г/см ³ . . .	6,0—6,2	6,5—6,7	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$ Максимально допустимая рабочая температура, °C Нагрузка, кгс/мм ² Коэффициент трения по стали со смазкой	12—17	9—11
Пористость, %	15—20	13—25		120—250	100—200
Твердость, НВ	30—50	40—100		0,6—0,8	1,0—1,5
Предел прочности при сжатии, кгс/мм ²	30—50	30—80		0,04—0,07	0,05—0,09

УГЛЕРОДНЫЕ (УГЛЕГРАФИТНЫЕ) АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Антифрикционные углеродные материалы предназначены для работы без смазки в качестве подшипниковых опор, уплотнительных устройств, поршневых колец и других деталей в парах трения в интервале температур —200 ÷ ÷ +2000° С при скоростях скольжения до 100 м/с и в агрессивных средах. Их свойства (табл. 7) ухудшаются в вакууме и среде осушенных газов. Разновидности этих материалов приведены далее.

Углеродные обожженные материалы АО-1500* и А-600 (ТУ 48-20-4—72) после пропитки сплавом СО5 (95% Рb и 5% Sn) и баббитом Б83 получают обозначения: АО-1500-СО5, АО-600-СО5, АО-1500-Б83 и АО-600-Б83.

Углеродные графитизированные материалы АГ-1500, АГ-600 и ЭГО-Б83 (ТУ 48-20-4—72) после пропитки сплавом СО5, баббитом Б83 и бронзой Бр-С30 получают дополнительные обозначения.

Графитофторопластовые антифрикционные материалы являются полимерными композициями на основе фторопласта-4 и углеродных наполнителей. Выпускаются марок: 7В-2А (ЦМТУ 01-57—69), АФГМ (ЦМТУ 01-45—69) и АФГ-80ВС (ЦМТУ 01-46—69).

Графитопластовые антифрикционные материалы на эпоксидно-кремнийорганическом связующем выпускаются марок: АМС-1 (ТУ 48-20-7—72), АМС-3 (ЦМТУ 01-53—69) и АМС-5. Эти материалы предназначены для узлов трения, работающих при температуре 180—200° С, а кратковременно — до 320° С.

Антифрикционные частично графитизированные материалы сочетают свойства обожженных и графитизированных материалов, подвергнутых дополнительной пропитке полимерным связующим. Выпускаются (ТУ 48-01-05—71) марок НИГРАН и НИГРАН-В. Предназначаются для работы в узлах сухого трения, для уплотнений в агрессивных средах при высоких температурах (до 300° С), нагрузках и скоростях скольжения.

* Здесь и далее цифровой индекс означает усилие прессования (кгс/см²), при котором получен продукт данной марки.

7. Свойства углеродных антифрикционных материалов

Марка	Плотность, г/см ³	Предел прочности, σ_B , кгс/см ²		Модуль упругости при сжатии, кгс/см ²	Твердость по Шору	Коэффициент теплопроводности при 20°С, ккал/(м·с) × ч·с	Коэффициент термического расширения при 20°С, $10^{-4}/°C$	Допустимая рабочая температура, °С	
		при сжатии *1	при нагрузе **					в окислительной среде	в восстановительной и нейтральной средах
АО-1500	1,65—1,70	1500—1800	600—800	180 000	60—65	10—15	5—6	350—400	1300—1500
АО-600	1,60—1,65	1100—1500	500—700	140 000	55—60	10—15		300—350	1300—1400
АГ-1500	1,70—1,80	800—1000	400—500	130 000	45—50	70—80		400—450	2300—2500
АГ-600	1,65—1,75	600—800	350—400	100 000	43—45			300	300
АО-1500-СО5	2,70—3,00	2600—2800	1000—1200	170 000	70—75	30	6,5—8,5	—	—
АО-600-СО5	2,80—3,10	2500—2700	900—1100				6,0—7,0	—	—
АО-1500-Б83	2,60—2,90	2500—2700	800—1000				6,5	230	230
АО-600-Б83	2,70—3,00	2400—2600	800—900					—	—
АГ-1500-СО5	2,50—3,10	1500—1600	600—750				6,5—8,5	300	300
АГ-600-СО5	2,60—3,10	1400—1500	550—70	135 000	65—70	80—80	6,0—8,0	—	—
АГ-1500-Б83	2,40—2,80		500—600		70—72	70	6,5	230	230
АГ-600-Б83	2,50—2,80	1300—1400	450—550					—	—
АГ-1500-БрС30	2,30—2,50	1500—1600	600—700	132 000	70—75	75—85	6,0	400—450	900
ЭГО-Б83	2,80—3,20	800—900	220—260	6000	42—45	70	5,7	230	230
7В-2А	1,90—2,00	350—580 **	200—300	9000—12 000	38—40	8—10	18,0—25,0	250	250
АФГМ	2,15—2,30	80—160 **	100—150	9000—10 000	30—35	1,0—1,5	40—70	180	200
АВГ-80ВС	2,05—2,15	100—130 **	Не контролируется	6000—9000	20—23	0,5—1,0	80—130	200	—
АМС-1	1,76—1,80	1500—1600	500—700	—	60—70 **	3—5	—	—	—
АМС-3	1,78—1,80	1000—1100	230—350	—	50—60	10—15	—	—	—
АМС-5	1,40—1,45	1800—2000	—	—	50—60	2—5	4—6	—	—
НИГРАН	1,65—1,70	900—1200	300—400	—	—	12—15	4,5—5,0	—	—
НИГРАН-В	1,80—1,85	1400—1600	500—600	—	—	18—20	—	300	300

*1 Предел прочности при сжатии на цилиндрах диаметром и длиной 8 мм.

** На цилиндрах диаметром и длиной 15 мм.

** На цилиндрах диаметром 10 и длиной 15 мм.

** Твердость по Бринеллю.

ТВЕРДЫЕ АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ (ТВЕРДЫЕ СМАЗКИ)

Графит, дисульфид молибдена, нитрид бора, фталоцианин меди, фторопласт-4 и т. д. обладают небольшим коэффициентом трения, не изменяющимся при высоких и низких температурах, в вакууме и при воздействии агрессивных сред. Но благодаря невысокой износостойкости и прочности их применение в чистом виде ограничено тем, что они могут работать только в малонагруженных и работающих с малыми скоростями узлах трения.

С большей эффективностью эти антифрикционные материалы применяются в виде свободных порошков, их суспензии — в качестве пластичных смазок и высыхающих композиций, образующих твердые антифрикционные покрытия, и в виде компонентов сложных композиций (графитопласты, металлофторопласты, металлокерамические антифрикционные материалы и т. д.).

Как свободные порошки указанные материалы применяются путем втирания в поверхности трения, что, однако, не обеспечивает длительной работы узла трения без повторения этой ручной операции.

Для преодоления этого недостатка институт машиноведения разработал ротационный метод смазки, характеризующийся наличием вспомогательного валика, шестеренки (ротора) для непрерывного нанесения (накатывания) порошка на основной вал или зубчатое колесо. Разработан также магнитодинамический метод внесения порошков в узлы трения, обеспечивающий возможность их смазывания при высоких температурах — до 900°С.

Применение порошков в составе жидких и пластичных смазок описано в разделе «Смазочные материалы», а твердых антифрикционных композиций — в настоящем разделе. Далее приведено описание твердых антифрикционных покрытий.

Твердые антифрикционные покрытия представляют собой пленки, образующиеся на твердой подложке после высыхания суспензии антифрикционных порошков в пленкообразующей композиции, т. е. пленка образуется как лакокрасочное покрытие (см. с. 296). В зависимости от вида пленкообразующего вещества определяются некоторые свойства твердых смазочных покрытий.

ВНИИ НП-209 (ТУ 38.10186—70) — антифрикционное дисульфидмолибденовое покрытие на основе кремнийорганического связующего. Предназначается для узлов трения скольжения с возвратно-поступательным движением. Работоспособно при температуре $-70 \div +850^\circ\text{C}$ и в вакууме до 900°С.

ВНИИ НП-212 (ТУ 38.1.254—69) — антифрикционное дисульфидмолибденовое покрытие на основе мочевиноформальдегидной смолы. Предназначено для работы пар трения при больших удельных нагрузках и низких скоростях при температурах $-70 \div 150^\circ\text{C}$ в атмосферных условиях и вакууме.

ВНИИ НП-213 (ТУ 38.10187—70) — антифрикционное дисульфидмолибденовое покрытие на основе кремнийорганического связующего. Предназначается для узлов трения скольжения, резьбовых пар и предохранения от спекания трущихся пар. Работоспособно при температуре $-70 \div 350^\circ\text{C}$.

ВНИИ НП-229 (ТУ 38.1.170—65) — антифрикционное дисульфидмолибденовое покрытие на основе силиката натрия. Применяется для различных узлов трения скольжения и повышения стойкости инструментов при температурах $-60 \div 350^\circ\text{C}$.

ВНИИ НП-230 (ТУ 38.1.144—67) — антифрикционное дисульфидмолибденовое радиационно-стойкое покрытие на основе эпоксидной смолы. Используется для различных узлов трения скольжения с ограниченным ресурсом в условиях радиационного облучения. Работоспособно при температурах $-60 \div +250^\circ\text{C}$.

Твердые антифрикционные покрытия наносятся и многими другими методами, которые изложены в работе [10]. Весьма перспективен процесс непрерывного нанесения антифрикционной твердой пленки при работе узла трения — избирательный перенос.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ И ПЛАСТМАССЫ

Полимерные материалы обладают небольшим коэффициентом трения, высокой износостойкостью, химической стойкостью, отсутствием схватывания в условиях работы без смазывания или ограниченной смазки и обеспечивают малопоршность работы. С другой стороны, их низкая теплопроводность (в сотни раз ниже, чем у металлов), высокий коэффициент термического расширения (в десятки раз больше, чем у металлов), небольшая твердость и высокая податливость определяют рациональность их применения в узлах трения с небольшими нагрузками и скоростями работы. С большей эффективностью полимерные материалы используются в комбинации с другими материалами — в виде пластмасс и металлополимерных комбинаций.

Фрикционные свойства некоторых полимеров и пластмасс приведены в табл. 8 [5].

8. Допускаемые режимы работы трения полимеров и пластмасс

Марка	Без смазки					Со смазкой			
	Давление, Р, кгс/см ²	Скорость скольжения v, м/с	Температура, °С	кгс·м/см ² ·с	Коэффициент трения	Давление Р, кгс/см ²	Скорость скольжения, v, м/с	Температура, °С	Коэффициент трения
Фторопласт-4	5—7	0,5	120	0,4—0,6	0,04—0,08	15	5	200	0,02—0,03
Фторопласт-4 наполнителями (Ф-4К20)	10—25	1,0		2—4	0,08—0,1				
Фторопласт-40	6—8	0,5	100	0,5	0,5—0,6	55	4	160	0,06—0,08
Фторопласт-40 наполнителями (Ф40С15М1,5)	10—12	1,0	100	1,5—3,0	0,25—0,35				
Фторопласт-3	3,5	0,5	50	0,2	0,07—0,08	10	3	125	0,04—0,05
Полиамидные смолы АК-7, П-610	20—30	0,5	75	1—1,5	0,17—0,2	30—25	0,5	100	0,08—0,14
Капрон	15—25	0,2	80—90	0,7—1,0	0,15—0,34	20—25		90—100	0,08—0,16
Капрон с наполнителями (АТМ-2)	20—25	2,5—3	140	35	0,1—0,2	80—100	6—8	175	0,08—0,12
Текстолит	50	1,0	80	10	0,2—0,3	100	5—10	100	0,06—0,1

Текстолит. Конструкционный текстолит выпускается согласно ГОСТ 5—78. Текстолит ПТК и ПТ используется для подшипников скольжения общего назначения, а ПТМ-1 и ПТМ-2 — для вкладышей подшипников прокатных станов.

Согласно ТУ 6-05-031-506—74 выпускается антифрикционный текстолит ПТК-С плотностью 1,4 г/см³, пределом прочности при сжатии 2500 кгс/см².

Согласно ТУ 6-05-031-486—72 выпускается графитизированный текстолит с плотностью 1,4 г/см³, пределом прочности при сжатии 2000 кгс/см², ударной вязкостью 30 кгс·м/см².

Текстолитовые подшипники предназначены для работы без смазки и со смазкой, в том числе при смазывании водой. Они могут работать во многих активных средах (органических растворителях, масле, бензине, слабые кислоты и др.).

Древеснослоистые пластики (ДСП) обладают антифрикционными свойствами, применяются для изготовления различных подшипников. Выпускаются марки: ДСП-А — для дейдвудных подшипников (табл. 9) и ДСП-Б, ДСП-В, ДСП-Г — в качестве подложочных антифрикционных материалов; те же марки

с добавлением в обозначении буквы «м» (например, ДСП-Б-м) — для изготовления ползунов лесопильных рам и аналогичных нагруженных деталей. Характеристики древесных пластиков приведены в разделе «Древесина и материалы на ее основе» (см. с. 346).

Древесина прессованная широко применяется в качестве подшипниковых материалов.

Древесно-текстолитовый пластик Д5ТСП (ТУ 13-137-73) — комбинационный материал, состоящий из шпона и хлопчатобумажной ткани, пропитанный фенольным связующим и подвергнутый горячему прессованию. Свойства приведены в табл. 9. Основное назначение — для набора дейдвудных (судовых) подшипников, смачиваемых морской водой.

9. Свойства дейдвудных подшипников

Характеристика	Древесно-текстолитовый пластик Д5ТСП	Древесно-слоистый пластик ДСП-А	Древесина Бакаута	Текстолит ПТК-С
Плотность, г/см ³	1,33	1,33	1,20	1,40
Разбухание (%) в морской воде за 24 ч	2,4	5	4,8	0,8
предельное	16,0	22,5	15,8	5,0
Предел прочности, кгс/см ² ; при сжатии вдоль волокна при статическом изгибе	2150 3050	1800 2800	735 1200	1860 1600
Ударная вязкость перпендикулярно волокнам, кгс·см/см ²	95	75	66	35
Твердость торца, кгс/мм ²	26,6	20,0	12,0	30,0
Коэффициент трения при работе с бронзой ОЦ10-2 при смачивании морской водой ($v=0,4$ м/с)	0,09	0,110	0,105	0,124
Максимальная температура, °С	90	90	60	80
Максимальное допустимое давление, кгс/см ²	3,0	2,5	1,9	3,0

РЕЗИНОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Резиновые подшипники надежно работают с водяной смазкой и поэтому эффективно применяются в качестве опор гребных валов, подшипников погружных насосов, турбобуров, водяных турбин и других узлов машин, работающих в водной среде. Длительная эксплуатация резиновых подшипников в указанных условиях показала их преимущество в отношении износостойкости и долговечности работы по сравнению не только с металлическими, но и древесными подшипниками.

Резиновые подшипники представляют собой металлорезиновые конструкции, состоящие из металлической втулки или вкладыша с нанесенным на них слоем резины определенного антифрикционного состава. Свойства некоторых стандартных специализированных подшипниковых резин приведены в табл. 10.

Величина допустимых нагрузок колеблется в широких пределах в зависимости от частоты вращения вала, смазки и других условий работы узла трения. Эти данные приведены в работе [3]. Подшипники судовые диаметром 20—240 мм стандартизованы ГОСТ 7199-77; подшипники для турбобуров — ГОСТ 4671-76.

10. Свойства резины для подшипников

Характеристика	Для гидротурбин	Для погружных насосов	Для судов	Для турбобуров
Плотность, г/см ³	1,13	—	1,5	—
Предел прочности при разрыве, кгс/см ²	120	100	160	150
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %	< 40	< 10	> 35	< 25
Твердость в условных единицах (ГОСТ 283-73)	55-65	80-95	55-70 *	70-80
Истираемость (по шкурке), см ³ /кВт·ч, не более	700	600	400	300
Изменение массы при набухании, %:				
в 10%-ном водном растворе NaCl:				
за 24 ч	—	—	1,5	—
за 240 ч	1,5	—	—	—
в смеси бензина и бензола:				
за 22 ч	—	15	—	—
за 2 ч	—	40	—	5
Прочность связи резины с металлом, кгс/см ² , не менее	40	20-25	30	55
Максимальная эксплуатационная температура, °С	50	50	35	110

* По ГОСТ 20403-75.

МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Фторопласт-4 (политетфторэтилен) при небольшом коэффициенте трения обладает недостаточными прочностью и износостойкостью. Поэтому эффективные антифрикционные свойства фторопласта используются в сложном комбинационном подшипниковом материале.

Металлофторопластовый подшипник в своей несущей основе имеет ленту из сталей 08кн или 10кн, покрытую с обеих сторон слоем меди М1 или латуни Л90. На ленте спекается высокопористый (до 35%) бронзовый слой из сферического бронзового порошка (с 9—11% Sb) с размерами частиц 0,063—0,16 мм. Пропитка пористого слоя производится втиранием композиции, состоящей из 75% суспензии фторопласта 4ДВ (ТУ П-40-59) и 25% дисульфидмолибдена. Готовая лента (ТУ 27-01-01-74) поставляется с толщиной бронзового слоя 0,35 мм, толщиной фторопластового слоя 0,06 мм, шириной ленты 75—100 мм, длиной полос 500—2000 мм. Между общей толщиной (мм) и толщиной (мм) стальной основы следующая зависимость:

Общая толщина	1,10	1,60	2,60
Толщина стальной основы	0,75	1,30	2,30

Эффективной областью применения металлофторопластовых подшипников являются узлы сухого трения (т. е. узлы, работающие без смазки при значительных нагрузках и скоростях скольжения). Они характеризуются небольшим пусковым моментом и сохраняют работоспособность при интервале температур от —200° С до +280° С. Условия применения к конкретным видам машин изложены в работе [16].

МАТЕРИАЛЫ ОПОР С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ

Подшипники и подпятники с газовой смазкой обладают крайне низким коэффициентом трения, устойчивой работоспособностью при больших угловых скоростях (до 700 тыс. об/мин) и высоких (до 1000° С) и весьма низких температурах. Поэтому, несмотря на ряд недостатков (небольшая несущая способ-

ность, высокая точность изготовления и балансировки, большая чистота газовой смазки и т. д.), они находят все более широкое применение в точном и криогенном приборо- и машиностроении, турбинах, компрессорах, воздухоудухах и в других областях эффективного использования.

Выбор материалов вала и подшипника зависит в первую очередь от типа опор.

Газодинамический подшипник — подшипник, несущая способность (до 1,0 кгс/см²) газовой смазки которого возникает в процессе набора частоты вращения вала (гидродинамический эффект) — его отрыва и всплывания.

Газостатический подшипник — подшипник, несущая способность (до 8,0 кгс/см²) которого обеспечивается постоянным внешним поддувом газа через поры или канавки подшипника.

Применяются комбинированные (гибридные) подшипники, использующие гидродинамический и гидростатический принципы. Но во всех случаях к применяемым материалам предъявляются повышенные требования относительно точности и чистоты обработки, стабильности и величины трения (в момент пуска и останова), противозадирности и др.

Для валов применяются стали 9Х18, ШХ15, Р18, Р9, Х18Н9Т, 12Х3А, 38ХМЮА, 3Х13 и другие стали и сплавы с высокой твердостью закалки.

Подшипники изготавливаются из твердых и прирабатывающихся (бронзы, углеродистые и т. д.) материалов. Более подробно см. работу [13].

ВКЛАДЫШИ ПОДШИПНИКОВЫЕ

В настоящее время, за редкими исключениями, вызываемыми конструктивными соображениями (миниатюрность узла трения, трудность размещения заменяемых съемных подшипников и т. д.), подшипниковые материалы и сплавы используются для изготовления стандартных втулок и вкладышей из биметаллических или металлоставов композиций.

Вкладыши коренных и шатунных подшипников дизелей (ГОСТ 9340—71 *). Биметаллические вкладыши изготавливают: 1) тонкостенные (толщина стенки меньше $2,9+0,023 D$, где D — наружный диаметр вкладыша): сталеалюминиевые (сталь 08кп и 10 и алюминиевые сплавы АО9-1 и ОА20-1), сталебронзовые (сталь 10, бронза БрС3) и сталебаббитовые (сталь 10 и 15, баббит Б83 и Б89); 2) толстостенные (стенка больше $2,9+0,023 D$): бронзобаббитовые (бронза БрОЦС3, баббит БК-2), сталебаббитовые (сталь 10 и 15, баббит Б83, Б89), сталеалюминиевые (сталь 08кп и 10, алюминиевый сплав АО9-1 и АО20-1).

Вкладыши коренных и шатунных подшипников тракторных и комбайновых двигателей (ГОСТ 9170—78) выпускаются сталеалюминиевыми (сталь по ГОСТ 3836—73* или 08кп, алюминиевый сплав АСМ, АО-20).

ФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Повышение мощностей и скоростей работы машин, как это ни парадоксально звучит, зависит от совершенствования тормозных устройств и материалов их составляющих. Например, для обеспечения нормальной посадки самолета один тормоз за 25—30 с должен поглощать до 1 млн. кгс·м энергии.

Ниже приводится описание специальных фрикционных материалов в последовательности их возникновения применительно к развитию машин.

Асбофрикционные материалы

Ленты асбестовые тормозные (ГОСТ 1198—69) для работы при отсутствии масла на поверхности трения в зависимости от пропитки и назначения выпускаются трех типов:

А — с битумно-масляной пропиткой, для тормозных устройств якорно-швартовых механизмов судов с поверхностной температурой трения до 300°С при давлении до 50 кгс/см²;

Б — с масляной пропиткой, для тормозных механизмов тракторов, автомашин, комбайнов и других машин и в фрикционных механизмах с поверхностной температурой трения до 300°С при давлении 50 кгс/см²;

В — с масляно-смоляной пропиткой, для малонагруженных тормозных механизмов различных кранов и других тормозных и фрикционных устройств различных машин с поверхностной температурой трения до 300°С при давлении до 11,5 кгс/см².

Ленты выпускаются шириной 13—250 мм и толщиной 4—25 мм. Изготавливаются из асбестовых скрученных нитей по утку (24 нити на 100 мм ширины) и основе для типов А и Б и по утку для типа В с латушной проволокой. Свойства приведены в табл. 11.

11. Свойства тормозных асбестовых лент

Характеристика	А	Б	В
Плотность, г/см ³	—	1,55	1,30
Коэффициент трения:			
по стали	—	0,50	0,30
по чугуну	0,35	0,45	0,42
Линейный износ по чугуну *, мм	0,20	0,15	0,12
Водопоглощаемость, %, не более	10—13 **	6—9 **	12
Маслопоглощаемость, %, не более	15—18 **		16

* Определено в соответствии с ГОСТ 1198—69.

** В зависимости от толщины ленты.

Материалы асбестовые эластичные (ГОСТ 15960—70) изготавливают в виде накладок (по чертежам заказчиков) или ленты шириной 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 120, 140 и 160 мм при толщине 5, 6, 8 и 10 мм. По назначению (для работы при отсутствии масла на поверхности трения) подразделяют на три марки:

ЭМ-1 — для тормозных и фрикционных узлов строительно-дорожных, подъемно-транспортных прессов и других машин с поверхностной температурой трения до 200°С при давлении до 15 кгс/см²;

ЭМ-2 — для тормозных узлов тракторов, сельскохозяйственных и других машин с поверхностной температурой трения до 200°С при давлении до 25 кгс/см²;

ЭМ-3 — для тормозных узлов мотороллеров и мотоциклов с поверхностной температурой трения до 200°С при давлении до 8 кгс/см².

Свойства асбестовых эластичных материалов приведены в табл. 12. Эластичность проверяется путем изгибания ленты на 180° вокруг круглой оправки диаметром, равным сорока толщинам испытываемой ленты.

Размеры асбестовых тормозных накладок установлены ГОСТ 15853—70.

Накладки сцепления асбестовые (ГОСТ 1786—74*) применяются для однодисковых, двухдисковых и многодисковых сцеплений сухого типа автомобилей, тракторов и других агрегатов во всех климатических районах СССР. Выпускается 128 стандартных типоразмеров накладок, изготавливаемых из фрикционных материалов. Марки и свойства приведены в табл. 13.

Ресурс накладок из материалов НСФ-7, НСФ-8 и НСФ-9 для автомобилей с дизелями установлен в размере 6 тыс. моточасов, для легковых автомобилей — 125 тыс. км, грузовых автомобилей — 75 тыс. км при эксплуатации на дорогах 1-й категории; для дорог 2-й категории ресурс снижается на 20% и 3-й — на 40%.

12. Свойства эластичных асбестовых материалов

Характеристика	ЭМ-1	ЭМ-2	ЭМ-3
Плотность, г/см ³	2-2,15	2,1-2,25	2,1-2,2
Коэффициент трения, не менее:			
по чугуну СЧ 15-32	0,39	0,37	—
по стали 45	0,44	0,40	0,40 **
Линейный износ*, мм, не более:			
по чугуну СЧ 15-32	0,10	0,20	—
по стали 45	0,12	0,50	25 **
Водопоглощаемость, %, не более	1,0	1,5	1,5
Маслопоглощаемость, %, не более			2,0

* По ГОСТ 15960-70.

** По стали 20.

13. Марки и свойства асбестовых материалов для накладок сцепления

Характеристика	НФС-1	НФС-2	НФС-3	НФС-4	НФС-5	НФС-6	НФС-7
Плотность, г/см ³	2,19	1,90	2,18	1,69	2,05	2,14	1,98
Предел прочности, кгс/см ² :							
при срезе	621	416	375	448	675	360	903
при изгибе	612	464	643	422	800	537	642
Ударная вязкость, кгс-см/см ²	8,1	5,9	2,9	5,2	12,3	6,3	16,9
Коэффициент трения*	0,46	0,40	0,46	0,43	0,34	0,52	0,41
Линейный износ**, мм	0,22	0,08	0,08	0,20	0,18	0,10	0,16
Твердость НВ	21-32	17-27	21-33	15-24	21-45	17-20	25-47
То же, после прокаливании	25-40	17-32	27-49	15-28	26-50	27-42	—
Водопоглощаемость, %, не более	0,6	0,8	1,0	4,0	3,0	0,7	4,0
Маслопоглощаемость, %, не более	0,5	1,0		9,0	2,0		

Характеристика	НФС-8	НФС-9	НФС-10	НФС-11	НФС-12	НФС-13
Плотность, г/см ³	2,13	1,81	2,06	2,25	2,05	2,07
Предел прочности, кгс/см ² :						
при срезе	810	1217	391	345	461	235
при изгибе	635	991	511	413	507	477
Ударная вязкость, кгс-см/см ²	15,3	36,9	6,3	4,9	10,8	2,0
Коэффициент трения*	0,43	0,55	0,38	0,47	0,41	0,43
Линейный износ**, мм	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08
Твердость НВ	20-40	10-27	17-33	21-33	17-33	17-27
То же, после прокаливании	—	—	22-46	27-49	31-49	21-35
Водопоглощаемость, %, не более	4,5	10,0	0,9	0,8	0,8	0,6
Маслопоглощаемость, %, не более	3,5	6,0		0,6		0,8

* С чугуном СЧ 15-32.

** С чугуном СЧ 15-32 по методике ГОСТ 1786-74*.

Ретинакс — теплостойкий фрикционный материал. Выпускается (ГОСТ 10851-73) двух марок:

А — асбосмоляная композиция с включением латунной проволоки, для работы в паре с чугуном ЧНМХ с поверхностной температурой трения до 1400°С при скорости скольжения до 50 м/с и давлении до 25 кгс/см²;

Б — асбосмоляная композиция, для работы в паре с серым чугуном и легированными сталями — соответственно до 700°С, 10 м/с и 15 кгс/см². Ретинакс Б выпускается двух категорий качества: с государственным Знаком качества и 1-й категории качества.

Свойства приведены в табл. 14. Коэффициент трения меняется в зависимости от температуры, как представлено на рис. 1, 2 и 3.

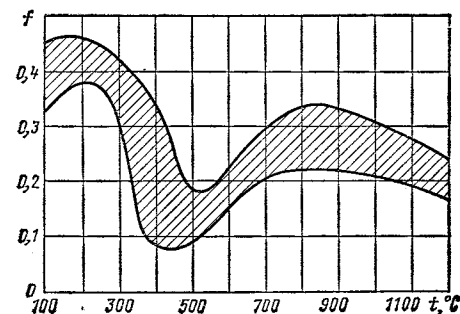


Рис. 1. Пределы коэффициента трения (заштрихованная область) ретинакса марки А с чугуном ЧНМХ в зависимости от температуры

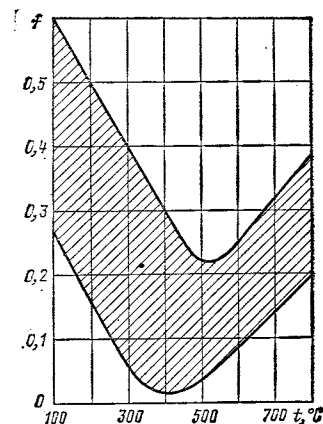


Рис. 2. Пределы коэффициента трения ретинакса Б со сталью 40ХН

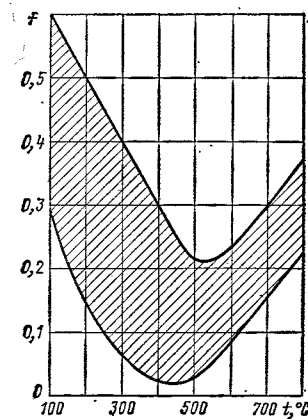


Рис. 3. Пределы коэффициента трения ретинакса Б с чугуном СЧ 15-32

Металлокерамические фрикционные материалы

Методы металлокерамической технологии позволили создать новый класс фрикционных материалов, отличающихся от традиционных (асбосфрикционных) более высокими фрикционными свойствами (повышенными коэффициентом трения и износостойкостью) и теплостойкостью.

В настоящее время в тормозных и передаточных механизмах многих машин (самолеты, автомобили и тракторы, металлорежущие станки и т. д.) применяются металлокерамические фрикционные материалы для работы в узлах сухого трения и в масле. Далее приведено описание этих материалов наиболее распространенных марок, а в табл. 15 даны их свойства [18, 19]. В этих же работах приведены данные о коэффициентах трения в зависимости от контртела и режимов торможения.

14. Свойства резинакса

Характеристика	А	Б	
		Знак качества	1-я категория
Плотность, г/см ³	2,4—2,8	2,13	2,45
Предел прочности, кгс/см ² , не менее:			
при срезе	230	255	195
при сжатии	560	710	575
Твердость, НВ	35—56	25—50	25—50
Линейный износ в паре с чугуном СЧ 15-32 за 2 ч, мм, не более	0,19	0,16	0,19

МК-5. Состав, %: Sn 9, Pb 9, Fe 4, графит 7, Cu остальное. Применяется для дисков гидротрансмиссий автомобилей, тракторов, тепловозов и других машин.

ФМК-11. Состав, %: Cu 15, графит 9, SiO₂ 3, BaSO₄ 6, асбест 3, Fe 64.

МКВ-50А. Состав, %: Fe 64, Cu 10, графит 8, асбест 3, карбид кремния 5, карбид бора 5.

СМК-80. Состав, %: Fe 48, Cu 23, Mn 6, 6,5—10, дисульфид молибдена 2—5, нитрид бора 6—12.

15. Свойства металлокерамических фрикционных материалов

Характеристика	МК-5	ФАБ	ФМК-8	ФМК-11	МКВ-50А	СМК-80
Плотность, г/см ³	5,6—6,3	6,0—6,5	7,0	6,0	5,0	5,9
Пористость, %	—	—	—	5—10	5—10	15—20
Предел прочности, кгс/мм ² :						
при растяжении	2—4	—	9—10	5,5—6,5	3—4	4—5
при сжатии	25—28	40—50	45—50	30—35	15—21	15—25
Ударная вязкость, кгс·м/см ²	—	—	—	—	0,08—0,12	—
Твердость, НВ	15—45	60—100	60—85	80—100	100	85—95
Коэффициент теплопроводности, кал/(см·с·°С), при 20—500 °С	0,095—1,0	—	—	0,115—0,082	0,065—0,049	0,13—0,09
Коэффициент линейного расширения α×10 ⁵ при 25—500 °С	17,6—22,0	—	—	13,3—14,8	10,9—11,3	11,0—12,3

ФАБ. Состав, %: Cu 69, Pb 8, графит 7, Fe 5, Al 11.

М-106, М-140 — спеченные фрикционные материалы для работы в масле, разработанные ВНИИ порошковой металлургии Белорусского политехнического института.

М-106 предназначен для муфт включения и муфт предельного момента.

М-140 применяется для гидротрансмиссий тяжело нагруженных машин. Свойства приведены в табл. 16. Коэффициент трения и износ определены при испытаниях в масле под нагрузкой 60 кгс/см² и скорости скольжения 8 м/с.

16. Свойства фрикционных материалов М-106 и М-140

Характеристика	М-106	М-140
Твердость, НВ	37—42	44—49
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	28—30	48—50
Коэффициент трения	0,06—0,08	0,10—0,12
Мощностная интенсивность износа (на единицу мощности) I _N , мм·см ² /кгс·м·с	1,8	2,3

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Н. М. Металлические покрытия опор скольжения. М., Наука, 1973.
2. Ермаков С. С., Вязников Н. Ф. Металлокерамические детали в машиностроении. Л., Машиностроение, 1975.
3. Давыдов А. П. Резиновые подшипники в машиностроении. Изд. 2-е. Л., Машиностроение, 1976.
4. Зозуля В. Д. Смазки для спеченных самосмазывающихся подшипников. Киев, Наукова думка, 1976.
5. Износостойкие материалы в химическом машиностроении. Справочник / Под ред. Ю. М. Виноградова. Л., Машиностроение, 1977.
6. Контактные уплотнения вращающихся валов / Г. А. Голубев, Г. М. Кукин, Г. Е. Лазарев, А. В. Чичинадзе, М., Машиностроение, 1976.
7. Косиков С. И. Фрикционные свойства железнодорожных рельсов. М., Наука, 1967.
8. Крагельский И. В. Трение и износ в машинах. М., Машиностроение, 1976.
9. Крагельский И. В., Комбалов В. С., Добычин М. Н. Основы расчетов на трение и износ. М., Машиностроение, 1977.
10. Кутков А. А. Износостойкие и антифрикционные покрытия М., Машиностроение, 1976.
11. Майорова Л. А. Твердые неорганические вещества в качестве высокотемпературных смазок. М., Наука, 1971.
12. Пинегин С. В. Подшипники качения. М., Машиностроение, 1974.
13. Пинегин С. В., Гудченко В. М. Материалы опор с газовой смазкой. М., НИИМАШ, 1972.
14. Пластики для набора дейдвудных подшипников, смазываемых морской водой / Е. И. Розин, И. А. Елин и др. В сб.: Труды Центрального научно-исследовательского института морского флота. Вып. 199. М., Транспорт, 1975.
15. Подшипники из алюминиевых сплавов / Н. А. Буше, А. С. Гуляев, В. А. Двоскина, К. М. Раков М., Транспорт, 1974.
16. Семенов А. П., Савинский Ю. Э. Металлофторопластовые подшипники. М., Машиностроение, 1976.
17. Трение и износ материалов на основе полимеров / В. А. Белый, А. И. Свириденко, М. Н. Петроковец, В. Г. Савкин. Минск, Наука и техника, 1976.
18. Федорченко И. М., Крячек В. М., Панаиоти И. И. Современные фрикционные материалы. Киев, Наукова думка, 1975.
19. Федорченко И. М., Ровинский Д. Я., Шведков Е. Л. Исследование материалов для тормозных и передаточных устройств. Киев, Наукова думка, 1976.

Основа полимерных материалов — высокомолекулярные органические и элементоорганические соединения. Они подразделяются на две группы: 1) собственно полимеры и их блоки; 2) привитые сополимеры и многокомпонентные полимерные материалы или пластмассы — композиционные системы, в которых дисперсионной средой (матрицей) является полимер, а дисперсной фазой — наполнитель.

К полимерным материалам также относятся резина, древесина, бумага, лакокрасочные композиции, силикатное стекло и т. д. Данные о таких материалах помещены в самостоятельные разделы справочника без повторения общих сведений о характерных свойствах полимеров, приводимых далее.

ПОЛИМЕРЫ И СОПОЛИМЕРЫ

Полимерами называют высокомолекулярные соединения, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого числа повторяющихся мономерных звеньев, соединенных в линейные (цеповидные), разветвленные, лестничные и трехмерные сетчатые стереорегулярные, изотактические и другие структуры. При макромолекулах, состоящих из одинаковых мономеров, образуются гомополимеры (или собственно полимеры), при макромолекулах, состоящих из чередующихся отрезков (блоков) различных мономеров, образуются блоксополимеры, и когда в цепь одних мономеров возможно «привить» отрезки других, получают «привитые сополимеры». Относительная молекулярная масса полимеров (и сополимеров) 5000—1 000 000.

Взаимное расположение макромолекул в полимерах носит характер упорядоченных по различным признакам регулярных структур (глобулярные, фибриллярные, дендритные и др.), носящих название «надмолекулярных».

Полимеры с линейными и разветвленными макромолекулами являются более пластичными и термопластичными (термопласты), т. е. они способны многократно размягчаться и затвердевать при теплосменах в отличие от полимеров с сетчатыми макромолекулами (реактопласты), которые после отверждения под влиянием нагрева не размягчаются и поэтому не могут быть использованы повторно. Они нерастворимы в известных растворителях.

Полимеры могут находиться в трех состояниях: стеклообразном (твердом аморфном), высокоэластическом и вязкотекучем. Вследствие высокой относительной молекулярной массы они не способны переходить в газообразное состояние; при нагреве в газообразном виде выделяются лишь продукты термической деструкции полимеров. Особый вид представляют жидкие полимеры (см. с. 292, 445).

В основном полимеры являются органическими соединениями: 1) гомоцепными, если они состоят из одинаковых атомов [в частности карбоцепными — если из углеродных атомов (полиэтилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат и др.)]; 2) гетероцепными, когда цепи состоят не менее чем из двух различных атомов. При наличии в цепях органических радикалов атомов кремния, алюминия, титана и т. д. полимеры называются элементоорганическими. Их ха-

рактерными представителями являются кремнийорганические полимеры (полиорганосилоксаны, полиметаллоорганосилоксаны, полиорганосилиленсиланы и др.), фторопласты и др.

К неорганическим полимерам относят многие минералы, силикатные стекла и др., которые, несмотря на структурную идентичность, не обладают ценным свойством неорганических и элементоорганических полимеров — эластичностью и поэтому в данном разделе не рассматриваются.

По способу производства, который определяет характерные конструкционные и технологические свойства, полимеры подразделяются на полимеризационные и конденсационные.

Полимеризация — процесс, происходящий в особых технологических условиях, обычно при повышенной температуре и в присутствии особых веществ — инициаторов, при которых молекулы (мономеры) исходного вещества соединяются между собой, образуя полимер, без изменения химического состава и выделения побочных продуктов. Для придания полимерам повышенных свойств берут два различных исходных мономера, например хлорвинил и винилацетат. В результате полимеризации (точнее, сополимеризации) образуется новое соединение — сополимер, обладающий повышенной адгезией и эластичностью по сравнению с полимерами, полученными из одного исходного мономера.

Поликонденсация — процесс, при котором в реакцию вступают молекулы нескольких исходных веществ и наряду с требуемым полимером образуются побочные продукты.

В результате полимеризации и поликонденсации повышаются свойства вновь образованных соединений: возрастают температура плавления, вязкость, твердость, упругость, гибкость и т. д., т. е. создается вещество, пригодное служить конструкционным материалом или полуфабрикатом для дальнейшей переработки.

В зависимости от химического состава и структуры мономерного звена, строения макромолекул и их укладки (надмолекулярная структура) полимеры по своим электрическим и физическим свойствам подразделяются на полярные и неполярные.

Неполярные полимеры являются высококачественными и высокочастотными диэлектриками, их свойства мало изменяются при понижении температуры, и они отличаются высокой морозостойкостью.

Полярные полимеры обладают повышенными жесткостью и теплостойкостью и пониженной морозостойкостью. Как диэлектрики пригодны лишь в ограниченной области частот.

Для повышения свойств полимеров в их состав вводят соответствующие легирующие добавки.

Стабилизаторы (антистарители) противодействуют старению полимерных материалов.

Пластификаторы (мягчители) повышают эластичность и (или) пластичность при переработке и (или) эксплуатации полимерных материалов.

Мягчители (смазки) снижают адгезию полимеров, главным образом для ускорения и повышения качества переработки.

Красители придают желаемый цвет полимерным материалам по всему объему.

Антипирены снижают горючесть полимерных материалов.

Отвердители (инициаторы) инициируют переход композиции в твердое состояние, в частности в процессах образования реактопластов.

Катализаторы ускоряют химические процессы, но не входят в состав окончательного продукта.

Антистатик препятствуют возникновению и накоплению статического электричества в полимерных изделиях.

Структурообразователи регулируют процессы образования надмолекулярных структур для получения желаемой структуры полимеров.

Порообразователи — дисперсные вещества, способные под влиянием нагрева или других факторов переходить в газообразное состояние и образовывать поры в полимерах.

Антирады — ингибиторы радиационной деструкции (старения).

Антиозонанты — ингибиторы озонного старения.

Противоутомители повышают усталостную выносливость.

Светостабилизаторы — ингибиторы фотоокислительной деструкции.

Полимеры могут подвергаться дополнительной улучшающей термической, механической и другим обработкам.

Ориентационное упрочнение — процессы медленного растяжения (например, прокаткой) полимеров, находящихся в высокоэластичном или вязкотекучем состоянии при повышенной температуре, при котором макромолекулы растягиваются в силовом поле в упорядоченном виде, приобретая ориентированную структуру, которая сохраняется при снижении температуры до комнатной. Свойства полимерного материала, преимущественно пленок и листов, получают анизотропными, так же как у металлического проката (см. с. 18).

Вследствие многообразия исходных мономерных материалов, их комбинаций, методов и режимов переработки (полимеризация, сополимеризация, термическое упрочнение и др.) создан значительный ассортимент полимеров с весьма широким диапазоном свойств, зачастую ранее неизвестных среди материалов природного происхождения. Несмотря на достигнутые результаты, процесс поиска и создания новых полимеров продолжается и ведется широким фронтом.

Полимеры поставляются в виде прутков, листов, пленок и лент, волокон, паст и полуфабрикатов — смол, порошков и гранул — для переработки в изделия и образования пластмасс или наполненных полимеров.

К полимерным материалам также относятся клеи.

Пластмассы — наполненные полимерные материалы. Пластмассы по виду наполнителя подразделяются на газонаполненные или ячеистые пластмассы (пено- и поропласты), порошковые пластмассы, волокнистые пластмассы и текстолиты и сложные пластики. Их свойства в основном определяются свойствами матрицы, т. е. полимера, и ее адгезией к поверхности наполнителя и дифференцированы в зависимости от вида наполнителя. Газовый наполнитель ослабляет исходный полимер. В порошковых пластмассах разрывная прочность не повышается; в пластмассах, армированных волокнами более прочными, чем матрица, — повышается анизотропно вдоль волокон. При ортогональном расположении волокон или армировании полотном, сеткой, пленкой в их плоскости прочность носит более изотропный характер, в поперечном же направлении прочность определяется теми же факторами, что и порошковые пластмассы.

Подбором соответствующих наполнителей можно повысить ряд свойств пластмасс, например теплоустойчивость, плотность, электропроводность, фрикционность или антифрикционность и др.

Пластмассы поставляются в виде прутков, листов, пленок, отформованных изделий и полуфабрикатов (порошков, гранул) для их изготовления.

Газонаполненные или ячеистые пластмассы подразделяются на пенопласты (замкнутые ячейки газа), поропласты или губчатые материалы (преимущественно открытые сообщающиеся поры) и сотопласты. По соотношению газовой и твердой фаз подразделяются на легкие с кажущейся плотностью 0,5 г/см³; облегченные (0,5—0,8 г/см³) и интегральные, в которых внешние слои изделий являются более плотными. По эластичности подразделяются на эластичные или мягкие полужесткие и жесткие. Газонаполненные пластмассы получают практически из всех известных полимеров, но они имеют пониженные прочностные свойства по сравнению с исходным полимером. Применяются в качестве тепло- и звукоизоляции, в качестве демпфирующих прослоек и в других целях без восприятия силовых нагрузок.

Порошковые пластмассы. В качестве порошкообразных наполнителей применяются древесная мука, целлюлоза, сажа, кокс, графит, мел, тальк, каолин, слюда, асбест и другие материалы с дисперсностью частиц 2—20 мкм. К порошковым пластмассам, очевидно, следует отнести и те, в которых наполнителями являются зерновые материалы с размерностью частиц до нескольких миллиметров.

Наполнители не повышают прочности при разрыве пластмасс и, при удачном сочетании, придают им новые ценные свойства, т. е. в данном случае полимерная матрица служит основой для образования ценных композитов. Таким образом, машиностроителями созданы высокоизносостойкие подшипниковые (металлофторпласт, композит С-1 и др.) и тормозные материалы (рети-накс и др.), данные о которых приведены на с. 225.

Порошковые пластмассы поставляются в виде прутков, листов и изделий, а на основе термопластов — также в виде полуфабрикатов — порошков и гранул для изготовления изделий. В виде пленок пластмассы не изготавливаются, за исключением лакокрасочных покрытий, т. е. тонких пленок, нанесенных на постоянную подложку, которые по составу и структуре являются типичными представителями порошковых пластмасс.

Волокнистые. Переходной формой к волокнистым следует считать пластмассы с наполнителями в виде неориентированных волокон, волокон небольшой длины ($l=10\div 20d$) или же предметов удлиненной формы, как, например, дробленая древесина или стружка. Подобные пластмассы обладают значительной анизотропией в зависимости от расположения волокон.

Волокнистыми с ортогональным расположением волокон, т. е. на основе ткани, называют текстолиты.

Благодаря ценным свойствам (эластичность, пластичность, достаточная прочность, химическая стойкость, электроизоляционность и др.) полимеры и пластмассы широко применяются в машиностроении. В частности, они оказались весьма эффективными в качестве высокоизносостойких антифрикционных и фрикционных изделий, электро-, тепло- и виброизоляционных материалов, высокохимическистойких, защитных и декоративных покрытий, герметиков и клеев, металлополимерных систем (см. «Металлопласты»), в образовании оболочковых изделий, газифицируемых литейных моделей, производстве массовых электротехнических и других изделий, в электронной технике, в качестве отделки салонов автомобилей, судов, самолетов, вагонов и др.

Следует отметить, что распространение представление о замене металлов пластмассами обосновано лишь в части применения полимерных материалов в перечисленных и других зонах благоприятного использования. Основными же конструктивными материалами, способными нести большие статические и динамические нагрузки и тепловые воздействия остаются металлы и сплавы.

К недостаткам полимерных материалов следует отнести: старение, необратимость, малую термостойкость, ползучесть, релаксацию. Их следует учитывать при оценке применимости в каждом конкретном случае.

Старение (деструкция) — процесс необратимого изменения строения и (или) состава, приводящий к ухудшению свойств полимерного материала в функции времени. Согласно ГОСТ 17050—71 старение подразделяется по виду внешнего воздействия на следующее: климатическое, водное, почвенное, механическое (действием механической нагрузки), электрическое, радиационное, термическое (плюс и минус), световое, химическое, окислительное, озонное, биологическое, космическое.

Необратимость — ограниченная возможность повторного использования отработавших свой ресурс полимерных изделий путем переработки.

Свойства полимеров и пластмасс оцениваются многими показателями. В отличие от металлов, характеризующихся сравнительно немногими показателями, которые незначительно изменяются в пределах их жаростойкости, свойства полимерных материалов в большей степени зависят от температуры испытания, влажности и химической активности испытательной среды, скорости и вида нагружения и других факторов. Многие критерии оценки свойств полимерных материалов относятся только к определенным их разновидностям, затрудняя сравнительную оценку и даже идентификацию отдельных их видов и марок.

Далее приведены в алфавитном порядке критерии оценки свойств полимеров и пластмасс и методы их стандартных испытаний.

СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПОЛИМЕРОВ И ПЛАСТМАСС

Абразивная износостойкость ($\text{мм}^3/\text{м}$). За показатель истирания образца пластмассы принимается величина уменьшения объема его в кубических миллиметрах на 1 м пути истирания шлифовальной шкуркой 2 (ГОСТ 344—74) при скорости 30 м/с и нагрузке 1—5 кгс. Метод испытания по ГОСТ 11012—69 не распространяется на ячеиковые пластмассы.

Водопоглощение характеризуется массой воды, поглощенной образцом при пребывании его в холодной (23°C) или кипящей воде (для пластмасс с теплоустойчивостью выше 100°C) в течение 24 ч. Определяется (ГОСТ 4650—73) взвешиванием предварительно высушенного образца (m_0), выдержкой его в воде, вторичным взвешиванием (m_1) и подсчетом чистого водопоглощения (m):

$$x_1 = m_1 - m_0 \text{ и удельного водопоглощения (\%): } x_2 = \frac{x_1}{m_0} \cdot 100.$$

Водопоглощение ячеистых жестких пластмасс (%). Испытание (ГОСТ 20869—75) заключается в измерении количества воды, поглощенной испытуемым образцом, гидростатическим взвешиванием образца после пребывания его в течение заданного времени в дистиллированной воде при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и нормальном давлении.

Время — температура — оценка предела для пластмасс, подвергаемых длительному воздействию тепла. Метод испытания и оценки результатов установлен Международным стандартом ИСО 2578—74 путем построения графиков «Заданная характеристика — время» при заданных температурах и «Заданная характеристика — температура» при заданных отрезках времени.

Вязкость — свойство полимерных материалов оказывать сопротивление необратимому изменению формы.

Газопроницаемость — способность полимерной мембраны пропускать газы при наличии перепада давления или температуры. Определяется коэффициентом газопроницаемости ($1 \text{ см}^3/(\text{с} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2)$), т. е. 1 см^3 газа, прошедшего за 1 с через площадь мембраны (1 см^2), при ее толщине 1 см, при разности давления газа в $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$, при данной химической природе и структуре полимера, при- роде газа и температуре испытания.

Горючесть. Согласно ГОСТ 17088—71 горючесть определяется тремя методами:

а) огневой трубы (экспресс-метод); испытание проводится на специальном приборе для горючих пластмасс, результат в % вычисляется отношением масс сгоревшей пластмассы к ее первоначальной массе;

б) распространения пламени; пластмассы относят к легковоспламеняющимся, если испытуемый образец длиной 300 мм, расположенный горизонтально, подожженный с одного конца, горит по всей длине;

в) калориметрии для пластмасс, теряющих при испытании огневой трубы 20% своей массы, но самостоятельно не горящих; их горючесть определяется максимальным отношением количества тепла, выделенного образцом при горении в калориметре в ккал, к количеству тепла от источника зажигания (нагрева); при значении этого отношения менее 0,1 пластмассы относят к негорючим (несгораемым), в пределах 0,1—0,5 — к трудногорючим (трудногораемым) и свыше 0,5 — к горючим (сгораемым).

Горючесть пластмасс определяется способностью стандартного образца ($120 \times 15 \times 10$ мм) гореть после пребывания в течение 1 мин. в газовой горелке. Степень горючести определяется: а) образец не загорается; б) горит менее 15 с; в) горит более 15 с [3].

Деструкция полимерного материала — процесс разрушения молекул полимерного материала, приводящий к изменению его свойств (определение по ГОСТ 17050—71).

Динамические модули упругости ($\text{кгс}/\text{см}^2$) и коэффициенты механических потерь (η) при колебаниях консольно закрепленного образца определяются (ГОСТ 19873—74) на резонансной установке, обеспечивающей возбуждение

колебаний при изгибе и кручении консольно закрепленного образца в интервале частот от 20 до 200 Гц.

Динамический модуль сдвига ($\text{Н}/\text{см}^2$) и тангенс угла механических потерь ($\text{tg } \delta$) определяются (ГОСТ 20812—75) для установления температуры стеклования, оценки степени поперечного сшивания сетчатых полимеров и границы совместимости полимеров с пластификаторами, изучения влияния кристалличности и ориентации на вязкоупругое поведение полимеров.

Долговечность (статическая усталость, замедление разрушения) — фундаментальная характеристика свойств полимеров, определяемая продолжительностью времени от момента нагружения до разрушения полимерного тела при постоянной нагрузке и неизменной температуре [1].

Желатинизация (гелеобразование) — переход жидких (легкоподвижных и вязкотекучих) систем в твердообразное состояние геля или студня. Определяется временем (с) при 150°C по методу, изложенному в ГОСТ 901—78.

Зольность (%) полимеризационных пластмасс определяется отношением массы золы от сжигания навески испытуемой пластмассы к ее первоначальной массе по методу, установленному ГОСТ 15973—70.

Изгиб статический определяется (ГОСТ 4648—71) путем приложения нагрузки к середине стандартного образца ($80 \times 10 \times 4$ мм), лежащего на двух опорах, с измерениями: а) разрушающего напряжения ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при изгибе; б) изгибающего напряжения ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при заданной величине прогиба, равной 1,5 толщины образца для пластмасс, не разрушающихся при изгибе; в) максимального напряжения ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при изгибе.

Метод не распространяется на газонаполненные пластмассы.

Изгиб статический жестких пластмасс (модуль упругости более $5 \cdot 10^3 \text{ кгс}/\text{см}^2$) определяется на приборе типа диностата по методу, установленному ГОСТ 17036—71. Определяют на образцах размером $15 \times 10 \times 1,5$ мм: а) предел прочности ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при изгибе; б) прогиб в градусах после приложения нагрузки; в) изгибающее напряжение ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при заданной величине прогиба.

Результаты испытания используются для сравнительной характеристики пластмасс, но для расчета на прочность изделий из них служить не могут.

Изгиб статический ячеистых жестких пластмасс. Испытание производится (ГОСТ 18564—73) разрушением или прогибом стандартных образцов ($120 \times 25 \times 20$ мм), лежащих на двух опорах. Определяются: а) разрушающее напряжение ($\text{кгс}/\text{см}^2$) и его прогиб (мм) в момент разрушения; б) изгибающее напряжение ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при прогибе $20 \pm 0,2$ мм. За результат принимают среднее арифметическое пяти определений.

Кислородный индекс (КИ), %, определяется минимальной концентрацией кислорода в потоке смеси кислорода с азотом, движущем со скоростью 4 см/с, которая поддерживает горение образца пластмассы в течение 180 с или на длину 50 мм, в зависимости от того, какое условие будет выполнено раньше. Определение производится по ГОСТ 24793—76.

Кондиционирование образцов — операция, предшествующая испытанию и осуществляемая для получения воспроизводимых результатов (бывш. ГОСТ 12423—66).

Коэффициент диффузии ($\text{см}^3/\text{с}$) и коэффициент проницаемости ($\text{г} \cdot \text{см}/\text{см}^2$) жидкостей через эластичные пластмассовые мембраны, изготовленные из пленочных или листовых материалов толщиной 0,01—2,0 мм, определяются по методу, установленному ГОСТ 18060—72.

Коэффициент диффузии жидкостей в прокладочных и уплотнительных листовых материалах толщиной 3—10 мм определяется по методу, установленному ГОСТ 18059—72.

Коэффициент интегрального светопропускания (%) — отношение всего светового потока, прошедшего через образец из прозрачных или светорассеивающих неокрашенных пластмасс независимо от его пространственного распределения, к потоку, падающему на образец. Метод определения установлен ГОСТ 15875—70.

Коэффициент линейного теплового расширения (α), $^{\circ}\text{C}^{-1}$ определяют по ГОСТ 15173—70 и вычисляют по формуле $\alpha = \frac{1}{l_0} \frac{\Delta l}{\Delta t}$, где l_0 — длина образца при 20°C ; Δl — приращение длины образца в границах интервала температур Δt . Испытания производят для каждой оси анизотропии.

Коэффициент трения f определяют (ГОСТ 11629—75), заставляя образец из пластмассы скользить по чисто обработанной поверхности стального контртела без смазки. Вычисляют по формуле $f = \frac{F}{P}$, где F — сила трения; P — сила, прижимающая образец к контртелу.

Коэффициент уплотнения — технологический показатель, характеризующий объем загрузочного пространства пресс-формы.

Определяется отношением плотности пластмассы в отформованном виде к насыпной плотности исходной навески материала.

Кристалличность (степень или коэффициент кристалличности, %) — показатель кристаллического состояния полимеров, характеризующий, какая часть полимера закристаллизована и входит в состав кристаллических областей (кристаллитов). Значение этого показателя (20—80%) зависит от способов обработки. Соотношение кристаллических и аморфных областей определяет специфические свойства полимеров [12, т. 1].

Механические испытания. Общие требования к механическим испытаниям пластмасс, определяющих их способность деформироваться и разрушаться под действием внешних сил, установлены ГОСТ 14359—69.

Миграция (%) пластификаторов из пластмасс, в которых они содержатся, в пластмассы или материалы, соприкасающиеся с ними, определяется (ГОСТ 14926—69) на дисковых образцах (диаметром 50 мм и толщиной 1 мм), которые помещают между двумя адсорбирующими дисками (из резины, нитроцеллюлозы, полиэтилена и др.) при сжатии силой в 1—5 кгс при 70°C в течение 24 ч. Процент миграции вычисляют как разницу массы образца до и после испытания, отнесенную к его первоначальной массе.

Модуль упругости — отношение напряжения ($\text{кгс}/\text{см}^2$) к соответствующей относительной деформации при растяжении или изгибе в пределах пропорциональности. Определение производится по ГОСТ 9550—71 и не распространяется на ячеистые пластмассы.

Набухание — увеличение массы образца (изделия) в результате поглощения жидкости или паров, не переходящего в его растворение. Набухание $\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}$, где m — масса набухшего образца; m_0 — масса образца в исходном состоянии. Набухание ведет к значительному снижению прочности полимера.

Модуль упругости при сжатии ячеистых жестких пластмасс. Метод (ГОСТ 18336—73) распространяется на ячеистые жесткие пластмассы с модулем упругости не ниже $500 \text{ кгс}/\text{см}^2$ и сводится к сжатию образца в виде прямоугольной призмы ($30 \times 30 \times 60$ мм) на испытательной машине с замером нагрузок и деформаций. Модуль упругости вычисляют по формуле $E_{\text{сж}} = \frac{\Delta P h_0}{S \Delta h}$, где h_0 — база образца, см; S — площадь сечения образца, см^2 ; ΔP — приращение нагрузки, кгс; Δh — приращение базы, см.

Морозостойкость ячеистых эластичных пластмасс определяется коэффициентом морозостойкости: по деформации — K_{ε} — отношением деформации сжатия образца на 60% при 20°C к деформации при заданной пониженной температуре и нагрузке, вызывающей деформацию образца 60% при 20°C ; по нагрузке — K_P , характеризующим, во сколько раз увеличилась жесткость материала при пониженной температуре по сравнению с его жесткостью при 20°C .

Объем (%) закрытых и открытых пор в ячеистых жестких пластмассах. Метод определения (ГОСТ 18615—73) заключается в измерении объема воз-

духа, вытесненного образцом в процессе испытания из камеры специального прибора.

Огнестойкость (возгораемость) полимеров характеризуется: а) показателем возгораемости — отношением количества тепла, выделившегося при горении образца, к количеству тепла, затраченного на его поджигание [при показателе возгораемости менее 0,1 полимеры относятся к негорючим (или огнестойким), при показателе 0,1—0,5 — к трудногораемым и при значениях более 0,5 — к горючим]; б) кислородным индексом (%) — минимальным содержанием кислорода в азотно-кислородной смеси, при котором полимер еще может загореться [12]; сравнительная оценка стойкости пластмасс к действию пламени установлена ГОСТ 21207—75.

Определение относительной деформации при сжатии ячеистых эластичных пластмасс. Метод (ГОСТ 18268—72) заключается в измерении высоты образца перед испытанием, выдержке его под ручным прессом с 50%-ным сжатием при 20°C в течение 72 ч или при 70°C в течение 22 ч. По истечении заданного времени снимают нагрузку и через 30 мин измеряют высоту. Разность высот относят к первоначальной высоте и выражают в процентах.

Паропроницаемость оценивается (ГОСТ 21472—76) количеством паров воды в граммах, проходящих через 1 м^2 испытываемой пленки или листа за 24 ч при определенной температуре и относительной влажности.

Плотность ($\text{г}/\text{см}^3$) — физическая величина, определяемая для однородного вещества отношением массы (г) его образца к объему (см^3) им занимаемому при определенной температуре (обычно при 20°C). Определяют взвешиванием стандартного бруска в воздухе (a) и воде (a_1) и рассчитывают по формуле

$$\rho = \frac{a}{a - a_1}.$$

Плотность кажущаяся ячеистых пластмасс и губчатых резин. Метод определения (ГОСТ 409—77) заключается в точном измерении объема высушенного до постоянной массы образца точной геометрической формы, взвешивании его в воздухе и подсчете отношения массы образца к его объему ($\text{г}/\text{см}^3$).

Плотность насыпная ($\text{г}/\text{см}^3$) — масса порошков гранул и других сыпучих материалов, заполняющих мерный сосуд. Определение производится по ГОСТ 11035—64.

Ползучесть при растяжении. Метод определения (ГОСТ 18197—72) заключается в испытании образца на растяжение при постоянной нагрузке в течение длительного времени. По результатам измерения вычисляют относительное удлинение (%) по формуле

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta l}{l_0} 100,$$

где l_0 — начальная длина базы образца; Δl — ее приращение.

По зависимости деформация — время строят кривые ползучести и среднюю скорость ползучести определяют по формуле

$$K_t = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{t_2 - t_1},$$

где ε_1 , ε_2 — соответственно деформация в момент времени t_1 и t_2 , %. Показатель ползучести (%) вычисляют по формуле $\beta_t = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1}$. Модуль ползучести

($\text{кгс}/\text{см}^2$) вычисляют по формуле $\varepsilon_t = \frac{\sigma \cdot 100}{\varepsilon_t}$, где σ — испытательное напряжение, $\text{кгс}/\text{см}^2$; ε_t — деформация в момент времени t_t , %.

Податливость ($\text{см}^2/\text{кгс}$) является обратной величиной модуля ползучести: $\Pi_t = \frac{1}{\varepsilon_t}$.

Потери (%) пластификатора и летучих веществ из термопластических масс в среду активного угля определяются по ГОСТ 15183—70. Существуют два метода: А — для пластмасс, размягчающихся выше 70°С и соприкасающихся непосредственно с углем; Б — с применением проволочной сетки, исключая непосредственное соприкосновение образцов с углем. Результат (потеря в массе) определяется как разница массы образца до и после испытания, отнесенная к ее первоначальному значению.

Преломление — показатель прозрачных полимерных материалов в видимой области спектра. Существуют следующие методы определения: рефрактометрический, иммерсионно-макроскопический и иммерсионно-рефрактометрический (ГОСТ 19927—74).

Прочность на срез. Метод испытания (ГОСТ 17302—71) заключается в определении перерезывающей силы при срезе образца (100×15×10 мм) одновременно по двум плоскостям (образец разрезается на три части).

Растяжение. Определяют: а) разрушающее напряжение при растяжении σ_p (кгс/см²); б) предел текучести при растяжении $\sigma_{т.р.}$ (кгс/см²); в) относительное удлинение при разрыве ϵ_p (%); г) относительное удлинение, соответствующее пределу текучести $\epsilon_{т.р.}$ (%); д) несущую способность P (кгс/см), т. е. нагрузку, разрушающую образец, отнесенную к его рабочей ширине; е) удельную несущую способность P_c , отнесенную к каждому слою стеклопластика (волокнита). Испытание производят на стандартных образцах ГОСТ 11262—76.

Растяжение полимерных пленок толщиной до 1,0 мм определяется (ГОСТ 14236—69) на образцах длиной 150 мм, шириной 10—25 мм при толщине, свойственной данной пленке при одноосном растяжении. Определяют: разрушающее напряжение, кгс/см²; предел текучести, кгс/см²; условный предел текучести, кгс/см²; относительное удлинение при разрыве, %; относительное удлинение при достижении предела текучести, %.

Растяжение ячеистых жестких пластмасс. При испытании (ГОСТ 17370—71) определяют: разрушающее напряжение (кгс/см²); максимальное напряжение (кгс/см²); относительное удлинение при максимальном напряжении (%); относительное удлинение при разрыве (%).

Испытания производятся на образцах трех типов в зависимости от толщины испытываемых пластмасс и условий испытания.

Растяжение ячеистых эластичных пластмасс. При испытании (ГОСТ 15873—70) определяют: разрушающее напряжение при растяжении — отношение нагрузки, при которой разрушился образец, к начальной площади его поперечного сечения; относительное удлинение (%) при разрыве — отношение приращения длины образца, измеренной в момент разрыва, к его первоначальной длине. Испытания производятся на образцах двух типов в зависимости от размера ячеек ячеистых пластмасс.

Светопрозрачность (%) прозрачных полимеров — отношение интенсивности пучка света, прошедшего через образец в перпендикулярном к нему направлении, к первоначальной интенсивности этого пучка. Испытание (ГОСТ 15809—70) проводят на фотометре типа ИФТ-15.

Светостойкость (старение). Ускоренные испытания на светостойкость производятся по ГОСТ 13916—68 на гелиоустановке. Результат испытания определяется происшедшим изменением испытываемых свойств за определенное

время и вычисляется в виде коэффициента $K = \frac{A_t}{A_0}$, где A_t , A_0 — соответственно величина характерного показателя материала после и до старения в течение определенного времени.

Серебростойкость — способность полимеров, главным образом органического стекла, сопротивляться поверхностному разрушению, проявляющемуся в виде синевы, переходящей в помутнение, и затем приводящему к образованию массы мелких трещин, придающих поверхности серебристый оттенок и ведущих к ухудшению оптических и других свойств. Серебростойкость (ч) определяют путем выдержки образца в жидкости (обычно дибутилфталат или

ацетон), инициирующей возникновение трещин (ГОСТ 15809—70, ГОСТ 10667—74).

Сжатие. Метод испытания (ГОСТ 4651—78) состоит в определении: разрушающего напряжения сжатия; предела текучести при сжатии; условного (сместенного) предела текучести; напряжения при заданной относительной деформации сжатия; относительной деформации сжатия при разрушении; относительной деформации при пределе текучести сжатия. Метод не распространяется на ячеистые пластмассы. Испытания производятся на образцах в виде цилиндра, трубки или параллелепипеда. Их размеры и способы изготовления регламентированы ГОСТ 4651—78.

Скорость (г/м²·сут) прохождения паров воды в жестких ячеистых пластмассах определяется (ГОСТ 20870—75) на образцах толщиной 25±0,5 мм.

Содержание воды (%) определяют: а) в поливинилхлоридных смолах высушиванием образцов до постоянной массы (ГОСТ 14043—78); б) в полимеризационных и поликонденсационных пластмассах электрометрическим титрованием с помощью реактива Фишера (ГОСТ 11736—78); в) отгонкой воды из смеси исследуемого продукта безводными растворителями (метод Днна и Стерна).

Содержание золы и сульфатной золы в поливинилхлоридных смолах определяется (ГОСТ 14042—77) путем озоления образца до постоянной массы при 850°С и подсчета результата по формуле $x = \frac{c \cdot 100}{c_1}$, где c — масса образца до испытания, c_1 — масса золы после прокалывания, г.

Сопротивление раскалыванию S_p (кгс/см) определяется по формуле $S_p = \frac{P}{b}$, где P — нагрузка, разрушающая (раскалывающая) образец, кгс; b —

ширина образца, см. Метод испытания (ГОСТ 13537—68) распространяется на слоистые пластмассы толщиной не менее 10 мм. Испытание производится на образцах с надрезом и без него с помощью стального клина с углом 60°.

Стабильность размеров ячеистых жестких пластмасс. Метод (ГОСТ 20989—75) заключается в определении изменения линейных размеров образцов после их выдержки при определенной температуре (в пределах от —55 до +300°С) и влажности. Результат изменения размеров (%) определяется после 20, 48 ч, 7 и 28 сут.

Старение полимерных материалов — процесс необратимого изменения строения и (или) состава, приводящего к изменению свойств полимерного материала (ГОСТ 17050—71).

Методы испытания на старение под воздействием естественных климатических факторов (атмосферостойкость) установлены ГОСТ 17170—71 и определяются по 10-балльной системе по появлению волосных трещин и растрескиванию (при 0-м балле образец рассыпается). По 10-балльной системе оценивается степень адгезии стекловолокнистых пластинок. 0-й балл характеризует полное разрушение стеклопластика. По обеспечиванию образца установлено 10 баллов, 0-й характеризует полное обесцвечивание.

Методы испытания на старение под воздействием искусственных климатических факторов установлены ГОСТ 17171—71 (освещение, тепло, пар, вода).

Стеклование полимеров — переход полимера из высокоэластического состояния в стеклообразное при охлаждении. Характеризуется точкой стеклования, т. е. температурой (°С), при которой скачкообразно изменяется коэффициент теплового расширения полимера; изменение же эластических свойств происходит значительно более плавно и может происходить в интервале температур в 50°С (температура стеклования).

Стойкость к действию накала. Метод испытания (ГОСТ 10456—69) заключается в определении длины (см) обуглившейся части и потери массы (г) испытываемого образца (120×10×4 мм) в результате соприкосновения его торца с силитовым стержнем, нагретым до 950°С, в течение 180 с. Стойкость вычисляется как безразмерная величина (по Шрамму и Цевровскому) по формуле

$R = \lg \frac{10^5}{ML}$, где M — потеря массы, г; L — длина обуглившейся части образца, см.

Стойкость полиэтилена к растрескиванию под напряжением измеряется временем в часах от начала испытания до появления трещин у 50% образцов. Испытание (ГОСТ 13518—68) производится на образцах $38 \times 12 \times 3$ мм с продольным надрезом длиной 19 мм и глубиной 0,5 мм. Образцы сгибаются в дугу с наружным радиусом изгиба 5,5 мм и в таком положении в специальном держателе помещаются в 20%-ный водный раствор вспомогательного вещества ОП-7, в термостат с температурой 50°С. Результат испытания устанавливается визуально, по наличию трещин на выгнутой поверхности образца с надрезом.

Твердость (кгс/см²) — способность пластмасс сопротивляться сосредоточенному на ее поверхности напряжению. Твердость определяют вдавливанием стального шарика диаметром 5 мм по глубине отпечатка при заданной силе (ГОСТ 4670—77) или при заданной глубине по величине приложенной силы. Результат находят как среднее арифметическое шести измерений. Методы неприменимы к газонаполненным пластмассам.

Текучесть — показатель, характеризующий способность полимеров (пластмасс) заполнять пресс-форму. Определяется удельное усилие прессования. Порядок определения:

1) взвешивание массы (г) испытуемого термопласта, экструдированного из специального прибора (пластомера) за 10 мин, при заданных температуре и давлении (кгс/см²) в соответствии с ГОСТ 11645—73. Результат текучести (индекс текучести) выражается в г/10 мин.

2) прессование в специальной пресс-форме при определенных температуре, давлении (кгс/см²) и времени выдержки в соответствии с ГОСТ 5689—73* и 9359—73* «стержня текучести», результат выражается в мм его длины.

Температура плавления — максимальная температура интервала плавления кристаллической фазы кристаллизующихся пластмасс. Согласно ГОСТ 21553—76 установлены три метода определения температуры плавления: поляризационно-оптический (ПОА), дифференциально-термический (ДТА) и визуальный (ВА).

Температура потери прочности (ТПП) — температура (°С), при которой стандартный образец разрушается в месте надреза под действием небольшой нагрузки (0,242 г/мм²) [10, т. I].

Температура размягчения по Вика (теплостойкость по Вика) — температура (°С), при которой стандартный индентор под действием нагрузки (1 или 5 кгс) внедряется в испытуемый образец, нагреваемый с постоянной скоростью, на глубину 1 мм. Особенности испытания в воздушной среде установлены ГОСТ 15065—69*, а в жидкой — ГОСТ 15088—69.

Температура хрупкости при изгибе консолюно закрепленного образца (толщиной 1,6 мм) пластмассы с температурой хрупкости ниже нормальной определяется по ГОСТ 16782—71*. Этот стандарт регламентирует два режима испытания — статический со скоростью нагружения 0,75 см/с и динамический со скоростью 2 м/с и три варианта: А — полный (определяется температура, °С, хрупкости, при которой разрушились 50% образцов); Б и В — неполные (испытания проводятся при одной определенной температуре и учитывается соотношение числа разрушенных и неразрушенных образцов).

Температура хрупкости при сдавливании сложенного петлей образца (толщиной не более 0,5 мм) пластмасс с температурой хрупкости ниже нормальной. ГОСТ 16783—71* регламентирует два режима испытания: статический со скоростью нагружения 0,75 см/с и динамический со скоростью 2 м/с и три варианта: А — полный (определяется температура, °С, хрупкости, при которой разрушились 50% образцов), Б и В — неполные (при одной определенной температуре учитывается количество разрушившихся образцов).

Температура эпоксидной композиции при отверждении. Температура измеряется в условиях эксперимента (ГОСТ 20835—75) и записывается на кривой

«температура — время». Время отсчитывается с момента смешения смолы с отвердителем.

Теплостойкость (°С) по Мартенсу. Метод испытания (ГОСТ 21341—75) предусматривает определение температуры (°С), при которой образец ($120 \times 15 \times 10$ мм), нагреваемый со скоростью 5°С за 6 мин, под действием постоянного изгибающего момента деформируется на заданную величину. Метод неприменим для материалов с теплостойкостью по Мартенсу ниже 40°С и если кривые деформации от температуры имеют S-образную форму.

Теплостойкость (°С · см²/кгс) ячеистых жестких пластмасс. Метод испытания (ГОСТ 16781—71) заключается в определении температуры (°С) размягчения образца (диаметром 16 и высотой 10 мм) при его сжатии нагрузкой 5, 30 кгс/см² или в % от условного задела прочности от сжатия.

Термостабильность поливинилхлорида, сополимеров винилхлорида и композиций на их основе определяется временем (мин) с момента термостатирования образца до начала выделения свободного хлористого водорода, вызывающего изменения окраски индикаторной бумаги «конго-красный» по методу ГОСТ 14041—68 при постоянной температуре, устанавливаемой в соответствующих ТУ на материал.

Термостабильность фторопласта-4 определяют на дисках диаметром 26 мм, массой 3,5 г путем выдержки при температуре 415°С в течение 100 ч (1-й и 2-й сорта) и 15 ч (3-й сорт) и последующего осмотра для определения признаков разложения.

Термостабильность фторопласта-42 определяется потерей массы (%) при прогреве ее навески в течение 5 ч при 275°С (ТУ 6-05-1442—71).

Технологические свойства реактопластов. К основным свойствам относятся: коэффициент вязкости; продолжительность пластично-вязкого состояния; время отверждения. Испытания производятся в соответствии с ГОСТ 15882—70.

Толщина пленок и листов. Плоские изделия толщиной до 1,0 мм относят к пленкам, толщиной свыше 1,0 мм — к листам. Измерение толщины (ГОСТ 17035—71) производят при $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности $65 \pm 5\%$ стандартными толщиномерами в нескольких местах испытуемого материала.

Коэффициент трения определяют при скольжении образца пластмассы по чисто обработанной поверхности стального контртела без смазки по методике, установленной ГОСТ 11629—75.

Ударная вязкость определяется (ГОСТ 14235—69) на приборе типа диноста на образцах ($15 \times 10 \times 1,5$ — $4,5$ мм) с надрезом или без надреза. Определяется коэффициент ослабления ударной вязкости (%) по формуле

$$K_z = \frac{a_k}{a_n} 100, \text{ где } a_k \text{ — ударная вязкость образца с надрезом (кгс · см/см}^2\text{);}$$

a_n — без надреза (кгс · см/см²).

Ударная вязкость (ударное разрушение), кгс · см/см², по Изоду (ГОСТ 19109—73) определяется испытанием на ударный изгиб консолюно закрепленного образца (размером $12,7 \times 12,7 \times 63,5$ мм) или плоского (толщиной не менее 3,2 мм). Испытание производится на маятниковом копре.

Ударная вязкость при двухпорном изгибе определяется по ГОСТ 4647—69 в кгс · см/см² на образцах $120 \times 15 \times 10$ и $50 \times 6 \times 4$ мм без надреза и с надрезом с указанием положения надреза по отношению к слоям слоистого пластика.

Удельный объем (мл/г) — объем (мм) материала, занимаемый 1 г материала при свободном насыщении его.

Уплотняемость — уменьшение объема формовочной массы, происходящее в процессе формования. Уплотняемость определяется (ГОСТ 11234—65) коэффициентом уплотнения (K) по формуле $K = \frac{P}{P_n}$, где P — плотность отформованного изделия; P_n — насыщенная плотность формовочной массы в г/см³.

Усадка — разность размеров пресс-формы и отформованных в ней образцов, выраженная в процентах от размеров пресс-формы.

Дополнительная усадка — разность размеров образцов до и после термообработки, выраженная в процентах от первоначальных размеров образцов. Анизотропия усадки термопластов — отношение величины усадки (или дополнительной усадки) перпендикулярно направлению литья к величине усадки вдоль направления литья.

Испытания производятся на стандартных образцах по методике, установленной ГОСТ 18616—73*.

Усадка — уменьшение размеров изделия в результате его охлаждения после формования. Усадка, %: для фенопластов 0,4—1; полиэтилена 1—3; винилпласта 0,1—0,6; фторпластов 4—7; полиамидов 1—2. Усадку учитывают при конструировании пресс-форм. Ее определяют путем сравнения при $20 \pm 2^\circ \text{C}$ размеров отпрессованного образца с размером пресс-формы по ГОСТ 5689—73.

Ускоренное кондиционирование образцов полиамидов. Метод (ГОСТ 19599—74) заключается в выдержке образцов в растворе уксуснокислого калия (концентрация 80 г на 100 мл) при $98 \pm 2^\circ \text{C}$ до установления сорбционного равновесия.

Усталость при циклическом сжатии ячеистых эластичных пластмасс. Метод испытания (ГОСТ 20990—75) заключается в определении остаточной деформации материала после его многократного сжатия с частотой 55 ± 5 цикл/мин и амплитудой деформации 50%. После 25 тыс. циклов по истечении 30 мин измеряют высоту h_1 образца и вычисляют остаточную деформацию (%):

$$\epsilon_{\text{ост}} = \frac{h_0 - h_1}{h} 100, \text{ где } h_0 \text{ — высота образца перед испытанием.}$$

Устойчивость к плесени определяется путем визуальной оценки по трем одновременно проводимым методам испытания, установленным на прямоугольных (30×50 мм) или круглых (диаметром 50 мм) образцах.

Химическая стойкость определяется по изменению массы, размеров и механических свойств образцов в ненапряженном состоянии и растрескиванию их в напряженно-деформированном состоянии после выдержки в течение определенного периода времени в жидких химических веществах, растворах твердых химических веществ, маслах, жидких горючих и других химически активных средах. Испытания производят по ГОСТ 12020—72.

Электростатические свойства (антистатические свойства) устанавливаются (ГОСТ 16185—70) на основе определения следующих показателей при температуре $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и влажности $65 \pm 5\%$: удельного поверхностного и объемного сопротивления по ГОСТ 6433—71; начальной плотности заряда и полупериода утечки заряда (времени спада заряда наполовину по отношению к первоначальному) по ГОСТ 16185—70.

Полимеры и пластмассы. Ниже приведено описание главных видов полимеров и пластмасс, изготавливаемых на их основе, в соответствии с работами [10, 12].

АМИНОПЛАСТЫ

Аминопласты (карбамидные пластики) — пластмассы, получаемые в процессе изготовления изделий на основе термореактивных синтетических аминоксолов (продуктов конденсации формальдегида с мочевиной или меламином, или их сочетания), наполнителей (минеральных или органических, или их смеси) и легирующих добавок. Прессовочные мочевино- и меламиноформальдегидные композиции (прессовочные массы, пресс-материалы) поставляются по ГОСТ 9359—73* в ассортименте согласно табл. 1 в виде порошков, крошки и пучков нескольких сортов.

Аминопласты (в скобках указаны старые названия марок) предназначены для изготовления:

A1 (А) — просвечивающих изделий технического назначения, а также бытовых изделий, не соприкасающихся с пищевыми продуктами;

A2 (Б) — непросвечивающих технических и бытовых изделий, соприкасающихся с сыпучими пищевыми продуктами;

1. Ассортимент и свойства прессовочных мочевино- и меламиноформальдегидных масс

Сорт. Внешний вид	Группа	Насыщенная плотность, г/см ³	Текучесть, мм	Усадка, %	Температура прессования, °C
А. Б. Тонкий порошок, окрашенный в широкую гамму цветов	A1 A2	0,3	70—160	0,7	143
	A3		80—180		
	B1 B2	0,25		0,3	150
В. Г. Порошок от светло- до темно-серого цвета	B1 B2 B3*	—	140—195	—	165
	B4 B5		120—195		
	Г1 Г2	—	> 200 100—195	—	—
Д. Крошка серого цвета	Д1	—	90—150	—	150
Е. Пучки стеклянных пропитанных ниток	Е1	—	120—190	0,7	

* Порошок зеленого и черного цвета.

Примечание. Условие прессования у прессовочных масс сортов А, Б, В, Г, Д 300 кгс/см², сорта Е — 500 кгс/см².

A3 (КМ-68) — непросвечивающих бытовых и светотехнических изделий; B1 (М, мелалит) — посуды, используемой в салонах самолетов и вагонах-ресторанах.

B2 (М, модифицированная) — изделий, соприкасающихся с пищевыми продуктами;

B2, B3, B4 (К-78-51), B5 (К-77-51) — деталей электротехнического назначения (с повышенными электроизоляционными свойствами);

Г1 (МФ-1), Г2 (МФ-27) — тот же (с улучшенными технологическими свойствами);

Д1 (МФК-20) — электротехнических изделий, к которым предъявляются требования повышенной дуго- и теплостойкости;

Е1 (Д0-2) — того же, но с дополнительными требованиями: должны быть повышенные механическая прочность и износостойкость в условиях нормального и влажного тропического климата.

Аминопластовые изделия не имеют запаха, стойки к свету, кипяченой воде, слабым раствором кислот и щелочей, маслам, бензину и т. д. Их наиболее общие свойства (на образцах) приведены в табл. 2. Аминопластовые изделия обладают хорошим декоративным видом — гладкой блестящей поверхностью и ровной окраской в любые тона — от светлых до темных.

Бумажнослоистый декоративный пластик (ГОСТ 9590—76) — продукт прессования специальных видов бумаги, пропитанных синтетическими термореактивными связующими. Предназначается для отделки жилых, общественных и производственных помещений и салонов транспортных средств. Изготавливается в виде листов толщиной 1,0; 1,3; 1,6; 2,0; 2,5 и 3,0 мм, шириной 400—1600 мм

(с интервалами в 25 мм и длиной 400—3000 мм. В зависимости от качества лицевой стороны (однотонной или с печатным рисунком) подразделяется на три марки: А — для условий, требующих повышенной износостойкости (отделка горизонтальных поверхностей), Б — для отделки вертикальных поверхностей и В — в качестве подложного материала. Разрушающее напряжение ($\text{кгс}/\text{см}^2$) при изгибе: для А — 1200, для Б и В — 1000. Термическая стойкость пластин: А — 180°C , Б и В — 130°C . Проверяется на стойкость к загрязнению и истиранию.

2. Свойства аминопластовых изделий

Группы (марки)	Плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	Разрушающее напряжение при изгибе $\text{кгс}\cdot\text{см}/\text{см}^2$, не менее	Ударная вязкость, $\text{кгс}\cdot\text{см}/\text{см}^2$, не менее	Теплостойкость по Мартенсу, $^\circ\text{C}$, не менее	Водопоглощение, %, не более	Удельное объемное сопротивление Ом \cdot см, не менее	Электрическая прочность, $\text{кВ}/\text{мм}$, не менее
A1	—	600	6,5	100	2,0	$1 \cdot 10^{11}$	—
A2	—	750	7,0	120	1,5		—
A3	—	700	6,0			130	1,0
B1	—		7,0	140	0,5		
B2	—	650	4,5			130	0,45
V1	1,6—1,8			500	5,0		
V2	1,6—1,9	600	4,0			140	0,55
V3	1,6—1,9			500	—		
V4	1,6—1,8	550	4,5			170	0,2
V5	1,6—1,8			500	4,0		
G1	1,7—1,9	350	8,0			200	3,0
G2	1,7—2,0			700	30,0		

Мипора — блоки белой мелкопористой массы. Предназначается для тепловой изоляции криогенной техники, холодильных камер, пассажирских вагонов и т. д. Выпускается (МРТУ 6-05-1112—68) двух марок: М и Н.

Свойства мипоры	М	Н
Плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	0,1—0,2	0,1—0,2
Прочность при сжатии, $\text{кгс}/\text{см}^2$, не менее	0,25	0,25
Эластичность (сжимаемость) при нагрузке 0,1 $\text{кгс}/\text{см}^2$, не более	4,5	4,5
Коэффициент теплопроводности, $\text{ккал}/\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C}$, не более	0,035	0,026

Мипора гигроскопична, требует хранения в сухом помещении и может эффективно использоваться при условиях защиты от влаги воздуха.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

Кремнийорганические полимеры (силиконы) — высокомолекулярные соединения с атомами кремния и углерода в элементарном звене макромолекулы. В зависимости от химического строения основной цепи силиконы подразделяются на три класса: 1) полимеры с неорганическими главными цепями (по-

лиорганосилоксаны, полиэлементоорганосилоксаны, полиметаллоорганосилоксаны, полиорганосилазаны, полиорганосилтианы, полиорганосиланы, полиорганосилазоксаны); 2) полимеры с органикоорганическими главными цепями (полиорганоалкиленсиланы), полиорганофениленсиланы, полиорганоалкиленсилосиланы, полиорганоариленилсилосиланы); 3) полимеры с органическими главными цепями (полиалкенилсиланы).

Наибольшее распространение получили полиорганосилоксаны, полиэлементоорганосилоксаны (полиметаллоорганосилоксаны) и полиорганосилазаны. В зависимости от строения главной полимерной цепи они подразделяются на линейные, разветвленные, лестничные и сшитые.

Силоксаны — с линейной и разветвленной структурой.

Полиорганосилоксаны характеризуются высокой гибкостью макромолекул и небольшим межмолекулярным взаимодействием. Линейные и разветвленные полиорганосилоксаны с невысокой относительной молекулярной массой — вязкие бесцветные жидкости; высокомолекулярные линейные — эластомеры, а сшитые и разветвленные — эластичные или хрупкие вещества. Они обладают высокой термической прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами, гидрофобностью, механическая прочность невысока. Жидкие полиорганосилоксаны (силиконовые масла) применяются в качестве антифрикционных и антиадгезионных смазок, основы лаков, жидких диэлектриков, рабочих жидкостей, гидроприводов и демпфирующих устройств и т. д.

Полиорганосилоксаны являются хорошим связующим для стеклопластиков и других теплостойких пластмасс, миканитов и т. д.

Полиэлементоорганосилоксаны (полиметаллоорганосилоксаны). Введение атомов В, Al, Ti, Sn, Co, Ni и др. в полимерную силоксановую цепь меняет свойства полимеров. Практически полиборсилосиланы применяют для изготовления клеев, полиалюмоорганосилоксаны — для изготовления теплостойких материалов, связующих при точном литье, термостойких лаков, полититанорганосилоксаны — для изготовления термостойких материалов и герметиков.

Кремнийорганические пресс-материалы — полуфабрикатные композиции на основе кремнийорганических терморезистивных связующих и наполнителей, предназначенные для изготовления преимущественно электро- и радиотехнических деталей, длительно работающих в широком температурном интервале ($-60 \div +300^\circ\text{C}$).

НЕНАСЫЩЕННЫЕ ПОЛИЭФИРЫ

Ненасыщенные полиэфирные смолы в неотвержденном состоянии представляют собой растворы ненасыщенных полиэфиров с относительной молекулярной массой 700—3000 в мономерах или олигомерах, способных к полимеризации с этими полиэфирными. Эти терморезистивные материалы с небольшой вязкостью способны отверждаться при комнатных температурах и обладают в отвержденном состоянии хорошими механическими и электроизоляционными свойствами и стойкостью к действию воды, бензина, масел, кислот и др. В связи с хорошей адгезией они преимущественно используются в качестве связующих в производстве стеклопластиков, заливочных и пропиточных составов и т. д. По техническим условиям выпускается 16 марок полиэфирных смол, которые согласно работе [10] классифицируются на группы.

Органическое стекло — обобщающее название прозрачных полимеров в отличие от обычных силикатных стекол. Основным представителем данной группы являются полиметилметакрилатные стекла. Остальные прозрачные полимеры — полиакрилаты, полистирол, поликарбонаты, сополимеры винилхлорида и т. д. — применяются чаще в качестве конструктивных материалов. Они описаны в подразделах под своими названиями.

Стекло органическое техническое — пластифицированный и непластифицированный полимер метилового эфира метакриловой кислоты и его сополимер. Выпускается (ГОСТ 17622—72*) трех марок: ТОСН — техническое органическое стекло пластифицированное, ТОСН — то же, но непластифицированное, ТОСН

с государственным Знаком качества, ТОСС, то же — сополимерное. Эти марки в зависимости от разнотолщинности и состояния поверхности подразделяются на I и II сорта. Стекло может быть: бесцветное прозрачное, цветное прозрачное и цветное непрозрачное. Листы — толщиной 1—250 мм, шириной 100—1400 и длиной 100—1600 мм. Свойства приведены в табл. 3. Стекло применяется во всех отраслях народного хозяйства.

Стекло органическое конструктивное — пластифицированный и непластифицированный полимер метилового эфира метакриловой кислоты. Выпускается (ГОСТ 15809—70*) трех марок: СОЛ (органическое пластифицированное), СТ-1 (непластифицированное), 2—55 (сополимерное), в листах толщиной 0,8—24,0 мм при ширине 400—1400 мм длиной 500—1600 мм. Свойства приведены в табл. 3.

3. Органическое стекло, марки и свойства

Характеристика	ТОСП	ТОСН	ТОСП с ГЗК	ТОСС	СОЛ	СОЛ с ГЗК	СТ-1	СТ-1 с ГЗК	2—55
Плотность, г/см ³	1,18	1,18	1,18	1,19	1,18	1,18	1,18	1,18	1,19
Светопрозрачность, %, не менее	88	88	—	85	91	92	91	92	90
Предел прочности, кгс/см ² , не менее:									
при разрыве	600	700	—	800	650	670	780	790	850
при сжатии	—	—	—	—	1300	—	1400	—	1500
при изгибе	—	—	—	—	1200	—	1400	—	1400
Относительное удлинение, %, не менее	2,0	2,5	—	2,0	2,5	2,8	3,0	3,3	2,5
Ударная вязкость, кгс·см/см ² , не менее	10,0	10,0	14,6	10,0	15	16	15	16	15
Твердость, НВ	—	—	—	—	20	20	23	23	25
Температура размягчения, °С, не менее	90	105	113	125	90	92	110	113	133
Серебростойкость, ч, по дибутилфталату	—	—	—	—	24	24	24	24	0,3*
Водопоглощение, % за 10 сут	—	—	—	—	—	—	1,2	—	2,4
Усадка, %	3,5	3,5	—	4,0	3,5	—	3,5	—	—
Светостойкость, %, не более	—	—	—	—	2,5	2,2	2,5	2,2	2,5

Характеристика	СО-95	СО-95 с ГЗК	СО-120	СО-120 с ГЗК	СО-140	СБ и СБПТ	СБС	СЭ, СЭП и СЭВ
Плотность, г/см ³	—	—	—	—	—	1,19	1,19	1,18
Светопрозрачность, %, не менее	91	92	91	92	90	88	88	88
Предел прочности, кгс/см ² , не менее:								
при разрыве	650	670	780	790	850	500	550	600
при сжатии	—	—	—	—	—	—	—	—
при изгибе	—	—	—	—	—	—	—	—
Относительное удлинение, %, не менее	2,5	2,8	3,0	3,5	2,5	3,0	7,0	2,0
Ударная вязкость, кгс·см/см ² , не менее	16	16,5	16	17	16	—	—	9,5
Твердость, НВ	—	—	—	—	—	13	12	10
Температура размягчения, °С, не менее	95	95	120	120	140	100	65	95
Серебростойкость, ч, по дибутилфталату	24	24	24	24	0,3*	—	—	—
Водопоглощение, % за 10 сут	—	—	—	—	—	1,6	—	1,6
Усадка, %	—	—	—	—	—	—	—	—
Светостойкость, %, не более	2,5	1,5	2,5	1,5	2,5	—	—	—

* По ацетону.

стандартом также нормируются электрические свойства. Предназначается для приборо- и машиностроения и других отраслей промышленности.

Стекло органическое листовое для остекления самолетов — пластифицированный и непластифицированный полимер метилового эфира метакриловой кислоты или его сополимер. В зависимости от температуры размягчения выпускается (ГОСТ 10667—74*) трех марок: СО-95 (стекло органическое пластифицированное с температурой размягчения 95°С), СО-120 (стекло органическое непластифицированное), СО-140 (стекло органическое сополимерное), в листах толщиной 0,8—30,0, размером 400×500—1400×1600 мм. Свойства приведены в табл. 3.

Стекло органическое светотехническое — полимер метилового эфира метакриловой кислоты, получаемой блочной полимеризацией метилметакрилата или смеси метилметакрилата и поливинилхлорида в формах из силикатного стекла или экструзией низкомолекулярного полиметилметакрилата. Выпускается (ГОСТ 9784—75) шести марок (в скобках указано старое название: СБ (СН) — блочное; СБПТ (СНПТ) — блочное повышенной теплоустойчивости; СБС (хлоракрил, ХАК) — блочное, самозатухающее; СЭ (СЭО, СООЭ) — экструзионное; СЭП (СНЭ, СНОЭ) — экструзионное прозрачное; СЭВ — экструзионное, офактуренное высокомолекулярной добавкой. Стекла первых четырех марок — замутненные, СЭП — прозрачные, марок СБ и СБПТ могут изготавливаться окрашенными. В соответствии с качеством поверхности блочное стекло подразделяется на 1-й и 2-й сорта. Листы — толщиной 2, 3 и 4 мм, шириной 400—1550 и длиной 500—1900 мм. Свойства приведены в табл. 3. Предназначается для изготовления рассеивателей светильников и других изделий светотехнического назначения.

Стекло органическое часовое (ГОСТ 14183—78) выпускается марок: СОЛ-Ч — пластифицированный и СТ-Ч — непластифицированный полиметилметакрилат. Светопрозрачность не менее 92%. Серебростойкость не менее 6 ч. Температура размягчения для толщины 0,6—0,7 мм 95—105°С, для 0,8—2,0 мм — 108—118°С.

ПЕНТАПЛАСТ

Пентапласт — поли-3,3бис-хлорметил оксетана. Технический продукт выпускается (ТУ 6-05-1422-71) плотностью 1,4 г/см³ с пределом прочности при разрыве (при 20°С) 400—550 кгс/см², относительным удлинением 15—40%, твердостью НВ 8—11, температурой плавления 180°С. Пентапласт обладает высокой химической стойкостью к кислотам, щелочам, солям и органическим растворителям (кроме циклогексанона и хлорбензола), уступаая из полимеров только фторопластам. Хорошо перерабатывается литьем под давлением и сваркой. Применяется как антикоррозионное покрытие и для изготовления изделий и деталей, несущих нагрузки.

ПОЛИАМИДЫ

Полиамид 610 литьевой (полиамид 68) — продукт поликонденсации соли гексаметилендиамина и себаценовой кислоты. Поставляется (ГОСТ 10589—73*) двух сортов: высшего — гранулы белого цвета 3—3,5 мм без частиц окисленной смолы, первого — гранулы светло-желтого цвета 3—5 мм. Температура плавления 215—221°С. Предназначается для изготовления литьем под давлением изделий конструкционного и электротехнического назначения. Изделия могут эксплуатироваться в интервале температур -60÷+70°С, а при отсутствии механических нагрузок — до +100°С. Они стойки к действию углеводородов, органических растворителей, масел и щелочей и к солнечной радиации. Свойства полиамидных изделий приведены в табл. 4.

Сополимеры полиамида литьевые выпускаются марок: АК-93/7, АК-85/15 и АК 80/20 — продукты совместной поликонденсации соли АГ и капролактама

в соотношениях 93 : 7, 85 : 15 и 80 : 20. Поставляется (ГОСТ 19459—74*) в виде гранул от белого до светло-желтого цвета размером 2—5 мм для изготовления литьем под давлением различных машинных, приборных, электротехнических и других изделий, могущих работать в интервале температур $-50 \div +70^\circ \text{C}$. Изделия стойки к действию углеводородов, органических растворителей, масел, разбавленных и концентрированных растворов щелочей. Они растворяются в концентрированных минеральных кислотах, муравьиной и уксусной кислотах, в фенолах. Свойства сополимерполиамидных изделий приведены в табл. 4.

4. Марки и свойства (минимальные значения) полиамидов

Характеристика	610	AK-93/7	AK-85/15	AK-80/20	П68С-30		КПС-30		КВС-30
					1-й сорт	2-й сорт	1-й сорт	2-й сорт	
Плотность, г/см ³	1,09—1,11	1,14	1,13	1,13	1,29		1,36		217
Температура плавления, °C	218	238	224	212	218		217		
Теплостойкость по Вика, °C	210	225	215	205	—	—	—	—	185
Теплостойкость по Мартенсу, °C	68	55	50	50	180	170	200	190	
Предел прочности, кгс/см ² :									1200
при разрыве	500	600	600	600	1100	1000	1300	1150	
при сжатии	—	1000	700	700	1750	1600	1950	1800	
при изгибе	450	600	450	450	—	—	—	—	
при срезе	400	550	550	550	700	700	700	700	5
Относительное удлинение при разрыве, %	100	—	—	—	8	8	6	6	30
Ударная вязкость (на образцах без надреза), кгс·см/см ²	100	110	100	100	25	25	35	25	
Твердость, НВ	10	—	—	—	—	—	—	—	—
Коэффициент линейного термического расширения $\alpha \cdot 10^{-6}, ^\circ \text{C}$	$11,7 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$	—	—	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	
Коэффициент трения по стали без смазки	0,29	0,24	0,22	0,22	—	—	0,35	0,35	—
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см, не менее	10^{14}	10^{12}	10^{12}	10^{12}	10^{14}	10^{13}	10^{13}	10^{13}	—
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 10^6 Гц, не более	0,06	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Электрическая прочность, кВ/мм, не менее	20	20	20	20	21	19	19	19	—
Усадка, %	1,1	1,6	1,6	1,6	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45

Капрон (капроамид, поликапроамид) — смола капроновая литьевая — продукт гидролитической полимеризации ϵ -капролактама в присутствии катализаторов. Выпускается (ТУ 6-06-309—70) в виде гранул 1—5 мм от белого до светло-желтого цвета. Предназначается в основном для изготовления синтетического волокна и пленки, а также методом литья под давлением — машинных деталей, способных нести значительные нагрузки. Предел текучести при растяжении не менее 650 кгс/см², ударная вязкость (на образцах с надрезом) не менее 5 кгс·см/см².

Полиамиды стеклонанполненные представляют собой полиамидную смолу 68 (для полиамида марки П68С-30) и первичную и вторичную капроновую смолу (для марок КПС-30 и КВС-30), наполненные стеклянными волокнами диаметром 9—11 мкм в размере 30% по массе. Поставляются (ГОСТ 17648—72) в виде гранул размером от 3 до 9 мм: П68С-30 — светло-желтого цвета 1-го и 2-го сорта, КПС-30 — от белого до светло-желтого цвета 1-го и 2-го сорта и КВС-30 — без нормирования окраски и сортности. Из этих полиамидов литьем

под давлением изготовляют: из П68С-30 — электротехнические и радиотехнические детали, обладающие повышенными теплостойкостью и ударной вязкостью; из КПС-30 — детали конструкционного назначения, обладающие повышенными механическими свойствами; из КВС-30 — изделия конструкционного назначения в текстильной и других отраслях промышленности.

Не допускается применение КПС-30 и КВС-30 для изготовления изделий, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. Свойства стеклонанполненных полиамидов приведены в табл. 4.

Полиамиды также выпускаются наполненные графитом, тальком, дисульфидомolibденом и другими наполнителями, придающими им дополнительные полезные свойства.

Порошки полиамидные (ТУ 6-05-081-138—72) — мелкодисперсные полиамиды (размер частиц не более 0,28 мм) с температурой плавления 213°C . Порошки ПП-610 и ПП-АК-80/20 предназначаются для нанесения тонкого слоя полиамида на металлическую поверхность в качестве антифрикционного износостойкого покрытия толщиной 0,1—0,2 мм ввиду их небольшой теплопроводности ($\sim 0,2$ кал/(м·ч·°C)).

ПОЛИАКРИЛАТЫ

Полиакрилаты — сложные гетероцепные полиэфиры, получаемые поликонденсацией дихлорангидридов дикарбоновых кислот с двухатомными фенолами. Они являются термопластичными полимерами и хорошо обрабатываются литьем под давлением и прессованием в сложные и (или) тонкостенные изделия электроизоляционного и конструкционного назначения.

Полиакрилаты поставляются по техническим условиям в виде полуфабрикатных пресс-материалов (порошки и гранулы) и диэлектрических планок и лаков.

ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТ, ПОЛИВИНИЛОВЫЙ СПИРТ, ПОЛИВИНИЛАЦЕТАЛИ

Это полимеры на основе сложных виниловых эфиров.

Поливинилацетат (ПВА) — полимер винилацетата. Твердое бесцветное прозрачное неокисляющее вещество плотностью 1,19 г/см³ с температурой размягчения $26\text{—}28^\circ \text{C}$, не растворимое в бензине, минеральных маслах, воде. Растворим в органических растворителях (этиловый спирт, этилацетат), обладает хладотекучестью и высокой адгезией к различным материалам. Применяется в качестве исходного продукта для получения поливинилового спирта и поливинилацеталей, а также для изготовления эмульсионных красок, клеев для древесины, бумаги, кожи, тканей и т. д., для улучшения качества бетона (пластобетон).

Выпускаются спиртовой раствор (ТУ 6-10-1081—70) трех марок (С-4, С-8, С-12), различающихся вязкостью; лаки БАВ (ТУ 6-09-707—71) и по ГОСТ 18992—73* дисперсий 22 марок, которые образуют при высыхании однородную твердую пленку с хорошей адгезией к укрываемому материалу и светостойкостью. Лучшее качество имеют пленки на основе дисперсий сополимеров винилацетата.

Поливиниловый спирт (ПВС) — продукт омыления поливинилацетата в спиртовых растворах. Плотность 1,19—1,32 г/см³; предел прочности при разрыве 600—1400 кгс/см²; удлинение 0—5%; ударная вязкость 4—6 кгс·см/см²; теплостойкость: по Мартенсу $135\text{—}145^\circ \text{C}$, по Вика $150\text{—}170^\circ \text{C}$; температура: плавления (деструкция) $220\text{—}240^\circ \text{C}$, прессования $130\text{—}150^\circ \text{C}$. Стоек к органическим растворителям, но растворяется в воде. Поставляется в виде порошка или гранул от белого до желтоватого цвета с насыпной плотностью 0,25—0,35 г/см³ по ГОСТ 10779—69* (восемь марок) и техническим условиям. Предназначается для

синтеза поливинилацетатов, производства волокон (в том числе технических для армирования резинотехнических изделий и пластиков, изготовления канатов и т. п.), пленок. Применяется в машиностроении в качестве связующего при изготовлении литейных формовочных и стержневых смесей, печатных плат, телевизионных трубок и т. д.

Поливинилацетаты — ацетаты поливинилового спирта. Наиболее распространенные виды приведены далее.

Поливинилбутираль (ГОСТ 9439—73*) — порошок белого цвета, полностью растворимый в этиловом спирте. Марки: ПП (пленочный поливочный — для изготовления клеящей пленки методом полива, ПШ-1 и ПШ-2 (пленочные шлицевые) — для изготовления клеящих пленок методом экструзии, ЛА и ЛБ (лаковые) — для изготовления грунтов и лаков, КА и КБ (клеевые) — для изготовления клеев БФ и др., НК — для напыления и изготовления клеев и пластмасс.

Согласно ГОСТ 9438—73* выпускается клеящая пленка толщиной 0,35—1,0 мм (пять марок) для производства триплексных (небульющихся) стекол и т. п.

Коэффициент светопоглощения 1,45—1,8%; адгезия, кгс/см² (не менее): к стеклу — 80, к полированной стали — 100.

Поливинилформаль (ГОСТ 10758—75) выпускается марок: ПВФ — для изготовления электроизоляционного лака марки ВЛ-944, ПВФ-КН — других электроизоляционных лаков. Поставляется: ПВФ — в виде чешуек, порошка или крупных частиц белого или кремового цвета, ПВФ-КН — в виде крупных частиц светло-желтого цвета.

Поливинилформальдегид (винифлекс). Технический продукт под названием смола поливинилформальдегидная (ГОСТ 10400—75) — в виде кусков до 10 мм от белого до светло-желтого цвета, растворимых в смеси этилцеллозольва и ксилола (3:1) или этилцеллозольва и хлорбензола (1:1). Предназначается для изготовления электроизоляционного лака ВЛ-934, клеев и других связующих и пленкообразующих композиций.

ПОЛИВИНИЛХЛОРИДЫ

Поливинилхлорид (ПВХ) — продукт полимеризации винилхлорида (хлористый винил, хлористый этилен) — бесцветного газа. В зависимости от способа производства, влияющего на его свойства, выпускается: поливинилхлорид суспензионный (23 марки по ГОСТ 14332—78) и поливинилхлорид эмульсионный (15 марок по ГОСТ 14039—78). Это однородный порошок белого цвета с насыщенной плотностью, колеблющейся для различных марок и их сортов, в пределах 0,45—0,70 г/см³. В указанных стандартах приведено назначение различных марок, частично раскрываемое в их обозначениях.

В марках поливинилхлорида после ПВХ через дефис пишутся буквы: С (суспензионный), Е (эмульсионный) и для пастообразующих марок П, далее через дефис первые две цифры — нижний предел К, третья цифра — показатель насыщенной плотности, четвертая цифра — показатель не нормируется (О) или крупность порошка, далее через дефис — буквы Ж (переработка в жесткие изделия), М (в пластифицированные изделия) и т. д.

Из специализированных марок винилхлорида централизованно выпускаются пленочные и листовые материалы, кабельная изоляция, искусственная кожа, трубы, фитинги, пасты и др. Плотность изделий 1,34—1,40 г/см³, термостойкость до 140°С и морозостойкость до —20°С. Прочность при растяжении 400—600 кгс/см². ПВХ не растворяется и не набухает в воде, трудно растворяется в большинстве растворителей.

Путем введения в ПВХ наполнителя стабилизатора выпускаются твердые пластмассы — винилпласты. Изготавливают: по ГОСТ 9639—71* — винилпласт листо-

вой; по МН 1427—61 — трубы винилпластовые; по ГОСТ 16398—70 — пленку винилпластовую каладрованную; по ГОСТ 15976—70 — пленку перфорированную и перфорированно-гофрированную; по ТУ 6-01-737—72 винилпласт УВ-10 — гранулы для литья и экструзии комплекта изделий автомобиля; по МРТУ 6-05-1158—68 — пенопласт плиточный ПВ-1 — легкий, тепло- и звукоизоляционный материал с кажущейся плотностью 0,07—0,13 г/см³, коэффициентом теплопроводности 0,036 ккал/(м·ч·°С); по МРТУ 6-05-1160—69 — винилпластовый сварочный пруток (предназначается для сварки винилпластов в струе горячего воздуха и многие другие изделия).

При введении в пластмассовую композицию дополнительно до 30—40% С пластификатора получают мягкие пластмассы — пластикаты.

Изготавливают: по ГОСТ 5960—72* пластикат для изоляции; по ГОСТ 16214—70* и 17617—72* — ленты электроизоляционные; по ГОСТ 16272—70 — пленку техническую для консервации машин, упаковки деталей и в качестве конструктивных материалов; по ГОСТ 12779—67* — пленку светотехническую для рассеивателей света; пластикат прокладочный для герметизации и других целей; по ТУ 6-05-1373—70 — пластикат листовой прозрачный; по СТУ ЛСНХ 30-12016—61 — пластикат рулонный для защитной техники при работе с радиоактивными веществами; пластикат в гранулах: по ТУ 6-01-630—71 — для изготовления водо-, бензо- и антифризостойких трубок; по ТУ 6-01-631—72 — для изоляции проводов; по ТУ 6-01-653—72 — для высоковольтной изоляции; по ТУ 6-01-629—71 — для изготовления бамперов, подлокотников и других автоизделий; по ТУ 6-05-1404—72 — профили для автомобилей; пленки (по ТУ 6-05-1630—73) — для обивки дверей и потолка салона автомобилей, для противосолнечного козырька и водонепроницаемых прокладок и т. п.

Более пластичные пластмассы на основе ПВХ носят название поливинилхлоридных паст (пластизоли и организоли). Выпускают: по ТУ 6-01-538—70 — пластизоли Д-11А для защиты днища кузова автомобиля; пластизоли: по ТУ 6-01-680—72 Д-4А и по ТУ 6-01-428—70 Д-5А для герметизации сварных швов кузова и другие специализированные марки.

Пенопласт ПВХЭ (МРТУ 6-05-1269—69) — продукт вспенивания поливинилхлоридных паст с кажущейся плотностью 0,1—0,2 г/см³. Применяется для теплоизоляции и амортизации.

Гидропласты — студнеобразные материалы на основе ПВХ с содержанием пластификатора до 70—80%. Применяются для изготовления форм гипсовых отливок, заполнения рабочих полостей зажимных приспособлений и т. д.

Хлорированный поливинилхлорид (перхлорвиниловая смола) выпускается по ГОСТ 10004—72 трех марок: ПСХ-ЛС — лаковый средневязкий, ПСХ-ЛН — лаковый низковязкий, которые применяются для изготовления химически стойких лаков и эмалей; ПСХ-К — клеевой.

Эмали, изготавливаемые на основе ПСХ-ЛС и ПСХ-ЛН, описаны в разделе «Лакокрасочные материалы».

Сополимер ВА-15 винилхлорида с винилацетатом (ГОСТ 12099—75) предназначен для изготовления грампластинок высокого качества.

Многие сополимеры ПВХ применяются в качестве связующих при изготовлении красок.

Винилпласты — термопластичная жесткая прозрачная или окрашенная пластмасса на основе суспензионного или эмульсионного винилхлорида с наполнителями в виде асбеста, талька, кварца, древесной муки и других веществ. Обладают высокой прочностью при разрыве (до 700 кгс/см²), изгибе (до 1200 кгс/см²) и удлинением 10—50%, ударной вязкостью 7—15 кгс·см/см² (на образцах с надрезом). Морозостойкость до —10°С и теплостойкость до +60°С. Хорошо склеиваются и свариваются. Обладают высокой химической стойкостью.

Листовой винилпласт выпускают (ГОСТ 9639—71*) шести марок: ВН — прессованные непрозрачные листы толщиной 1,0—20,0 мм; ВНЭ — экструдированные непрозрачные толщиной 1,0—5,0 мм; ВП — прессованные или экструдированные прозрачные бесцветные или окрашенные толщиной 1,0—5,0 мм; ВД —

декоративные толщиной 1,5—3,0 мм; ВЛД — прессованные белые толщиной 3,2 мм. Листы размером не менее 500×1300 мм. Предел текучести 500—550 кгс/см², удлинение 10—15%, теплостойкость по Вика 75—85° С.

ПОЛИИМИДЫ

Полиимиды — продукт поликонденсации тетракарбонных кислот и их производных. Плотность 1,35—1,48 г/см³. Это вещества термостойкие, негорючие, инертные к большинству органических растворителей, масел, разбавленных кислот, однако они гидролизуются под влиянием щелочей и перегретого пара. Применяются для изготовления лаков, клеев, связующих пленок, а также в качестве прессовочных и литьевых материалов.

Марки и свойства приведены в табл. 5, где две первые марки относятся к ненаполненным полиимидам, а остальные — к их разновидностям с наполнителями [графит (Г-5, Г-10) и дисульфид молибдена (ДМ-3)].

5. Марки и свойства полиимидных пресс-материалов

Характеристика	ПИМ-67	ПИМ-69	ПИМ-67-ДМ-3	ПИМ-67-Г-10	ПИМ-69-ДМ-3	ПИМ-69-Г-5
Плотность, г/см ³	1,39—1,41	1,38—1,41	1,43—1,45	1,44—1,46	1,43—1,45	1,44—1,47
Разрушающее напряжение, кг/см ² :						
при растяжении	1000—1300	900—1250	900—1300	700—980	850—1200	700—900
при сжатии	2000—2300	2100—2400	2100—2300	1500—1900	2300—2500	1800—2300
при изгибе	1800—2300	1800—2300	1600—2200	1200—1800	1600—2200	1300—1700
Относительное удлинение при разрыве, %	9—20	4—7	6,5—15	5—8	—	—
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	60—120	60—100	20—80	8—30	30—50	20—40
Твердость по Бринеллю	18—28	20—27	21—31	23—33	21—28	22—30
Верхний предел рабочих температур, °С	220—250	235—265	220—250	250	220—250	220—250
Теплостойкость по Вика, °С	280	280	280	280	280	280
Коэффициент трения	0,33—0,35	0,35—0,40	—	—	—	—

ПОЛИКАРБОНАТЫ

Поликарбонаты — термопластичный полимер на основе дифенилпропана, выпускаемый под названием дифлон (ТУ 6-05-1668—74) в виде гранул светлых тонов размером (Ø 2—4)×8 мм для изготовления литьем и экструзией девяти марок: 1, 3 и 5 — стабилизированный (улучшенный) общего назначения; 2, 4 и 6 — нестабилизированный общего назначения; 7 — медицинского назначения; 8 — светотехнического назначения и 9 — для электротехнической пленки. Марки в основном различаются по показателю текучести. Для повышения механических свойств выпускается по ТУ 6-05-211-937—74 стеклонанополненный (до 30%) дифлон СТН-130 — в виде гранул для переработки литьем под давлением.

Свойства ненаполненного и наполненного дифлона приведены в табл. 6. Поликарбонаты обладают высокими электрическими свойствами, неизменными в широком диапазоне температур и частот. Они нашли преимущественное распространение при изготовлении электротехнических и радиотехнических изделий.

6. Свойства дифлона

Характеристика	Ненаполненный	СТН-30	Характеристика	Ненаполненный	СТН-30	
Плотность, г/см ³	1,2	1,4	Относительное удлинение, %	50—100	4—5	
Предел прочности, кгс/см ² :				Ударная вязкость, кгс·см/см ²	120—140*	35—45
при растяжении	600—700	900—1100			Твердость НВ	10—11
при сжатии	800—900	1200—1400	Температура, °С:	135		150
при изгибе	900—1000	1500—2000		работоспособности	220—240	220—240
			плавления			

* Образцы прогибаются без разрушения.

ПОЛИОЛЕФИНЫ

Полиолефины — высокомолекулярные соединения, получаемые полимеризацией или сополимеризацией олефинов. Из полиолефинов наибольшее значение для машиностроения имеют полиэтилен и полипропилен и их сополимеры.

Полиэтилен. При полимеризации этилена при высоком давлении получают полиэтилен высокого давления (ПЭВД) низкой плотности и при низком (или среднем) давлении — полиэтилен низкого давления (ПЭНД) высокой плотности.

Полиэтилен является самым дешевым полимером, сочетающим совокупность ценных свойств с высокой технологичностью: он поддается всем видам переработки, доступным для термопластов. Полиэтилен сочетает высокую прочность с хорошей пластичностью: является хорошим диэлектриком и обладает устойчивостью к щелочам, серной, соляной и плавиковой кислотам, но разрушается азотной кислотой, хлором и фтором.

ПЭВД поставляется по ГОСТ 16337—77 и ПЭНД — по ГОСТ 16338—70 в виде порошка и гранул белого цвета (или окрашенных) с насыпной плотностью 0,5—0,55 г/см³. Марки и свойства приведены в табл. 7. Полиэтилен специализирован по условиям переработки и использования, которые в некоторой мере раскрываются в цифровом обозначении марок. Пример расшифровки марки полиэтилена 10203-003:

«Полиэтилен 10203-003»

десятикратное значение показателя текучести расплава
группы плотности (6 групп)
степень гомогенизации
порядковый номер базовой марки
способ производства (цифра 1 соответствует ПЭВД, 2—ПЭНД)

Выпускаются также различные модификации полиэтилена: сополимер этилена с пропиленом (СЭП), полиэтилен низкого давления, полученный на гомогенных катализаторах, полиэтилен среднего давления (ПЭСД).

Полипропилен — высокомолекулярный продукт полимеризации пропилена при низком давлении в присутствии катализаторов. Поставляется по МРТУ 6-05-1105—67 девяти марок в виде порошка или гранул белого цвета с насыпной плотностью 0,4—0,5 г/см³.

Свойства полипропилена приведены в табл. 8.

7. Свойства полиолефинов при 20 °С

Характеристика	ПЭВД	ПЭНД	Пропилен
Плотность, г/см ³	0,918—0,930	0,949—0,955	0,90—0,91
Разрушающее напряжение, кгс/см ² : при растяжении	100—170	220—300	250—400
при изгибе	120—170	200—350	—
при срезе	140—170	—	—
Относительное удлинение при разрыве, %	500—600	300—800	200—800
Модуль упругости при изгибе, кгс/см ²	1200—2600	6500—7500	6700—11 900
Предел текучести при растяжении, кгс/см ²	90—160	220—270	250—350
Относительное удлинение в начале течения, %	15—20	10—12	10—20
Твердость по Бринеллю, кгс/мм ²	1,4—2,5	4,5—5,8	6,0—6,5
Температура плавления, °С	105—108	120—125	160—170
Удельная теплоемкость, кал/(г·°С)	0,45—0,48	0,45—0,50*	0,46
Теплостойкость по Вика, °С	80—90	—	160**
Термический коэффициент расширения в интервале 0—100 °С, 1/°С: линейного	2,2 · 10 ⁻⁴ 5,5 · 10 ⁻⁴	2,1 · 10 ⁻⁴ ÷ 5,5 · 10 ⁻⁴	1,1 · 10 ⁻⁴
объемного	6 · 10 ⁻⁴ —16 · 10 ⁻⁴	6,7 · 10 ⁻⁴ —16 · 10 ⁻⁴	—
Температура хрупкости, °С	-80 ÷ -120	-100 ÷ -150	-5 ÷ -15
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	10 ¹⁷	10 ¹⁷	10 ¹⁶ —10 ¹⁷
Диэлектрическая проницаемость при частоте 10 ⁸ Гц	2,2—2,3	2,1—2,4	2,2
Электрическая прочность, кВ/мм, при толщине образца, мм: 1	45—60	45—60	28—40
2	28—36	28—36	—
Тангенс диэлектрических потерь: при 10 ⁸ Гц	2 · 10 ⁻⁴ 3 · 10 ⁻⁴ 4 · 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ —5 · 10 ⁻⁴	2 · 10 ⁻⁴ —5 · 10 ⁻⁴
при 5 · 10 ⁸ Гц	—	—	—

* При 25 °С.

** По методу НИИИП.

Технология обработки и переработки полиолефинов

ПЭВД, ПЭНД и полипропилен обладают хорошими технологическими свойствами при обработке резанием, формообразованием, способностью к литью, экструзии, прессованию, сварке. Полученные отходы и отработанные изделия используются для повторной переработки. Режимы литья под давлением приведены в табл. 8.

Полистирол — термопластичный полимер стирола, стеклообразное прозрачное вещество плотностью 1,06 г/см³.

Полистирол общего назначения (ГОСТ 20282—74*) — продукт полимеризации стирола блочным (ПСМД и ПСМ), суспензионным (ПСС и ПССП) или эмульсионным (ПСЭ-1 и ПСЭ-2) методами, предназначенными для изготовления изделий различными методами термоформирования. Поставляется в виде порошка или гранул. В табл. 9 приведены технологические условия и свойства отлитых под давлением образцов. В ГОСТ 20282—74* приведены электротехнические свойства. Полистирол применяется: ПСЭ-1 (с государственным Знаком качества) — для получения пенопластов; ПСЭ-2 — общего назначения; ПСМД — для электроизоляционных и технических изделий; ПСМ, ПСС (со Знаком качества), ПССП — общего назначения.

8. Режимы литья полиолефинов под давлением

Полимер	Температура, °С	Давление, кгс/см ²	Усадка, %	Температура формы перед заливкой, °С
ПЭВД	150—200	1000	3	50—70
ПЭНД	200—270			
Полипропилен	200—300	≤ 1700	1	30—90

Примечание. Время выдержки 10—30 с.

9. Технологические и конструкционные свойства полистирола

Характеристика	ПСЭ-1	ПСЭ-2	ПСМД	ПСМ	ПСС	ПССП
Температура литья, °С	190—230	—	170—210	—	170—200	—
Давление литья, кгс/см ²	1000—1100	—	1000—1100	—	1000—1100	—
Усадка, %	0,4—0,8	—	0,4—0,8	—	0,4—0,8	—
Плотность, г/см ³	1,05—1,08	—	1,05—1,08	—	1,05—1,08	—
Твердость НВ	14—15	—	14—15	—	14—15	—
Прочность при разрыве, кгс/см ² , не менее	400* 400	—	370 370	—	450 450	—
Относительное удлинение, %	1,5—3,0	—	1,5—3,0	—	1,5—3,0	—
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	—	—	1,6 1,6	—	1,8 1,8	—
Морозостойкость, °С	-40	-40	-40 -40	—	-40 -40	—
Светопроницаемость, %	—	—	88—90	—	80—90	—

* Со Знаком качества 550 кгс/см².

Сополимеры стирола (ГОСТ 12271—76) — продукт сополимеризации стирола с метилметакрилатом (МС) и нитрилом акриловой кислоты (МСН и МСН-Л). Поставляется гранулами 3×5 мм для изготовления изделий методом литья под давлением. Свойства приведены в табл. 10. Назначение следующее: МС — для изготовления изделий светотехнического назначения; МСН (высшего и 1-го сортов) — для изготовления изделий автомобильной, приборной, радиотехнической промышленности; МСН-Л — для изготовления крупногабаритных и тонкостенных изделий.

Ударопрочный полистирол — продукт сополимеризации стирола с каучуком или другим пластиком, имеет более высокие механические свойства по сравнению с полистиролом общего назначения.

Листовой продукт поставляется (ГОСТ 19784—74) двух типов: I — предназначен для изготовления крупногабаритных пластмассовых изделий с глубокой вытяжкой (внутренних шкафов холодильников, ванн, емкостей и т. п.); II — для изготовления изделий с небольшой вытяжкой и использования в качестве облицовочного и подложного материала.

В зависимости от материала выпускают двух марок: А (высшего и 1-го сортов) — из ударопрочного полистирола и Б — из акрилонитрил бутадиенстирольного пластика.

Размеры листов мм: толщина 1,4—6,0; ширина 700—1450 и длина 700—1500.

Ударная вязкость: для I группы — 35—50 кгс·см/см² в зависимости от марки и сорта и II группы — 30—40 кгс·см/см². Предел прочности при разрыве, кгс/см² (не менее): для группы I марки А — 200, марки Б — 400, для группы II марки А — 180, марки Б — 380.

Пенопласт полистирольный поставляется (ГОСТ 15588—70*) плитам, изготовляемым беспрессовым способом из суспензионного вспенивающегося

полистирола двух видов: ПСБ-С — с добавкой антипирена и ПСБ — без него. В зависимости от объемной массы подразделяется на марки, которые приведены в табл. 11. Плиты марок 16 и 20 выпускаются только без антипирена.

10. Свойства сополимеров стирола

Характеристика	МС	МСН	МСН-Л
Плотность, г/см ³	1,14	1,12	1,12
Прочность, кгс/см ² , не менее:			
при растяжении	400	500	500
при изгибе	750	750	700
Относительное удлинение, %, не менее	2,0	2,5	2,5
Ударная вязкость, кгс·см/см ² , не менее	20	23,25*	22
Теплостойкость, °С, не ниже:			
по Мартенсу	75	75	75
по Вика	86	86,88*	86
Интервал рабочей температуры, °С:			
нижний предел	-40	-40	-40
верхний предел	+70	+65	+60
Коэффициент светопропускания, %, не менее	90	85	85
Коэффициент термического линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-5}$	7-8	6-8	6-8
Удельное электрическое сопротивление, Ом·см, не менее	$1 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{15}$	$1 \cdot 10^{15}$
Диэлектрическая проницаемость при частоте 10 Гц	2,7-3,2	2,9-3,2	2,9-3,2
Текучесть расплава, г/10 мин, не менее	0,6	0,7; 0,9*	2,0
Температура литья, °С	200-220	190-210	180-200
Давление литья, кгс/см ²	—	1000-1200	—
Время выдержки в форме, с	—	10-20	—

* Относится к высшему сорту.

11. Пенопласт полистирольный, марки и свойства

Характеристика	С государственным Знаком качества				1-й категории			
	марок							
	16	20	25	30	20	25	30	40
Объемная масса в воздушно-сухом состоянии, кг/м ³ , не более	16	20	25	30	20	25	30	40
Предел прочности при изгибе, кгс/см ² , не менее	0,7	1,4	1,8	2,1	0,7	1,0	1,3	1,8
Напряжение, кгс/см ² (не менее), при 10%-ной линейной деформации сжатия	0,5	0,7	4,0	1,5	0,5	0,7	1,0	1,5
Водопоглощение, % по объему, не более за 24 ч	4,0	3,0	2,0	2,0	5,0	4,0	3,0	2,0
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С), не более	0,035	0,034	0,032	0,032	0,035	0,033	0,033	0,033

Размеры плит должны быть: длина 900-2000 мм (с интервалом 50 мм); ширина 500-1200 мм (с интервалом 50 мм); толщина 25, 33, 50 и 100 мм. При несоответствии плит хотя бы одному из требований для данной марки, они должны быть отнесены к более низкой марке, требованиям которой, за исключением объемной массы, плиты полностью отвечают. Плиты, которым присвоен государственный Знак качества, должны соответствовать установленной марке по всем показателям.

Пленка полистирольная (ГОСТ 12998-73) — прозрачная, неокрашенная, толщиной 0,02-0,1 мм, шириной 8-120 мм и 150-400 мм (поставляется в рулонах). Прочность пленки на разрыв 500-600 кгс/см². Марка ППС-А 1-го и 2-го сортов для конденсаторов, работающих в интервале температур от -60 до +85°С, 3-й сорт для изделий общего назначения.

Марка ППС-Б 1-го и 2-го сортов для изоляции электрических кабелей, работающих в интервале температур от -50 до +70°С.

ПОЛИФОРМАЛЬДЕГИД

Полиформальдегид — термопластичный полимер формальдегида, белое рогоподобное вещество с плотностью 1,43 г/см³ и температурой плавления 164-180°С. Это наиболее жесткий из полимеров, обладающий высокой износостойкостью, повышенной усталостной выносливостью, но не влагостойкий. Предел прочности, кгс/см²: при разрыве 650-700, при сжатии 1450, при изгибе 1250, относительное удлинение при разрыве 10-15%, ударная вязкость (образец с надрезом) 5-9 кгс·см/см², твердость *НВ* 12-13, коэффициент трения по стали 0,35. Поставляется в виде гранул с насыпной плотностью 0,6-18 г/см³ для переработки литьем под давлением при температуре расплава 180-220°С, текучесть расплава 2-30 г за 10 мин. Применяется для изготовления арматуры, зубчатых колес, втулок и различных сложных нагруженных деталей.

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ

Полиэтилентерефталат (лавсан, лавсановая смола) — сложный полиэфир, получаемый поликонденсацией терефталевой кислоты с этиленгликолем. Предназначается для переработки в волокна (лавсан) и пленки. Плотность 1,38 г/см³, прочность при растяжении 1000-1800 кгс/см². По техническим условиям выпускаются пленки: электроизоляционная, конденсаторная, для паровой изоляции электрических машин, для упаковки, в том числе металлизированная.

ФЕНИЛОН

Фенилон — ароматический полиамид. Пресс-материалы фенилона поставляются марок: П (ТУ 6-05-221-101-71) — тонкий дисперсный порошок белого цвета с насыпной плотностью 0,1-0,2 г/см³; С1 (ТУ 6-05-221-101-71) — тонкий порошок розоватого цвета с насыпной плотностью 0,2-0,3 г/см³; С2 (ТУ 6-05-221-226-72) — белый тонкий порошок с насыпной плотностью 0,2-0,4 г/см³. Предназначаются для изготовления пластмассовых изделий методом прямого прессования. Свойства фенилона приведены в табл. 12.

12. Свойства фенилона

Характеристика	Фенилон П	Фенилон С1	Фенилон С2
Плотность, г/см ³	1,33	1,33	1,33
Разрушающее напряжение, кгс/см ² :			
при растяжении	1000-1200	1100-1200	1200-1400
при изгибе	1300-1500	1500-1700	2200-2400
при срезе	800	910	1200
Относительное удлинение при разрыве, %	4	5	6,6
Предел текучести при сжатии, кгс/см ²	2100-2300	2200-2300	2100-2300
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	20-30	30-40	40-50
Твердость, кгс/см ²	31-33	28-30	28-29
Теплостойкость по Вика, °С	270	275	290

Фенилон благодаря высоким механическим свойствам, жесткости, твердости и износостойкости является эффективным материалом в запорных устройствах, сеплах клапанов, узлах трения, зубчатых колесах, волновых передачах, а также в качестве диэлектрических изделий.

ФЕНОПЛАСТЫ

Фенопласты — термореактивные пластмассы, получаемые на основе фенолоальдегидных смол. В зависимости от наполнителей существует весьма широкий ассортимент фенопластов. С учетом совмещенных композиций с каучуком и другими полимерами число марок фенопластов достигает двухсот.

Основа фенопластов — фенолоформальдегидные смолы, выпускаются в твердом (ГОСТ 18694—73*) и жидком (ГОСТ 20907—75*) состояниях.

Твердые фенопласты — в виде порошка, чешуек, крошки или кусков массой до 1 кг. Назначение их следующее (в скобках приведено старое обозначение марок):

- СФ-010А (18)** — в кабельной промышленности для изготовления резиновых смесей;
 - СФ-010 (18)** — для изготовления прессовочных масс, графитопластов, стеклопластиков, газонаполненных пластмасс и т. д.
 - СФ-011 (104, 104К), СФ-012 (104Т, 121), СФ-015 (104Н)** — в производстве связующих для абразивных изделий и оболочковых форм;
 - СФ-014 (124), СФ-018 (113), СФ-030 (20), СФ-031 (19), СФ-032 (119), СФ-040 (15), СФ-050 (17), СФ-100 (114), СФ-101 (ВФП-3), СФ-361 (2)** — в производстве прессовочных масс и для других целей;
 - СФ-121 (сплав 18 с ФА-15)** — в производстве порошката;
 - СФ-334 (25)** — в асбестотехнической промышленности, в производстве прессовочных масс с высокими диэлектрическими показателями;
 - СФ-312 (235), СФ-381 (236)** — в асбестотехнической промышленности и производстве фрикционных прессовочных масс;
 - СФ-340А (211), СФ-314А (211Б), СФ-342А (214)** — в производстве слоистых пластиков, лаковых токопроводящих суспензий, стеклопластиков и т. д.
 - СФ-340 (211), СФ-341 (211Б), СФ-342 (214)** — в производстве формовочных масс;
 - СФ-0112А (идитол экстра), СФ-0112 (идитол обыкновенный)** — в электроламповой и полиграфической промышленности, в производстве специальных составов;
 - СФ-150 (копал 44), СФ-160 (копал ЛК-1) СФ-170 (копал ксиленольный)** — в производстве масляных лаков для лакокрасочной промышленности;
 - СФ-161 (копал 1-КГ)** — в производстве масляных лаков для лакокрасочной и пищевой промышленности.
- Жидкие фенолоформальдегидные смолы** представляют собой однородную прозрачную жидкость от красновато-коричневого до темно-вишневого цвета (в пределах партии одного цвета) плотностью ~1,2 г/см³. Выпускаются следующие марки (в скобках указано старое название):
- СФЖ-305 (ВРБ), СФЖ-3012 (ВР-1)** — для изготовления теплозвукоизоляционных изделий;
 - СФЖ-3011 (С-1), СФЖ-3013 (ЦНИИФ), СФЖ-3014 (ЦНИИФ)** — для изготовления фанеры, фанерных изделий и других целей;
 - СФЖ-3014 (ЦНИИФ атмосферостойкая)** — для изготовления древесностружечных и древесноволокнистых плит;
 - СФЖ-3038 (ФМ-3), СФЖ-3039 (ФМ-4)** — для изготовления абразивных инструментов на гибкой основе;
 - СФЖ-323 (Б с пониженной вязкостью)** — для изготовления стеклопластиков;
 - СФЖ-309 (ВИАМ-Б)** — для изготовления клеев и лаков;
 - СФЖ-303 (БШ), СФЖ-3031 (ФРА-1), СФЖ-3032 (ФРА-2)** — для изготовления асбестотехнических и асбофрикционных изделий;

СФЖ-3032 (ФРА-2) — для изготовления углепласта для шахтных крепей;
СФЖ-3016 (Б), СФЖ-3024 (ЛАФ-3) — для изготовления клеев и других целей;

СФЖ-3044 (водноякокая 50%) — для плит из отходов сельскохозяйственной продукции.

Бакелит жидкий — фенолоформальдегидная смола резольного типа, получаемая поликонденсацией фенола с формальдегидом в присутствии едкого натра в качестве катализатора. Вязкая однородная жидкость. Выпускается (ГОСТ 4559—78) четырех марок: БЖ-1, БЖ-2, БЖ-3, БЖ-3 со Знаком качества и БЖ-4, различающихся вязкостью и другими показателями. Предназначается для использования в качестве связующего при изготовлении абразивных инструментов, абразивных материалов, пластических масс, лаков и других продуктов.

Лаки бакелитовые выпускаются (ГОСТ 901—78) марок: ЛБС-1, ЛБС-2, ЛБС-3, ЛБС-14 — для склеивания, пропитки и покрытия материалов, ЛБС-4, ЛБС-5, СБС-1, лак 480 — в качестве связующего соответственно пластмасс, электроугольных изделий, древесностружечных пластинок, оболочковых форм и стержней, ЛБС-8 — для клеев, ЛБС-9 и ЛБС-10 — для фильтрующих материалов, ЛБС-16 — для стеклотекстолитовых изделий, ЛБС-20 — для прессовочных материалов, ЛБС-29 — для текстолита.

Лак электроизоляционный. Лаки ВЛ-931 (ГОСТ 10402—75) и ВЛ-941 (ГОСТ 10760—76) представляют собой раствор фенолоформальдегидной и других смол в смеси растворителей. Предназначаются для изготовления эмальрованных проводов. Обладают высокой адгезией к металлам.

Пульвербакелит (связующий ПБ) — измельченная порошкообразная смесь новолочной фенолоформальдегидной смолы с уротропином. Применяется в качестве связующего при изготовлении абразивных изделий повышенной водостойкости.

Пленка бакелитовая клеющая (ГОСТ 2707—75) выпускается на бумажной основе, пропитанной: марки А и Б — водорастворимой смолой НИИФС-50 и марки В — спирторастворимым бакелитовым лаком СБС-1. Пленка марок А и В предназначена для склеивания авиационной фанеры, марки Б — декоративной фанеры и деталей для мебели. Выпускается рулонами шириной 1580 мм, марки Б, кроме того — 830 мм.

Связующие для производства абразивных изделий, литейных форм и стержней, асбестотехнических изделий, стеклотекстолитов и т. д. выпускаются по широкой номенклатуре по ТУ и в систематизированном виде приведены в [10].

Массы прессовочные фенольные (фенопласты) — термореактивные композиции, получаемые в результате совместной обработки фенолоальдегидных смол или их модификаций, различных минеральных и органических наполнителей и улучшающих добавок. Предназначены для переработки компрессионным и литейным прессованием в различные изделия в соответствии с марками пресс-порошков (и волоконистых масс). Выпускаются (ГОСТ 5689—73*) 45 марок прессовочных масс, подразделяемых на типы, группы и последние — на марки.

О — общего назначения подразделяется на группы: новолочные О1 — с электрическими показателями; О2 — без электрических показателей; О3 — с повышенными механическими и электрическими показателями без электрических свойств; О6 — гранулированная; О7 — с улучшенными механическими и электрическими свойствами; О8 — графитированная; О9 — со средней ударной вязкостью и электрическими показателями; О10 — со средней ударной вязкостью без электрических показателей.

СП — специальная безаммиачная: резольные СП1 — с электрическими показателями;

СП2 — без электрических показателей;

СП3 — с повышенными механическими свойствами.

Э — электроизоляционная: резольная Э1 — со средней электрической прочностью; Э2 — эмульсионная с повышенными электрическими показателями; Э3 — высокочастотная с повышенными электрическими показателями и высо-

13. Марки и основные свойства фенопластов и фенольных пресс-масс

Марка *	Плотность, г/см ³		Прочность, кгс/см ² при		Удлинение, %	Ударная вязкость, кгс-см/см ²	Теплостойкость по Мартенсу, не менее	Предел работоспособности		
	насыщенная	монолита	растяжения	сжатия				—°C	+°C	
01-040-02 (К-15-2) 01-030-02 (К-20-2)	0,50	1,45	—	—	—	5,0	125	—	—	
02-040-02 (К-15-2ПС) 02-030-02 (К-20-2ПС) 02-010-02 (К-18-2ПС)		1,45	350	1600	0,6—0,8			60	—	
03-010-02 (К-18-2)		1,40	—	—	—	6,0	130	50	110	
04-010-12 (К-18-2М) 04-010-02 (К-18-2В)			—	—	—		135	—	—	
05-010-02 (К-18-2цв.) 06-010-02 (К-18-2гр.)			—	—	—		130 125	—	—	
07-010-02 (К-18-2УВ)			1,45	375	1600		0,6—0,8	6,5	135	50
08-010-72 (К-18-2Г)		—	—	—	—	5,0	—	—	—	
09-200-07 (К-18-7) 010-200-07 (К-18-7)			—	—	—		—	—	—	
Сп1-342-02 (К-214-2) Сп2-342-02 (К-214-2)			0,50	1,40	280		1400	—	4,5	130
Сп3-342-02 (К-214-22)		—			1600	—	5,0	—	—	
Э1-340-02 (К-211-2)	280	1500			—	4,5	125	—	—	
Э2-330-02 (К-21-22)	0,30	400	—	0,6—0,7	—	120	50	110		
Э3-340-65 (К-211-3) Э3-340-61 (К-211-34)	0,90	1,95	238	1160	—	3,5	150	60	115	
Э6-014-30 (К-124-38)	0,80	1,85	550	2400	—	5,5	250	—	250	
Э7-361-73 (К-2-43) Э8-361-63 (К-214-43)			—	—	—	4,5	135	—	—	
Э9-342-73 (К-214-73) Э10-342-63 (К-214-43Т)			300	1500	—	5,0	140	—	—	
Э11-342-63 (К-214-43ТВ)			—	—	—	5,0	140	—	—	
Вх1-090-34 (К-18-36)			0,75	—	—	—	4,5	—	40	110
Вх2-090-69 (К-18-23) Вх2-090-68 (К-18-60)			0,65	1,60	280	1550	—	4,5	125	50
Вх3-09-14 (К-18-81)	0,75	1,50	—	1400	—	6,0	—	—		
Вх-4-080-34 (ФКПМ-15Т) Вх-5-010-73 (К-18-48)	0,80	1,75	—	—	—	8,0 4,5	115 140	— 40	— 120	
Вх6-342-70 (К-214-71)	0,30	1,35	—	—	—	5,0	130	—	—	
У1-301-07 (волокнит) У2-301-07 (волокнит) У3-301-07 (ВЛ-1В)	0,16	1,45	300	1000	0,38	9,0	140	40	110	

Продолжение табл. 13

Марка*	Плотность, г/см ³		Прочность, кгс/см ² при		Удлинение, %	Ударная вязкость, кгс-см/см ²	Теплостойкость по Мартенсу, не менее	Предел работоспособности	
	насыщенная	монолита	растяжения	сжатия				—°C	+°C
У4-080-02 (ФКП-1)	0,60	1,50	240	1600	—	9,0	125	50	—
У5-301-41 (К-6) У6-301-41 (К-6В)	—	1,95	250	800	0,12	20,0 22,0	200	40	130
Ж1-010-40 (К-18-53)	0,80	1,90	—	1750	—	3,0	145	—	120
Ж2-040-60 (К-15-56) Ж2-010-60 (К-18-56)	0,70	1,75	—	—	—	3,5	140	—	—
Ж3-010-62 (К-18-22)	0,80	1,85	280	1050	—			40	130
Ж4-010-62 (К-18-22В)			—	—	—	—	550	—	—
К-114-35 В-4-70	0,50	1,90 2,00	900**	—	—	5,5 6,1	125 140	—	—
ВЛ-1	0,16	1,45	860**	—	—	9,0	130	—	—

* В скобках старое название.
** При статическом изгибе.

кой водостойкостью; новолочная Э6 — высокочастотная с высокими показателями электрической прочности и теплостойкости; резольная Э7 — с повышенными электрическими показателями и высокой водостойкостью; Э9 — с повышенными электрическими показателями и высокой водостойкостью; Э9 — безаммиачная с повышенными электрическими показателями и водостойкостью; Э10 — безаммиачная с высокой водостойкостью и повышенными электрическими показателями; Э11 — безаммиачная с высокой водостойкостью и повышенными электрическими показателями и ударной вязкостью.

Вх — влагохимостойкая: новолочные Вх1 — кислотостойкая с электрическими показателями; Вх2 — кислотостойкая без электрических показателей; Вх3 — водостойкая с повышенными механическими показателями; Вх4 — с высокой ударной вязкостью; Вх5 — водостойкая с повышенными показателями теплостойкости и электрической прочности; резольная Вх6 — водокислотостойкая без электрических показателей.

У — ударнопрочная: резольная У1 — с электрическими показателями; У2 — без электрических показателей; У3 — с электрическими показателями и повышенными механическими свойствами; новолочная У4 — с высокими электрическими показателями; резольные У5 — с высокими показателями теплостойкости и ударной вязкости; У6 — с высокими показателями теплостойкости и механических свойств.

Ж — жаростойкая: новолочная Ж1 — с повышенными электрическими показателями; Ж2 — с электрическими показателями; Ж3 — с высокими показателями текучести и водостойкости; Ж4 — с высокими показателями текучести и водостойкости и улучшенными свойствами по гранулометрическому составу.

Название всех марок прессовочных фенольных масс начинается с буквенного и цифрового обозначений, характеризующих их принадлежность к описанным типам и группам, которые определяют назначение марок пресс-масс. Главные свойства их приведены в табл. 13, где вслед за названием марок по

ГОСТ 5689—73 в скобках приведены их старые названия. В ГОСТ 5689—73 даны нормы электрических свойств и режимов их переработки.

Пример расшифровки названия марки фенопласта:

	У6	—	301	—	41
Тип					
Группа					
Вид смолы					
Вид наполнителя					

Согласно ГОСТ 5.1958—76* выпускаются фенольные прессовочные массы трех марок (см. табл. 13): К-114-35 (порошок) — для производства электроизоляционных деталей, работающих в условиях повышенной влажности, токов высокой частоты и повышенного напряжения; В-4-70 (порошок) и ВЛ1 (волокнит) — для производства деталей электрической автоматики, работающих в условиях повышенной влажности, токов высоких напряжений, высокой частоты и деталей повышенного класса точности.

ФТОРОПЛАСТЫ

Фторопласты — гамма полимеров фторпроизводных этиленового ряда: фторопласт-4 и фторопласт-3 по их модификации.

Фторопласт-4 (политетрафторэтилен) — продукт полимеризации тетрафторэтилена, белый легко комкующийся порошок с насыпной плотностью 0,4—0,5 г/см³. Предназначен для переработки прессованием при 23—25°С в гранулы с плотностью 1,83 г/см³. Из гранул формируются (прессуются при давлении до 400—450 кг/см²) и спекаются (выпекаются) при 360—380°С изделия. При нагреве до температуры 415°С фторопласт-4 разлагается, но не приходит в вязкотекучее состояние.

Согласно ГОСТ 10007—72 установлены три сорта фторопласта-4: 1, 2, 3-й.

Фторопласт-4 обладает высокими диэлектрическими свойствами и исключительной химической стойкостью к минеральным и органическим кислотам, щелочам, органическим растворителям и другим агрессивным средам. Не стоек к расплавленному щелочным металлам и их растворам в аммиаке, элементарному фтору и трехфтористому хлору при повышенных температурах. При температуре выше 327°С набухает в жидких фторуглеродах, при 20°С — в фреонах. Смачивается, но абсолютно не набухает в воде. Недостаточно стоек к радиационному излучению. При достаточной прочности, при длительном нагружении подвержен ползучести. Обладает небольшим коэффициентом трения и поэтому используется в качестве антифрикционной основы для изготовления сложных металлофторопластовых подшипников (см. с. 223).

Прокладочную ленту из фторопласта-4 получают методом строжки их заготовки. Выпускается (ГОСТ 18999—73) толщиной 0,2; 0,4—2,8; 3,0 мм при ширине 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм. Прочность при растяжении — не менее 180 кгс/см² и относительном удлинении — не менее 180%. Предназначается для изготовления прокладочного и изоляционного материала, стойкого к сильным агрессивным средам и работающего при температурах —60 ÷ +250°С.

Пленка электроизоляционная из фторопласта-4 (ГОСТ 12508—73) изготавливается ориентированной марки Ф-4Э0 толщиной 0,01—0,1 мм и неориентированной марки Ф-4ЭН толщиной 0,02—0,15 мм, каждая марка — двух сортов (1-го и 2-го).

Пленка конденсаторная из фторопласта-4 (ГОСТ 19525—74*) — толщиной 0,005—0,04 мм при ширине 10—120 мм. Прочность при разрыве не менее 420 кгс/см², относительное удлинение 50%.

Фторопласт-4Д (фторилап-4Д) — модификация фторопласта-4, отличающаяся повышенной пластичностью, позволяющей производить его перера-

ботку прессованием и экструзией. Согласно ГОСТ 14906—77 выпускается 1, 2 и 3-го сортов, свойства которых мало отличаются от фторопласта-4. Из его порошков изготавливают водные суспензии для получения защитных покрытий, специальных лаков, пропиточных составов и свободных пленок. Плотность 2,2—2,23 г/см³, прочность при разрыве 200 кгс/см², относительное удлинение 80—250%.

Фторопласт-4М и его разновидности 4МБ, 4МБ-2, 4МД и 4МП являются модификацией фторопласта-4. Обладают значительно меньшей вязкостью и способны перерабатываться экструзией и литьем под давлением. Легко свариваются, более стойки к действию радиации и ультрафиолетовых лучей, более прозрачны и меньше подвержены ползучести. Сравнительные данные приведены в работе [10]. Семейство фторопласта-4М выпускается по ТУ в виде полуфабрикатов и готовых изделий.

Фторопласт-40 — модификация фторопласта-4, обладающая некоторыми преимуществами по механической прочности, радиационной стойкости, ползучести и способности перерабатываться всеми известными методами. Плотность 1,65—1,70 г/см³. Температура эксплуатации —100 ÷ +200°С. Выпускается по ТУ шести марок: П, Ш, ЛД, ШБ, Д, ДП, т. е. фторопласт-40П, фторопласт-40Ш и т. д.

Фторопласт-42 обладает высокой прочностью, атмосферной, химической и радиационной стойкостью. Растворим в ацетоне, сложных эфирах, диметилформамиде и т. д.; нерастворим в спиртах, ароматических и хлорированных углеводородах. Полуфабрикат фторопласта-42 — неомкующийся белый порошок с насыпной плотностью 0,3—0,4 г/см³. Выпускается по ТУ 6-05-1442—71 четырех марок: фторопласт-42В для изготовления пленок, волокон, изделий; фторопласт-42Л для получения лаков; фторопласт-42ЛД для изготовления изделий литьем под давлением; фторопласт-42 для изготовления изделий прессованием. В изделиях фторопласт-42 гибкий пластичный, от желтого до белого цвета, в тонких слоях — прозрачный.

Фторопласт-4НА — белый легкосыпучий порошок (ТУ 6-05-041-373—72). Перерабатывается прессованием в изделия и отливом в пленки. Обладает стойкостью к концентрированным кислотам, окислителям, щелочам. Растворим в органических растворителях.

Фторопласт-3 (политрифторхлорэтилен, фторлон-3) — продукт полимеризации трифторхлорэтилена. Легкосыпучий белый порошок с насыпной плотностью 0,5 г/см³. Предназначается для изготовления диффузионно- и агрессивностойких, тропикоустойчивых изделий методами прессования, литья под давлением и экструзии; получения коррозионно-стойких покрытий из суспензий и методом порошкового напыления; для получения масел и смазок путем пролиза. Выпускается (ГОСТ 13744—76) трех марок: А — для получения масел и смазок; Б — для получения того же, а также суспензий, изделий, получаемых экструзией, прессованием, литьем под давлением и для порошкового напыления; В — для получения изделий специального назначения методом прессования.

Температурный диапазон эксплуатации изделий —195°С ÷ +125°С; плотность 2,09—2,16 г/см³; теплостойкость: по Мартенсу 70°С, Вика —130°С. Удельная теплоемкость 0,22 кал/(г·°С). Относительное удлинение при разрыве 60—75%.

Фторопласт-3М. Модифицированный фторопласт-3 отличается более высокой эластичностью и технологичностью переработки. Выпускается трех марок: А — для использования в качестве оптического материала; Б — для прессования химически стойких изделий и изделий, используемых в качестве диэлектриков по ТУ 6-05-905—74; Э (ТУ 308—74) — для экструзии пленок и трубок.

Фторопласт-30 (фторлон) — легкосыпучий порошок с насыпной плотностью 0,3—0,6 г/см³. По ТУ П-236—70 выпускается двух марок: П — для образования антикоррозионных, антиадгезионных и антифрикционных покрытий методом порошкового напыления; А — для изготовления изделий экструзией, литьем под давлением, прессованием и другими методами. Фторопласт-30 обладает

высокой химической стойкостью и стойкостью к радиации, тепло- и морозостойкостью и хорошей технологичностью для переработки. Плотность 1,67—1,69 г/см³, прочность при разрыве 350 кгс/см² и относительное удлинение 200%.

Фторопласт-32Л предназначен для изготовления лаков, обладающих высокими влагозащитными свойствами. Выпускается трех марок: СП-ФЛ-1, ФП-525, ФП-526.

Фторопласт-2 — полимер винилиденфторида. Легкосыпучий порошок или гранулы белого цвета с насыпной плотностью 0,25—0,4 г/см³. Фторопласт-2 уступает фторопласту-4 по химической стойкости, теплостойкости, диэлектрическим, антифрикционным и антиадгезионным свойствам. Однако у него более высокие твердость, жесткость и прочность, чем у всех других фторопластов. Выпускается по ТУ П-216—69.

Фторопласт-2М — Модифицированный фторопласт-2, превосходящий его по стойкости к ударным нагрузкам, при несколько меньших механических свойствах. По ТУ 6-05-041-384—72 выпускается двух марок: А и Б.

Фторопласт-26 (фторлон-26) — рассыпчатый комкующийся порошок белого с желтоватым оттенком цвета. По ТУ 6-05-906—63 выпускается двух марок: Ф-26 — для изготовления пленок и изделий, Ф-26Л — для образования термостойких покрытий. Фторопласт обладает высокой химической и термической стойкостью, эластичностью и прочностью.

Фторопласт-1 — полимер винилхлорида. Легкосыпучий белый порошок с насыпной плотностью 0,2—0,4 г/см³. По свойствам близок к фторопласту-2. Обладает высокой декоративностью, сочетающейся с атмосферо- и химической стойкостью и антиадгезионностью. Широко применяется при отделке салонов самолетов, вагонов, автобусов.

ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ ПЛАСТИКИ

Целлюлозные пластики — термопластичные материалы на основе эфиров целлюлозы, известные еще в XIX в. Из них в машиностроении нашли широкое применение этролы, этилцеллюлоза, целлулоид, целлофан, коллоксилины и т. д.

Этилцеллюлоза — порошкообразный продукт бело-желтоватого цвета, без запаха и вкуса, с насыпной плотностью 0,1—0,3 г/см³; температура, °С: размягчения 140—170, плавления 160—210 и разложения 240. Хорошо растворяется в органических растворителях и горит. Выпускается (ТУ 6-05-1028—74) пяти марок: ЛК — для изготовления нитроцеллюлозных лаков и эмалей; К, Н и НИ — для изготовления моделей точного литья, литьевых и прессовочных изделий и лаков (указанные марки в зависимости от вязкости подразделяются на типы НИ-50, НИ-100, НИ-150, К-50 и т. д.); конденсаторная — для изготовления покровных лаков для конденсаторной бумаги и аналогичных целей. Плотность отформованных изделий 1,09—1,17 г/см³, прочность при разрыве 400 кгс/см² (при 20°С) и более 1000 кгс/см² (при —30°С).

Этролы — наполненные пластики на основе различных эфиров целлюлозы, перерабатываемые литьем под давлением, экструзией, прессованием, выдувным формованием и другими методами.

Ацетилцеллюлозные этролы (АЦЭ). Плотность 1,27—1,34 г/см³; прочность при разрыве 200—500 кгс/см²; относительное удлинение 10—30%; ударная вязкость, кгс·см/см²: 25—60 при 20°С и 5—2 при —40°С. В зависимости от вида пластификатора выпускаются нескольких марок: АЦЭ-43А (2ТД-43), АЦЭ-55А (2ДТ-55), АЦЭ-55АМ, АЦЭ-10А (А-Т), АЦЭ-52А (А-С) и АЦЭ-64А (А-М) (ТУ 6-05-1528—72) — для различных автомобильных деталей и других изделий, изготавливаемых литьем под давлением; АЦЭ-40Э (Э-Т), АЦЭ-50Э (Э-С), АЦЭ-61Э (Э-М) (по тем же ТУ) — листы, профили, пленки, изготавливаемые экструзией; АЦЭ-55АМСП (ТУ В-200—71) — автоштурвалы и другие изделия с повышенной морозостойкостью; АЦЭ-47ТВ (трудновоспламеняющийся), АЦЭ-50У;

АЦЭ-50-20У, АЦЭ-50-5У, АЦЭ-55У (ТУ 6-05-221-268—73) — детали текстильной промышленности.

Ацетобутиратцеллюлозные этролы (АБЦЭ) — аналогичные ацетилцеллюлозным, но с повышенными морозо-, тепло- и водостойкостью. Выпускаются марок: АБЦЭ-12, АБЦЭ-15 — автомобильные детали; АБЦЭ-20 — рулевые колеса автомобилей; АБЦЭ-15-ДСМ — то же, и другие детали с повышенной морозостойкостью; АБЦЭ-7,5-5 и АБЦЭ-10 — корпуса авторучек и т. д. (ТУ 6-05-1418—71), изготавливаемые литьем под давлением; АБЦЭ-15-5 (ТУ 6-05-221-227—72) — изделия с повышенной огнестойкостью; АБЦЭ-15-АТ (ТУ 6-05-221-225—73) — рулевые колеса легковых автомобилей с повышенной стойкостью.

Целлулоид — пластмасса на основе коллоксилина. Плотность 1,4 г/см³, прочность при растяжении 3,8—4,4 кгс/см², относительное удлинение 10—18%. Выпускается в виде листов прозрачных и окрашенных. Поставляется по ГОСТ 21228—75.

Целлофан — целлюлозная пленка, полученная вискозным способом. Пленка нетоксична, но горюча.

Выпускается (ГОСТ 7730—74*) нескольких видов, различающихся по массе одного квадратного метра (г): 25—65 и 75—85 — с государственным Знаком качества; 25—65 1-го и 2-го сорта; 75—85.

ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

К эпоксидным полимерам относят пластмассы, покрытия, связующие, клеи и другие композиции, получаемые на основе эпоксидных смол. Отверждение эпоксидных композиций осуществляется путем введения в их состав специальных веществ — отвердителей. Отвердевшие композиции термореактивны, хрупки, водостойки, устойчивы к кислотам и щелочам и обладают хорошими диэлектрическими и адгезионными свойствами.

Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные (ГОСТ 10587—76*) выпускаются марок (в названиях марок числа означают нижний предел содержания эпоксидных групп): ЭД-22 высшего и 1-го сортов (низковязкая прозрачная); ЭД-20 высшего и 1-го сортов (вязкая прозрачная); ЭД-16 высшего и 1-го сортов (высоковязкая прозрачная); ЭД-14 (высоковязкая прозрачная); ЭД-10; ЭД-8 (твердые прозрачные).

Смола эпоксидная Э-40 неотвержденная выпускается в виде раствора в толуоле с концентрацией не менее 94%. Вязкая прозрачная жидкость.

СИНТЕТИЧЕСКИЕ КЛЕИ

Синтетические клеи — растворы высокомолекулярных органических веществ в летучем растворителе, обладающие хорошей адгезией к склеиваемым материалам в жидкой фазе и высокой когезией к ним после затвердевания — полимеризации. Требование к клеям — минимизация усадки в процессе затвердевания во избежание возникновения дополнительных напряжений в клеевом соединении.

По виду применяемых полимеров клеи подразделяются на термореактивные и термопластичные; холодного и горячего отверждения; обычного температурного диапазона и термостойкие до 600°С (высокотемпературные неорганические и металлические клеи здесь не рассматриваются).

В табл. 14 приведены классификационные данные о типах синтетических клеев, их областях рационального применения, режимах склеивания и свойствах клеевых соединений.

Методы определения прочности клеевых соединений металлов установлены: ГОСТ 14760—69 — при отрыве, ГОСТ 14759—69 — при сдвиге.

В настоящее время промышленность выпускает весьма большую номенклатуру марок приведенных в табл. 14 клеев [6, 9, 10, 12]. Далее рассмотрены наиболее распространенные клеи.

14. Типы, области применения, режимы склеивания и свойства клеевых соединений синтетических клеев

Клей	Склеиваемые материалы	Режимы склеивания			Свойства клеиваемых соединений				
		Температура, °С	Время, ч	Давление, кгс/см ²	Прочность при сдвиге, кгс/см ²	Термостойкость, °С	Водоустойчивость	Среды, в которых клеиваемые соединения длительно устойчивы	
Фенолоформальдегидный	Древесина, корявые материалы	20	4-6	2-4	100-150	75-100	Хорошая	Бензин, масла, спирты, ароматические углеводороды	
		150-200	1		150-250	200-300	Отличная	Масла, жидкое топливо, алифатические углеводороды	
	Фенольно-каучуковый	140-200	1,0-0,5	8-20	150-300	200-250	Хорошая	Масла, бензин, керосин, смолотолуиновые смеси	
	Эпоксидный			0,3-3,0	100-130	60-250	Удовлетворительная	Масла, бензин, спирты	
			24	Контактный	75-125	60-125	Хорошая	Масла, топливо, бензин	
	Полиэфирный			0,5-5,0	100-200		»	Масла, алифатические углеводороды, спирты	
			4-6	1,0-5,0	100-130	75-125	Плохая	Масла, органические растворители	
	Мочевинноформальдегидный	Древесина	150-250	1-3	3-8	100-175	350-1200	Хорошая	Масла, бензин, углеводороды
Кремнийорганический	Металлы, пластмассы, асбест и т. д.	200	0,5-1,0	3,0-5,0	150-250	50-60	Хорошая	Масла, спирты, кетоны	
		20		Контактный		40-50	»	Спирты, кетоны	
Полиэтиленовый	Алюминиевые, стальные, титановые и т. д.	20							
		20							
Полиизобутиленовый	Бумага, резина, и т. д.	20	24	1,5	100-150	50-60	Плохая	Жидкое топливо, масла	
		20		0,1-3,0	150-250	60-100	Хорошая	Масла, алифатические углеводороды	
Карбонольный	Металлы, керамика, пластмассы	20		1,0-5,0	150-300	350-560	Плохая	Минеральные масла, растительные масла	
		20		0,7-14			Отличная	Воды солей	
Полиакриловый	Металлы, неметаллические материалы	20		1,4-2,8	300-375	300-375	»	Жидкое топливо, масла, растворители	
		150		0,1-3,0			Хорошая	Масла, алифатические углеводороды	
Полибензамидный	Металлы, стеклоткань	180-260		0,1-3,0		50-60	Удовлетворительная		
		20		Контактный					
Перхлорвиниловый	Пластмассы, ткани, кожа, титан	20							
Поливинилацетатный	Бумага, кожа, титан	20							

Фенолономиналацетальные клеи — спиртовые растворы поливинилацетальной с резольными фенолоформальдегидными смолами. Прозрачная или слегка мутная жидкость от светло-желтого до красноватого цвета. В соответствии с назначением выпускаются (ГОСТ 12172-74) клеи семи марок, свойства которых приведены в табл. 15:

БФ-2 и БФ-4 — для склеивания цветных металлов, коррозионноустойчивой стали, неметаллов и металлов с неметаллами;

БФ-2Н и БФ-4Н — для склеивания черных металлов;

БФР-2 — для склеивания пакетов магнитопроводов;

БФР-4 — для производства фольгированных диэлектриков;

БФ-6 — для склеивания тканей и обработки микротравм в медицине.

Клей ВС-10Т теплоустойчивый — раствор поливинилформальдегидной смолы и фенолоформальдегидной смолы новолочного типа в этиловом спирте или этилацетате с добавкой эфира ортокремниевой кислоты, уротропина и хинолина. Однородная прозрачная жидкость от светлого до темно-коричневого цвета. Предназначен для склеивания деталей из стали, дюралюминия, теплоустойчивых пенопластов, стеклотекстолита и сотоматериалов, изготовленных на основе стеклоткани, которая пропитана фенолоформальдегидной смолой, между собой и в сочетаниях друг с другом в конструкциях, работающих без сниже-

15. Фенолополивинилацетальные клеи, марки и свойства

Характеристика*	БФ-2		БФ-4		БФ-2Н		БФ-4Н		БФР-2	БФР-4	БФР-6
	Высший	1-й сорт	Высший	1-й сорт	Высший	1-й сорт	Высший	1-й сорт			
Вязкость по ВЗ-1 при 20°С	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	< 90	40-80	> 60
Содержание сухого остатка, %	14-17	14-17	10-13	10-13	14-17	14-17	10-13	10-13	14-18	10-14	15-19
Предел прочности при сдвиге, кгс/см ² , не менее:											
при 20°С	200	170	200	160	200	170	200	160	170	170	—
при 80°С	90	65	Не определяется		90	65	—	—	—	—	—
Изгиб клеевой пленки после отверждения, мм, не более	3	3	1	1	3	3	1	1	3	1	Не определяется
Термостойкость клеевой пленки, °С	-60 ÷ +80		-60 ÷ +60		-60 ÷ +80		-60 ÷ +60		До +200	До +150	—

* Внешний вид клеев всех марок — прозрачная или слегка мутная жидкость от светло-желтого до красноватого цвета.

ния прочности клевого шва при 200°С в течение 200 ч и при 300°С в течение 5 ч с учетом термостойкости склеиваемых материалов. Предел прочности при сдвиге по клеивому соединению стали 30ХГСА при 20°С — 175 кгс/см², при 200°С — 65 кгс/см² и при 300°С — 40 кгс/см².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альшиц И. Я., Благос Б. Н. Проектирование деталей из пластмасс. Справочник. Изд. 2-е. М., Машиностроение, 1977.
2. Гутарова Т. А. Технический анализ и контроль производства пластмасс. М., Высшая школа, 1973.
3. Дерабян Б. В., Кротова Н. А., Смилга В. П. Адгезия твердых тел, М., Наука, 1973.

4. Огибалов П. М., Ломачин В. А., Кишкин Б. П. Механика полимеров. М., МГУ, 1975.
4. Миненков Б. С., Стасенко И. В. Прочность деталей из пластмасс. М., Машиностроение, 1977.
6. Петрова А. П. Термостойкие клеи. М., Химия, 1977.
7. Реактопласты конструкционного назначения. Сборник / Под ред. Е. В. Тростянской. М., Химия, 1974.
8. Санжаровский А. Т. Методы определения механических и адгезионных свойств полимерных покрытий. М., Наука, 1974.
9. Сборник технических условий на клеящие материалы. Сост. М. И. Смирнов / Под ред. Д. А. Кардашова. Л., Химия, 1975.
10. Справочник по пластическим массам / Под ред. В. М. Катаева, В. А. Попова, В. И. Сажина. В 2-х т. М., Химия, 1975.
11. Термопласты конструкционного назначения. Сборник / Под ред. Е. В. Тростянской. М., Химия, 1975.
12. Энциклопедия полимеров / Под ред. В. А. Каргина и В. А. Кабанова. В 3-х т., Советская энциклопедия, Т. I, 1972, Т. II, 1974, Т. III, 1977.

IX РЕЗИНА И РЕЗИНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Резина обладает совокупностью ценных свойств — высокой упругостью и способностью поглощать вибрации; она хорошо сопротивляется истиранию и многократному растяжению и изгибу. Резина газо- и гидронепроницаема, стойка против воздействия масел, жидкого топлива и ряда других сред и является диэлектриком. Созданы электропроводная, магнитная, прозрачная и другие резины с новыми свойствами. Резина в готовом изделии находится в термостабильном состоянии; она нерастворима (но обладает свойством набухать) и не пластична. Исходная же (невулканизированная) резиновая смесь обладает хорошей пластичностью, обеспечивающей возможность формообразования различных изделий.

СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ РЕЗИНЫ

Общие требования к определению значений свойств резины и способы подготовки образцов установлены ГОСТ 269—66. Ниже приведено в алфавитном порядке описание свойств резины и методов определения и измерения их значений.

Вязкость каучуков и резиновых смесей. Вязкость определяют в условных единицах Муни на ротационном дисковом вискозиметре (ГОСТ 10722—76). Одновременно в тех же единицах определяют перепад вязкости за время проведения испытания и способность резиновых смесей к преждевременной вулканизации и эластическому восстановлению материала.

Динамический модуль резины — характеристика упругогистерезисных свойств резины, определяемая отношением энергии нагружения к произведению деформируемого объема и функции динамической деформации. Динамический модуль определяют с учетом вида нагружения: при ударном растяжении, знакопеременном изгибе (ГОСТ 40828—75), качении.

Жесткость и релаксация напряжений каучуков и резиновых смесей. Метод испытания (ГОСТ 19276—73) заключается в сжатии образца диаметром 16 мм и высотой 10 мм со скоростью 250 мм/мин до высоты 2 мм при температуре 80°С, измерении усилия сжатия (самопишущим прибором) за время выдержки (80 с). Определяется: жесткость испытываемого материала P_{max} в кгс в момент достижения заданной величины сжатия; усилие в релаксирующем образце по истечении времени t испытания P_t , кгс; коэффициент относительной релаксации отношением P_t/P_{max} .

Кольцевой модуль (КМ) резиновых смесей служит критерием оценки степени вулканизации резиновых смесей. Метод (ГОСТ 412—76) заключается в растяжении кольцевого образца, вулканизированного по режиму, установленному для контролируемой резиновой смеси, под действием заданной нагрузки, и измерении его деформации после заданного промежутка времени.

Многократное сжатие (ГОСТ 266—67). Образцы подвергают сжатию с определенной частотой и амплитудой деформации, при этом производят замеры температуры и остаточной деформации и ведут счет количеству циклов. Испытание проводят либо до разрушения образцов, либо до заданных пределов.

Многократный изгиб. Испытание заключается в многократном изгибе образца до появления на поверхности образца трещин или расслоений. Сопротивление резины образованию и разрастанию трещин при многократном изгибе определяют методами А и Б по ГОСТ 9983—74.

Модуль внутреннего трения резины K , кгс/см² — характеристика, определяющая гистерезисные свойства резины при многократных и знакопеременных динамических нагружениях (например, шин, ремней, рукавов, амортизаторов и других изделий), приводящие к нагреву изделий. Испытания проводят с учетом характера нагружения: при ударном растяжении, знакопеременном изгибе с вращением по ГОСТ 40828—75, качении.

Модуль эластичности при растяжении E_{σ} , кгс/см². Определение (ГОСТ 210—75) заключается в растяжении образцов сечением $b_0 \times h_0$ с заданной силой P и измерении их удлинения l по сравнению с первоначальной длиной l_0 . Модуль эластичности $E_{\sigma} = \frac{Pl_0}{b_0 h_0 (l - l_0)}$, где индекс σ указывает, при каком начальном напряжении проведены испытания.

Морозостойкость резины — способность резины сохранять эластичность и другие свойства при низких температурах. Морозостойкость определяют:

а) при статическом и динамическом сжатии (ГОСТ 12967—67) путем измерения деформаций образца при нормальной (комнатной) и минусовой температуре при одних и тех же величинах и условиях нагружения и вычисления коэффициента морозостойкости — отношения второй деформации к первой (K_1 — при статическом сжатии и K'_1 — при динамическом);

б) по эластическому восстановлению образца, сжатого при комнатной и выдержанного при пониженной температуре после снятия нагрузки. Коэффициент морозостойкости K_B вычисляют (ГОСТ 13808—68) по формуле $K_B = \frac{h_2 - h_1}{h_0 - h_1}$, где h_0 — высота образца до сжатия, мм; h_1 — высота сжатого образца, мм, и h_2 — высота восстановленного образца, мм;

в) путем растяжения образца (ГОСТ 408—78) до заданного удлинения l при 23° С и определения величины удлинения l_2 того же «отдохнувшего» образца при низкой температуре под действием того же груза. Коэффициент морозостойкости при растяжении K определяется отношением $\frac{E_c}{E_1}$, где E_c —

модуль упругости образца при 23° С; E_1 — модуль упругости образца при низкой температуре. Модуль упругости для всех температур определяется по формуле, приведенной в ГОСТ 408—78.

Набухание резины характеризуется увеличением массы или объема испытуемого образца при нахождении его определенное время в испытательной жидкости, отнесенных к исходным массе или объему, и выражается в %.

Озонное старение — см. Старение резины.

Остаточное удлинение резины в % определяют путем растяжения испытуемых образцов, выдержки их в растянутом состоянии в течение определенного времени и измерения остаточного удлинения после освобождения образца от нагрузки и «отдыха».

Относительный гистерезис при растяжении G_n , %, характеризуется отношением рассеянной энергии к энергии деформации образца растяжением до заданного удлинения или до заданного напряжения по методу, установленному ГОСТ 252—75.

Пластоэластические свойства каучуков и резиновых смесей характеризуются показателями жесткости (ЖД) и эластического восстановления по Дефо (ЭД). ЖД характеризуется усилием сжатия (в гс) образца диаметром 10 мм и высотой 10 мм до высоты 4 мм в течение 30 с. ЭД определяется как разность высоты сжатого образца и его высоты, определенной через 30 с после снятия нагрузки. Испытания установлены ГОСТ 10201—75.

Плотность кажущаяся губчатых резин, т. е. плотность с учетом пор, г/см³. Определяют по ГОСТ 409—77.

Плотность резины ρ , г/см³ или кг/м³, определяется по ГОСТ 267—73 методами: гидростатическим, пикнометрическим и экспрессным с точностью до 0,01.

Полезная упругость при растяжении $ПУ_n$, %, характеризуется отношением возвращенной энергии к энергии деформации образца растяжением до заданного удлинения или до заданного напряжения по методу, установленному ГОСТ 252—75.

Прочность резины — см. Упругопрочностные свойства резины при растяжении.

Прочность латексных пленок при разрыве определяется по ГОСТ 12580—67.

Прочность губчатых резин при разрыве определяется по ГОСТ 11721—78.

Прочность связи при расслоении. Прочность связи между слоями резины, резины с резиной, прорезиненных тканей между собой и резины с другими материалами характеризуется силой расслоения в кгс на 1 см ширины испытуемого образца. Определяют на разрывной машине по ГОСТ 6768—75.

Прочность связи резины с металлом определяют:

1) методом отрыва круглых металлических образцов от резины; образцы склеены при посредстве:

а) двух клеев; б) одного клея и в) бесклеевое соединение; прочность выражается в кгс/см² (ГОСТ 209—75);

2) методом отслаивания резиновой полоски от металлической поверхности в кгс на 1 см ширины образца (ГОСТ 411—69);

3) методом деформации при сдвиге.

Прочность связи резины с кордом определяется (ГОСТ 17443—72) числом циклов многократных деформаций растяжение-сжатие до выдергивания нити корда из образца и усилием выдергивания в кгс, отнесенным к диаметру нити в мм. Согласно ГОСТ 14863—69 (Н-метод) выдергивание нити корда из образца производится без предварительного его деформирования. Показателем прочности связи служит усилие выдергивания и сдвиговое напряжение в кгс/см², т. е. усилие выдергивания, отнесенное к площади контакта нити корда с образцом (πdl).

Прочность связи эластичного герметика с металлом определяют (ГОСТ 24981—76) на специальных образцах, состоящих из металлической полосы и нанесенного на нее герметика, армированного металлической сеткой и подвергнутого в сборе вулканизации. Измеряют силу отслаивания (приложенную к свободному концу сетки) в кгс, отнесенную к 1 см ширины образца.

Предел прочности эбонита при статическом изгибе σ_n , Н/м², или кгс/см², определяют (ГОСТ 255—75) на образцах 120×15×10 мм по формуле $\sigma_n = \frac{3}{2} \frac{Pl}{ba^2}$, где P — максимальная сила, вызывающая разрушение образца; l — расстояние между опорами; b — ширина и a — толщина образца.

Раздир резин — одна из характеристик прочности резин, измеряемая разрывной нагрузкой в кгс, отнесенной к 1 см действительной толщины надрезанного образца, раздираемого с постоянной скоростью (ГОСТ 262—73) и удельной энергией раздира в кгс/см. Метод определения сопротивления раздиру на образцах-полосках установлен ГОСТ 23016—78. Метод определения сопротивления раздиру латексных пленок установлен ГОСТ 24353—75.

Размягчение эбонита. Температуру размягчения эбонита при изгибе определяют по ГОСТ 12024—75 в соответствии с напряжением при испытании на образцах 110×10×4 мм.

Релаксация напряжения резины при сжатии, т. е. сила реакции сжатого образца, определяется (ГОСТ 9982—76) методами:

А — измерением силы сжатия при повышенной температуре сжатых до заданной деформации образцов до и после выдержки их заданное время при той же температуре и расчете напряжения. Определяется: степень релаксации напряжения R_{σ}^A , %; напряжение сжатия σ^A , кгс/см²; статический модуль при сжатии $E_{ск}^A$, кгс/см²;

В — измерением силы сжатия при температуре 20, 23 или 27° С сжатых до заданной деформации образцов до и после выдержки их 30 мин (если не уста-

повлено другое время) при повышенной температуре и расчете напряжения. Определяется: степень релаксации напряжения R_{σ}^A , %; напряжение сжатия σ^B , кгс/см²; статический модуль сжатия $E_{\text{сж}}^A$, кгс/см².

Релаксация напряжения каучуков и резиновых смесей — см. Жесткость и релаксация каучуков и резиновых смесей.

Светостойкость — см. Старение резины.

Сдвиг губчатой резины, т. е. сопротивление сдвигу слоя губчатой резины при заданной деформации или деформации под воздействием заданного усилия. Испытание (ГОСТ 20013—74) проводят по методу и на приборе типа «шгла».

Сжатие губчатой резины. Метод испытания (ГОСТ 20014—74) заключается в определении усилия, требуемого для сжатия образца на заданную величину деформации в кгс/см², где см² — первоначальная площадь основания образца.

Сжатие резины. Испытание (ГОСТ 265—66) заключается в кратковременном статическом сжатии образца (диаметром 38 мм и высотой 38 мм) между параллельными плоскостями и измерении величин относительной и остаточной деформации в % при определенной удельной нагрузке.

Сопротивление резины истиранию при качении с проскальзыванием выражается: истираемостью α , см³/кВт·ч, т. е. потерей объема резины в см³, отнесенной к работе трения в кВт·ч; сопротивлением истиранию β , кгс·м/см³, выражаемым работой трения в кгс·м, отнесенной к потере объема резины в см³; интенсивностью истиранию j , см³/мин, т. е. потерей объема резины за 1 мин. Испытание (ГОСТ 12251—77) заключается в качении кольцевого образца (диаметром 50 мм), приводящего во вращение заторможенный барабан с одновременным перемещением образца вдоль образующей барабана.

Сопротивление резины истиранию при скольжении выражается: истираемостью α , см³/кВт·ч; сопротивлением истиранию в кгс·м/см³ — отношением затраченной работы трения в кгс·м к потере объема резины в см³. Испытание (ГОСТ 426—77) заключается в истирании двух стандартных образцов, прижатых к истирающей поверхности (шлифовальная шкурка) вращающегося с постоянной скоростью диска при постоянных значениях прижимного усилия или силы трения.

Сопротивление эбонита срезу σ_s , кгс/см², определяется (ГОСТ 211—75) на образцах 120×15×10 или 100×15×10 мм и выражается отношением силы к площади сечения образца.

Старение резины — снижение ее свойств (прочности, эластичности, электрического сопротивления и др.) под воздействием эксплуатационных факторов (тепла, холода, света, воздуха, кислорода, механического нагружения и др.). Испытание на старение обычно сводится к определению соответствующих свойств испытуемой резины (A_1) до воздействия каким-либо фактором (факторами) и после испытания (A_2) и установлению коэффициента старения: $K = \frac{A_2}{A_1}$.

Ниже приведены стандартизованные методы оценки резины.

Климатическое (атмосферное) старение резины. Метод испытания (ГОСТ 9.066—76) заключается в том, что образцы резин подвергают старению на климатических станциях в режимах, близких к эксплуатационным, и определяют способность резин сопротивляться воздействию солнечной радиации, температуры, влажности, воздуха и других факторов по изменению предела прочности, удлинения, сопротивлению раздиру; время до появления первых трещин τ_n ; степень разрастания трещин и другие характерные показатели старения.

Старение озонное. Ускоренное испытание (ГОСТ 9.026—74) заключается в том, что испытуемые образцы подвергают воздействию статической или динамической деформации растяжения в среде озонированного воздуха с определенной концентрацией озона и температурой.

Стойкость резины к озонному старению определяется по появлению трещин или временем до разрыва образца, или коэффициентом K_0 по снижению предела прочности, или максимальной концентрацией озона, при которой не наблюдается растрескивания испытуемой резины в течение заданного времени.

Светостойкость — стойкость резины к старению в климатических условиях

при преимущественном действии солнечной радиации. Коэффициент старения по светостойкости K_t определяется ускоренными испытаниями на гелестановке (ГОСТ 9.002—72).

Старение по ползучести. Метод определения (ГОСТ 10269—75) заключается в приложении к образцу растягивающей силы при повышенных температурах (75, 100, 125 или 150°С), создающих в образце напряжения 20, 30, 40, 50, 80 или 100 гс/мм². По истечении времени испытания (обычно 12 или 24 ч) образцы выдерживают 24 ч при 23°С, измеряют их остаточное удлинение и затем вычисляют коэффициент K_n старения по ползучести, относительную остаточную деформацию $\epsilon_{\text{ост}}$ (в %) и относительную деформацию ползучести ϵ (в %) по формулам, приведенным в ГОСТ 10269—75.

Старение при сжатии оценивают (ГОСТ 9.029—74) величиной относительной остаточной деформации $\epsilon_{\text{ост}}$ (в %), полученной образцами в результате выдержки при заданной величине статической деформации сжатия при определенных температуре и времени испытания.

Старение термическое. Испытание (ГОСТ 9.024—74) проводится при воздействии воздуха (коэффициент K_0) или кислорода (K_0), нагретых до температур, установленных для различных типов резин, и длительности выдержки 24, 72, 168, 240 ч или числа часов, кратном 168 ч.

Старение под действием света и озона при статической деформации определяется по ГОСТ 11034—64.

Тепловое старение губчатых резин определяется по ГОСТ 12534—67 по изменению их твердости.

Температура стеклования каучука при статической нагрузке. По ГОСТ 12254—66 устанавливается метод определения температуры стеклования каучуков, выше которой застеклованный образец, находящийся под действием статической нагрузки, при нагревании приобретает способность к эластической деформации.

Стойкость напряженной растяжением резины в агрессивных средах измеряется временем от момента нагружения погруженных в агрессивные среды образцов до их разрыва и скоростью ползучести (ГОСТ 11596—65).

Стойкость резины к агрессивным средам. ГОСТ 9.062—75 устанавливает метод испытания на стойкость к воздействию жидких агрессивных сред при многократных деформациях растяжения по показателям:

а) динамическая ползучесть, %:

$$E_d = \frac{L'_d - L_d}{L_d} 100,$$

где L'_d — его длина (в мм) к моменту разрыва или через 10 ч испытания; L_d — длина образца (в мм) в начальный момент приложения максимальной нагрузки (2, 3, 4 или 5 кгс);

б) изменение массы, %:

$$A_m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} 100,$$

где m_0 — масса образца после испытания и m_1 — до испытания;

в) время τ_r до разрыва образца, ч.

Твердость резины определяют: в Международных единицах твердости IRHD по ГОСТ 20403—75 путем измерения разности между глубиной погружения в испытуемый образец резины не тоньше 4 мм шарика диаметром 2,5 мм под действием контактной силы 30 гс и глубиной погружения под действием общей силы 580 гс на специальном твердоме. Разность погружения, равная 0,01 мм, соответствует твердости в 100 единиц IRHD, 1,8 мм — 30 IRHD. Образцы толщиной не менее 2,0 мм испытывают на микротвердоме шариком 0,395 мм с контактной силой 0,85 гс и общей 15,7 гс;

в условных единицах ТИР (ТМ-2) или по Шору (ГОСТ 263—75) путем измерения сопротивления резины погруженному индентору на специальном приборе со шкалой от 0 до 100 единиц, где 100 единиц соответствуют ну-

левому проникновению индентора. Рабочей частью шкалы считается диапазон от 20 до 90 единиц.

Твердость губчатой резины кгс/см² определяют сжатием стандартного образца на 60% от первоначальной высоты с фиксированием потребной для этого нагрузки в кгс.

Твердость эбонита H_{50mb} , кгс/см², определяют (ГОСТ 254—53) вдавливанием стального шарика диаметром 0,5 см с силой 50 кгс по формуле

$$H_{50mb} = \frac{50}{\pi \cdot 0,5h}, \text{ где } h \text{ — глубина погружения шарика, см.}$$

Теплостойкость резины определяют по снижению предела прочности и относительного удлинения после действия на образец насыщенного пара и не менее чем двухчасового отдыха. Коэффициент теплостойкости — отношение произведений этих двух показателей до и после испытания.

Термическое старение — см. Старение резины.

Тропическая стойкость резины определяется (ГОСТ 15152—69) на стадии выбора рецептур резиновых смесей для изготовления резиновых изделий с дифференциацией их на группы I—VII в зависимости от режима эксплуатации в районах с тропическим климатом. Удельная энергия раздира резины (ГОСТ 12014—66) в кгс определяется величиной $H=2P:h$, где P — средняя нагрузка, кгс и h — толщина ненадрезанной части образца, см.

Упругопрочностные свойства резины при растяжении характеризуются: а) условным пределом прочности (в кгс/см²) — отношением силы (в кгс), вызывающей разрыв образца, к его первоначальному сечению (в см²); б) относительным удлинением (в %) — отношением длины образца в момент разрыва к его первоначальной длине; в) условным напряжением при заданном удлинении образца (в кгс/см²), а также величинами истинного напряжения при заданном удлинении и истинной прочностью. Работу разрушения при растяжении определяют по ГОСТ 23620—78. Методы испытания на лопаточных и кольцевых образцах установлены ГОСТ 270—75.

Условно-равновесный модуль E резины, кгс/см², характеризует деформацию, установившуюся после выдержки растянутых образцов при +70°С в течение 1 ч (ГОСТ 11053—75).

Усталостная выносливость резины при знакопеременном изгибе с вращением определяется (ГОСТ 10952—75) числом циклов до разрушения образца с учетом амплитуды деформации и температуры в испытательной камере.

Усталостная выносливость резины при многократном растяжении определяется числом циклов до разрушения образца. Метод определения установлен ГОСТ 261—74.

Хрупкости температура T_{xp} резины определяется (ГОСТ 7912—74) на консолидно-закрепленном образце толщиной 2 мм посредством изгиба ударом в газовой или жидкой среде с пониженной температурой. T_{xp} в °С вычисляют как среднее арифметическое трех наивысших температур, при которых образец разрушается, т. е. образуются видимые трещины.

Хрупкость эбонита σ_z , Дж/м², определяют (ГОСТ 258—75) по разрушению образца 100×15×10 или 120×15×10 мм на маятниковом копре: $\sigma_z = \frac{A}{bsl}$, где A — работа разрушения образца, Дж; b и s — ширина и толщина образца, м; l — расстояние между опорами, м.

Остаточное сжатие губчатых резин σ , %, определяют отношением $\sigma = \frac{h_0 - h_2}{h_0} 100$, где h_0 — первоначальная высота образца; h_1 — высота того же образца, сжатого до указанной в нормативной документации величины и выдержанного 22 ч при 70°С в этом состоянии; h_2 — высота образца после снятия нагрузки и отдыха в течение 30 мин. Испытания производят по ГОСТ 11722—78.

Эластичности модуль — см. Модуль эластичности при растяжении.

Эластичность — свойство резины упруго деформироваться без разрушения под действием силы и восстанавливаться после прекращения действия силы.

Определяют на специальном (типа Шора) приборе посредством удара бойком маятника, падающего (качающегося) с установленной высоты, по испытываемому образцу. Эластичность — отношение возвращенной энергии к энергии, затраченной на деформацию образца при ударе, %.

КАУЧУКИ, ЛАТЕКСЫ И РАЗНОВИДНОСТИ РЕЗИН

Каучук является основным компонентом резины, определяющим ее характерные свойства. Каучук является непредельным высокомолекулярным соединением (молекулярная масса — сотни тысяч единиц) с двойной химической связью между углеродными атомами в элементарных звеньях макромолекулы. Структура макромолекулы линейная или слабоветвистая и состоит из отдельных звеньев, имеющих тенденцию свертываться в клубок — занимать минимальный объем. Поэтому молекулы каучука извилистые (зигзагообразные), определяющие исключительно высокую эластичность каучука. По свойствам каучуки напоминают термопластичные полимеры. Наличие в молекулах каучука непредельных связей позволяет при определенных условиях переводить его в термостабильное состояние. Для этого в местах двойной связи присоединяется двухвалентная сера (или другое вещество), которая образует в поперечном направлении как бы «мостики» между нитевидными молекулами каучука, в результате чего образуется пространственно-сетчатая структура, присутствующая в резине (вулканизате). Процесс химического взаимодействия каучука с серой называют вулканизацией.

Вулканизацию некоторых каучуков осуществляют введением селена, теллура, тиурама, диаминов и других веществ, придающих новые свойства резинам.

Каучуки по методу получения подразделяют на натуральные и синтетические.

Натуральный каучук (НК) — продукт переработки млечного сока (латекса) каучконосных растений, является полимером изопрена (полиизопрена). Он растворяется в жирных и ароматических растворителях, образуя вязкие растворы, применяемые в качестве клеев. В воде, спирте, ацетоне, жирных кислотах и других жидкостях каучук практически не набухает и не растворяется. Резины на основе НК отличаются высокой эластичностью, прочностью, жидко- и газонепроницаемостью, высокими диэлектрическими свойствами и износостойкостью.

Синтетические каучуки (СК) и латексы¹ — продукты полимеризации, сополимеризации и поликонденсации мономеров (бутадиен, стирол, α -метилстирол, изопрен, изобутилен и др.), называемые каучукогенами. Современные СК обладают свойствами не ниже, чем у НК, а по некоторым показателям (термостойкость, износостойкость, сопротивляемость агрессивным средам и т. д.) превосходят их. Сравнительная оценка свойств резин на основе различных видов каучука приведена в табл. 1.

При изготовлении резиновых изделий из СК наряду с серой в качестве вулканизаторов применяют вещества и легирующие добавки, позволяющие синтезировать резины с избирательно-повышенными свойствами. Также вводят специальные компоненты.

К стандартным видам синтетических каучуков относятся: бутадиен-нитрильный (ГОСТ 7738—65); бутадиен-стирольный и бутадиен-метилстирольный (ГОСТ 15627—70, ГОСТ 15628—70, ГОСТ 11138—72); термостойкий (ГОСТ 13835—73 и ГОСТ 14680—69); фторкаучуки и другие, а также полисульфидный каучук, или тиokol (ГОСТ 12812—72), который обладает чрезвычайно высокой стойкостью к растворителям (например, после 30-дневного выдерживания в бензине набухания выражается 1%). На основе тиokolов изготавливают герметич-

¹ Синтетическими латексами называют дисперсии синтетических каучуков в воде, образующиеся в процессе эмульсионной полимеризации и сополимеризации мономеров. Латексы содержат от 20 до 70% каучуков. Их широко применяют непосредственно для изготовления губчатых резин, резиновых пленок и оболочек и других подобных резиновых изделий, минуя отдельную стадию переработки их в каучук.

вирующие замазки и защитные покрытия, а также изделия для работы в агрессивных средах. На основе синтетических каучуков изготавливают латексы — СКС-50И (ГОСТ 14218—69), СКЛ-1 (ГОСТ 11604—73), СКС-30-ШР (ГОСТ 41808—76), СКС-30-ШХП (ГОСТ 10265—78), СКС-50ГПС (ГОСТ 14053—78), СКС-65-ГП (ГОСТ 10564—75) и др.

1. Свойства резин на основе различных каучуков [15]

Показатели	Каучук											
	Натуральный	Бутилен-стирольный	Изопреновый	Бутилен-винил-стирольный	Бутилкаучук	Этилен-пропиленовый	Хлоропреновый	Бутилен-нитрильный	Уретановый	Полисульфидный	Фторсодержащий	Кремний-органический
Прочность при растяжении резин: наполненных неаполненных	X	X	X	У	У	У	X	У	О	П	У	П
Сопротивление раздиру	О	П	X	У	X	У	X	П	О	П	У	П
Износостойкость	X	X	X	О	У	X	X	У	О	П	У	У
Эластичность	О	У	О	О	П	X	У	У	У	П	П	П
Температура эксплуатации от минус до плюс	60	40	60	80	30	35	35	40	15	45	45	150
Атмосферостойкость	У	У	У	У	О	О	О	У	У	Х	Х	О
Стойкость к окислению	У	У	У	У	О	О	Х	У	Х	Х	О	Х
Маслостойкость	П	П	П	П	П	У	Х	О	О	О	Х	У
Стойкость к действию растворителей: алифатических	П	П	П	П	П	П	Х	Х	Х	О	Х	Х
ароматических	П	П	П	П	П	П	У	У	П	О	—	Х
хлорированных	П	П	П	П	П	П	П	П	П	О	—	П

Примечание. О — отличные; Х — хорошие; У — удовлетворительные; П — плохие.

РЕЗИНОВЫЕ СМЕСИ

Резиновые смеси, или сырые резины представляют собой пластичные полуфабрикаты — композиции, состоящие из каучуков, вулканизирующих веществ, наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов и других ингредиентов, обеспечивающих в определенном составе и соотношении заданные свойства резиновых изделий, которые будут получены в результате формования и вулканизации резиновой смеси. Резиновые смеси поставляют в виде пластин толщиной от 0,5 до 30 мм, пригодных для переработки в изделия путем формования, армирования и вулканизации. В зависимости от назначения резиновые смеси выпускают марок, приведенных в работах [8, 11, 12]. Ниже приведены некоторые сведения о новых резиновых смесях.

Резиновые смеси на основе силиконовых каучуков (ТУ 38-103104—72) предназначены для термоморозостойких резиновых изделий, для работы в интервале температур от -50 до $+250^\circ\text{C}$, в любых климатических условиях. Выпускают резиновые смеси следующих специализированных марок:

ИРП-1341 — для изготовления деталей, работающих в неподвижных соединениях в среде воздуха, озона, а также электрическом поле;

ИРП-1399 — для элементов рукавов, к которым предъявляют повышенные требования по прочности, и изделий, которые могут кратковременно работать при $+300^\circ\text{C}$;

ИРП-1400 — для элементов рукавов и изделий, которые могут кратковременно работать при $+300^\circ\text{C}$;

ИРП-1401 — для изделий высокой твердости, работающих в среде воздуха, озона, а также в электрическом поле.

Резины для изготовления резиновых технических изделий классифицируют (ГОСТ 19198—73) по ряду признаков и в соответствии с ними условно обозначают, например, 25 3, Т10, К2, Ф4.6.22.М1, Е2. ГОСТ 19198—73, где 25 3 (а также 25 4, 25 5 и 25 6) — код подклассов Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции;

Т10 — тип резины по тепловому старению: Т07 (70°C), Т10 (100°C), Т12 (120°C), Т15 (150°C), Т17 (170°C), Т20 (200°C), Т22 (220°C) и Т25 (250°C);

К2 — класс резины (кроме пищевых) в зависимости от изменения объема после пребывания в нефтяной жидкости марки СЖР-3 в течение 70 ч при температуре, соответствующей типу резины, но не выше 150°C ; К1 (изменение объема до 10%), К2 (11—20%), К3 (21—30%), К4 (31—40%), К5 (41—60%), К6 (61—80%) и К7 (свыше 80%);

Ф4 — морозостойкость по эластическому восстановлению после сжатия на 20% при температурах: Ф2 — до минус 20°C , Ф3 — до $51-60^\circ\text{C}$, Ф7 — до $61-70^\circ\text{C}$ и Ф8 — до 71°C и ниже;

6 — твердость в Международных единицах — IRHD: 2—20, 3—30; 4—40, 5—50, 6—60, 7—70, 8—80 и 9—90 IRHD с допуском ± 5 , —4;

22 — минимальный предел прочности при разрыве: 02 (20 кгс/см²), 04 (35), 05 (50), 07 (65), 08 (80), 10 (100), 12 (120), 14 (140), 16 (160), 18 (180), 20 (200), 22 (220), 24 (240), 26 (260) и 28 (280 кгс/см²);

М1 — маслостойкость — уменьшение прочности и удлинения на 60% и изменение твердости ± 15 IRHD и объема до 40% после 70 ч выдержки в жидкости СЖР-3; М2 — на 50%, ± 15 и 40% в жидкости СЖР-2; М3 — с теми изменениями, в жидкости СЖР-1;

Е2 — величина динамического модуля при знакопеременном изгибе до 20 в кгс/см², Е3 (21—30 кгс/см²), Е4 (31—40), Е5 (41—50), Е7 (51—70), Е9 (71—90), Е11 (91—110), Е13 (111—130) и Е14 (131 и выше).

Кроме того, при классификации резину проверяют и по другим показателям, перечень которых приведен в ГОСТ 19198—73.

РЕЗИНА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Резина листовая согласно ГОСТ 7338—77 выпускается в виде вулканизированных резиновых и резинотканевых пластин-листов и рулонов. В зависимости от условий эксплуатации пластины выпускают трех марок: термоморозо-кислото-щелочестойкая (ТМКЩ); ограниченномаслобензостойкая (ОМБ); повышенномаслобензостойкая (ПМБ), которые, в свою очередь, подразделяются по твердости применяемой резины: мягкая (М) для работы в температурном интервале от -45 до $+90^\circ\text{C}$; средней твердости (С) — от -60 до $+80^\circ\text{C}$; повышенной твердости (П) от -60 до $+80^\circ\text{C}$.

По физико-механическим свойствам резина должна соответствовать нормам табл. 2. Листы выпускают толщиной от 2 до 60 мм, шириной от 250 до 1000 мм и длиной от 250 до 3000 мм. Рулоны выпускают толщиной от 0,5 до 50 мм, шириной от 200 до 1350 мм и длиной от 500 до 3000 м (для наиболее тонких). Резиновые пластины предназначены для изготовления дежелей, для уплотнения неподвижных соединений, предотвращения трения между металлическими поверхностями, а также восприятия ударных нагрузок в машинах и агрегатах.

Резина «пищевая» для изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, поставляется по ГОСТ 17133—74* в виде пластин размером от 250×250 до 850×1000 мм, толщиной от 2 до 60 мм и рулонов шириной от 200 до 1750 мм, длиной до 15 мм и толщиной от 0,5 до 50 мм. Резина различается по степени твердости на мягкую (М), средней твердости (С) и повышенной твердости (П) со свойствами, приведенными в табл. 3.

По назначению резина подразделяется на марки в зависимости от продуктов, с которыми она контактирует: ПМ — с молочными продуктами в интервале

температур от -30 до $+100^{\circ}\text{C}$; ПТМ — то же, от -30 до $+140^{\circ}\text{C}$; ПЖ — с растительными маслами и животными жирами, от -30 до $+100^{\circ}\text{C}$; ПВ — с алкогольными напитками, от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$; ПБ — с безалкогольными напитками и питьевой водой, от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$; ПК — с консервированными продуктами, от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$; ПС — с мукой, крупой и другими сыпучими продуктами, от -30 до $+70^{\circ}\text{C}$.

2. Свойства пластин марок ТМКЦ, ОМБ и ПМБ

Показатели	ТМКЦ			ОМБ			ПМБ		
	Степень твердости								
	М	С	П	М	С	П	М	С	П
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , не менее	40	50	65	45	50	70	60	90	95
Относительное удлинение, %, не менее	300	250	206	400	300	200	250	250	200
Остаточное удлинение после разрыва, %, не более	25	25	20	35	30	15	25	30	20
Твердость по Шору, А	35—50	50—65	65—80	35—50	50—65	65—85	40—55	55—70	70—90
Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после снятия, не менее	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Остаточная деформация при сжатии, %, не более	50	50	50	60	60	60	50	50	50

Примечание. В ГОСТ 7338—77 также приведены нормы кислотоцелочестойкости и бензомастостойкости.

3. Свойства резины, контактирующих с пищевыми продуктами

Показатели	Степень твердости		
	мягкая	средняя	повышенная
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , не менее	45	40	90
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350	300	200
Относительное остаточное удлинение после разрыва, %, не более	30	25	25
Твердость по прибору ТШМ-2, кгс/см ²	4,0—7,5	7,6—10,0	10,1—14,0
Коэффициент старения по относительному удлинению после 96 ч при $70 \pm 1^{\circ}\text{C}$, не менее	0,70	0,70	0,70
Коэффициент теплоустойчивости, не менее	0,70	0,70	0,70

Пластина резиновая трансформаторная (ГОСТ 12855—77) выпускается трех типов: МТМ — маслостойкая в тропическом исполнении в виде листов ст 250×250 до 800×1000 мм толщиной 1—25 мм, рулонов шириной от 200 до 800 мм, толщиной от 2 до 25 мм и полос шириной от 20 до 40 мм и толщиной от 4 до 16 мм. Предназначается для изготовления уплотнительных деталей для трансформаторов и другого электрооборудования. Общие свойства см. в табл. 4.

Шнур резиновый (ГОСТ 6467—69) круглого, квадратного и прямоугольного сечения, предназначенный для работы в качестве уплотнительной детали. Шнуры должны сохранять работоспособность в широком интервале температур (от -45 до $+140^{\circ}\text{C}$). Шнуры поставляют размерами: диаметр круга или сторона квадрата: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 60 мм. Прямо-

угольный шнур по высоте (толщине): 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40 и 50 мм и ширине: 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50 и 60 мм. Резину шнуров подразделяют на мягкую, средней и повышенной твердости.

4. Резина трансформаторная

Показатели	Марки		
	МТМ	ОМ	М-Тр
Условная прочность, кгс/см ² , не менее	65	80	60
Относительное удлинение, %, не менее	260	160	250
Относительная остаточная деформация после разрыва, %, не более	12	6	25
Твердость в условных единицах	55—70	70—80	50—60
Коэффициент старения по относительному удлинению, не менее	0,8 за 24 ч при 100°C	0,8 за 24 ч при 70°C	0,8 за 76 ч при 70°C
Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после сжатия при -45°C , не менее	0,2	0,2	—
Изменение массы после воздействия СЖР-2 в течение 24 ч при 100°C	0,7	—	0,10

ГУБЧАТАЯ РЕЗИНА

Губчатая резина с открытыми сообщающимися порами (латексная губка, пенная резина) газо- и гидропроницаема, обладает объемной массой 0,08—0,25 г/см³; усилие, необходимое для сжатия образца на 60%, — 0,06—0,5 кгс/см²; остаточная деформация менее 7,5 после многократного нагружения; относительное удлинение 100—300%; теплопроводность 0,08 ккал/м·ч·°C; морозостойкость и набухаемость — в зависимости от вида каучука. Применяется главным образом в качестве защитных амортизирующих подушек, в защитных шлемах, для изготовления сидений в самолетах, автомобилях и т. д.

Губчатые резины с закрытыми порами (ячеистая резина) имеют объемную массу 0,15—0,9 г/см³; относительное удлинение от 20 до 300%; предел прочности при разрыве 0,1—50 кгс/см².

ЭБОНИТ

Эбонит (полисульфид каучука) — продукт вулканизации каучука большим количеством серы (до 50%) — твердое вещество с плотностью 1,1—1,25 г/см³; пределом прочности при растяжении 300—800 кгс/см² при относительном удлинении 1—4%. При повышении температуры до 65—100°C эбонит переходит в пластичное состояние, позволяющее осуществлять штамповку. В твердом состоянии хорошо обрабатывается точением, фрезерованием и т. д. Эбонит широко используют в качестве электротехнических деталей благодаря высоким диэлектрическим свойствам. Для этой цели выпускают (ГОСТ 2748—77) эбонит марок: А — для высокой электрической изоляции, Б — для общей электрической изоляции и В — в качестве подложечного материала в виде пластин толщиной от 0,8 до 32 мм; круглых прутков диаметром от 5 до 75 мм и трубок с внутренним диаметром от 5 до 50 мм с толщиной стенок от 1 мм (для малых диаметров) до 20 мм (для больших диаметров). Из эбонита изготавливают моноблоки для аккумуляторов (ГОСТ 6980—76, ГОСТ 9298—77 и по различным ТУ) и детали для них, стойкие к кислоте. В кислотах, щелочах, органических растворителях эбонит практически не растворяется, лишь набухает в бензоле, сероуглероде и других растворителях, поэтому его широко применяют в химическом машиностроении в качестве стойких к агрессивным средам деталей, труб, сосудов, насосов и т. д.

Эбонит обладает хорошей адгезией к металлам и поэтому, кроме применения в качестве облицовочного слоя, его широко применяют при гуммировании в качестве промежуточного слоя, обладающего хорошей адгезией к металлам и к резине.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕЗИНЫ

Электроизоляционные резины изготовляют на основе натурального, бутадиенового, бутадиенстирольного, кремнийорганического каучуков и бутылкаучука с наполнителями в виде мела, талька и других неэлектропроводящих веществ.

Резина электроизоляционная (ГОСТ 2068—70) для кабелей, проводов и шнуров подразделяется на типы: РТИ-0, РТИ-1, РТИ-2, РНИ, РШ-1, РШ-2, РШТ-2, РШМ-2, РШТМ-2, РШН-1, РШН-2, различающиеся прочностно-упругими свойствами.

Трубки резиновые изоляционные полутвердые (ГОСТ 3747—78) применяют для дополнительной изоляции изолированных проводов напряжением до 660 В. Выпускаются с внутренним диаметром 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 30; 32; 36 и 40 мм с толщиной стенки от 2 до 3,5 мм.

Лента изоляционная прорезиненная (ГОСТ 2162—78) изготавливается на основе сурового миткала, промазанного липкой резиновой смесью черного или светло-серого цвета с одной или двух сторон. Ширина 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50 мм при толщине 0,3 мм. Разрывное усилие 6 кгс на 10 мм ширины. Выдерживает испытание на пробой током напряжением 1000 В не менее 1 мин.

Ковры диэлектрические (ГОСТ 4997—75) — резиновая пластина с узорчатой рифленой лицевой поверхностью длиной от 500 до 8000 мм, шириной от 500 до 1200 мм, толщиной 6^{±1} мм двух групп: 1 — для работы от —15 до +40° С и 2 — маслобензостойкая — от —50 до +80° С.

РЕЗИНЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫЕ И МАГНИТНЫЕ

Электропроводность резины достигается путем введения в ее состав в качестве наполнителей углеродной (ацетиленовой) сажи и графита; для этой цели наиболее пригодны резины на основе бутадиен-нитрильного каучука. Применяют для изготовления экранированных шахтных, высоковольтных и других кабелей на напряжение 6 кВ и выше, для кабелей дальней связи и ряда электротехнических и радиотехнических деталей.

Магнитные свойства резины создаются путем введения в ее состав в качестве наполнителя ферромагнитного порошка. Магнитная резина обеспечивает плотное прилегание различных уплотняющих резиновых устройств и плотность затвора без каких-либо механических устройств (например, в дверцах холодильников и аналогичных затворах).

ЛЕНТЫ И ПЛОСКИЕ РЕМНИ

Ленты резиноканевые (ГОСТ 20—76), применяемые на конвейерах, подразделяют на виды: общего назначения, морозостойкие, теплостойкие, повышенной теплостойкости и негорючие, «пищевые».

Ленты состоят из тканевого сердечника послойной конструкции и резиновых обкладок рабочей и нерабочей поверхности шириной от 100 до 3000 мм. Ленты общего назначения по числу тканевых прокладок и их виду подразделяют на типы: 1, 2Р, 2, 3 и 4.

Ленты специализированного назначения — теплостойкие, маслостойкие и «пищевые» — изготовляют так же, как и ленты общего назначения, с применением для обкладок резины соответствующих сортов. Теплостойкие ленты предназначены для работы при температуре не выше 100° С и, при наличии тепло-

изолирующего слоя под обкладкой рабочей стороны ленты, — при температуре 130° С. Морозостойкую ленту изготовляют из резины, обеспечивающей работоспособность при —45° С.

Ремень плоские приводные тканевые прорезиненные подразделяют на три типа: А — нарезные, применяющиеся при малых шкивах и больших скоростях (больше 20 м/с), шириной от 20 до 1100 мм; Б — послойно-завернутые — для тяжелых работ с периодически действующей нагрузкой и средних скоростей (до 20 м/с); В — спирально-завернутые — для работ с небольшими нагрузками и при малой скорости (до 15 м/с), шириной от 20 до 500 мм. Ремень всех типов изготовляют как с резиновыми обкладками (одной или двумя), так и без них. Прочность ремня определяется шириной и числом прокладок. Поверхность ремней (резиновая обкладка или тканевая поверхность) всех типов должна быть гладкой, без трещин, язвин и других повреждений.

Ремень плоские бесконечные (ТУ 38-105514—72) предназначены для работы в передачах шлифовальных и координатно-расточных станков и другого быстрого оборотного оборудования, для обеспечения их более спокойной безвибрационной работы вследствие отсутствия стыков. Благодаря тяговому сердечнику из полимерного корда ремень обеспечивают прочность при разрыве не менее 300 кгс/см его ширины, с удлинением в момент разрыва не более 25%. Удлинение при рабочей нагрузке (~30 кгс/см) не более 3%. Ремень выпускают длиной от 500 до 2500 мм, шириной от 30 до 80 мм, толщиной 2,2—2,8 мм.

РЕМНИ ПРИВОДНЫЕ КЛИНОВЫЕ

Клиновые (трапециевидные) ремни представляют собой бесконечную резиноканевую (кордканевую или кордшнуровую) конструкцию, свулканизированную в одно кольцевое изделие, сечение которого показано на рис. 1, с расчетной длиной L (т. е. длиной по нейтральной линии изгиба, определяемой размером b_p — см. рис. 1), которую вычисляют по формуле $L=2A+\pi D$ в соответствии с рис. 2. Внутренняя длина для каждого сечения $L_{вн}=L-a$, значение a приведено в табл. 5. Ремень одного сечения оставляют пачками, т. е. группами, подобранными по величине допускаемых отклонений L .

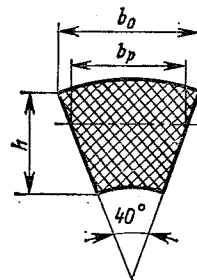


Рис. 1. Сечение клиновых ремней

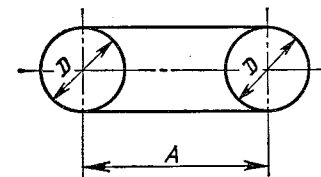


Рис. 2. Схема определения расчетной длины клиновых ремней

Ремень клиновые общего назначения поставляют по ГОСТ 1284—68 по размерам, приведенным в табл. 5.

В табл. 6 приведены рекомендации по выбору типа (сечения) ремня для передачи в зависимости от скорости ремня и величины передаваемой мощности. Уточненный расчет по определению числа параллельно работающих ремней производится по методике, приведенной в приложении к ГОСТ 1284—68 (с. 17 и далее).

Ремень клиновые вентиляторные для двигателей автомобилей, тракторов и комбайнов поставляют по ГОСТ 5813—76 по размерам, приведенным в табл. 5.

Ремни клиновые для сельскохозяйственных машин поставляют по ГОСТ 10286—75 по размерам, приведенным в табл. 5.

5. Размеры клиновых ремней, мм

Тип	Сечение			Длина		Тип	Сечение			Длина	
	b_p	b_0	h	L	a		b_p	b_0	h	L	a
<i>Общего назначения</i>						II (нормальные)	12,5	15,0	9,0	595—1120	35
0 (Z)*	8,5	10,0	6,0	400—2500	25		14,0	17,0	10,0	602—1437	37
A (A)	11,0	13,0	8,0	560—4000	33		16,0	19,0	11,0	1043—1850	43
B (B)	14,0	17,0	10,5	800—6300	40		19,0	22,0	12,5	973—1550	48
B (C)	13,0	22,0	13,5	1800—10 000	59		21,0	25,0	14,0	975—1950	53
Г (Д)	27,0	32,0	19	3150—14 000	76		<i>Для сельскохозяйственных машин</i>				
Д (E)	32,0	38,0	23,5	4500—18 000	95	A	11,0	13,0	8,0	1800—3150	33
E (-)	42,0	50,0	30,0	6300—18 000	120	B	14,0	17,0	10,5	1800—6300	40
<i>Автомобильные (вентиляторные)</i>						B	19,0	22,0	13,5	1800—8000	59
I (узкие)	8,5	10,5	8,0	710—1500	33	Г	27,0	32,0	19,0	2800—8000	76
	11,0	13,0	10,0	750—1850	45	Д	32,0	38,0	23,5	4000—8000	95
	14,0	17,0	13,0	1000—2060	56	40X20	35,0	40,0	20,0	2800—8000	84

* В скобках указаны международные обозначения.

6. Выбор типа (сечения) ремня

Передаваемая мощность, кВт	Рекомендуемые сечения при скорости ремня, м/с			Передаваемая мощность, кВт	Рекомендуемые сечения при скорости ремня, м/с		
	До 5	5—10	Свыше 10		До 5	5—10	Свыше 10
До 1	O, A	O, A	O	30—60 60—120 120—200 > 200	—	Г, Д Д, Е	В, Г Г, Д Г, Д Д, Е
1—2	O, A, B	O, A	O, A				
2—4	A, B	O, A, B	O, A				
4—7,5	B, B	A, B	A, B	—	—	—	—
7,5—15	B	B, B	B, B				
15—30	—	B	B, Г				

РУКАВА И ТРУБКИ

Рукава резиновые напорно-всасывающие (ГОСТ 5398—76), неармированные, с текстильным каркасом и металлической спиралью для всасывания и нагнетания различных газов и жидкостей. Конструкция рукава приведена на рис. 3. По назначению — видам перекачиваемых жидкостей и газов рукава подразделяют на пять классов: Б — для керосина, бензина, дизельных и реактивных топлив, мазута и нефти, масел на нефтяной основе; В — для технической воды; Г — для воздуха, углекислого газа, азота, инертных газов; КЩ — для слабых растворов (до 20%) неорганических кислот и щелочей; П — пищевых жидкостей (спирт, пиво, молоко, питьевая вода, слабодиссоциирующие растворы и др.).

Рукава подразделяют по климатическим признакам: для работы в районах с умеренным (от —35 до +90°С), тропическим (от —10 до +90°С) и холодным климатом (для класса Б от —50 до +90°С) и для классов В, Г, КЩ и П от —50 до +70°С). Рукава всех классов изготавливают двух групп: 1 — всасывающие и 2 — напорно-всасывающие, рассчитанные на давление 3,0; 5,0 и 10,0 кгс/см² и рабочий вакуум 600 мм рт. ст., с внутренним диаметром 16, 20, 25, 32, 38, 50 (63,5), 65, 75, 100, 125, 150, 160, 175, 180, 200, 225, 250, 275, 300 и 325 мм и длиной 2, 3, 4, 6, 9 и 10 м при длине манжет 75, 85, 100, 150 и 200 мм.

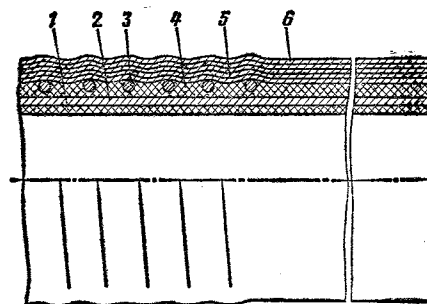


Рис. 3. Конструкция рукава:

1 — внутренняя резиновая камера; 2 — текстильный слой; 3 — проволочная спираль; 4 — промежуточный резиновый слой; 5 — текстильный слой; 6 — наружный текстильный слой (или резиновый для классов КЩ и П)

Рукава резиновые напорные с текстильным каркасом (ГОСТ 18698—73), применяемые в качестве гибких трубопроводов для подачи под давлением жидкостей, насыщенного пара, газов и сыпучих материалов, работоспособные в районах умеренного и тропического климата и холодного климата при температуре до —50°С. Рукава по назначению — видам перемещаемых веществ подразделяют на семь классов (римские цифры в скобках соответствуют рекомендации СЭВ): Б(I) для бензина, керосина, минеральных масел при рабочем давлении 1—2,5; 6,3; 10,0; 16,0 и 20,0 кгс/см² В(II) — для технической воды и слабых растворов (до 20%) щелочей и неорганических кислот, кроме азотной, при тех же давлениях; ВГ(III) для горячей воды до 100°С при давлении до 10 кгс/см²; Г(IV) — для воздуха, углекислого газа, азота и других инертных газов при давлении до 10 кгс/см²; П(VII) — для пищевых веществ при давлениях, приведенных для классов Б и В; Ш(VIII) — для абразивных материалов (песок) и водных растворов для штукатурных работ при давлениях, указанных для классов Б, В и П; Пар-1(X) — для насыщенного пара до 143°С при давлении до 3 кгс/см²; Пар-2(X) — для насыщенного пара до 175°С при давлении до 8 кгс/см².

Рукава выпускают диаметром (внутренним): (9,0); 10,0; 12,5; 16,0; (18,0); 20,0; 25,0; 31,5; (38,0); 40,0; 50,0; 63,0; (65,0); (75,0); 80,0; 100,0; 125,0; (150,0); 160,0 и 200,0 мм с известными ограничениями для отдельных классов и рабочих давлений. В ГОСТ 18698—73 приведены прочностные свойства резиновых рукавов.

Рукава резиновые напорные (ГОСТ 10362—76), неармированные, с пятикратным усилением, применяемые в качестве гибких трубопроводов для подачи под давлением воздуха, инертных газов и жидкостей, работоспособные в районах с умеренным и тропическим климатом при температуре от —50 до +90°С и с холодным климатом от —60 до +90°С.

Рукава для жидких сред изготавливают диаметром (внутренним): 4,0; 5,0; 6,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,0; 12,5; 14,0; 16,0; 18,0; 20,0; 25,0; 31,5; 32,0; 38,0; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 и 100,0 мм на давление до 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0; 40,0; 63,0 и 100,0 кгс/см².

Для газообразных сред — 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; и 25,0 мм на давления 6,3; 10,0; 16,0 и 25 кгс/см².

Длина рукавов диаметром 4 мм — 2000 мм, от 5 до 16 мм — 10 000 мм и свыше 16 мм — 20 000 мм.

В ГОСТ 10362—76 приведены рекомендации по монтажу и эксплуатации рукавов.

Рукава резиновые высокого давления с металлическими оплетками (ГОСТ 6286—73), применяемые для работы в качестве гибких трубопроводов для подачи жидкостей (бензин, керосин, дизельное топливо, масло, вода) под высоким давлением в районах умеренного, тропического климата и Крайнего Севера (до —60°С).

В зависимости от разрывного усилия применяемой армирующей проволоки рукава изготавливают трех групп: А (14,7 кгс); Б (17,5 кгс) и В (20,0 кгс).

По конструкции (по числу оплеток) рукава каждой группы изготовляют трех типов: I — с одной, II — с двумя и III — с тремя металлическими оплетками. Резина, применяемая для изготовления рукавов, должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 7. Ассортимент рукавов по внутреннему диаметру, группам, типам и рабочим давлениям приведен в табл. 8.

7. Свойства резины для рукавов высокого давления

Показатели	Нормы для резиновых слоев		Показатели	Нормы для резиновых слоев	
	внутреннего	внешнего		внутреннего	внешнего
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , не менее	80	90	Коэффициент старения по относительному удлинению при 70° С в течение 144 ч, не менее Твердость по прибору ТМ-2 Температура хрупкости, °С, не выше	0,65	0,70
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	170	250		55—70	55—70
Остаточное удлинение, %, не более	12	12		—50	—55

8. Ассортимент рукавов высокого давления по внутренним диаметрам, группам, типам и рабочим давлениям в кгс/см² (в числителе — для статической, а в знаменателе — для динамической нагрузки)

Внутренний диаметр, мм	Группа А			Группа Б			Группа В		
	Тип I	Тип II	Тип III	Тип I	Тип II	Тип III	Тип I	Тип II	Тип III
4	220/120	300/180	350/120	250/150	350/210	425/255	300/180	410/240	500/300
6	190/115	280/170	325/190	230/140	330/200	400/240	270/165	370/225	430/260
8	165/100	250/150	300/180	210/125	320/190	360/220	240/145	356/210	400/240
10	150/90	215/130	275/170	180/110	270/165	320/190	220/135	310/185	370/225
12	135/80	210/130	250/150	160/100	250/150	310/185	200/120	300/180	350/210
16	100/60	165/100	190/115	130/95	200/120	230/140	150/90	240/145	280/155
20	90/55	150/90	175/100	120/70	180/110	220/130	140/85	220/130	250/150
25	80/50	125/75	150/90	100/65	160/95	200/120	120/70	200/120	230/140
32	65/40	100/60	120/70	75/45	130/75	150/90	90/55	140/85	160/95
38	40/25	80/50	105/65	50/30	90/55	120/70	60/35	90/55	120/70
50	30/15	40/25	50/30	35/20	50/30	60/35	40/25	60/35	70/40

Рукава пожарные прорезиненные (ГОСТ 7877—75) из синтетических нитей, покрытые изнутри слоем резины, выпускают диаметром (внутренним): 54, 66 и 77 мм на рабочее давление 16 и испытательное 20 кгс/см², 89 мм — 14 и 18 кгс/см²; 110 мм — 14 и 16 кгс/см² и 150 мм — 12 и 14 кгс/см², длиной 20 ± 2 м.

Рукава для газовой сварки и резки подразделяют (ГОСТ 9356—75) на три класса: I — для ацетилена, городского газа, пропана и бутана под давлением до 6,3 кгс/см², красного цвета; II — для бензина, уайт-спирита, керосина и их смеси, до 6,3 кгс/см², желтого цвета; III — для кислорода, до 20,0 кгс/см², синего цвета.

Рукава изготовляют внутренним диаметром 6,3 и внешним (12), 8(16), 9(18), 10(19), 12(22,5), 12,5(23) и 16(26) мм с нитяным каркасом из резины для умеренного, тропического и холодного климата.

Рукава резинотекстильные (ГОСТ 1335—70) — для воздушных тормозов подвижного состава железных дорог, метрополитена и трамвая — выпускают с внутренним диаметром: 13, 22, 25, 28, 30 и 32 мм. Они должны выдерживать

воздушное давление 10 кгс/см² и гидравлическое — 20 кгс/см² и работать при температуре от —55° С до +70° С.

Трубки технические резиновые (ГОСТ 5496—78) изготовляют пяти типов: I — кислотоустойчивые — для перемещения растворов кислот и щелочей концентрацией до 20% (за исключением азотной и уксусной кислот); II — теплостойкие — для работы при температурах: в среде воздуха до +90° С, в среде водяного пара до +140° С; III — морозостойкие — при температуре до —45° С. Трубки I, II и III типов изготовляют из резины мягкой и средней твердости; IV — маслостойкие — в среде масла или бензина, из резины мягкой, средней и повышенной твердости; V — пищевые — при соприкосновении с пищевыми продуктами не должны выделять вредных для здоровья веществ или придавать им посторонний запах и вкус; изготовляют из резины средней твердости. Трубки всех типов (кроме теплостойких и морозостойких) должны сохранять работоспособность в интервале температур от —30 до +50° С. Размеры трубок приведены в табл. 9.

9. Трубки резиновые технические

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Овальность, %
2,3; 4,5	До 3	10
6; 8; 10	» 3	20
12; 16	» 5	30
20; 24; 28; 32; 36; 40	» 8	50

ШИНЫ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Шинами называют тороидные резиновые изделия, надеваемые на обод колес транспортных машин с целью поглощения ударов и толчков и обеспечения необходимого сцепления колеса с дорожным покрытием или грунтом. Шины подразделяют на сплошные, или массивные, применяемые в тихоходных машинах или для выполнения определенных функций, как, например, в ленивцах гусеничных машин, фрикционных передачах и тому подобных устройствах, и пневматические, амортизирующие свойства которых значительно выше массивных.

Шины массивные (ГОСТ 5883—76Е) подразделяют на **дисковые** и **бандажные**. **Дисковые** шины состоят из резинового массивного кольца, надеваемого непосредственно на обод колеса; их выпускают по наружному диаметру от 40 до 320 мм с допускаемой (соответственно диаметру) статической нагрузкой от 25 до 1300 кгс на одну шину. **Бандажные** шины имеют металлический бандаж, обеспечивающий большие удобства при надевании шины на обод колеса. Их выпускают по наружному диаметру от 200 до 1000 мм с соответствующими нагрузками от 180—215 до 10 700—12 600 кгс на одну шину (первые цифры — для ведомых колес и вторые — для ведущих).

По качеству резины шины подразделяют на обычные и шины с государственным Знаком качества (табл. 10).

10. Шины массивные

Показатели	I категории	С государственным Знаком качества	Показатели	I категории	С государственным Знаком качества
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , не менее	120	140	Твердость в условных единицах Истираемость, см ³ /кВт, не более	60—75	60—75
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	250	300			

Шины пневматические в камерном исполнении состоят из покрышки, камер (с вентилем) и ободной ленты и бескамерном — из покрышки, имеющей внутренний воздухопроницаемый слой и уняотнение с ободом колеса, обеспечивающие сохранность воздушного давления в покрышке. Основными размерами шин, обеспечивающими их взаимозаменяемость, независимо от конструкции, являются внутренний диаметр (по ободу колеса) и ширина обода.

Шины для легковых автомобилей по основным параметрам и размерам подразделяют (ГОСТ 20993—75): а) по соотношению высоты сечения профиля H к его ширине B — на низкопрофильные 88 (отношение H/B не более 0,88), сверхнизкопрофильные 82 (H/B не более 0,82), 70 (H/B не более 0,70), 60 (H/B не более 0,60); б) по расположению и переплетению армирующего корда — на диагональные и радиальные (меридиональные), которые в обозначениях имеют индекс R.

Примеры обозначения шин:

1. Диагональной низкопрофильной: 6,00—13, где 6,00 — ширина профиля шины в дюймах; 13 — посадочный диаметр в дюймах.
2. Диагональной сверхнизкопрофильной: 155—13; 6,15—13, где 155 — ширина шины, мм; 6,15 — то же, дюймы; 13 — посадочный диаметр, дюймы.
3. Радиальной сверхнизкопрофильной: 155 — R — 13 (см. предшествующее объяснение).
4. Радиальной сверхнизкопрофильной серии 70: 165/70 R — 13 и серии 60: 165/60 R — 13.

В ГОСТ 20993—75 приведены размеры шин всех серий и нормы нагрузок и давлений. В зависимости от скорости автомобиля шины подразделяют на скоростные категории: до 150 км/ч, S (SR) — 175 (180), H (HR) — 200 (210), V (VR) — св.200 (210), а также для зимнего универсального протектора — 150 км/ч для диагональных и 160 — радиальных шин и зимнего протектора повышенной проходимости — соответственно 120 и 130 км/ч.

Ассортимент, характеристики и технические условия камерных и бескамерных шин для легковых автомобилей, малотоннажных грузовиков, микроавтобусов и автоприцепов для данных машин установлен ГОСТ 4754—74. Ассортимент и основные характеристики приведены в табл. 11.

Шины для грузовых автомобилей, автоприцепов, автобусов и троллейбусов (ГОСТ 5513—75) выпускают шести видов (табл. 12) для работы при температуре до -45°C .

Шины для тракторов и сельскохозяйственных машин (ГОСТ 7463—75) в зависимости от назначения и условий работы изготавливают трех типов для колес: а) ведущих с протектором повышенной проходимости; б) направляющих с протектором «направляющие ребра» или «универсальный» и в) несущих (для прицепов и сцепных сельскохозяйственных машин) с протектором «продольные ребра», «универсальный» или «дорожный». В стандарте приведены ассортимент, основные параметры и размеры трех типов шин и нормы их эксплуатации. Шины имеют смешанное (миллиметровое и дюймовое) обозначение, например 330—965 (13,6/12—38)R, где 330 — ширина профиля, мм; 965 — номинальный диаметр обода, мм; 13,6/12 — в числителе условное обозначение ширины профиля в уширенном ободе, в знаменателе — ширины профиля в узком ободе в дюймах; 38 — номинальный диаметр обода в дюймах; R — условный знак шины с меридиональным расположением нитей корда.

Шины для большегрузных автомобилей, строительных, дорожных и других специальных машин (ГОСТ 8430—76) выпускают с протектором «дорожный», «карьерный», «повышенной проходимости». В стандарте приведены данные по размерам, допустимым нагрузкам, нормам и условиям эксплуатации шин.

Шины для мотоциклов выпускают по ГОСТ 5652—78 и для велосипедов — по ГОСТ 4750—74.

Материалы для восстановления шин всех видов (покрышек и камер) горячей вулканизацией и изготовления средств ремонта (кольцевые и секторные варочные камеры) поставляют (ГОСТ 2631—79) в виде невулканизированных

резиновых смесей, которые по назначению подразделяют на: а) протекторную профилированную резину — для восстановления шин наложением беговой дорожки или протектора; б) протекторную листовую резину для заполнения поврежденных участков протектора и боковин; в) протекторную вальцованную резину — для изготовления профилированной и листовой протекторной резины; г) прослоечную листовую резину — для обкладки каркасов покрышек; д) прослоечную вальцованную резину — для переработки в листовую прослоечную и заделки местных повреждений; е) камерную листовую резину — для ремонта камер; ж) теплоустойчивую вальцованную резину — для изготовления варочных камер; з) теплоустойчивую вальцовочную резину — для изготовления заготовок; и) клеевую саженополюненную вальцовочную резину — для изготовления вулканизующего клея, а также обрезиненный корд — для изготовления камер, прорезиненный цифер для ремонта бортов покрышек и камер, пластыри для ускорения поврежденных участков каркаса.

11. Ассортимент и основные характеристики шин для легковых автомобилей

Обозначение шин	Протектор	Нагрузка на шину, кгс	Давление, кгс/см ²	Максимально допустимая скорость, км/ч
Шины диагональные				
6,15—13 (155—330)	Дорожный	370	1,9	150
		330	1,6	
6,15—13 (155—330)	Универсальный	370	1,9	
		330	1,6	
6,15—13 (155—330)	Зимний	370	1,9	
		330	1,6	
6,45—13 (165—330)	Дорожный	370	1,7	
		370	1,7	
6,45—13 (165—330)	Универсальный	370	1,7	
		370	1,7	
6,95—13 (175—330)	Дорожный	415	1,7	
		415	1,7	
7,35—14 (185—355)	Дорожный	485	1,7	160
		560	2,1	
7,35—14 (185—355)	»	485	1,7	150
		560	2,1	
7,35—14 (185—355)	Зимний	485	1,7	
		560	2,1	
155—R—13 165—R—13	Дорожный »	370	1,9	160
		410	1,9	
Шины радиальные				

Примечание. В числителе приведены значения нагрузки и давления при минусовой температуре, в знаменателе — при плюсовой.

Аптечки для ремонта шин в дорожных условиях состоят из комплекта материалов, запасных деталей и инструмента, необходимых для срочного ремонта в дорожных и стационарных условиях. В зависимости от назначения аптечки выпускают (ГОСТ 5170—73) пяти типов: АРК — для ремонта камер легковых и грузовых автомобилей, тракторов и сельхозмашин; АРШ — камер и покрышек легковых и грузовых автомобилей, тракторов и сельхозмашин; АРБ — то же, бескамерных; АРМ — мотороллеров и мотоциклов; АРВ — велосипедов.

12. Ассортимент и основные характеристики пневматических грузовых шин

Обозначение шин	Норма стойкости	Протектор	Максимальная нагрузка, кгс	Давление, кгс/см ²	Максимальная скорость, км/ч	Масса шины, кг
<i>Шины для грузовых автомобилей, автоприцепов автобусов и троллейбусов</i>						
220—508P (7,50R — 20)	8	Универсальный	1 250	6,0	100	39
220—508 (7,50—20)	8		1 250	5,0	100	39
240—508P (8,25R — 20)	10	Универсальный Повышенной проходимости	1 500	6,3	100	48
	10		1 400	6,0	100	50
240—508 (8,25—20)	10	Универсальный Дорожный	1 500	5,0	100	52
	12		1 700	6,0	100	48
260—508P (9,00R — 20)	12	Универсальный » Дорожный	2 050	6,5	100	60
260—508 (9,00—20)	12		2 050	6,0	100	60
	12		2 050	6,0	100	60
280—508P (10,00R — 20)	16	Дорожный	2 700	8,0	80	75
280—508 (10,00—20)	12		2 080	5,3	100	67
300—508P (11,00R — 20)	14	Универсальный Дорожный	2 600	7,0	100	83
	16		2 990	8,0	100	89
300—508 (11,00—20)	12	Дорожный	2 350	5,3	100	70
	14		2 600	6,3	80	75
	16		2 900	7,5	80	80
320—508P (12,00R — 20)	14	Универсальный Дорожный	2 730	7,0	90	90
	16		3 000	8,0	85	85
320—508 (12,00—20)	14	Универсальный Дорожный	2 730	5,5	85	90
	16		3 000	6,7	85	90

Шины для большегрузных автомобилей строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин

240—381 (8,25—15)	14	Дорожный	1 900	7,0	50	44
240—508 (8,25—20)	14		2 030	7,0	50	58
320—508 (12,00—20)	14	Повышенной проходимости	2 800	4,3	50	85
	16		3 050	5,0	50	89
370—508 (14,00—20)	16		3 850	4,2	50	110
	18		4 260	5,0	50	117
	20	4 420	5,3	50	122	
430—610 (16,00—24)	24	Карьерный	6 150	5,0	50	230
500—610 (18,00—24)	24		7 250	4,5	50	280
500—635 (18,00—25)	28	Карьерный	8 000	5,0	50	350
	32		8 500	5,6	50	385
570—711 (21,00—28)	24	Повышенной проходимости Карьерный	8 850	3,5	50	350
570—838 (21,00—33)	32		11 800	5,6	50	540
1170×870—835 (26,5—25)	30	Повышенной проходимости	9 500	3,5	50	460
760—838 (27,00—33)	30		15 500	3,5	50	795
2550×950—990 (37,5—39)	38		22 430	3,5	50	1410
	40		24 289	4,0	50	1510

Примечание. В обозначениях шин первое число соответствует условной ширине профиля шины, мм, второе число — диаметру обода, мм (в скобках приведены соответствующие размеры в дюймах). Буквы P (и R) обозначают радиальную шину.

УПЛОТНЯЮЩИЕ ДЕТАЛИ

Из весьма обширной номенклатуры уплотняющих резиновых деталей здесь приведены описания только имеющих наиболее общее применение.

Манжеты уменьшенного сечения (ГОСТ 14896—74) предназначены для уплотнения цилиндров и штоков гидравлических устройств, работающих при давлении до 10 МПа, а с применением защитных колец — до 50 МПа при скорости возвратно-поступательного движения до 0,5 м/с в среде минеральных масел и эмульсий. В зависимости от уплотняемых диаметров конструкции манжет незначительно отличаются одна от другой (табл. 13). В ГОСТ 14896—74 приведены рекомендации по размерам канавок и монтажу манжет.

В зависимости от вида рабочей жидкости и гидроустройств манжеты изготавливают из резин шести групп на основе различных каучуков (табл. 14). В ГОСТ 14896—74 приведены свойства резин всех шести групп. Защитные кольца изготавливают из фторопласта-4 или полиамида 610.

13. Ассортимент манжет

Конструкция	Диаметр* (в мм) уплотняемых	
	цилиндров	штоков
Черт. 1	12, 16, 20	4, 5, 6, 8, 10, 12, 14
Черт. 2	25, 32, 36, 40, 45, 50, 56	16, 18, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50
Черт. 3	63, 70, 80, 90	56, 63, 70
Черт. 4	100, 110, 125, 140, 160, 180, 220, 250, 280, 320	80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320
Черт. 5	360, 400, 450, 500	360, 400, 450, 500

* Нерекомендуемые размеры в таблицу не включены.

Примечание. Чертежи манжет 1—5 см. в ГОСТ 14899—74.

14. Группы резин для манжет в зависимости от рабочей среды

Рабочие жидкости	Группа резины
Масло индустриальное, масло АМГ-10, масла авиационные МК-22 и МС-20, масло турбинное, масла дизельные, вода пресная и эмульсии водные с присадками ВНИИПП-117, ВНИИПП-403, ВНИИПП-413	1, 2, 3, 4, 5, 6
Масло веретенное АУ и АУП, масло автотракторное, смазка УС	1, 2, 3, 4, 5
Масло трансмиссионное автомобильное, масло соляровое	1, 2, 3, 5
Масло трансмиссионное автомобильное с присадками, масло МТ	1

Примечание. Резина группы 1 — на основе каучука марки СКФ-32, группы 2 — СКН-40, 3 — СКН-40 + поливинилхлорид, 4 — СКН-26, 5 — СКН-18 + СКН-26, 6 — СКН-18

Манжеты для валов (ГОСТ 8752—79). Манжеты выпускают двух типов: однокромочные и однокромочные с пыльником для валов диаметром, мм: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35,

36, 38, 40, 42, 44, 45, 48, 50, 52, 55, 56, 58, 60, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 71, 75, 80, 82, 85, 90, 92, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140, 145, 150, 155, 160, 165, 170, 175, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400, 420, 450, 480, 500. По наружному диаметру каждая манжета имеет 3—5 исполнений, по ширине — 1—3.

Манжеты в зависимости от назначения изготавливают из резины четырех групп (табл. 15) для уплотнения с избыточным давлением до 0,5 кгс/см².

Манжеты для пневматических устройств (ГОСТ 6678—72) — для возвратно-поступательного движения со скоростью до 1 м/с при давлении до 10 кгс/см². Манжеты выпускают по диаметру цилиндра от 10 до 400 мм и диаметру штока от 5 до 300 мм.

Манжеты изготавливают из резины четырех групп: 1-я группа — на основе каучука СКН-18 и СКН-26 для работы от —55 до +55°С; 2-я — СКФ-26 от —20 до +150°С; 3-я — СКН-40 от —30 до +100°С для воздуха с парами масел и топлива и 4-я — СКСМ-10 от —65 до 100°С для воздуха. В ГОСТ 6678—72 приведены свойства указанных резин, размеры канавок для манжет и условия их монтажа.

Манжеты для гидравлических устройств (ГОСТ 6969—54) — V-образной формы с наружным диаметром от 14 до 340 мм для возвратно-поступательного движения при давлении до 320 кгс/см² и температуре от —35 до +80°С.

Кольца резиновые круглого сечения (ГОСТ 9833—73 и ГОСТ 18829—73) для уплотнения деталей диаметром до 400 мм в подвижных и неподвижных соединениях, в гидравлических устройствах (масла, жидкое топливо, эмульсия, вода морская) с возвратно-поступательным движением (до 0,2 м/с) при соответствующей конструкции узла с давлением до 200 кгс/см² и температурой от —45 до +100°С; в пневматических устройствах при скорости перемещения от 0,5 м/с и условии обеспечения смазки узла, давление до 6 кгс/см².

15. Свойства резины манжет для валов

Показатели	Нормы для группы резины			
	1	2	3	4
Предел прочности при разрыве, кгс/см ² , не менее	100	100	80	200
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	240	200	280	90
Остаточное удлинение, %	20	28	15	10
Твердость по прибору ТИР	75—85	75—85	67—77	76—86
Коэффициент старения по относительному удлинению в течение 144 ч при 70°С	0,7	0,6	0,6	0,7
Набухание за 24 ч при 20°С в смеси бензина (75%) и бензола (25%), %, не более	+25	+20	+15	+3
Окружная скорость вала, м/с, не более	10	10	10	20
Рабочая температура, °С	—45 + 120	—30 + 120	—30 + 120	—45 + 150
Рабочие среды	Масла, не содержащие серу, вода	Масла, повышающие набухание	Масла, содержащие серу в активном состоянии, вода	Все масла, дизельные топлива

РЕЗИНОВЫЕ ГЕРМЕТИКИ

Герметизирующие составы на резиновой основе подразделяют на вулканизирующиеся и невулканизирующиеся — невясыхающие и высыхающие.

Вулканизирующиеся герметики представляют собой жидкие или вязкотекучие пасты, поставляемые комплектом с отвердителями (вулканизаторами),

переходящие в процессе вулканизации в эластичные газо- и гидронепроницаемые резиноподобные тела, хорошо заполняющие уплотняемые ими соединения. Описание основных видов резиновых герметиков приведено в работе [13] и там же даны подробные систематизированные сведения по их назначению и технологии применения.

Тюколовые герметики являются наиболее универсальными и распространенными. Их наиболее общие свойства приведены в табл. 16, а описание дано ниже.

16. Тюколовые герметики, марки и свойства

Марка	Жизнеспособность, ч	Плотность, г/см ³	Разрушающее напряжение при разрыве, кгс/см ²	Относительное удлинение при разрыве, %	Остаточное удлинение, %	Твердость по Шору	Сопротивление разрыву, кгс/см ²
У-30М	2—9	1,4	25—40	150—300	0—8	50—65	11,7—14,7
У-30МЭС-5	2—10	1,4	15—30	180—350	0—12	40—55	9,8—11,7
У-30МЭС-10	2—10	1,4	12—20	220—500	2—20	30—45	7,8—9,8
УТ-31	2—9	1,95	20—35	175—300	0—10	50—65	11,7—14,7
УТ-32	2—8	1,7	15—25	200—600	0—10	35—50	7,8—11,7
УТ-34	3—25	1,55	10—15	150—300	2—20	25—40	5,9—7,8
51-УТ-36А	1—3	1,45	40—55	200—350	0—10	65—80	12,7—16,6
51-УТ-36Б	1—3	1,45	25—40	260—400	0—10	50—65	9,8—12,7
51-УТ-37	1—4	1,4	20—30	200—300	0—15	—	—
ВИТЭФ-4	2—8	1,5	15	180	8	30—45	—
ВИТЭФ-2	8	1,47	16	160	8	30—45	—

У-30М (ГОСТ 13489—68) — герметик. Поставляют комплектом в составе: герметизирующая паста черного цвета У-30, вулканизатор № 9 и ускоритель вулканизации (дифенилгуанидин), смешиваемые непосредственно перед употреблением в соотношении 100 : 7 : 0,35 массовых частей. Применяют с клеевым подслоем. Предназначен для герметизации металлических (кроме латунных, медных, серебряных) и других соединений, работающих в среде разбавленных кислот и щелочей, жидкого топлива и на воздухе во всех климатических условиях при температурах от —60 до +130°С.

У-30МЭС-5 и У-30МЭС-10 (ТУ 38-105462—72) — комплект: паста черного цвета У-30Э-5 и У-30Э-10, вулканизатор № 9 и ускоритель вулканизации. Применяют без подслоя.

Предназначается для герметизации болтовых, заклепочных и других металлических соединений, работающих в среде воздуха и жидкого топлива при температурах от —60 до +130°С (У-30МЭС-5 до +150°С).

УТ-31 (ГОСТ 13489—68) — светло-серая паста У-31, вулканизатор № 9 и ускоритель вулканизации. Применяется с клеевыми подслоями. Для герметизации металлических (кроме латунных, медных, серебряных) и других соединений, работающих на воздухе и в среде жидких топлив при температурах от —60 до +130°С и до +150°С — кратковременно на воздухе.

УТ-32 (ТУ 38-105462—72) — серая паста У-32, вулканизатор № 9 и ускоритель. Применяется без подслоя. Для герметизации болтовых, заклепочных и других металлических соединений, работающих в среде воздуха или топлива при температурах от —60 до +130°С.

УТ-34 (ТУ 38-105576—73) — серая вязкотекучая паста У-34, вулканизатор № 9 (или перекись марганца) и ускоритель. Применяется без подслоя. Для заполнения зазоров и щелей в различных соединениях.

51-УТ-36А (с адгезивом) и **51-УТ-36Б** (без адгезива) (ТУ 38-405-114—73) — темно-серая замазкообразная паста У-36, эпоксида смола Э-40 (для модификации Б) и двуххромовокислый натр в качестве вулканизатора. Для приборостроения.

51-УТ-37 (ТУ 38-105507—72) — коричневая тиксотропная паста У-37, вулканизатор № 17 и ускоритель.

ВИТЭТ-1 (ТУ 38-5309—68) — бежевая паста ТФ-1, вулканизатор № 1 и ускоритель вулканизации. Применяется без подслоя. Обладает стабильной адгезией к металлам и органическому стеклу. Диапазон эксплуатации на воздухе от —60 до +150°С и в среде жидкого топлива до +130°С.

ВИТЭФ-2 (ТУ 38-5479—68) — светло-серая вязкотекучая паста ТФ-2, вулканизатор В-2 и ускоритель. Применяется для герметизации кабин и топливных отсеков, эксплуатируемых при температуре от —60 до +130°С.

Теплостойкие силиконовые герметики — изготавливают на основе жидких силиконовых каучуков, они стойки при температурах до 200—300°С. Силиконовые герметики, так же как и тиоколовые, состоят из герметизирующей пасты и вулканизирующих агентов, смешиваемых перед употреблением. Марки и свойства силиконовых герметиков приведены в табл. 17.

Теплоупругостойкие герметики — разработаны на основе фторсодержащих каучуков. Марки и свойства — см. в табл. 18.

17. Силиконовые герметики, марки и свойства

Марка	Плотность, г/см ³	Температура эксплуатации, °С		Разрушающее напряжение при растяжении, кгс/см ²	Относительное удлинение, %, не менее	Сопротивление отслаиванию, кгс/см ²
		От минус	До плюс			
ВИКСИНТ У-1-18	2,25	60	300	20	160	12,7
ВИКСИНТ У-2-28	—	60	250	18	200	12,7
ВИКСИНТ У-4-21	1,35	60	300	15	100	4,9
ВИКСИНТ У-5-21	—	60	350	10	100	4,9
ВИКСИНТ УФ-7-21	—	110	300	20	80	2,9
ВИКСИНТ К-18	1,13—1,20	60	250	17	80	—
ВИКСИНТ К-68	—	70	250	17	80	6,9
ВИКСИНТ ПК-68	—	60	200	2	70—80	2,9
КЛ-4	—	55	200	1—3	80	14,2
КЛТ-30	—	55	300	8—12	120	—
КЛСЕ	—	55	200	15	140	—
КЛФ-20	—	75	250	3	100	—
КЛВАЕ	—	60	300	10	120	—
ВГО-1	1,45	60	250	20	250—600	16,7
ВГО-2	1,1	60	250	15	200—400	16,7
Эластосил 11-01	—	60	200	16	140	19,6
Силпен	0,6	60	250	—	—	—
ВИГ-2Л	0,7	60	250	—	—	—

18. Теплоупругостойкие герметики

Марка	Плотность, кг/м ³	Температура эксплуатации, °С		Разрушающее напряжение при разрыве, кгс/см ²	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %, не более	Сопротивление отслаиванию от материалов, кгс/см ²
		От минус	До плюс				
ВГФ-1	—	60	250	15	120	—	0,882
ВГФ-2	—	60	200	15	100	—	0,588
51-Г-15	1450	60	250	8	100	5	—
51-Г-16	1400	60	200	10	70—100	10	—
51-Г-1	1900	30	200	30	200	30	1,47—2,45
51-Г-2	1800	30	200	20	200	30	1,47—2,45
51-Г-9	1900	30	250	30	200	30	1,47—2,45

Невысыхающие герметики — термопластичные невулканизируемые замазки, пасты, мастики, предназначаемые для уплотнения разборных соединений. При герметизации, а также при разборке их нагревают до 30—50°С. Предел эксплуатации не выше 70°С.

Высыхающие герметики — имеют в своем составе органические растворители, при испарении которых образуется пластичная пленка, которая может быть повторно растворена.

РЕЗИНОВЫЕ (КАУЧУКОВЫЕ) КЛЕИ

Резиновыми клеями называют растворы различных каучуков и (или) резиновых смесей в органических растворителях (бензин «галопша», этилацетат и др.) с добавлением или без добавления легирующих компонентов. По температуре отверждения подразделяют на клеи горячей вулканизации (100—150°С) и холодного отверждения (15—20°С).

Резиновые клеи предназначены для склеивания резины с резиной, резины с металлами, древесиной, стеклом и другими материалами, применяют в качестве адгезионной прослойки при нанесении резиновых герметиков, гуммировании металлов и при ремонте резиновых и резинокомбинированных изделий.

Клей 4508 (ТУ 38-105-480—72) — раствор резиновой смеси на основе натурального каучука в бензине «галопша». Предназначен для склеивания резиноканевых изделий на основе каучуков общего назначения с последующей вулканизацией. Прочность при расслаивании склеенных полосок миткала или бязи не менее 0,8 кгс/см.

Клей 88-Н (МРТУ 38-5-880—66) — раствор резиновой смеси на основе наирита и бутилфенолоформальдегидной или другой смолы в смеси этилацетата и бензина «галопша». Применяется для приклеивания холодным способом резины к металлам, стеклу и другим материалам, а также для склеивания резины с резиной. Прочность клеевого соединения резины 201-3 и 56-В со сталью при дюралюминием при отрыве 11 кгс/см² после 24-часового отверждения и 13 кгс/см² через 48 ч.

Клей резиновый (ГОСТ 2199—78) — раствор натурального каучука в бензине «галопша». Марка А с концентрацией 8—11% и Б — 6—8%. Вязкость при 20°С на шариковом вискозиметре 7—14 с. Сопротивление расслоению склеенных полосок миткала не менее 1 кгс/см. Предназначен для склеивания резиновых и резиноканевых изделий.

Клей лейковат (ТУ 6-14-235—69) — 20%-ный раствор 4,4',4''-трифенилметантризонадата в дихлорэтаноле. Маловязкая подвижная жидкость от красно-красно-коричневого до фиолетового цвета. Плотность 1,25—1,27 г/см³. Разбавляется метилхлоридом, дихлорэтаном, хлорбензолом, бензолом, толуолом, ксилолом. Однокомпонентный клей горячей отверждения (вулканизирующийся). Применяют для склеивания резины с металлом методом горячей вулканизации и в качестве вулканизирующего агента в резиновых клеях холодного отверждения. Крепления прочны и стойки к ударным нагрузкам и вибрациям и к действию масел, жирного топлива, растворителей, кислот и щелочей (нестойк к растворам аммиака). Теплостойкость до 150°С. Хранят в герметичной (не металлической) посуде до 1,5 лет.

Термопреп (ТУ 38-6-78—70) — продукт обработки натурального каучука. Поставляется в виде твердых листов от темно-коричневого до черного цвета, толщиной до 6 мм. Для образования клея растворяют (при 15—20°С) в бензине «галопша» или авиационном (марки Б-70 и Б-78) в соотношении 1:2 по массе. Предназначен для приклеивания невулканизируемых и вулканизируемых резин на основе натурального и натрий-бутадиенового каучуков к стали, алюминиевым сплавам, латуни с последующей вулканизацией. Предел прочности клеевого соединения при отрыве не менее 5 кгс/см².

Клей ГИПК-214 (ТУ 6-05-251-09—73) — смесь наирита, хлорнаирита и фенолоформальдегидной смолы в толуоле. Основное назначение — для приклеивания деревазамениителя к вакуумметализированным изделиям в автомобилях

ВАЗ-2103, эксплуатируемых в условиях умеренно континентального климата. Клей контактный холодного отверждения. Предел прочности клеевого соединения при сдвиге через 24 ч после склеивания при 20°С и давлении 1 кгс/см² — 3,0 кгс/см² и давлении 8 кгс/см² — 7,0 кгс/см².

Клей № 61 (ТУ 105236—71) — раствор резиновой смеси на основе наирита в бензине «галоша» и этилацетата. Предназначен для склеивания вулканизированных резин и резинотканевых материалов без последующей горячей вулканизации, а также невулканизированных — с последующей вулканизацией.

Клей № 61 (ТУ 38 105517—72) — для автомобильной промышленности — раствор резиновой смеси на основе натурального каучука и термопрена в бензине «галоша». Предназначен для склеивания вулканизированных резин (на основе каучуков общего назначения) с металлами (окрашенными нитролаками и неокрашенными) и полиизобутиленовой пластины с неокрашенными металлами.

Клей № 200, № 3051 и № 4010 (ТУ 38 105517—72) — для автомобильной промышленности — растворы резиновых смесей на основе натурального каучука и регенерата в бензине «галоша».

Клей № 200 и № 3051 предназначены для склеивания вулканизированной резины с картоном, металлом, дерматином, сукном, бязью, кожей и ковровой тканью без последующей вулканизации, а клей № 4010 — для склеивания вулканизированных резин (на основе каучуков общего назначения), текстиля, картона с неокрашенными и окрашенными металлами при нормальной температуре и для герметизации оконных проемов автомашин.

Предел прочности клеевого соединения при равномерном отрыве резины от металла, кгс/см², не менее: для клея № 61—8 (после 24 ч выдержки), № 200—3 (24 ч), № 3051—1,2 (48 ч), № 4010—8 (72 ч).

РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЕТАЛИ

Образование резинотехнических деталей основано на естественном (адгезионном) соединении резины с металлом. Полученные композитные детали сочетают полезные свойства двух материалов. Металлическая основа обеспечивает необходимую прочность и жесткость изделия, а резиновая часть защищает металл от воздействия химически активных и абразивных сред, кавитации, эрозии и выполняет амортизирующие, антифрикционные и другие функции. В целях лучшего сцепления резины с металлом применяют различные прослойки; например, сталь предварительно латуннируют, покрывают эбонитом и другими адгезионными прослойками, имеющие повышенную адгезию к металлу и различным видам резины.

Стандартными резинотехническими деталями являются: амортизаторы приборные (ГОСТ 11679.1—76 и ГОСТ 11679.2—76), амортизаторы судовые (ГОСТ 17053—71), детали для турбобуров (ГОСТ 4671—76), амортизаторы для станков, подшипники резиновые (ГОСТ 7199—77) и др. К резинотехническим следует также отнести автомобильные шины и другие изделия, армированные металлическим кордом или проволокой. Условия конструирования резинотехнических деталей см. в работах [1, 3, 10, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуммирование химической аппаратуры / Л. Г. Богатков, А. С. Булатов, Н. К. Глобин и др. М., Химия, 1977.
2. Давыдов А. П. Резиновые подшипники в машиностроении. 2-е изд. М.—Л., Машиностроение, 1976.
3. Жеребков С. К. Крепление резины к металлам. М., Химия, 1966.
4. Истирание резины / Г. И. Бродский, В. Ф. Евстратов, Н. Л. Сахновский, Л. Д. Слюдинов. М., Химия, 1975.
5. Лесетов В. А. Резиновые технические изделия. М., Химия, 1965.
6. Литвин О. Б. Основы технологии синтеза каучуков. 3-е изд., М., Химия, 1972.
7. Лукомская А. И. Механические испытания резины и каучука. М., Химия, 1963.
8. Машиностроительные материалы. Краткий справочник. / Под ред. В. М. Раскатова М., Машиностроение, 1969.

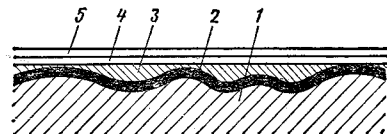
9. Неметаллические материалы / Под ред. И. В. Кудрявцева. М., Машиностроение, 1969.
10. Пенкин Н. С. Гуммированные детали машин. М., Машиностроение, 1977.
11. Патураев В. Н., Дырда В. И. Резиновые детали машин. М., Машиностроение, 1977.
12. Резина — конструкционный материал современного машиностроения / Под ред. П. Ф. Баденкова, В. Ф. Евстратова, М. М. Резниковского. М., Химия, 1967.
13. Смылова Р. А., Котлярова С. В. Справочное пособие по герметизирующим материалам на основе каучуков. М., Химия, 1976.
14. Унанянц Т. П., Бахаровский Г. Я. Химические товары. Справочник М., Химия, т. IV, 1974, т. V, 1974.
15. Энциклопедия полимеров. В 3-х т. / Под ред. В. А. Каргина. М., Советская энциклопедия, т. I, 1972; т. II, 1974; т. III, 1977.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Лакокрасочные материалы (л.к.м.) и их композиции (л.к.к.) предназначены для образования лакокрасочных покрытий (л.к.п.), служащих для защиты машин от воздействия среды (защитные покрытия), придания им внешнего вида, отвечающего требованиям технической эстетики (декоративные покрытия), и при объединении этих свойств л.к.п. носят название «защитно-декоративные покрытия» — наиболее распространенные. Отдельную категорию составляют л.к.п. с особыми свойствами (антиадгезионные, электроизоляционные, токопроводящие, антисептические, теплостойкие, термочувствительные, светящиеся и др.).

Повышение качества и долговечности л.к.п. обеспечивается внедрением новых л.к.м. на основе полимерных материалов, которые обладают не только требуемыми конструктивными (эксплуатационными) свойствами, но и лучшими технологическими данными, ускоряющими и удешевляющими процессы окрашивания.

Л.к.п. образуется из ряда различных пленок, последовательно нанесенных на изделие, как показано на рис., где 1 — укрываемая поверхность; 2 — грунт, т. е. пленка л.к.м., обладающая хорошими антикоррозионными и адгезионными свойствами по отношению к виду укрываемого материала и хорошо заполняющая его поры; 3 — шпатлевка, служащая для выравнивания неровностей укрываемой поверхности и обладающая хорошей адгезией к грунту и последующему слою л.к.п.; 4 — собственно лакокрасочная пленка, иногда наносимая в несколько слоев; 5 — лаковая пленка, служащая для повышения декоративности л.к.п. и дополнительной защиты от внешних воздействий.



Структура лакокрасочного покрытия

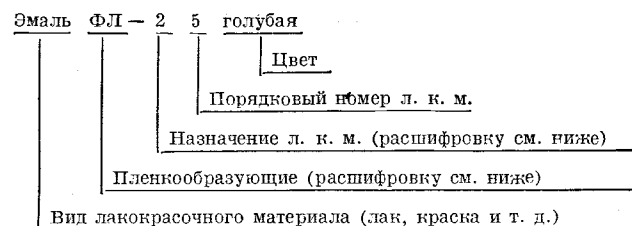
Для ускорения и удешевления процесса окраски, связанного с нанесением нескольких слоев, вводятся новые комбинированные л.к.м., например грунтшпатлевки, покрывные эмали, хорошо сцепляющиеся с укрываемой поверхностью без предварительного грунтования, и т. п.

Создание качественного л.к.п. начинается с тщательной подготовки укрываемой поверхности (выравнивание, очистка, обезжиривание, оксидирование, фосфатирование и т. д.); правильного подбора составов грунта, шпатлевки, покрывного слоя, с учетом свойств укрываемого материала и условий и вида воздействий внешней среды и групп эксплуатации, установленных ГОСТ 14007—68.

Окраску грузовых автомобилей производят в соответствии с ГОСТ 7593—70, тракторов, двигателей и самоходных шасси — ГОСТ 6572—75, пассажирских вагонов — ГОСТ 12549—67 и грузовых — ГОСТ 7409—73, локомотивов — ГОСТ 22896—77, сельскохозяйственных машин — ГОСТ 5282—75, агрегатов летательных аппаратов — ГОСТ 2645—71, велосипедов — ГОСТ 14942—69, машин и приборов, предназначенных для работы в тропиках, — ГОСТ 15157—69, станков, литейных и кузнечно-прессовых машин — ГОСТ 22133—76.

Основой л.к.п. являются пленкообразующие, т. е. полимерные вещества, способные образовывать тонкие прочные непрерывные пленки, определяющие качество декоративно-защитного покрытия. Пленкообразующими служат растительные масла, естественные и синтетические смолы и эфиры целлюлозы, которые для возможности нанесения пленки в жидкой фазе растворяют в **растворителях**. Такие растворы называют **лаками** (лак-основа и покрывные лаки). Лаки представляют собой прозрачные бесцветные или окрашенные затвердевающие жидкости. При введении в лак-основу **пигмента**, т. е. вещества, придающего ему непрозрачность и окрашенность в заданный цвет, образуется **эмалевая краска** — **эмаль**, которая дополнительно характеризуется видом пленкообразующего, например перхлорвиниловая эмаль, нитроэмаль. Растительные масла, загущенные пигментами, называют **масляными красками** или просто **красками**, которые при большом содержании пигментов именуется **густотертыми красками**. Для повышения качества л.к.п. в лакокрасочную композицию вводят легрирующие добавки (или присадки) — **пластификаторы** (мягчители) — для повышения пластичности пленки, **сиккативы** — для ускорения высыхания, **разбавители** — для придания малярной консистенции краскам, **наполнители** (улучшители) — для удешевления и придания покрытию твердости, химической стойкости, светостойкости, теплостойкости и т. д.

Пленкообразующие, являющиеся основой л.к.п., занимают в условных стандартных (ГОСТ 9825—73) обозначениях л.к.м. главное место, как это показано на схеме.



Порядковый номер, присваиваемый л.к.м., обозначают одной, двумя или тремя цифрами.

Назначение л.к.м. обозначают одной цифрой, определяемой (ГОСТ 9825—73) по следующему признакам:

1 — атмосферостойкие; 2 — стойкие внутри помещений; 4 — водостойкие; 5 — специальные (для кожи, резины, светящиеся и т. д.); 6 — маслостойкие; 7 — стойкие к различным химическим средам; 8 — термостойкие; 9 — электроизоляционные; 0 — грунтовки; 00 — шпатлевки.

Условное обозначение пленкообразующих (ГОСТ 9825—73): АБ — ацетобутиратцеллюлозные; АД — полиамидные; АК — полиакриловые; АС — алкидно-акриловые; АУ — алкидно-уретановые; АЦ — ацетилцеллюлозные; БТ — битумные; ВА — поливинилацетатные; ВЛ — поливинилацетальные; ВН — винил- и дивинилацетиленовые; ВС — сополимер-винилацетатные; ГФ — глифталевые; ИД — полиамидные; КО — кремнийорганические; КП — копаловые; КС — сополимеркарбонильные; КТ — ксифталевые; КФ — канифольные; МА — масляные; МЛ — меламинные; МС — масляно- и алкидно-стирольные; МЧ — мочевиные; НЦ — нитроцеллюлозные; ПЛ — полиэфирные насыщенные; ПФ — пентафталевые; ПЭ — полиэфирные ненасыщенные; УР — полцуретановые; ФА — фенолалкидные; ФП — фторопластовые; ФР — фуриловые; ХВ — перхлорвиниловые-поливинилхлоридные; ХП — хлорированные полиэтиленовые; ХС — сополимервинилхлоридные; ЦГ — циклогексановые; ШЛ — полиуретановые; ЭП — эпоксицидные; ЭТ — этрифталевые; ЭФ — эпоксиэфирные; ЭЦ — этилцеллюлозные; ЯН — янтарные.

СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, КОМПОЗИЦИЙ И ПОКРЫТИЙ

Адгезия. Свойство л.к. пленки прочно сцепляться с укрываемой ею поверхностью. Прочность сцепления или прилипания зависит от вида пленкообразующего и укрываемого материала и определяется силой, потребной для отделения пленки от поверхности. Адгезию определяют (ГОСТ 15140—78) методом отслаивания (количественная оценка), методом параллельных надрезов и методом решетчатого надреза, т. е. нанесением сетки надрезов (не менее пяти вдоль и пяти поперек) на лакокрасочном покрытии со стороны квадратиков 1,0 или 2,0 мм, очисткой кистью и последующим определением количества прочно сцепленных с подложкой и отслоившихся квадратиков по 3-балльной системе.

Атмосферная устойчивость (атмосферостойкость). Способность л.к. противостоять атмосферным воздействиям (солнечная радиация, колебания температуры, ветер, туман, дождь, снег и др.). Испытания проводят по ГОСТ 6992—68, он и определяет атмосферостойкость по восьмибалльной шкале меления. Л.к.п. для транспортных машин, в частности для подвижного состава ж.д., дополнительно испытывают на опытных локомотивах и вагонах не менее года с обязательным пробегом в крайние южные, северные, западные и восточные части страны в разные времена года.

Бензостойкость пленки. См. стойкость пленок к минеральным маслам и бензину.

Блеск (глянец) лакокрасочных покрытий, %. Степень отражения света пленкой. Чем выше степень отражения света, тем устойчивей покрытие в атмосферных условиях. Определение (ГОСТ 896—69) заключается в измерении величин тока, возбуждаемого в фотоэлементе пучком света, отраженного от испытуемой пленки. Величину блеска (в %) показывает шкала специального микроамперметра, градуированная по эталону — уволемому стеклу.

Влага в пигменте, %. Вредная примесь, удлиняющая время высыхания пленки и связывающая ее прилипаемость и качество. Количество влаги измеряют (ГОСТ 24119.1—75) путем сушки навески пигмента a при 105°С до постоянной массы b и определения отношения $\frac{a-b}{b} \cdot 100$.

Влагопоглощаемость пленки, % (гигроскопичность, набухаемость): количество влаги, впитавшейся в покрытие за определенное время нахождения его в воде. Измеряют (ГОСТ 24153—76) путем взвешивания пленки до и после выдержки ее в воде определенное время и отнесения равности к первоначальной массе пленки.

Влагостойкость. Способность л.к.п. выдерживать воздействие влажной атмосферы без изменения своих свойств при установленной степени влажности и температуре за определенное время.

Водопроницаемость пленок (гигроскопичность). Сопротивляемость пленки пропускать воду. Определяется временем в часах до появления первых признаков пропускания воды.

Водорастворимые соли в пигментах, %. Водорастворимые соли и другие водорастворимые вещества являются вредными примесями, так как под воздействием атмосферной влаги они, растворяясь, образуют очаги нарушения целостности покрытия. Определяют по ГОСТ 24119.2—75.

Водостойкость пленок. См. стойкость покрытий к воде и солям.

Время и степень высыхания лакокрасочной пленки. Согласно ГОСТ 19007—73 установлены семь степеней высыхания при нормированных условиях проведения испытания и критериях их оценки. Высыхание до степени 1 соответствует примерно старой оценке «от пыли», и до степени 3 — примерно старым — «полное» или «практическое».

Вязкость условная, с. Время истечения в секундах определенного объема испытуемого лакокрасочного материала через калиброванное сопло вискозиметра при 20°С (если не оговорена другая температура). Испытания проводят

(ГОСТ 8420—74) на вискозиметре ВЗ-4 с соплом 4 мм при вязкости испытуемых материалов от 12 до 200 с. Если вязкость их выше указанной, испытания проводят на вискозиметре ВЗ-1 со сменным соплом диаметром 5,4 мм не менее 5 с и соплом 2,5 мм от 12 до 150 с. Конструкция вискозиметров установлена ГОСТ 9070—75. Материалы густой консистенции испытывают на шариковом вискозиметре путем измерения времени в секундах прохождения (свободного падения) стального шарика диаметром 7,938 мм через слой испытуемого материала толщиной 25 мм.

Гибкость пленки (прочность при изгибе, изгиб пленки, гибкость по шкале НИИЛК), мм. Способность лакокрасочной пленки, нанесенной (ГОСТ 8832—76) на тонкую пластичную металлическую подложку, изгибаться вместе с ней без разрушений. Испытание проводят по условной шкале гибкости (ГОСТ 6806—73) путем последовательного изгибания подложки пленкой наружу вокруг стержней диаметром 55, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 16, 15, 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2 и 1 мм на 180° до появления признаков трещин или отслоений, видимых в луну с четырехкратным увеличением. Прочность при изгибе 10 мм означает, что разрушения возникли при изгибании вокруг стержня диаметром 8 мм.

Зоольность, %. Количество минеральных веществ (зола), остающихся после сжигания л.к.м. Определяется как отношение (в %) золы к массе сгоревшей навески.

Изгиб пленки — см. Гибкость пленки.

Интенсивность цвета (красящая сила). Свойство сухой краски (пигмента) при смешивании с другими красками придавать им свой цвет и оттенок. Измерение основано на сравнении с эталонами или сравнительном осмотре двух или более конкурирующих красок.

Истираемость покрытий, г. Износостойкость покрытий при абразивном воздействии. Характеризуется (ГОСТ 20811—75) количеством песка в граммах определенной дисперсности, падающего с высоты 180 см на испытуемое покрытие до стирания пленки и обнаружения подложки.

Йодное число. Показатель, характеризующий скорость высыхания растительного масла. Определяется количеством йода в г, соединяющегося со 100 г испытуемого масла при обработке его особым реактивом, приготовленным на основе йода.

Йодометрическая шкала — ряд эталонных растворов различной концентрации йода в мг в 100 мл полунормального раствора йодистого калия, служащих в качестве эталонов для сравнительной оценки окрашенности прозрачных л.к.м. (масла, олифы, лаки). Степень окрашенности (ГОСТ 19266—73) устанавливается числом мг йода, содержащегося в эталонном растворе.

Качество л.к.п. по внешнему виду. Определяется визуально без применения увеличительной оптики по степени гладкости и отсутствия поверхностных дефектов (рисок, соринки, штрихов и т. д.). Укрываемая поверхность для обеспечения качества л.к.п. должна по гладкости соответствовать параметрам шероховатости от $Rz = 20 \div 10$ мкм до $Ra = 2,5 \div 0,63$ мкм.

Кислотное число (в мг) КОН (кислотность): Показатель наличия в л.к.м. свободных кислот, снижающих их качество. Измеряется количеством щелочи (КОН) в мг, необходимым для нейтрализации свободных кислот, содержащихся в 1 г испытуемого вещества.

Кислотостойкость л.к.п. — см. Стойкость пленок к различным реагентам.

Малярная консистенция красок, эмалей, лаков — рабочая вязкость, определяющая оптимальный режим процесса окрашивания и наилучшее качество окраски. Малярная консистенция различается в зависимости от вида л.к.м. и метода окрашивания (кистью, распылением, аэрозольным распылением, окунаем и др.).

Маслоемкость пигмента. Маслоемкость 1-го рода (ГОСТ 24119.8—75) есть минимальное количество льняного масла в г, необходимого для связывания 100 г частиц пигмента в однородную пасту (густотертую краску). Маслоемкость 2-го рода (малярная маслоемкость) определяет минимальное количество масла, требуемое для придания краске следуемой малярной консистенции.

Маслостойкость пленки — см. Стойкость пленок к различным реагентам.

Меление лакокрасочных покрытий. Меление есть процесс поверхностного разрушения пигментированного лакокрасочного покрытия, характеризующийся образованием легкого снимаемого палета свободных частиц пигмента. Метод определения (ГОСТ 16976—71) по 8-балльной системе меления основывается на последовательном наложении на мелящее покрытие специальной фотобумаги, на которой частицы — продукты меления — образуют видимые невооруженным глазом отпечатки, по числу которых устанавливают балл меления. 1-й балл соответствует наибольшему числу отпечатков.

Насыпная плотность порошкообразных л.к.м. (в г/см³) или их масса (в г) в сосуде, имеющем определенный объем (в см³). Определяют с учетом равномерности заполнения объема порошком.

Относительная вязкость (вязкость по Энглеру) — см. с. 298. Вязкость условная.

Относительное удлинение свободной пленки при разрыве — см. Предел прочности при растяжении.

Отражательная способность л.к.п. характеризуется коэффициентом отражения, т. е. отношением отраженного потока света к падающему на испытуемую пленку, — см. Блеск лакокрасочных покрытий.

Паропроницаемость пленок, мг/см² в сутки. Степень недостаточной герметичности л.к.п. При испытании определяют количество влаги, проходящей через 1 см² свободной пленки толщиной 100 мкм за сутки при влажности воздействующего воздуха 95%. Результат испытания выводится как среднее за 7—8 суток.

Перетир красок (растир, растертость), мкм. Показатель однородности лакокрасочной композиции по величине (в мкм) отдельных частиц пигментов и наполнителей и равномерному распределению их в композиции. Степень перетира определяют методом «клина» (ГОСТ 6589—74).

Показатель преломления (коэффициент рефракции). Метод анализа чистоты и качества прозрачных л.к.м., основанный на определении величины отклонения луча света при вхождении его в испытуемый материал (отклонение луча для каждого вещества имеет постоянное значение). Рефракцию растительных масел определяют по ГОСТ 5482—59.

Полируемость лакокрасочных покрытий — см. Шлифуемость и полируемость лакокрасочных покрытий.

Предел прочности при растяжении свободной лакокрасочной пленки (полученной согласно ГОСТ 14243—78) определяют на разрывной машине по ГОСТ 18299—72 как отношение разрушающего напряжения к начальной площади поперечного сечения образца. Аналогично определяют относительное удлинение в % как отношение удлинения рабочей части свободной пленки, измеренного в момент разрыва, к ее начальной длине; модуль упругости в кгс/см² — как отношение напряжения к соответствующему относительному удлинению в пределах пропорциональности.

Прочность пленок при изгибе — см. Гибкость пленок.

Прочность пленок на удар, кгс·см. Способность лакокрасочных покрытий выдерживать ударные нагрузки. Испытание проводят по ГОСТ 4765—73 на специальных приборах. Результат испытания определяется числом, обозначающим максимальную высоту в см, с которой свободно падает груз с постоянной массой 1 кг на лакокрасочную пленку, нанесенную на металлическую подложку, не вызывая ее механического разрушения — трещин, смятия, отслаивания от подложки, выявленных при осмотре в лупу с четырехкратным увеличением.

Разбеливающая способность белых пигментов, %, т. е. их способность передавать при смешивании другому веществу свою окраску. Методы определения (ГОСТ 9529—75) — визуальный и фотоэлектрический, основанные на сравнении испытуемых пигментов в образцах с разбеливающей способностью белого пигмента, принятого в качестве эталона.

«Розлив красок» — способность л.к.м. после нанесения на подложку растекаться и выравнивать свой поверхностный слой. Согласно ГОСТ 21823—76 установлено два метода определения «розлива» л.к.м., наносимых:

1) распылением — оценивают величиной шагрени и наличием потеков, визуально и на профилографе по пятибалльной системе;

2) кистью — оценивают сравнением со шкалой «розлива» (ГОСТ 21823—76) и выражают степень от 0 до 10 (наилучший результат).

Разрыв и растяжимость пленок — см. Предел прочности при растяжении.

Растир красок — см. Перетир красок.

Расход лакокрасочных материалов, г/м². Количество лакокрасочных материалов в г, израсходованных на окрашивание 1 м² поверхности с обеспечением требуемых толщины и свойств лакокрасочного покрытия.

Светостойкость лакокрасочных покрытий (условная стойкость). Способность л.к.п. противостоять действию света ксеноновой лампы или других излучений за определенный отрезок времени. Испытывают по ГОСТ 21903—76, и результаты оценивают по изменению цвета, потере глянца, появлению трещин и другим дефектам отдельных участков испытуемого покрытия, подвергавшихся различной интенсивности облучения, путем сравнения с контрольными л.к.п.

Свободная лакокрасочная пленка — тонкий высохший слой лакокрасочной композиции, отделенный от подложки. Методы отделения гибкой подложки от высохшего лакокрасочного покрытия установлены ГОСТ 14243—78. Свободная лакокрасочная пленка предназначена для определения прочности на разрыв, удлинения и других механических свойств пленки.

Содержание летучих и нелетучих твердых и пленкообразующих веществ. Определяют по ГОСТ 17537—72 в % к массе испытуемой навески.

Сорность пленки определяется по наличию механических включений путем сравнения испытуемого лакокрасочного покрытия с эталоном.

Степень высыхания — см. Время и степень высыхания.

Стойкость к воде и растворам солей (хлористого натрия, «морской соли» и др.). Испытание (ГОСТ 21065—75) осуществляют следующим образом. Образец с покрытием погружают на $\frac{2}{3}$ длины в сосуд с дистиллированной водой или раствором соли при 20°С и выдерживают установленное время. Второй образец погружают в другой сосуд, а третий остается в качестве контрольного. Оценка производится визуально путем сравнения образцов.

Стойкость к кислотам и щелочам (ГОСТ 21826—76) определяется тремя методами:

1 — погружения, 2 — контактным и 3 — капельным.

1. Путем погружения на $\frac{2}{3}$ вертикально расположенного образца покрытия в реагент (раствор кислоты или щелочи) на 8 ч при 62°С с последующей визуальной оценкой.

2. Путем воздействия на отдельные участки покрытия ватного тампона (массой 0,2—0,25 г и диаметром до 25 мм), смоченного реагентом, в течение 7 сут при 20°С.

3. Воздействием на отдельные участки горизонтально расположенного покрытия каплей реагента объемом 0,1 мм, наносимых пипеткой в количестве 10 шт. на расстоянии 20 мм одна от другой при 20°С и влажности воздуха 65%. Осмотр производится через час.

Стойкость к минеральным маслам и бензину определяется (ГОСТ 21064—75) путем выдержки двух из трех (последний контрольный) образцов в реагенте при 20°С в течение времени, указанного в нормативной документации. Оценка по изменению внешнего вида и сохранности защитных свойств производится визуально (с применением 4-кратной лупы) по сравнению с контрольным образцом.

Стойкость к теплу и холоду. Определяют путем переменного выдерживания испытуемого образца л.к.п. в камерах тепла и холода. Результат измеряется предельными температурами испытания и числом теплосмен до разрушения образца.

Сухой остаток — см. Количество растворителя и сухого остатка.

Твердость пленки (твердость по маятниковому прибору). Коэффициент, определяемый по ГОСТ 5233—67 путем установления отношения времени затухания колебаний маятника (в пределах угловой амплитуды — от 5 до 2°), точки

опоры которого лежат на поверхности испытуемого л.к.п., ко времени затухания колебаний того же маятника, установленного на эталонной стеклянной пластинке, равному 440 ± 6 с («стеклянное число»).

Теплостойкость покрытий — см. Теплостойкость покрытий.

Теплостойкость покрытий (теплостойкость). Свойство лакокрасочных покрытий выдерживать повышенную температуру в течение определенного времени без изменения внешнего вида, шелушения, отслаивания и растрескивания. Определяют по МРТУ 6-10-699—67.

Толщина покрытия, мкм. Измеряют (МРТУ 6-10-669—67) микрометром, индикаторным прибором ТЛКП, магнитным толщиномером ИТП-1, прибором ТПН-IV, действующим на основе использования эффекта вихревых токов.

Тонкость помола пигмента характеризуется размерами его частиц в мкм. Оптимальная дисперсность лежит в пределах 0,2—40 мкм. Для определения применяют ситовой сухой и мокрый анализы (ГОСТ 21119.4—75) путем пропускания порошка через набор сит. Для наиболее точного анализа применяют микроскопический и седиментометрический (путем отстаивания) методы.

Укрывистость (кроющая способность), г/м². Способность лакокрасочной пленки делать невидимым цвет укрываемой поверхности и в случае нанесения на черно-белую подложку («шахматная доска» или черно-белые полосы) уменьшать контрастность между белой и черной поверхностями до исчезновения разницы между ними. Укрывистость, определяемая по ГОСТ 8784—75, измеряется в граммах л.к.м., необходимого для покрытия поверхности размером в 1 м². Следует различать укрывистость при расчете на массу: а) сухой пленки; б) неразбавленной краски и в) разбавленной до малярной консистенции краски.

Цвет и его оттенки пигментов, красок и эмалей определяют по цветовому тону, чистоте цвета и яркости путем сравнения красок, соответствующих л.к.м., с эталонами (ГОСТ 16873—71) или картотечной эталонной цветовой (ТУ КУ 292—61), которая состоит из 10 групп пронумерованных карточек: 1 — красный от № 1; 2 — оранжевый от № 100; 3 — желтый от № 200; 4 — зеленый от № 300; 5 — синий от № 400; 6 — фиолетовый от № 500; 7 — коричневый от № 600; 8 — защитный от № 700; 9 — белый, серый, черный от № 800; 10 — прочие от № 900. Обычно цвет указывается двумя номерами, например 425, 426, т. е. устанавливается предел (или «вилка») двух близлежащих оттенков. Цвет масел, лаков и других прозрачных слабоокрашенных л.к.м. определяют (ГОСТ 19266—73) в жидкой фазе путем сравнения с йодометрической шкалой, состоящей из раствора йода в 100 мл водного раствора йодистого калия; измеряется количество йода, придающего стеньев окраски раствору.

Число коагуляции (в %) выражает количество бензола или толуола, которое можно добавить к 3%-ному раствору нитроцеллюлозы в испытуемом растворе до начала коагуляции, т. е. выпадения ее в виде осадка из раствора.

Шлифуемость и полируемость лакокрасочных покрытий. Способность лакокрасочных покрытий в результате шлифования и полирования образовывать высококачественную поверхность. Методы испытания (ГОСТ 21473—76): А — определяется шлифуемость по изменению массы лакокрасочного покрытия; Б — определяется шлифуемость по изменению толщины (для покрытий древесины не менее 100 мкм); В — определяется полируемость по величине блеска, определяемого блескомером типа ФБ-2 или ФБ-3.

Эластичность пленок, %. Способность свободных пленок сокращаться после растяжения. Определяется отношением $\frac{l_t - l_1}{l_1 - l_0} 100\%$, где l_0 — первоначальная длина пленки; l_t — длина в растянутом состоянии; l_1 — длина после сокращения.

Основные методы испытания (МИ) л.к.м. и л.к.п. были установлены более 40 лет назад Государственным стандартом ОСТ 10068—39. Ниже в справочных целях приведены сведения о замене почти всех 38 М.И. ОСТ 10068—39 современными стандартами:

Метод испытания	ГОСТ	Метод испытания	ГОСТ	Метод испытания	ГОСТ
1	21119.1—75	12	21823—76	25	21473—76
	21119.2—75	13	8784—75	26	21473—76
	21119.3—75	14	8784—75	27	21473—76
	21119.9—75	15	9526—75	28	—
2	21119.4—75		16872—71	29	21903—76
3	21119.8—75	16	8832—76	30	—
4	19266—73	17	19007—73	31	21065—75
5	8420—74	18	—	32	21513—76
6	17537—72	19	16873—71	33	21823—76
7	17537—72	20	5233—67	34	14243—78
8	17537—72	21	4785—73	35	18299—72
9	6589—74	22	6806—73	36	—
10	—	23	20811—75	37	—
11	—	24	21473—26	38	6992—68

КОМПОНЕНТЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Пленкообразующие материалы, применяемые для образования л.к.к., представляют собой высокомолекулярные соединения. В зависимости от происхождения их подразделяют на группы: 1) растительные масла; 2) естественные (природные) смолы; 3) конденсационные синтетические смолы; 4) полимеризационные синтетические смолы; 5) эфиры целлюлозы.

В ряде случаев свойства пленкообразующих, являющихся основой лакокрасочной композиции, недостаточны для образования высококачественного покрытия, и тогда вводят в небольших количествах легирующие добавки.

Пластификаторы (мягчители). Некоторые пленкообразующие после высыхания образуют хрупкие неэластичные пленки, не отвечающие условиям эксплуатации машин и приборов (динамические воздействия, большое колебание температур и т. д.). Поэтому для повышения эластичности пленки в лакокрасочные композиции вводят вещества, называемые мягчителями, или пластификаторами. Важнейшие пластификаторы: **касторовое масло** (ГОСТ 6757—73), обычно применяют в смеси с другими пластификаторами; **кастероль** (ТУ 6-10-1238—72) — продукт окисления касторового масла кислородом воздуха при 115—130°С, плотность 0,95—0,965 г/см³. Пластификаторы по ГОСТ 8728—77Е; **дибутилфталат** (ГОСТ 8728—77Е) — бесцветная масляная жидкость, продукт взаимодействия бутилового спирта и фталевого ангидрида, плотность 1,046 г/см³, температура кипения 340°С, в воде нерастворим, хорошо растворяет нитроцеллюлозу, применяют обычно в смеси с касторовым маслом для повышения эластичности нитролаков и эмалей; **диоктилфталат** (ГОСТ 8728—77Е) — маслянистая жидкость желтоватого цвета; **трифенилфосфат** — белый кристаллический порошок без запаха, плотность 1,185 г/см³, температура кипения 245°С; **трикрезилфосфат** (ГОСТ 5728—76) — эфир фосфорной кислоты, бесцветная жидкость без запаха, крайне ядовита. Плотность 1,165—1,195 г/см³, температура кипения 285°С. Используется в производстве нитроэмалей темных тонов, так как под воздействием света темнеет.

Сиккативы. Ряд пленкообразующих, главным образом на основе растительных масел, требуют длительного времени высыхания, несовместимого с принципами эффективного технологического процесса окрашивания. Поэтому для ускорения затвердевания пленок в лакокрасочные композиции вводят сиккативы, или ускорители. Сиккативами главным образом являются соли свинца, марганца, кобальта, цинка и кальция, образованные жирными кислотами (линолеаты), смоляными кислотами (резинаты) и нафтеновыми кислотами (нафтенаты). Основные виды сиккативов приведены ниже.

Линолеат марганца (ТУ 6-10-1389—74) — раствор в уайт-спирите, предназначен для ускорения высыхания битумных лаков, кислотостойких лаков.

Резинат кальция (ТУ 6-10-1302—72) — для масляных лаков.

Резинат марганца (ТУ 6-10-1323—72) — для лака ФЛ-560.

Свинцово-марганцевые липолеаты 64-Б и 64-П. (ТУ 6-10-1351—73) — для масляных красок, эмалей, лаков и др.

Резинат кобальта, сиккатив 7640 (ТУ 6-10-1391—73) — для масел, масляных красок и эмалей и восстановления рисунка эмалей «муар».

Сиккативы нафтенатные (ГОСТ 1003—73) — прозрачная однородная жидкость, температура вспышки не ниже 33° С; выпускают следующих марок:

НФ-1 — нафтенат свинцово-марганцевый, плотность 0,85—0,91 г/см³;

НФ-2 — нафтенат свинца, плотность 1,1—1,16 г/см³;

НФ-3 — нафтенат марганца, плотность 0,94—1,0 г/см³;

НФ-4 — нафтенат кобальта, плотность 0,94—1,0 г/см³;

НФ-5 — то же, плотность 0,86—0,92 г/см³;

НФ-6 — нафтенат кальция, плотность 0,92—0,98 г/см³;

НФ-7 — нафтенат цинка, плотность 0,95—1,02 г/см³;

НФ-8 — нафтенат железа, плотность 0,95—1,02 г/см³.

В качестве сиккативов также применяют: искусный свинец (свинцовый сахар), глет свинцовый, сурик свинцовый, уксуснокислый кобальт и др. Все сиккативы растворяются в маслах и органических растворителях.

Отвердители. Ряд синтетических смол, и, в частности, эпоксидные, имеют линейное структурное строение и поэтому обладают плавкостью, растворимостью и не водостойки. Поэтому для образования хороших л.к.п. они нуждаются во введении отвердителей, которые, реагируя с эпоксидной группой, образуют пространственный полимер. В качестве отвердителей эпоксидных смол и л.к.п. на их основе применяют:

отвердитель № 4 (ТУ 6-10-1429—64) — прозрачная жидкость — раствор смолы ПО-201 в смеси растворителей с вязкостью (ВЗ-4) при 200° С 12—18 с с содержанием нелетучих веществ 28—32% и олеина не более 0,4%;

отвердитель И-6М (ТУ 6-10-1438—74) — прозрачная темно-зеленая жидкость (алкенил, замещенный гетероциклическим полиамином) с содержанием свободного амина не более 7%; вязкость при 20° С 40—80 с.

Антистарители (антиоксиданты) — вещества, вносимые в лакокрасочные композиции для уменьшения влияния кислорода воздуха на л.к.п., приводящего к их хрупкости и старению. В частности, к этилцеллюлозным лакам добавляют 0,5—1,0% антиоксидантного вещества (дифенилгуандин, дифенилпиперидин, фенольная смола № 101).

Поверхностно-активные вещества. Для повышения адгезии пленкообразующих к укрываемым материалам и к частицам пигментов и наполнителей, для образования более равномерной диспергированной суспензии лакокрасочной композиции в ее состав в процессе изготовления вводят поверхностно-активные вещества. Действие их основано на улучшении смачивания твердой поверхности жидкостью, т. е. раствором пленкообразующего в растворителе. Для этой цели применяют триэтаноламин, соли жирных кислот или сами жирные кислоты, лецитин, полнамиды, силиконовые масла и др., благодаря которым обеспечивается более равномерное распределение и прочная дисперсная система суспензии лакокрасочной композиции.

Для повышения адгезии пленок по отношению к укрываемым металлическим поверхностям в состав грунтов вводят вещества, способствующие образованию фосфатной пленки на поверхности стали, например ортофосфорную кислоту и т. д.

РАСТВОРИТЕЛИ И РАЗБАВИТЕЛИ

Растворители и разбавители не входят в состав готовых л.к.п. Они являются технологически вспомогательными веществами, растворяющими пленкообразующие для придания лакокрасочной композиции свойств вязкой жидкости определенной малярной консистенции, обеспечивающей оптимальные режимы ведения окрасочного процесса и образования качественной сплошной пленки. Благодаря своей быстрой и полной испаряемости (или летучести) рас-

творители и разбавители обеспечивают быстрое затвердевание лакокрасочной пленки и формирование свойственной ей структуры.

Растворяющие жидкости избирательны — один вид растворяет определенное вещество и не растворяет другие. Это обстоятельство определяет широту номенклатуры веществ (спирты, углеводороды, хлорорганические соединения, сложные и простые эфиры, кетоны и др.), применяемых в качестве основных растворителей. Их смеси образуют «комбинированные растворители», которые позволяют в одном растворе использовать сочетание различных специфических избирательных свойств, присущих отдельным растворяющим веществам. Основные и комбинированные растворители относятся к группе активных растворителей, в отличие от пассивных, которые называют разбавителями, или разжижителями. Разбавители не обладают самостоятельной способностью растворять пленкообразующие; они могут лишь снизить вязкость готовой лакокрасочной композиции. И так как они не образуют с пленкообразующими раствора, то при высыхании лакокрасочной пленки разбавители должны испаряться быстрее, чем участвующий в данной композиции растворитель, иначе хорошая пленка не образуется. Растворители также широко применяют и в других разделах технологии машиностроения (лабораторной технике, гальванотехнике, склеивании, консервации и разконсервации деталей, обезжиривании и т. д.).

Большинство растворителей токсичны, огнеопасны и в определенной концентрации их паров в воздухе — взрывоопасны. Поэтому условия их использования, хранения и транспортирования строго регламентируются определенными правилами.

Основные растворители (растворяющие вещества)

Основные растворители представляют собой бесцветные прозрачные подвижные и летучие жидкие органические соединения с характерным запахом, которые подразделяются на углеводороды (алифатические, ароматические и терпены), спирты, кетоны и сложные и простые эфиры. Ниже следует описание в алфавитном порядке основных растворителей и в табл. 1 приведены их наиболее общие свойства, а в табл. 2 — данные о их горючести, взрывоопасности и токсичности.

Ацетон (диметилкетон) CH_3COCH_3 — простейший кетон, получаемый из уксусной кислоты; термически разложением уксуснокислого кальция; гидратацией пропилена и сбраживанием крахмалистых продуктов. Замерзает при -95°C . Вязкость при 15°C 0,3371 сП. Смешивается во всех пропорциях с водой, спиртом, эфиром, многими сложными эфирами, минеральными и растительными маслами, бензином, керосином и др. Растворяет жиры, многие смолы и лаки, ацетат целлюлозы, но не растворяет резины. Способен растворять ацетилен. Технический ацетон поставляют по ГОСТ 2768—69 марок А и Б и ацетон-реактив — по ГОСТ 2603—79 марок ч.д.а. (чистый для анализа) и «чистый».

Бензин-растворитель (уайт-спирит) — узкая высококипящая фракция бензина прямой перегонки. Согласно ГОСТ 3134—78 поставляют обычного качества и с государственным Знаком качества. Содержание: серы не более 0,025%; ароматических углеводородов не более 13 и 16%; воды, механических примесей, водорастворимых кислот и щелочей — 0. Растворяет все масла, кроме расторового, и является активным растворителем для масляных лаков, красок и эмалей.

Бензин-растворитель (ГОСТ 443—76) — узкая легкокипящая фракция бензина прямой перегонки (марка БР-1 «галопша») и каталитического реформинга (марки БР-2 и БР-2 с государственным Знаком качества). Основное назначение — растворитель резины.

Бензин экстракционный — узкая легкокипящая фракция бензина прямой перегонки. Основное назначение — экстракция пищевых и других жиров.

Бензин для технических целей (ГОСТ 8505—57) — продукт прямой перегонки нефти, применяемый в качестве растворителя. Содержание серы не более 0,025%; водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и

1. Основные растворяющие вещества

Наименование, марка, сорт	Плотность при 20° С, г/см ³	Фракционный состав		
		Температура перегона, °С		Объем отгона, %
		начала	конца	
Ацетон технический:				
А	0,790—0,792	55,5	56,5	97
Б	0,790—0,793	55,5	57,0	95
Ацетон-реактив:				
чистый для анализа	0,790—0,791	55,5	56,5	97
чистый	0,790—0,792	55,5	57,0	97
Бензин (уайт-спирит)	0,780	160	200	98
Бензин с гЗК ¹	0,790	156	200	98
Бензин-растворитель:				
Бр-1 («галоша»), Бр-2	0,73	80	120	98
Бр-2 с гЗК	0,70	80	110	96
Бензин экстракционный	0,725	70	95	98
Бензин технический	0,69—0,73	45	170	97,5
Бензол каменноугольный:				
особо чистый двух сортов	0,878—0,88	79,6	80,3	95
чистый для синтеза, двух сортов	0,877—0,88	79,6	80,3	95
чистый для нитрации, двух сортов	0,876—0,88	79,5	80,5	95
технический	0,876—0,88	79,0	80,6	95
Бензол нефтяной:				
высокой чистоты	0,878—0,88	79,6	80,4	95
для синтеза, 1-го и 2-го сорта	0,877—0,88	79,6	80,5	95
для нитрации, 1-го и 2-го сорта	0,876—0,88	79,5	80,6	95
чистый	0,875—0,88	79,0	80,6	95
Бензол нефтяной для синтеза с гЗК	0,878—0,88	79,7	80,4	95
Бутилацетат:				
марка А высший сорт	0,879—0,882	122	127	95
» 1-й сорт	0,870—0,880	122	128	95
марка Б высший сорт	0,872—0,876	118	128	95
» 1-й сорт	0,870—0,880	116	135	95
Бутиловый спирт:				
1-й сорт	0,809—0,811	—	—	—
2-й сорт	0,809—0,812	—	—	—
«брожения»	0,809—0,811	115	118	95
Дихлорэтан:				
высший и 1-й сорта	1,254—1,256	—	—	—
2-й сорт	1,249—1,258	81	86	94
Изоприловый спирт:				
абсолютированный	0,785—0,786	81,5	83	95
высший сорт	0,816—0,819	—	—	—
1-й »	0,815—0,822	—	—	—
Ксилол каменноугольный:				
высший сорт	0,861—0,866	137,5	140,5	95
1-й »	0,860—0,866	137,0	141,0	95
2-й »	0,860—0,866	136,0	141,0	95
Ксилол нефтяной:				
А с гЗК	0,862—0,868	137,5	141,2	98
А	0,862—0,868	137,0	141,2	98
Б	0,860—0,870	136,0	143,0	98
Метилен хлористый:				
высший сорт	1,326—1,328	—	—	—
1-й и 2-й сорта	1,324—1,329	—	—	—

Продолжение табл. 1

Наименование, марка, сорт	Плотность при 20° С, г/см ³	Фракционный состав		
		Температура перегона, °С		Объем отгона, %
		начала	конца	
Метанол-яд:				
высший сорт	0,791—0,792	64	65,0	99
1-й »	0,791—0,792	64,0	65,0	99
Серовуглерод синтетический:				
с гЗК	1,263—1,265	—	—	—
1-й категории качества	1,261—1,265	—	—	—
Смешанар живичный:				
высший сорт	0,855—0,863	155—160	170	92
1-й »	0,855—0,863	153—160	170	90
2-й »	0,855—0,863	155—160	170	80
Смешанар экстракционный:				
1-й сорт	0,855—0,864	152	175	90
2-й »	0,852—0,864	150	175	85
Сольвент каменноугольный:				
сорт А	0,865	126	160	90
» Б	0,875	120	170	90
» В	0,885	135	190	90
Сольвент нефтяной	0,848	120	160	90
Толуол каменноугольный:				
А. Высший и 1-й сорта	0,865—0,867	110,0	110,6	95
В. Высший сорт	0,863—0,867	110,0	110,9	95
Б. 1-й »	0,863—0,867	110,0	111,0	95
Толуол нефтяной:				
для нитрации с гЗК	0,864—0,867	110,0	111,0	98
А	0,863—0,867	109,0	111,0	98
В	0,856—0,866	109,0	111,2	98
Трихлорэтан:				
1-й сорт	1,463—1,465	86,5	87,5	95
2-й »	1,462—1,466	85,0	83,0	95
Углерод четыреххлористый:				
высший сорт	1,593—1,597	76,2	77,2	96
1-й и 2-й сорта	1,593—1,597	75,5	77,5	96
Фурфурол технический:				
с гЗК и 1-й сорт	1,159—1,160	152,0	165,0	98,5
2-й сорт	1,152—1,160	—	165,0	97,0
Хлорбензол технический:				
1-й и 2-й сорта	1,105—1,110	—	—	95
с гЗК	1,105—1,108	—	—	95
Хлороформ технический:				
высший сорт	1,487—1,492	—	—	—
1-й и 2-й сорта	1,485—1,492	—	—	—
Циклогексан:				
высший сорт	0,776—0,780	—	—	—
1-й сорт	0,775—0,785	—	—	—
Этилацетат:				
марка А высший сорт	0,897—0,900	75,0	78,0	95
1-й сорт	0,897—0,900	74,0	79,0	95
Б	0,890—0,900	70	80	95
Этилцеллюлозоль (высший, 1-й и 2-й сорта)	0,928—0,933	128	138	95

* Здесь и далее гЗК — государственный Знак качества.

воды — 0; фактических смол не более 2 мг на 100 мл. Иодное число не более 2. Кислотность не более 0,6 мг КОН.

Бензол — простейший представитель ароматических углеводородов. По методам получения подразделяют на каменноугольный (ГОСТ 8448—78) и нефтяной (ГОСТ 9572—77) — продукт пирогенического разложения нефти и последующей очистки.

2. Огнеопасность и токсичность основных растворителей

Наименование	Температура, °С		Взрывоопасная концентрация в воздухе, г/м ³	Допустимая концентрация в воздухе, мг/м ³
	вспышки	самовоспламенения		
Амилацетат	25	—	117—532	100
Амиловый спирт	37,8	349	117—532	100
Ацетон	—20	500	2,15—13*	200
Бензин (уйт-спирит)	—17	270	1,1—5,4*	300
Бензол	—10,7	580	48,7—308	200
Бутилацетат	24	—	1,4—14,7*	200
Бутанол	28	337	1,68—10,2*	10
Дихлорэтан	9	413	6,2—16*	10
Изоприловый спирт	12	155	2—12*	—
Ксилол	24	494	1,6—6,0*	50
Метилен хлористый	—	580	Невзрывоопасен	50
Метанол-яд	6,5	475	78—478	50
Сероуглерод	—43	90	1—50*	10
Скипидар	34	300	—	300
Сольвент	25	520	2—7*	50
Толуол	4	536	48—264	50
Хлорбензол	29	23—38	1,3—8,5*	50
Этиловый эфир	44,4	—	—	—
Этилацетат	—2,2	484	2,1—16,8*	200
Этилцеллюлозоль	40—46	235	1,8—15,7*	200

* Приведена объемная доля вещества в %.

Пиробензол, т. е. нефтяной бензол, очищенный от толуола, Бензол-реактив (ГОСТ 5955—75). Бензол нефтяной для синтеза (ГОСТ 5.960—71) с государственным Знаком качества. Бензол смешивается во всех отношениях с углеводородами, плохо растворим в воде (0,18%), нерастворим в глицерине, хорошо растворяет жиры, каучук, смолы, гудрон, серу, фосфор и др.

Бутилацетат C₆H₁₂O₂ — сложный эфир бутилового спирта и уксусной кислоты. Прозрачная бесцветная жидкость. Растворитель хлоркаучука, нитроцеллюлозы, глифталевых смол, полиуретановых лаков и др. Бутилацетат нормальный технический поставляют по ГОСТ 8981—78 марок А и В высшего и 1-го сортов.

Бутиловый спирт (бутанол) C₄H₉ОН, молекулярная масса 74,12. Технический *n*-бутанол (ГОСТ 5208—76) выпускают двух марок — синтетический (1-го и 2-го сортов) и получаемый методом брожения. Температура вспышки 28—34°С, самовоспламенения 337—345°С, в смеси с воздухом взрывоопасен. Растворяет масла, смолы, нитролаки; моющее средство, плохо растворим в воде, смешивается со спиртом, эфиром и другими растворителями. По ГОСТ 6006—73 выпускается реактив «ч.д.а.» и «ч».

Дихлорэтан (хлористый этилен) — продукт, получаемый воздействием хлора на этилен. По ГОСТ 1942—74 выпускают трех сортов: высший, 1-й и 2-й. Растворитель полихлорвиниловых и других смол, жиров, воска; в смеси со спиртом — растворитель нитролаков; служит также для извлечения масла из металлической стружки.

Изоприловый спирт — продукт гидратации пропилена. Согласно ГОСТ 9805—76 выпускают абсолютированный и технический высшего и 1-го сортов.

Ксилол каменноугольный — углеводород ароматического ряда — смесь трех изомеров и этилбензола, получают в процессе переработки сырого бензола. Хорошо растворяет масла и битумы. Поставляют по ГОСТ 9942—75 трех сортов: высшего, 1-го и 2-го.

Ксилол нефтяной технический — смесь трех изомеров ксилола и этилбензола; получают в процессе ароматизации нефтяных фракций. Поставляют по ГОСТ 9410—78 трех марок: А — с государственным Знаком качества, А и В.

Метилен хлористый технический (метилхлорид) — бесцветная прозрачная жидкость. Поставляют по ГОСТ 9968—73 высшего, 1-го и 2-го сортов. Кислотность в пересчете на НС не более 0,001%. Растворитель жиров, эфиров, смол, целлюлозы, каучука.

Метанол-яд синтетический (метиловый спирт — устаревшее название). Продукт взаимодействия окиси углерода с водородом при высоких давлениях и температурах в присутствии катализаторов. Поставляют по ГОСТ 2222—78Е высшего и 1-го сортов.

Сероуглерод (двусернистый углерод, CS₂). Бесцветная прозрачная жидкость; температура кипения 46,26°С, плавления — минус 112,1°С. Хорошо растворяет жиры, масла, смолы, каучук, серу, фосфор, йод, смешивается с эфиром, спиртом, хлороформом; с водой не смешивается. Ядовит, пожаро- и взрывоопасен.

Синтетический технический сероуглерод, получаемый взаимодействием паров серы с углеродом при высокой температуре. Поставляют по ГОСТ 19213—73 двух категорий; с государственным Знаком качества и первой категории качества.

Сероуглерод каменноугольный технический — продукт переработки сырого бензола; поставляется по ГОСТ 445—75 двух сортов: 1-го и 2-го с содержанием сероуглерода соответственно 90 и 85% и фактических смол 6—11 и 11—16%.

Скипидар — бесцветная прозрачная жидкость с острым запахом, напоминающим хвойный. Продукт переработки сосновой смолистой древесины и ее отходов. По методу производства различают три вида:

живичный скипидар, наиболее естественный и ценный продукт, получаемый из сосновой живицы; выпускают (ГОСТ 1571—76) трех сортов: высшего, 1-го и 2-го; скрытая теплота испарения 70 кал/кг;

экстракционный скипидар, наиболее массовый продукт, получаемый экстракцией пней и других смолистых отходов сосны органическими растворителями; выпускают (ГОСТ 16943—71) и 1-го и 2-го сортов;

сульфатный скипидар — побочный продукт, получаемый в процессе сульфатно-целлюлозного производства.

Сольвент каменноугольный технический (сольвент нефти) — смесь ароматических углеводородов, получаемых в процессе ректификации очищенных фракций сырого бензола. По ГОСТ 1928—87 поставляют трех сортов: А, Б и В с содержанием фенолов соответственно: 0,01; 0,02 и 0,1%; общей серы: 0,1; 0,15 и 0,3%. Хороший растворитель масел, асфальтовых лаков и др. Применяют в качестве промывной жидкости в машиностроении.

Сольвент нефтяной для лакокрасочной промышленности — продукт, получаемый при пиролизе нефтяных фракций, с содержанием серы не более 0,1%; сульфидируемых веществ не менее 85%; водорастворимых кислот и щелочей не содержит.

Тетрахлорэтан — продукт, получаемый из ацетилена и хлора в присутствии пятихлористой сурьмы. Применяют для растворения жиров, серы, фосфора и др.

Толуол (метилбензол — C₆H₅CH₃) — органическое соединение — ароматический углеводород. Растворитель масел, смол, асфальтов; смешивается с ацетоном, углеводородами, эфиром, абсолютным спиртом; с водой не смешивается. Выпускают: **толуол каменноугольный** (и сланцевый) (ГОСТ 9880—76). Марки: А (высшего и 1-го сортов); Б (высшего и 1-го сортов); **толуол нефтяной** (ГОСТ 14710—78) — каталитический, получаемый ароматизацией, и пиролизный, получаемый путем пиролиза нефтяных фракций.

Толуол нефтяной выпускают трех марок: для нитрации с государственным Знаком качества, А и Б.

Трихлорэтилен — продукт переработки тетрахлорэтана. Негорюч, незначительная токсичность, не изменяется при хранении. Применяют для экстрагирования пищевых продуктов, обезжиривания, в частности деталей перед сборкой. Технический продукт выпускают (ГОСТ 9976—70) 1-го и 2-го сортов.

Углерод четыреххлористый технический (тетрахлорметан) CCl_4 — продукт, получаемый главным образом хлорированием сероуглерода. Растворяет жиры, масла, каучук, канифоль, смолы, фосфор и др. Не огнеопасен, но токсичен. Выпускают (ГОСТ 4—75) трех сортов: высшего, 1-го и 2-го. Продукт негорюч, но ядовит — предельная концентрация в воздухе рабочей зоны не выше 20 мг/м³.

Фурфурол технический — продукт химической переработки растительного сырья. Полуфабрикат в производстве пластмасс; применяют в качестве избирательного растворителя. Выпускают (ГОСТ 10437—71) трех сортов: с государственным Знаком качества, 1-го и 2-го сортов.

Хлорбензол технический — продукт, получаемый прямым хлорированием бензола газообразным хлором в присутствии катализатора. Растворим в спирте, нерастворим в воде. Служит в качестве растворителя смол, лаков, этилцеллюлозы, а также для синтеза ряда органических продуктов. Трудно воспламеняется, но токсичен. Выпускают (ГОСТ 646—73): 1-го и 2-го сортов и с государственным Знаком качества.

Хлороформ технический (трихлорметан) — продукт хлорирования метана. Применяют в производстве фторпластов и как растворитель жиров, смол и др. Выпускают (ГОСТ 20015—74) трех сортов: высшего, 1-го и 2-го с содержанием примесей (в том числе четыреххлористого углерода) соответственно: 0,04 (0,03), 1,5 (0,8) и 4 (3,0)%. Хлороформ негорюч и невзрывоопасен, обладает наркотическим действием — концентрация в воздухе рабочей зоны не более 20 мг/м³.

Циклогексан — продукт гидрирования бензола с выходом чистого продукта свыше 99%. Технический продукт (ГОСТ 14198—78) выпускают высшего и 1-го сортов.

Этилацетат (этиловый эфир уксусной кислоты). Растворитель для эфиров целлюлозы, копалов, канифоли, целлулоида и др. Технический продукт выпускают (ГОСТ 8981—78) двух марок: А — высшего и 1-го сортов и Б без подразделения на сорта.

Этилцеллюлозольв (моноэтиловый эфир этиленгликоля) — продукт взаимодействия окиси этилена и этилового спирта. Низколетучий растворитель. Технический продукт (ГОСТ 8313—76) выпускают трех сортов: высшего, 1-го и 2-го.

Этиловый спирт (винный спирт, этанол) C_2H_5OH . Бесцветная подвижная жидкость с характерным винным запахом. Плотность 0,79 г/см³; температура кипения 78,4° С, плавления — минус 114,2° С. Смешивается во всех отношениях с водой, спиртами, эфиром, глицерином, бензином. Применяют в качестве растворителя, моющей жидкости, в антиобледенительных составах и т. д.

По методу получения разделяют на три группы: а) путем брожения пищевого сырья — сырец (ГОСТ 131—67) крепостью 88%; из него получают ректификованный спирт (ГОСТ 5962—67) крепостью 95,5—96,2% и питьевой (ГОСТ 5963—67) — 95%; б) гидролизный и сульфитный на основе переработки побочных продуктов лесной и бумажной промышленности — технический (ГОСТ 17299—78) и технический ректификованный (ГОСТ 18300—72); вырабатывают из непищевого растительного сырья с государственным Знаком качества и высшего сорта, крепостью 96,2% и 1-го и 2-го сорта — 96,0% токсичен — вызывает паралич нервной системы; в) синтетический — продукт гидратации этилена (ГОСТ 11547—76) и, кроме того, регенерированный (ГОСТ 4448—71) для применения в том же производстве, отходом которого он является: марка А, крепость 95,0% и Б — 94,0%.

Методы анализа технического этилового спирта (синтетический, гидролизный и сульфитный) установлены ГОСТ 10749—72.

Комбинированные растворители

Комбинированные растворители, а также разбавители (разжижители) являются смесью основных растворяющих веществ.

Ниже приведены их назначение и некоторые характеристики. Кислотное число для большинства растворителей установлено в размерах 0,1 мг КОН на 1 г растворителя.

30 (№ 30) — разбавитель (ТУ 6-10-919—75) консервных лаков и эмалей. Смесью этилцеллюлозольва и этилового спирта.

645 (РДВ) — растворитель (ГОСТ 18188—72) для разбавления нитроэмалей, нитролаков и нитрошпатлевок специального назначения. Летучесть по этиловому эфиру 10—12, кислотное число не более 0,1 мг КОН на 1 г растворителя.

646 — растворитель (ГОСТ 18188—72) для разбавления нитроэмалей, нитролаков и нитрошпатлевок общего назначения. Летучесть по этиловому эфиру 8—16, кислотное число не более 0,1 мг КОН на 1 г растворителя.

647 — растворитель (ГОСТ 18188—72) для разбавления нитроэмалей и нитролаков для легковых автомашин. Летучесть по этиловому эфиру 8—12, кислотное число не более 0,1 мг КОН на 1 г растворителя.

648 — растворитель (ГОСТ 18188—72) для сглаживания штрихов и царапин опрыскиваемым нитроэмалевым покрытием после шлифования. Летучесть по этиловому эфиру 11—18, кислотное число не более 1,0 мг КОН на 1 г растворителя.

649 — растворитель (ТУ 6-10-1358—73) для разбавления нитроглицеролевых эмалей НЦ-132ж. Смесью этилцеллюлозольва (30%), изобутилового спирта (20%) и ксилола (50%). Летучесть по этиловому эфиру 15—20.

Р-4 — растворитель (ГОСТ 7827—74) для разбавления лакокрасочных композиций на основе поливинилхлоридных хлорированных смол ПСХ ЛС и ПСХ ЛН, сополимеров винилхлорида, эпоксидных смол и других пленкообразующих. Летучесть по этиловому эфиру 5—15; температура вспышки — 7° С, самовоспламенения +550° С, воспламенения — 7 ÷ +19° С.

Р-5 — растворитель (ГОСТ 7827—74) для разбавления л.к.к. на основе приведенных для марки Р-4 смол, а также полиакриловых, кремнийорганических смол и других пленкообразующих. Летучесть по этиловому эфиру 9—15; температура вспышки — 1° С, самовоспламенения +497° С, воспламенения — 3 ÷ +24° С.

Р-6 — разбавитель (ТУ 6-10-1328—73) для лаков марок ВЛ-725, ВЛ-725Г. Летучесть по этиловому эфиру 9—12.

Р-7 — разбавитель (ТУ 6-10-1321—72) для лака марки ВЛ-51. Состав: циклогексанон (50%) и этиловый ректификованный спирт (50%). Летучесть по этиловому эфиру 25—32.

Р-12 — растворитель (ГОСТ 7827—74) для разбавления л.к.к. на основе смол ПСХ ЛС, ПСХ ЛН, полиакриловых смол и других пленкообразующих. Летучесть по этиловому эфиру 8—14; температура вспышки +9° С, самовоспламенения +490° С, воспламенения — 5 ÷ +36° С.

Р-14 — растворитель (ТУ 6-10-1509—75) для разбавления эпоксидных лаков и эмалей, отверждаемых изоцианатными отвердителями. Смесью циклогексанона (50%) и толуола (50%). Летучесть по ксилолу 1,4—1,5.

Р-24 — растворитель (ГОСТ 7827—74) для разбавления л.к.к. на основе смол ПСХ ЛН и других пленкообразующих. Летучесть по этиловому эфиру 10—20; температура вспышки — 6° С, самовоспламенения +461° С, воспламенения — 7 ÷ +20° С.

Р-189 — растворитель (ТУ 6-10-1508—75) для разбавления полиуретановых лакокрасочных материалов. Смесью этилгликоляцетата (37%), метилэтилкетона (37%), ксилола (13%) и бутилацетата (13%). Летучесть по ксилолу 1,2—1,6.

Р-197 — разбавитель (ТУ 6-10-1100—73) для синтетических эмалей МЛ-12 и МЛ-197. Смесью сложных эфиров и ароматических углеводородов. Летучесть по этиловому эфиру 0,9—1,2. Перегоняется 98% в интервале температур 120—139° С.

Р-548 — растворитель (ТУ 6-10-1033—75) для разбавления эмали АС-576 и лака АС-548. Смесь этилцеллюлольва и пропиленкарбоната.

Р-1101 и Р-1101М — растворители (ТУ 6-10-1476—75) для разбавления эмалей АС-1101 и АС-1101М при пневматическом, безвоздушном или электростатическом распылении. Состав Р-1101: этилгликоляацетат (20%), толуол (25%) и сольвент (55%); Р-1101М: лактон (20%), толуол (25%) и сольвент (55%). Летучесть по ксилолу 2—6.

РВЛ — разбавитель (ТУ 6-10-1269—72) для винифлексовых лаков. Смесь этилцеллюлольва и хлорбензола. Летучесть по ксилолу 1,3—2,0.

РС-2 — разбавитель (ТУ 6-10-952—75) для разбавления масляных эмалей, битумных лаков и эмалей ПФ-837. Смесь ксилола и уайт-спирита. Испаряемость — не должно оставаться масляного пятна.

РФГ — растворитель (ГОСТ 12708—77) для разбавления фосфатирующих грунтовок. Летучесть по ксилолу не более 1,3.

РЭ — разбавитель (ГОСТ 18187—72) для разведения лакокрасочных материалов, распыляемых в электрическом поле. По назначению подразделяется на марки:

РЭ-1В и РЭ-2В — для разведения меламиноалкидных и меламиноформальдегидных эмалей и грунтовок; летучесть по этиловому эфиру 12—18, температура вспышки 28—37° С, пределы кипения 103—155° С;

РЭ-3В и РЭ-4В — для пентафталевых эмалей, грунтовок и грунт-шпатлевок; летучесть 18—24, температура вспышки 27—37° С, пределы кипения 103—150° С;

РЭ-5В и РЭ-6В — для перхлорвиниловых эмалей; летучесть 16—22, температура вспышки 29—37° С, пределы кипения 103—155° С;

РЭ-7В — для нитроэмалей; летучесть 12—18, температура вспышки 30—37° С, пределы кипения 103—150° С;

РЭ-8В — для алкидностирольных эмалей и грунтовок; летучесть 18—26, температура вспышки 25—37° С, пределы кипения 103—150° С;

РЭ-9В — для полиэфиркрилатных эмалей; летучесть 14—20, температура вспышки 25—37° С, пределы кипения 103—155° С;

РЭ-10В — для масляных красок на природных неорганических пигментах; летучесть 20—26, температура вспышки 28—37° С, пределы кипения 103—150° С;

РЭ-11В — для эпоксидной грунтовки ЭФ-083; летучесть 18—24, температура вспышки 25—37° С, пределы кипения 103—150° С. Удельное электрическое сопротивление, Ом·см, для марок 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10 — $1 \cdot 10^6$ — $1 \cdot 10^7$; марок 6, 7, 9 — $1 \cdot 10^9$ — $1 \cdot 10^{10}$ и марки РЭ-11В — $5 \cdot 10^6$ — $2 \cdot 10^7$. Диэлектрическая проницаемость для марок 6, 7 и 9—2—6 и для стальных 6—12.

КРАСИТЕЛИ, ПИГМЕНТЫ И НАПОЛНИТЕЛИ

Красителями называют органические соединения, имеющие определенный цвет, способные при взаимодействии с различными веществами окрашивать их и противостоять различным внешним воздействиям, не изменяя своего цвета. В настоящее время известно несколько тысяч красителей, различных по цвету и оттенкам, химическим свойствам, строению и т. д. Красители широко применяют для окрашивания тканей, пластмасс, резины, мыла и т. д., в производстве чернил, типографских красок и т. д. В машиностроении красители применяют для окраски прозрачных лаков и образования искусственных пигментов, изготавливаемых путем окрашивания красителями шпата или каолина.

Пигменты — тонкодисперсионные порошкообразные вещества, вводимые в состав лакокрасочной композиции для придания лакокрасочной пленке определенного цвета и укрывистости (непрозрачности) и повышения световой, атмосферной, коррозионной, эрозионной, термической стойкости и механической прочности пленки. Пигменты, в отличие от красителей, нерастворимы в воде, маслах, смолах и растворителях и при введении в лакокрасочные композиции образуют с ними суспензии.

Пигментами главным образом являются неорганические вещества; по происхождению они подразделяются на природные — «земляные» краски (охра, мумия и др.), искусственные — обычно окислы металлов (белая двуокись титана, цинковые белила и др.), размельченные металлы (алюминиевая пудра и др.). Выбор пигмента для лакокрасочной композиции определяется условиями его взаимодействия с укрываемым материалом и внешней средой, а также степенью укрывистости, интенсивностью цвета, маслосемкостью, дисперсностью и содержанием водорастворимых солей, являющихся главными показателями качества пигментов. Наряду с пигментами в лакокрасочную композицию вводят наполнители, которые не обладают красящими свойствами, но способствуют укрывистости и повышают механические и другие свойства л.к. пленки и удешевляют ее. В качестве наполнителей применяют шпат тяжелый (барит), бляффикс (серноокислый барий), тальк, мел.

В качестве пигментов применяют также металлические порошки, например алюминиевую пудру, которая благодаря способности отражать солнечные лучи является незаменимой при окраске емкостей для хранения горючих.

ГРУНТОВКИ

Грунтовки — лакокрасочные композиции, предназначенные для образования грунта, т. е. первого слоя л.к.л., наносимого непосредственно на укрываемую очищенную поверхность и служащего в качестве специально подготовленного основания для последующего слоя. По условиям работы грунтовки должны иметь хорошую адгезию к укрываемому материалу и заполнять все его неровности и поры, обладать защитными антикоррозионными свойствами к нему и хорошей адгезией по отношению к наносимому последующему слою л.к.л. Каждому виду укрываемого металла или другого материала соответствуют грунтовки определенного состава. Для лучшей защиты принимают фосфатирующие грунтовки (марки ВЛ-02, ВЛ-023, ВЛ-08 и др.), в состав которых входит ортофосфорная кислота, благодаря которой создается защитная фосфатная пленка, и протекторные грунтовки, в состав которых в качестве пигментов введены металлические порошки, имеющие более низкий электродный потенциал, чем черные металлы. Грунтовки, предназначенные только для образования специальных видов л.к.л., как, например, светящихся, аквалитов и др., включены в описание этих видов покрытий. Ниже следует описание грунтовок, и в табл. 3 приведены их наиболее общие свойства.

Грунтовки фенольно-формальдегидные антикоррозионные (ГОСТ 9109—76): ФЛ-03к с коричневым оттенком для грунтования поверхностей черных металлов и дерева; ФЛ-03ж желто-зеленая для черных и цветных металлов и их сплавов и дерева. Пленки устойчивы к изменению температуры от -60 до +60° С. Перед применением добавляют сиккатив НФ-1 не более 4%. Разбавляют ксилолом, сольвентом или смесью одного из них с уайт-спиритом (1:1).

Грунтовка ЭФ-083 (ГОСТ 20468—75). Суспензия пигментов и наполнителей в растворе эпоксиэфира и меламиноформальдегидной смолы. Предназначена для грунтования подготовленной поверхности кузова и других деталей легковых автомобилей методом распыления. Разбавляют разбавителем РЭ-11В.

Грунтовка МЧ-042 белая (ГОСТ 10982—75). Суспензия белых пигментов в растворе мочевиноформальдегидной и алкидной смол для грунтования холодильников и других электробытовых приборов, наносимая пневматическим (растворители 646, этилцеллюлольв, разбавитель РКБ) и электростатическим (разбавитель РКБ-1) распылением.

Грунтовка ПФ-020 (ГОСТ 18186—72). Суспензия в пентафталево-индекмароновом лаке красно-коричневая и под слоювую кость. Предназначена для грунтования стальных, чугунных и деревянных поверхностей. Устойчива к перепаду температур от -40 до +60° С. Разбавляют: сольвентом, ксилолом или смесью одного из них с уайт-спиритом в соотношении 1:1.

3. Грунтовки. Служебные и технологические свойства

Марка	Свойства пленки				Реагент	Стойкость при 20° С		Время, ч. не менее	Степень переноса, %	Вязкость по ВЗ-4 при 20° С, с		Температура, °С	Режим сушки		Укрывистость, л/м²	Содержание нелетучих веществ, %		
	Твердость, кг-см/мм²	Прочность при ударе, кг-см/мм²	Нескользящая поверхность	Адгезия, баллы		Не более	Не менее			Время, ч.	Вязкость по ВЗ-4 при 20° С, с		Степень переноса, %	Температура, °С			Степень	Время
ФЛ-01к	0,36*	40	1	1	3%-ный раствор NaCl	24	40	40	20	3	3	20	3	8	40	60		
ФЛ-03к	0,36	30	1	1	То же	24	30	30	150	3	3	150	3	12	40	66		
ФФ-083	0,5—0,85	50	1	1	Вода	72	40	40	20	3	3	20	3	30	85	68		
МЛ-042	0,2	30	1	1	3%-ный раствор NaCl	5	70	70	105	4	4	105	4	25	50	50		
ГФ-020	0,4	50	1	1	То же	30	45	45	135	3	3	135	3	35	50	50		
ГФ-20	0,35	50	1	1	Вода	24	55	55	105	3	3	105	3	30	50	50		
ФЛ-086	0,4	50	1	1	Вода	2	40	40	20	2	2	20	2	30	50	50		
ВЛ-02	—	50	1	1	Бензино-бензоловая смесь	2	30	30	20	2	2	20	2	15	50	50		
ВЛ-023	—	50	1	1	Вода	2	30	30	20	2	2	20	2	15	50	50		
ВЛ-08	—	50	1	1	Бензино-бензоловая смесь	2	30	30	20	2	2	20	2	15	50	50		
ГФ-014	—	50	1	1	Вода	24	45	45	80	3	3	80	3	15	50	50		
МЛ-029	—	50	1	1	Вода	24	35	35	120	3	3	120	3	60	59	62		
НЦ-081	—	50	1	1	—	—	60	60	85	3	3	85	3	35	50	60		
НЦ-097	—	50	1	1	—	—	45	45	20	3	3	20	3	8	24	32		
АК-089	—	50	1	1	—	—	30	30	20	3	3	20	3	60	20	25		
АК-070	0,45	50	1	1	—	—	25	25	20	3	3	20	3	60	13	16		
АС-071	0,3	—	1	1	—	—	25	25	20	3	3	20	3	60	40	45		
ВА-0112	—	50	1	1	Вода	24	75	75	25	3	3	25	3	2	50	50		
КФ-030	0,2	50	1	1	Вода	4	45	45	20	3	3	20	3	2	60	75		
ГФ-032	—	50	1	1	Вода	4	40	40	100	3	3	100	3	2	49	59		
ГФ-031	—	50	1	1	Вода	4	40	40	100	3	3	100	3	2	49	59		
ГФ-033	0,55	50	1	1	3%-ный раствор NaCl	24	55	55	170	3	3	170	3	30	39	60		
ПФ-099	0,5	50	1	1	Вода	72	20	20	180	3	3	180	3	30	39	60		
УРФ-0110	0,4	50	1	1	25%-ный раствор азотной кислоты	12	30	30	20	3	3	20	3	15	50	50		
ХС-068	—	50	1	1	То же	1	50	50	12	3	3	12	3	60	53	57		
ХС-077	—	50	1	1	Вода	1	50	50	18	3	3	18	3	60	31	36		
ЭЛ-057	—	50	1	1	Вода	24	35	35	20	3	3	20	3	60	35	41		
ЭЛ-076	0,6	—	1	1	Вода	24	35	35	20	3	3	20	3	60	38	88		
ЭЛ-0104	—	—	1	1	Вода	24	50	50	70	3	3	70	3	60	48	94		
ЭФ-065	0,4	50	1	1	Вода	24	60	60	20	3	3	20	3	60	35	40		
ЭФ-0121	0,35	50	1	1	Вода	24	60	60	20	3	3	20	3	60	56	62		

* При сушке при 110° С твердость 0,5. ** Методом отслаивания в г/см².

Грунтовка ГФ-020 (ГОСТ 4056—63) красно-коричневая. Суспензия пигментов (сурика железного и цинковых белил) и талька в глифталевом или пентаглифталевом лаке с добавлением растворителей, сиккатива и стабилизатора. Предназначена для грунтования металлических и деревянных поверхностей. Разбавляют сольвентом, ксилолом или смесью одного из них с уайт-спиритом.

Грунтовка ФЛ-086 желтая (ГОСТ 16302—70). Суспензия в масляном лаке, модифицированном фенолоформальдегидными смолами. Предназначена для грунтования алюминиевых и стальных деталей, работающих при температуре до 200° С. Поставляют комплектно с сиккативом № 63, который в количестве 4% вносят перед употреблением. Разбавляют ксилолом или его смесью с уайт-спиритом (1:1).

Грунтовка ВЛ-05 фосфатирующая (ТУ 6-10-1450—74). Суспензия пигментов в растворе поливинилбутирала в растворителях с добавкой фосфорной кислоты. Цвет зеленый. Плотность 0,88—0,91 г/см³, плотность сухой пленки 1,2—1,3 г/см². Предназначена для защиты от коррозии внутренних стальных поверхностей цистерн для питьевой воды при покрытии эмалью ХС-769п. Разбавляют растворителями № 648, Р-6, РФГ-1 и смесью этилового спирта и бутанола (3—1).

Грунтовка ВЛ-02 фосфатирующая (зелено-желтая). Смесью двух компонентов — основы (суспензия пигментов и наполнителей в растворе поливинилбутирала в смеси растворителей) и кислотного разбавителя (спиртовой раствор ортофосфорной кислоты в пределах 15—15,5% плотностью 0,905—0,915 г/см²), поставляемых (ГОСТ 12707—77) комплектно. Жизнеспособность грунтовки после смешения при 10—20° С не более 8 ч. Используется как фосфатирующая для грунтования углеродистой и низколегированной стали с соотношением между основой и разбавителем 4:1 и высоколегированных сталей и цветных металлов и сплавов — 8:1. Разбавляется растворителями: 648, Р-6, толуолом и ксилолом.

Грунтовка ВЛ-023 фосфатирующая (защитно-зеленая). Смесью двух компонентов — основы (суспензия пигментов и наполнителей в растворе поливинилбутирала и идитольной смолы в смеси растворителей и кислотного разбавителя (состав приведен при описании грунтовки ВЛ-02), поставляемых (ГОСТ 12707—77) комплектно. Жизнеспособность грунтовки после смешивания при 10—20° С не более 8 ч. Предназначена для грунтования металлических поверхностей перед окрашиванием и для их защиты при межоперационном хранении с соотношением основы и кислотного разбавителя 5:1 для цветных и черных металлов и сплавов. Разбавляется растворителями 648 и Р-6.

Грунтовка ГФ-0114 (ТУ 6-10-1267—72). Суспензия кроны цинкового в смеси обезвоженного (лакового) льняного масла и глифталевого лака на хлопковом масле. Цвет от светло- до темно-коричневого. Предназначена для защиты от коррозии внутренних поверхностей сварных швов при точечной сварке дюралиниевых обшивок и деталей. Разбавляют ксилолом или его смесью с уайт-спиритом в соотношении 1:1.

Грунтовка МЛ-029 бензостойкая (ТУ 6-10-784—74). Суспензия пигмента и наполнителей (сурик железный, тальк и др.) в ксилольно-бутанольном растворе алкидной смолы. Цвет красно-коричневый. Предназначена для грунтования под покрытие бензостойкой эмалью МЛ-729 металлических емкостей для хранения бензинов при температуре от —50 до +50° С. Для получения рабочей вязкости 16—20 с (по ВЗ-4 при 20° С) разбавляют разбавителем РКБ-1, смесью бутанола с ксилолом или сольвентом в соотношении 1:1.

Грунтовка НЦ-081 нитроглифталевая (ТУ 6-10-902—75). Смесью пигментов и наполнителей, перетертая на глифталевой основе с добавкой коллоксилиновой основы и пластификаторов, коричневого цвета. Предназначена для грунтования металлических и деревянных поверхностей под покрытие нитроцеллюлозными и нитроглифталевыми эмалями. Пленку испытывают на температурные изменения от —40 до +60° С. Разбавляют растворителем 646.

Грунтовка НЦ-097 серая (нитрогрунтовка 622) (ТУ 6-10-1280—72). Суспензия пигментов в растворе коллоксилина и смолы в растворителях с добавкой пластификаторов. Предназначена для подгрунтовывания небольших (до 10 см²).

площадей по металлу при подкрашивании шлифованных мест. Разбавляют растворителем 647 до рабочей консистенции 22—26 с (ВЗ-4) при 20° С.

Грунтовки АК-069 и АК-070 акриловые (ТУ 6-10-899—74). Суспензии пигментов в растворе акриловых смол и растворителей с легирующими добавками и пластификаторами. Цвет желтый. Грунтовка АК-069 предназначена для грунтования алюминиевых сплавов и стали, а АК-070 также и магниевых сплавов. Разбавляют растворителями 648 или Р-5 до вязкости 12—18 с.

Грунтовка АС-071 белая (ТУ 6-10-1020—74). Суспензия двуокиси титана в растворе полимера СБМ-32 в растворителях с добавкой дибутилфталата. Грунтовка наносится двумя слоями на поверхность, предварительно загрунтованную грунтовкой ФЛ-03к в качестве подслоя под дневную флуоресцентную эмаль АС-554. Разбавляют ксилолом.

Грунтовка ВА-0112 (ВА-1ГП) (ТУ 6-10-1234—72). Суспензия пигментов пластифицированной поливинилацетатной эмульсии. В качестве отвердителя используется 85 %-ная ортофосфорная кислота. Цвет коричневый. Предназначена для грунтования прокорродировавших поверхностей черных металлов глубиной до 100 мкм. Грунтовка неморозостойкая — хранить и использовать при плюсовых температурах. Разбавляют дистиллированной водой или водным конденсатом — для нанесения кистью до вязкости 50—60 с и распылением до 28—30 с.

Грунтовки КФ-030, ГФ-031 и ГФ-032 (ТУ 6-10-698—74). Суспензии пигментов и лака: масляного КФ-030 желтая (бывш. АЛГ) и серо-зеленая (АЛГ-5), глифталевого — ГФ-031 желтая (АЛГ-7) и ГФ-032 желтая (АЛГ-8) и коричневая (138А). Применяют для грунтования деталей из стали, алюминиевых и магниевых сплавов; грунтовку ГФ-032 коричневую применяют также для древесины. Разбавляют ксилолом и его смесью с уайт-спиритом (1 : 1).

Грунтовка ПФ-033 водоразбавляемая черная (ТУ 6-10-1031—75). Суспензия пигментов в смеси алкидного пентафталевого лака ВПФЛ-50, малеинизированного льняного масла и водоразбавленной мочевиноформальдегидной смолы. Предназначена для грунтования бондаризированных кузовов легковых и кабин грузовых автомобилей. Разбавляют водой.

Грунтовка ПФ-039 черная (ТУ 6-10-1127—74). Суспензия пигментов и наполнителей в смеси водоразбавляемого пентафталевого лака ВПФЛ-50 и смолы ВВФС-4. Поставляют вместе со стабилизатором, вводимым непосредственно перед использованием грунтовки в количестве 3—4% от ее массы при товарной вязкости. Предназначается для окрашивания деталей автомобилей методом струйного облива. Разбавляется водой.

Грунтовка УРФ-0110 аэрозольная (ТУ 6-10-1531—75). Суспензия пигментов и наполнителей в уралкиде УЭФКТ-47 (ТУ 6-10-12-1—74). Применяют в аэрозольной упаковке для грунтования дефектных мест при ремонте. Разбавляют ксилолом.

Грунтовка ХС-068 красно-коричневая (ТУ 6-10-820—75). Суспензия пигментов в растворе сополимеров А-15 и А-15КР или др. в смеси растворителей. Применяют в многослойных покрытиях для защиты металлов от минеральных кислот и щелочей до 60° С. Разбавляют растворителем Р-4.

Грунтовка ХС-077 (ТУ 6-10-803—75). Суспензия пигмента в растворе сополимера винилхлорида с винилиденхлоридом в смеси растворителей. Цвет оранжевый. Предназначена для покрытия металлических поверхностей, эксплуатируемых в кислотных и щелочных средах. Разбавляют растворителем Р-4.

Грунтовка ЭП-057 протекторная (ТУ 6-10-1117—75). Суспензия цинкового порошка в растворе эпоксиэпидной смолы Э-41 с добавкой перед применением отвердителя № 3 (ТУ 6-10-1091—71), поставляемого комплектно из расчета на 100 кг грунтовки 3 кг отвердителя. Цвет серый. Применяют для защиты от коррозии крупногабаритных конструкций, эксплуатируемых в атмосферных условиях при повышенной влажности в составе многослойного покрытия. Растворяют растворителем РП (ТУ 6-10-1095—71).

Грунтовка ЭП-076 желтая (ТУ 6-10-755—74). Суспензия, состоящая из эпоксиэпидной и полиамидной смол, пигментов и наполнителей в смеси растворителей. Поставляют комплектно с отвердителем № 2 (ТУ 6-10-1279—72); смешивается с грунтовкой непосредственно перед употреблением в соотношении 75 : 25%.

Предназначена для окраски магниевых и титановых сплавов и стали. Разбавляют смесью растворителей: ацетон (30%), этилцеллюлольв (30%), ксилол (40%).

Грунтовка ЭП-0104 (ТУ 6-10-1124—75). Суспензия пигментов в растворах эпоксиэпидной и полиамидной смол в смеси растворителей. Выпускают белого (плотность 0,926 г/см³), зеленого (плотность 1,036 г/см³) цветов в виде комплекта: полуфабрикат грунтовки — 100 кг и отвердитель № 5 (ТУ 6-10-1093—71) — 13,5 кг. Предназначена для окрашивания стеклопластиковых и металлических поверхностей под покрытие фторопластовыми эмалями. Разбавляют растворителем Р-5.

Грунтовка ЭФ-065 (ТУ 6-10-1435—74). Суспензия пигментов и наполнителей в растворе эпоксиэпидной ЭЭ-44-3. Цвет коричневый, плотность 1,2—1,25 г/см³. Предназначена для окраски стальных поверхностей надводного борта и надстроев судов. Разбавляют ксилолом.

ШПАТЛЕВКИ И ГРУНТЫШПАТЛЕВКИ

Шпатлевки состоят из минеральной части — пигмента и наполнителей (до 85—90%), затертых на специальных шпатлевочных лаках (или других пленкообразующих) с добавлением пластификаторов, отвердителей, поверхностно-активных и других легирующих веществ до образования однородной тонкодисперсионной пластичной (пастообразной) массы, предназначенной для выравнивания неровностей металлических, пластмассовых, деревянных и других поверхностей деталей перед окрашиванием и уже окрашенных в процессе выправки обнаруженных дефектов.

Шпатлевки обладают хорошей адгезией, обеспечивающей прочное сцепление с грунтованной и негрунтованной (грунтышпатлевки, подмазки) поверхностями. и достаточной пластичностью, способствующей отверждению шпатлевочного слоя оптимальной толщины (0,1—0,4 мм) без образования трещин, отслоений. Затвердевшая шпатлевка шлифуется пемзой или специальными шкурками с водой для обеспечения хорошей подложки для нанесения лакокрасочной пленки. Некоторые шпатлевки обладают особыми свойствами — термостойкостью, химической стойкостью, малой теплопроводностью и др.

Шпатлевка МС-006 (ГОСТ 10277—76) на основе алкидноэпидного лака розового цвета предназначена для исправления мелких дефектов на загрунтованных поверхностях и поверхностях, загрунтованных и покрытых эмалью, эксплуатируемых внутри помещения и в атмосферных условиях. Разбавляют ксилолом до рабочей вязкости при 20° С по вискозиметру ВЗ-4 не менее 19 с. Время высыхания при 19—22° С не более 0,25 ч. Прочность при изгибе не более 100 мм. Прочность при ударе не менее 50 кгс · см.

Шпатлевки ГФ-0075 (розовая и серая) для автозаводов (ТУ 6-10-1383—73). Применяют в качестве промежуточных покрытий по грунту ГФ-020 или ГФ-032 для выравнивания загрунтованной поверхности под нитрозмалю. Рабочая вязкость шпатлевки, разбавленной сольвентом в количестве 10—25%, при 10—20° С 14—16 с. Время высыхания при 100—110° С не более 1 ч. Прочность при изгибе не более 30 мм. Прочность при ударе не менее 40 кгс · см. Степень перетира по микрометру не более 15 мкм. Адгезия — прочное соединение с грунтом и краской.

Шпатлевки ПФ-002 красно-коричневого и **КФ-003** — красного цвета на основе пентафталевого и масляного лака (ГОСТ 10277—76) предназначены для выравнивания и исправления дефектов загрунтованных металлических и деревянных поверхностей, для выправок по выявленному слою эмали. Разбавляют уайт-спиритом, его смесью с сольвентом (1 : 1) и скипидаром. Время высыхания до степени 3 при 85—100° С не более 1 ч. Прочность при изгибе не более 100 мм, при ударе — не менее 20 кгс · см.

Шпатлевки ХВ-004 зеленая и **ХВ-005** серая на основе поливинилхлоридной смолы (ГОСТ 10277—76) — назначение аналогично предшествующим двум маркам. Разбавляют растворителями Р-4 и Р-5. Время высыхания до степени 3 при

при 20° С 2—2,5 ч. Прочность при изгибе не более 50 мм, при ударе — не менее 30 кгс · см.

Шпатлевки НЦ-007 красно-коричневого цвета, НЦ-008 защитная и серая на основе коллоксилина (ГОСТ 10277—76) — назначение аналогично предшествующим четырем маркам. Разбавляют растворителями 645 или 646. Время высыхания при 20° С не более: марка НЦ-007 — 1 ч и НЦ-008 — 2,5 ч. Прочность при изгибе не более 50 мм, при ударе — не менее 20 кгс · см.

Шпатлевки ЭИ-0010 и ЭИ-0020 красно-коричневого цвета на основе эпоксидной смолы. Поставляют комплектно с отвердителем № 1 (50%-ный раствор гексаметилендиамина в этиловом спирте) из расчета 8,5 частей отвердителя на 100 частей шпатлевочной пасты (по массе). Разбавляют растворителем Р-4 или Р-5. Время высыхания до степени 4 при 20° С не более 24 ч. Прочность при изгибе не более 50 мм, при ударе — не менее 50 кгс · см. Предназначена для выравнивания загрунтованных и незагрунтованных металлических и неметаллических поверхностей, а также для применения в качестве грунтовок под эпоксидные материалы. Кроме того, шпатлевку ЭИ-0020 применяют для выравнивания и защиты от влаги поверхностей специальных керамических образцов с влажностью не более 6,5%.

Грунтшпатлевки ГФ-018-2 и ГФ-018-3 желтые и ГФ-018-4 и ГФ-019-0 и ГФ-018-7 серые представляют собой суспензии пигментов в лаке с добавками поверхностно-активных веществ. Предназначены для нанесения на кузова и детали обрешетки автомобилей по металлу или грунтовке. Степень перетирания ГФ-018-2 и ГФ-018-4 не более 50 мкм (по «клину») и ГФ-018-3 не более 10 мкм (по микрометру). Разбавляются до рабочей вязкости (по ВЗ-4 при 18—20° С 26—29 с) сольвентом или ксилолом. Полное высыхание при 135—145° С за 25—40 мин. Прочность: при изгибе 3 мм, при ударе 40 кгс · см. Устойчивость к изменению температуры от —40 до +60° С. Обладают хорошей адгезией к металлу и способностью к шлифованию.

Грунтшпатлевки 178 (коричневая) и 188 (серая) готовят на глифталевом лаке с добавленным мочевиноформальдегидной смолы. Применяют для легковых автомобилей с нанесением двух слоев. По свойствам близки к грунтшпатлевкам ГФ (см. предшествующий пункт).

Подмазка 200 (ТУ 6-10-975—75) — паста на основе глифталевого или пентафталевого лака. Предназначена для заполнения отдельных пор и царапин на металле. Степень перетирания по микрометру не более 80 мкм. Продолжительность высыхания при 20° С до степени 2 не более 30 мин.

МАСЛЯНЫЕ И АЛКИДНЫЕ ГУСТОТЕРТЫЕ КРАСКИ

Масляные краски поставляют в виде густотертых паст, разводимых перед употреблением до малярной консистенции натуральной, уплотненной, глифталевой и другими олифами или разбавителями, или в готовом для работы виде.

Белила свинцовые густотертые (ГОСТ 12287—77). Масляная краска белого цвета (по эталону), состоящая из водной пасты свинцовых белил (марка МА-011) или ее смеси с баритом [марки МА-011-Н-1 (3:1) и МА-011-Н-2 (1:1)], затертых на натуральной олифе или растительном масле (льняном или подсолнечном). Содержание последних не менее 10—16, 9—15 и 8—14 (соответственно приведенной последовательности марок); соединений свинца в пересчете на PbO в твердом веществе не менее 80, 60 и 40%; влаги 2; 2 и 2%; степень перетирания не более 70, 80 и 90 мкм; укрывистость белил малярной консистенции не более 200, 250 и 270 г/м²; время высыхания при 20° С до степени 3 24 ч; твердость пленки не менее 0,15; 0,13 и 0,11. Для придания малярной консистенции разбавляют натуральной олифой и применяют для окраски изделий, эксплуатируемых в условиях атмосферных воздействий.

Белила литонозные густотертые. Масляная краска белого цвета, применяют после разведения олифой для внутренних работ. Выпускают трех марок: МА-021 — на натуральной олифе с содержанием сухого

вещества 86%, МА-025 — на комбинированной олифе — 84% и МА-025Н — на комбинированной олифе с добавками — 86%. Укрывистость (краска малярной консистенции) соответственно: 160, 160 и 170 г/м²; твердость не менее 0,12; 0,10 и 0,09.

Белила цинковые густотертые (ГОСТ 482—77). Белая густая паста, состоящая из сухих цинковых белил или смеси их с наполнителем (баритом или тальком), затертых на олифе или масле с добавкой сиккатива. Выпускают пяти марок: МА-011-0, МА-011-1, МА-011-2, МА-011-1н, МА-011-2н.

Зелень свинцовая густотертая (ГОСТ 12286—77). Паста зеленого цвета (по эталону), состоящая из смеси сухого свинцового крона, сухой железной лазури и наполнителей, затертых на олифе, разбавляемая до малярной консистенции натуральной или алкидной олифой. Выпускают четырех марок: МА-011-Н-1 и МА-011-Н-3 на натуральной олифе; МА-015-Н-1 и МА-015-Н-3 на комбинированной олифе. Марки МА-011-Н-1 и МА-015-Н-1 содержат пигменты в соотношении 1:1 и две остальные — 1:3, и каждая марка подразделяется на светлую и темную. Содержание твердого вещества порядка 80%, укрывистость краски малярной консистенции 40—60 г/м², твердость пленки 0,15. Время высыхания до степени 3 24 ч при 20° С. Атмосферостойкость покрытий в умеренно континентальном климате 1,5—2,0 года.

Краски земляные густотертые. Выпускают (ГОСТ 8866—76) марок: МА-011 — на натуральной олифе, МА-015 — на комбинированной олифе с содержанием растворителей не более 30%, ГФ-013 — на глифталевой олифе и ПФ-014 — на пентафталевой олифе. В зависимости от пигмента краски выпускают красно-коричневые (сурик железный), коричнево-красные (мумия) с подразделением на светлые и темные, от желтого до светло-коричневого (охра) цвета по эталонам со свойствами, приведенными в табл. 4.

4. Краски масляные и алкидные земляные густотертые

Показатели	МА-011	МА-015	ГФ-013 ПФ-014	МА-011	МА-015	ГФ-013 ПФ-014	МА-011	МА-015	ГФ-013 ПФ-014			
	Сурик железный		Мумия						Охра			
			свет- лая	тем- ная	свет- лая	тем- ная	свет- лая	тем- ная				
Содержание пленкообразующего, %, не менее	17,5	12,4	9,0	21,5	18,0	15,5	13,0	11,5	9,5	32,5	24,0	17,0
Содержание летучих, %, не более	1,5	6,5	10,5	2,0	1,5	8,0	7,0	13,0	11,0	4,0	11,5	20,0
Степень перетирания, мкм, не более	45	45	45	45	45	45	45	45	45	40	40	40
Укрывистость краски, готовой к применению, г/м ² , не более	35	35	45	70	65	70	65	70	65	180	180	180
Время высыхания при 20 ± 2° С до степени 3, ч, не более	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Твердость пленки, условные единицы, не менее	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Краски масляные и алкидные цветные густотертые для наружных работ. В зависимости от пленкообразующего выпускают (ГОСТ 8292—75) краски марок: МА-011 — на натуральной олифе, МА-015 — на комбинированной олифе с содержанием не более 30% растворителя, ГФ-013 — на глифталевой олифе, ПФ-014 — на пентафталевой олифе. Краски первых двух марок разводят до малярной консистенции натуральными и алкидными олифами и двух последних — алкидными. Краски всех марок выпускают: палевою (160), под слоновою кость (225), бежевую (85), серую (65), светло-голубую (100), голубую (95), желтую (140), фиштактовую (90), зеленую (70) и коричневую (65), где в скоб-

ках указаны нормы (не более) укрывистости красок, г/м². Степень перетира не более 85 мкм, время высыхания при 20°С до степени 3 не более 24 ч, твердость пленки не менее 0,13 условной единицы.

Краски масляные и алкидные цветные густотертые для внутренних работ. В зависимости от пленкообразующего выпускают (ГОСТ 695—77) краски марок: МА-021 — на натуральной олифе, МА-025 — на комбинированной олифе, содержащей не более 30% растворителя, ГФ-023 — на глифталевой олифе, ПФ-024 — на пентафталевой олифе. Краски выпускают: налевую (160), под слоновою кость (200), бежевую (120), серую (100), светло-голубую (100), голубую (100), синюю (100), желтую (140), салатную (140), фиштактовую (135), зеленую (100), красную (100), темно-красную (100), коричневую (65), где в скобках указаны нормы укрывистости краски малярной консистенции (в г/м²) — не более. Степень перетира не более 50 мкм, время высыхания при 20°С до степени 3 не более 24 ч, твердость пленки не менее 0,1 условной единицы.

Краски масляные густотертые специальные выпускают (ГОСТ 18596—73) марок: МА-011 на натуральной олифе и МА-015 — на комбинированной олифе. Краску марки МА-011 выпускают цветов: хаки (бывш. 4Б0), серо-голубую, темно-серую (быв. серо-дикая) и марки МА-015 — защитного цвета (бывш. 3к). До малярной консистенции краски растворяют натуральной олифой и при необходимости разбавляют уайт-спиритом не более 5%. Предназначены для окраски изделий специального назначения. Свойства приведены в табл. 5.

5. Краски масляные МА-011 и МА-015 густотертые специальные

Показатель	МА-011			МА-015 защитная
	Хаки	Серо-го- лубая	Темно- серая	
Цвет пленки, номера по картотеке цветных эталонов	734 735	885 886	870 871	736 737
Содержание пленкообразующих веществ, %	30 ± 2	20 ± 2	24 ± 2	18 ± 2
Содержание летучих веществ, %, не более	3	3	3	9
Степень перетира методом «клина», условные единицы, не более	50	40	40	50
Укрывистость краски малярной консистенции, г/м ² , не более	80	70	60	120
Время высыхания при 20 ± 2°С, ч, не более:				
«от пыли»	12	12	12	12
полное	24	24	24	24
Твердость пленки, условные единицы, не менее	0,12	0,17	0,17	0,12
Прочность пленки при изгибе, мм, не более	1	1	1	1
Теплостойкость и водостойкость пленки, стойкость пленки к действию смазки	Пленка не должна морщиться и образовывать пузырьки. Допускается незначительное поматовение и изменение цвета пленки			

Краски черные густотертые (ГОСТ 6586—77) — пасты, состоящие из смеси сажи с наполнителем (барит или его смесь с титановыми концентратами), затертые на олифах: марки МА-011 — на натуральной; МА-015 — на комбинированной; ГФ-013 — на глифталевой и ПФ-014 — на пентафталевой. Укрывистость готовой краски не более 25 г/м²; степень перетира по «клину» не более 55 мкм; время высыхания не более: от «пыли» 10 ч, полное 24 ч. Твердость не менее 0,1. Содержание твердого вещества от 64 до 58%, пленкообразующего от 30 до 18% по маркам. Предназначены для окраски объектов, подверженных атмосферным воздействиям.

МАСЛЯНЫЕ ЛАКИ, КРАСКИ И ЭМАЛИ

Л.к.м. данной группы достаточно атмосферостойки. Их применяют для окрашивания деревянных и металлических изделий, эксплуатируемых внутри помещений или в условиях атмосферных воздействий. Масляные лаки и краски

обладают пониженными влагостойкостью, механической прочностью, декоративностью и медленным высыханием по сравнению с л.к.м. на синтетических смолах, и поэтому их успешно заменяют последними. Для повышения их качества в состав композиции вводят добавки синтетических смол.

Лак КФ-274 («мороз» светло-желтый) (ТУ 6-10-1315—72) — раствор эфира канифоли (42%) в смеси тунгового и высыхающих масел с добавкой сиккатива и растворителя. Для декоративной отделки предварительно окрашенных поверхностей. Вязкость ВЗ-4 при 20°С 22—29 с. Высыхание для обеспечения образования рисунка «мороз» осуществляется по специальному режиму.

Краски масляные и алкидные (ГОСТ 10503—71) — суспензии пигментов в различных олифах с введенным наполнителем, сиккативом и других компонентов или без них, готовые к употреблению. Для наружных работ выпускают марок: МА-11 — на натуральной льняной олифе; МА-15 — на комбинированной олифе; ГФ-13 — на глифталевой и ПФ-11 — на пентафталевой олифах. Для внутренних работ выпускают краски марок МА-21, МА-22, МА-25, ГФ-23 и ПФ-24. Буква «п» в марке, например МА-15п, означает, что в ее состав введен наполнитель. Наиболее общие свойства данных л.к.м. определяются следующими показателями: вязкость ВЗ-4 при 20°С в пределах 80—160 с; степень перетира 40—90 мкм; высыхание 24 ч; твердость пленки 0,1—0,14. Цвета указанных красок определяются пигментом — белилами титановыми, цинковыми и литопонными, охрой, мумией, суриком и т. д.

БИТУМНЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Битумные лакокрасочные материалы (табл. 6) состоят из асфальтов или битумов или каменноугольного пека, растворенных в ксилоле, сольвентнафте, уайт-спирите или других растворителях. Чистые б.л.м. обладают очень хорошей водостойкостью, но недостаточно противостоят атмосферным воздействиям и особенно солнечной радиации. Для повышения атмосферостойкости в их состав вводят масла и смолы, которые, однако, снижают их водостойкость.

Лак БТ-5100 (бывш. № 67 черный) (ГОСТ 312—73). Раствор нефтяного битума (40%) в смеси растворителей (бензина БР-1 и ксилола) с добавкой (или

6. Свойства битумных лакокрасочных материалов

Лакокрасочный материал (в скобках — старые названия)	Полное высыхание		Вязкость по ВЗ-4 при 20°С, с	Укрывистость, г/м ²	Свойства пленок		
	мин	при тем- пературе, °С			Гибкость, мм	Твердость (коэффици- циент)	Водостой- кость при 20°С, ч
Лак БТ-5100 (№ 67)	120	20	15—30	—	1	0,1	24
Лак БТ-5101 (№ 68)	120	20	—	—	3	—	24
Лак каменноугольный: «морской»	480	35	72—120	37	—	—	240
А	480	35	20—40*	37	5	—	—
Б	720	35	40—150*	—	—	—	—
Лак БТ-577	20	100	18—35	—	1—3	0,2—0,16	36
Краска БТ-417	30	100	—	30	1—3	—	—
Лак БТ-783	3000	20	60—100	—	3	0,25	—
Эмаль БТ-180	30	200	45	20	1	0,3	3
Лак БТ-982	480	201	80	—	3	0,1	24
Эмаль БТ-538	50	200	35	—	1	0,3	24
Эмаль БТ-1141 (№ 122)	40	100	50—70	20	3	—	24
Лак БТ-123 (103)	50	200	30	—	1	0,50	48
Лак БТ-142 (42)	120	120	120—180	—	3	—	—
Лак БТ-99	1440	20	30—60	—	—	0,15	—
Лак БТ-569	60	200	50	—	3	0,5	24

* По вискозиметру ВЗ-1 («5,4»).

без нефтяного пека или асфальтов. Кислотостойкость в 10%-ном растворе соляной кислоты не менее 4 ч. Предназначен для окраски внутренних поверхностей изделий для исключения контакта специальных веществ с конструктивными материалами.

Лак БТ-99 (ГОСТ 8017—74). Раствор нефтяных битумов с алкидными лаками или растительными маслами в органических растворителях с добавлением сиккатива. Предназначен для покрытия обмоток электрических машин и аппаратов, а также других изделий, работающих в помещениях.

Лак черный кислотостойкий БТ-783 (ГОСТ 1347—77). Раствор битума или асфальта (или их смеси) и растительного масла в растворителях. Применяют для окраски аккумуляторов. Сухой остаток не менее 43%. Растворяется уайт-спиритом, скипидаром, каменноугольным сольвентом и ксилолом.

Лак БТ-569 (бывш. 102/19) (ГОСТ 14690—69). Раствор масляно-асфальтовой или масляно-битумно-асфальтовой основы с эфиром каифолди в органических растворителях с введением сиккатива. Предназначен для покрытия предварительно загрунтованных изделий из стальных сплавов и магниевого литья.

Лак БТ-5101 (бывш. 68) (ТУ 6-10-1270—72). Раствор нефтяного битума в смеси растворителей. Кислотостойкость в 10%-ном растворе соляной кислоты не менее 4 ч. Предназначен для покрытия металлов, когда требуется быстрое высыхание пленки.

Лаки каменноугольные (ГОСТ 1709—75). Раствор каменноугольного пека в маслах, являющихся продуктами коксования угля. Разбавляют каменноугольным сольвентом. Цвет черный однородный, блестящий, без морщин и трещин. Теплоустойчивость пленки при 70°С 3 ч для марки «морской» и 1 ч для марок А и Б. Марку «морской» испытывают на стойкость к морской воде при 18—22°С в течение 10 сут. Применяют для покрытия черных металлов и древесины.

Лак БТ-577 (бывш. битумный № 177) (ГОСТ 5631—70). Раствор битума в растворителях с добавлением препарированного растительного масла и сиккатива, предназначенный в качестве покрытий металла, а также для изготовления краски БТ-177. Разбавляется уайт-спиритом, ксилолом, сольвентом или скипидаром.

Краска БТ-177 (бывш. битумная АЛ-177) (ГОСТ 5631—70). Суспензия алюминиевой пудры (15—20%) в лаке БТ-577. Предназначена для защитно-декоративного покрытия по металлу, серебристого цвета.

Эмаль БТ-180 (ГОСТ 2346—78). Раствор естественных асфальтов или нефтяного битума в растительных маслах и растворителях с добавкой сиккатива, пигментированный сажей. Применяют для грунтовки металлических деталей автомашин.

Эмаль БТ-538 черная грунтовочная (ГОСТ 14689—69). Суспензия сажи в масляно-битумном лаке с введением сиккатива. Применяют для окраски стальных деталей и пропитывания (герметизации) магниевого литья. При хранении склонна к загустеванию — разбавители уайт-спирит, скипидар, ксилол, сольвент — до 25%. Кислотное число — 12 мг КОН. Бензостойкость 24 ч при 18—23°С. Маслостойкость — 24 ч при 150°С.

Эмаль БТ-1141 (бывш. автокраска № 122) (ТУ 6-10-1346—73). Маслоасфальтовый лак, пигментированный сажей и лазурью. Предназначен для защиты от коррозии металлических узлов, деталей машин и других изделий из металла.

Лак БТ-123 (бывш. 103) (ГОСТ 2347—78). Раствор масляно-битумной основы с добавкой сиккатива. Предназначен для последнего декоративно-защитного слоя на велосипедные, автомобильные и другие детали. Бензино-маслостойкость — 2 ч при 18—23°С.

Лак БТ-982 (бывш. 317) (ТУ 6-10-1273—72). Раствор битума и полимеризованного масла в растворителях с добавлением сиккатива. Применяют как покрывной лак воздушной сушки при ремонте электрических машин.

Лак БТ-142 (бывш. 42) (ТУ 6-10-785—74). Раствор битума и высыхающих масел в растворителях с добавлением сиккатива. Предназначен для покрытия незагрунтованных металлических и предварительно загрунтованных деревянных поверхностей.

ВОДОЭМУЛЬСИОННЫЕ КРАСКИ (АКВАЛИТЫ)

Водоэмульсионные, или водоразбавляемые краски характеризуются тем, что собственно лакокрасочная композиция, нерастворимая в воде, в результате сложного технологического процесса с введением активно-поверхностных веществ и других специальных добавок диспергируется в виде мельчайших частиц в воде, т. е. образуется эмульсия. Процесс высыхивания нанесенных покрытий ведется при повышенных температурах по определенному режиму.

Преимуществами данных л.к.м. являются снижение расхода и даже полное исключение применения дорогих, токсичных и огнеопасных органических растворителей и вытекающие отсюда возможности повышения эффективности процесса окрашивания, особенно методом окунания. Встречающееся иногда название «водорастворимые краски» неправильно, так как последнее может быть применено к клеевым краскам, которые для окрашивания машин практически не применяют. Аквалиты же являются вполне качественными красками, находящими все большее применение в машиностроении, в частности для окрашивания автомобилей.

Грунтовка ПФ-033 водоразбавляемая. Предназначена для грунтования бондированных кузовов легковых и кабин грузовых автомобилей окунанием, пульверизатором и кистью. Описание приведено в подразделе «Грунтовки».

Краски водоэмульсионные (ГОСТ 20833—75) — суспензии пигментов и наполнителей в водных дисперсных синтетических полимерах с добавлением эмульгатора, стабилизатора и других вспомогательных веществ. Предназначены для наружных работ по бетону, деревянным и металлическим поверхностям. Выпускают пять марок: **Э-АК-111** — изготавливают на основе сополимерной акриловой дисперсии; **Э-ВА-17** — поливинилацетатной дисперсии; **Э-ВС-17** — сополимера винилацетата с дибутилмалеинатом; **Э-ВС-114** — сополимера винилацетата с этиленом; **Э-КЧ-112** — стиролбутадиенового латекса.

Выпускают 17 цветов — от белого и светлых тонов до зеленовато-серого и красно-коричневого; укрывистость от 60 до 120 г/м² в зависимости от цвета краски. До рабочей вязкости разбавляют питьевой водой. Время высыхания до степени 3 при 20°С не более 1 ч. Для внутренних работ выпускают водоэмульсионные краски по ГОСТ 19214—73.

Эмаль ПФ-1147 (бывш. эмульсионная ЗИС-1) (ТУ 6-10-1361—73). Смесь пигментов, затертых на масляном связующем и воде и разбавленных лаком, с добавками растворителя и сиккатива (содержание эмульгированной воды в эмульсионной эмали не более 20%; содержание масляного связующего в масляной эмали не менее 52%). Цвет защитный. Предназначена для окрашивания кабин и облицовочных деталей грузовых автомобилей пульверизатором. Разбавляется уайт-спиритом или нефтяным сольвентом. Рабочая вязкость 28—32 с. Время практического высыхания при 85°С 50 мин. Укрывистость 30 г/м².

Эмаль ГФ-1147 (бывш. эмульсионная ЗИС-13) **зеленая** (ТУ 6-10-13-61—73). Состоит из смеси пигментов, затертых на глифталевой разводке и разбавленных лаком, с добавками воды, растворителя и сиккатива (содержание эмульгированной воды не более 20%). Предназначена для окрашивания кабин, облицовочных деталей и платформ грузовых автомобилей. Вязкость после разбавления уайт-спиритом или сольвентом в пределах 10—25% по ВЗ-4 28—32 с. Время практического высыхания при 85—90°С 50 мин. Укрывистость 70 г/м².

Эмали водоэмульсионные ГАЗ-4 бежевая, ГАЗ-11 бирюзовая, ГАЗ-12 оливковая, ГАЗ-23 серая, ГАЗ-251 песочная (ТУ ЯН 271—61) — смеси пигментов, затертых на глифталевой разводке и разбавленных лаком, с добавками воды, растворителя, сиккатива и эмульгатора (содержание эмульгированной воды не более 11%). Предназначены для окрашивания платформ грузовых машин пульверизатором. Вязкость по ВЗ-4 после разбавления уайт-спиритом или сольвентом в количестве 10—25% 30—35 с. Время практического высыхания при 70—75°С 50 мин и досушивания при 18—23°С 24 ч. Укрывистость (сухая пленка) ГАЗ-24 не более 70 г/м², ГАЗ-251 — 50 м и остальных эмалей — 40 г/м².

АЛКИДНЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Лаки и эмали на основе алкидных (глифталевых и пентафталевых) материалов являются одними из наиболее распространенных благодаря хорошему декоративному виду, сочетающемуся с прочностью и гибкостью пленки и устойчивостью к атмосферным воздействиям, колебаниям температуры, маслу и безостойкостью. Наиболее широкое распространение получили глифталевые и пентафталевые лаки и эмали.

Эмали ГФ-230 (ГОСТ 64—77) — суспензии пигментов, перетертых на глифталевом лаке. Предназначены для внутренних работ для окрашивания деревянных, металлических, штукатурных и других поверхностей. Выпускают 28 цветов. Разбавляют уайт-спиритом, скипидаром или их смесью.

Эмаль ГФ-1426 (ГОСТ 6745—72) защитного цвета. Предназначена для окраски по грунту и без него металлических и деревянных изделий. Разбавляют сольвентом, ксилолом, скипидаром или их смесью с уайт-спиритом (не более 50%). Вязкость при 20°С по ВЗ-4 не менее 50 с; укрывистость 70 г/м²; время полного высыхания при 100°С не более 3 ч; твердость 0,5; гибкость 1 мм; прочность при ударе не менее 50 кгс·см. Подразделяют по виду пигмента и пленкообразующего.

Эмали ГФ-92 (ГОСТ 9451—75) выпускают двух марок: ГФ-92ХС — для покрытия неподвижных обмоток электрических машин (красного и серого цветов) и ГФ-92ГС — для покрытия неподвижных и вращающихся частей обмоток электрических машин (серого цвета). Вязкость (ВЗ-1, сопло 5,4) при 20°С не менее 30 с, время высыхания до степени 4 при 20°С не более 120 ч. Электрическая прочность не менее 30 кВ/мм.

Эмаль ГФ-371 (ТУ 6-10-636—74) — суспензия пигментов в алкидном лаке с добавкой поверхностно-активного вещества. Предназначена для выравнивания поверхности лакокрасочного покрытия кузова легкового автомобиля. Цвет серый — оттенок не нормируется. Содержание нелетучих веществ 60%. Вязкость при 20°С по ВЗ-4 40—70 с. Прочность пленки при ударе не менее 40 кгс/см, гибкость 3 мм. Высыхание до степени 3 при 140°С не более 20 мин. Разбавляется сольвентом.

7. Свойства пентафталевых лаков и эмалей

Лакокрасочный материал	Вязкость по ВЗ-4 при 20°С, не менее	Высыхание практическое		Укрывистость, г/м ²	Свойства пленки			
		при температуре, °С	мин		Прочность при ударе, кгс·см, не более	Гибкость, мм, не более	Твердость (коэффициент), не менее	Волостокость при 20°С, ч, не менее
Лак ПФ-170	40—60	20	480	—	—	1	0,2	24
Лак ПФ-171	60—80	20	300	—	—	1	0,2	24
Лак ПФ-283	40—60	60	180	—	—	1	0,35	4
Лак ГФ-166	40—60	60	240	—	—	1	0,2	22
Эмаль ПФ-115	60—100*	20	8—12*	40—120*	40—50	1	0,15—0,35*	22
Эмаль ПФ-133	40—60*	80	120	20—100*	50	1	0,15—0,35*	10
Эмаль ПФ-163	30—80	100	150	30	50	1	0,3	24
Эмаль ПФ-218	120—160	20	1440	70—130*	40—50	3	0,2—0,4	240

* В зависимости от цвета.

Лаки ПФ-170 и ПФ-171 (ГОСТ 15907—70) — растворы пентафталевой смолы в растворителях, модифицированные высыхающим (лак ПФ-171) или полувысыхающим (ПФ-170) растительным маслом с добавкой сиккатива. Предназначены для получения атмосферостойких покрытий по предварительно подго-

товленной поверхности из алюминия и его сплавов и в качестве добавки в глифталевые и пентафталевые эмали для повышения блеска покрытий.

Лаки ПФ-283 и ГФ-166 (ГОСТ 5470—75) — растворы алкидных смол, модифицированные растительными маслами, жирными кислотами растительных масел и продуктов их переработки, дистиллированными жирными кислотами таллового масла в растворителях с добавкой сиккатива марки НФ-1. Предназначены для покрытия по масляным краскам деревянных и металлических поверхностей, эксплуатируемых в атмосферных условиях (лак ПФ-166) и внутри помещений.

Эмали ПФ-115 пентафталевые (ГОСТ 6465—76) — суспензии двуокиси титана рутильной формы и других пигментов и наполнителей в пентафталевом лаке с добавками сиккатива и наполнителей. Выпускают 24 цветов. Покрытие в два слоя по загрунтованной (металлической, деревянной и др.) поверхности. Являются атмосферостойкими в умеренно континентальном климате в течение трех лет и со Знаком качества — 3,5 лет, для эмалей красного и вишневого цветов — в течение двух лет. Разбавляют сольвентом, уайт-спиритом, скипидаром или их смесью; для распыления в электростатическом поле — растворителем РЗ-4.

Эмали ПФ-133 — для сельскохозяйственных машин и тракторов (ГОСТ 926—63). Суспензия двуокиси титана рутильной формы и других пигментов и наполнителей в пентафталевом лаке с добавками сиккатива и растворителей. Выпускают 13 цветов. Покрытие в два слоя по грунту являются атмосферостойкими не менее 2,5 лет в умеренно континентальном климате. Растворяют сольвентом, ксилолом или смесью одного из них с уайт-спиритом с содержанием последнего не более 50%.

Эмаль ПФ-163 (ГОСТ 5971—78) — суспензия пигментов в растворе алкидной смолы в растворителях, цвет черный. Предназначена для окрашивания приборов, эксплуатируемых в условиях умеренного климата и под навесом в условиях тропического климата. Разбавляют уайт-спиритом, ксилолом, ацетоном и др. Маслостойкость ПФ-163 при 150°С 20 ч. Бензостойкость при 20°С 24 ч.

Эмаль ПФ-218 (ГОСТ 21227—75) — суспензия пигментов, наполнителей и антипириена в пентафталевом лаке с добавкой растворителей. В зависимости от режима сушки и назначения выпускают двух марок: ПФ-218ХС (холодной сушки) — для окраски внутренних, служебных и специальных помещений судов неограниченного района плавания; ПФ-218ГС (горячей сушки при 105°С) для окраски наружной поверхности приборов, механизмов и оборудования, нагреваемых при эксплуатации не выше 100°С и работающих в перечисленных выше помещениях. Выпускают 10 цветов, преимущественно светлых тонов. Разбавляют уайт-спиритом.

КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Кремнийорганические смолы в отличие от других пленкообразующих имеют в своем составе, кроме органических, также и неорганические элементы (кремний), и поэтому они обладают рядом характерных свойств. Кремнийорганические лаки сохраняют длительное время свои свойства при температуре до 200°С, кремнийорганические эмали, пигментированные двуокисью титана, окисью сурьмы, литоном и другими пигментами, — до 260°С и пигментированные алюминиевой пудрой — до 550°С. Кроме того, они химически инертны и обладают очень высокой водо-, масло- и безостойкостью, а также стойкостью к действию растворов соли, озона, плесени и др. Кремнийорганические лакокрасочные материалы благодаря хорошему диэлектрическим и тепловым свойствам нашли широкое применение в качестве электроизоляционных материалов. К отрицательным свойствам кремнийорганических покрытий относятся необходимость сушки при высокой температуре и малая адгезия, поэтому в композицию лакокрасочных материалов вводят другие смолы.

Лак кремнийорганический КО-08 (ГОСТ 15081—78) — раствор полиметилфенилсилоксановой смолы в толуоле. Предназначен для изготовления термостойких эмалей. Вязкость при 20°С по ВЗ-4 не менее 13 с, время высыхания

при 100°С не более 1 ч. Потеря массы пленки, выдержанной при 350°С в течение 10 ч, не более 19%, прочность (после этой выдержки) при ударе не менее 50 кгс·см.

Эмаль кремнийорганическая термостойкая КО-88 (ГОСТ 23101—78) — смесь лака КО-08 и алюминиевой пудры. Время высыхания при 150°С не более 2 ч. Гибкость пленки не более 3 мм. Прочность при ударе после выдержки пленки в течение 3 ч при температуре 500°С не менее 5 кгс·см. Предназначена для окраски стальных изделий, длительно эксплуатируемых при температуре до 500°С.

Лаки кремнийорганические (ГОСТ 11066—74). Лак КО-815 — смесь раствора полифенилсилоксановой смолы и глифталевого лака в толуоле или ксилоле. Лак КО-85 — смесь раствора полифенилсилоксановой смолы в толуоле и раствора полибутилметакрилатной смолы в смеси ацетона, этилацетона и бутилацетата. Вязкость по ВЗ-1 (сопло 2,5 мм) — соответственно 12 и 20 с; кислотное число — 10 и 30 мг КОН на 1 г лака; содержание сухого остатка 32—38 и 45—17%. Основное назначение — для изготовления термостойких эмалей КО-813 и КО-814.

Эмаль КО-81 термостойкая зеленая (ТУ 6-10-597—72) — суспензия окиси хрома в кремнийорганическом лаке. Вязкость по ВЗ-4 при 20°С 25—30 с. Высыхание при 220°С 3 ч. Гибкость пленки 1 мм. Термостойкость 230°С. Предназначена для термостойкого покрытия по стали, керамике и т. д.

Эмали кремнийорганические термостойкие (ГОСТ 11066—74). Эмаль КО-813 (смесь 94% по массе лака КО-815 с 6% по массе алюминиевой пудры). Эмаль КО-814 (100 массовых частей лака КО-85 и 5 частей пудры). Соответственно: вязкость по ВЗ-1 (сопло 2,5 мм) при 20°С 12 и 20 с; высыхание 2 ч при 150 и 25°С; гибкость пленки 3 мм и не определяется; прочность при ударе 35 и 50 кг·см. Термостойкость при длительной работе до 500 и 400°С. Водо- и бензостойкость 24 ч.

Эмали кремнийорганические КО-859 (ГОСТ 22564—77) — суспензии пигментов в растворе кремнийорганического лака КО-921 и бутилметакрилатной смолы БМК-5. Эмали выпускают коричневого и алюминиевого цветов (за счет введения 40% алюминиевой пудры). Вязкость эмали при 20°С 14—25 с; время высыхания до степени 3 при 20°С не более 2 ч; гибкость не более 1 мм; твердость не менее 0,5; термостойкость при 300°С не менее 5 ч. Предназначены для покрытия проводов и кабелей, работающих при температуре от —60 до +250°С.

Лаки кремнийорганические электронизоляционные (ГОСТ 16508—70) — растворы кремнийорганических полимеров, модифицированных органическими соединениями в растворителях. В зависимости от назначения выпускают следующие марки:

КО-916 — для лакировки электротехнической стали и изготовления проводов со стекловолоконистой изоляцией;

КО-918 — для изготовления электронизоляционных покровных эмалей горячей сушки;

КО-919 — для изготовления полюсных катушек электрических машин;

КО-921 — для пропитки стеклянной оплетки проводов и кабелей;

КО-922 — для изготовления гибких стеклослюдяных электронизоляционных материалов;

КО-926 — для изготовления слоистых пластиков;

КО-928 — для изготовления нагревостойких обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией;

КО-945 — для изготовления электроизоляционных покровных эмалей холодной сушки;

КО-946 — для изготовления стеклолакоткани и стеклолакочулка, а также гибких стеклослюдяных материалов.

Органосиликатный материал ВН-30ДТС (ГОСТ 5.1496—72) — суспензия измельченных силикатов и окислов металлов в толуольном растворе кремнийорганических полимеров (полиорганосилоксанов). Предназначен для окраски металлических и неметаллических поверхностей (опор контактной сети ж.д.

и линий электропередач, различных металлоконструкций, электрофильтров, кровли и фасадов зданий, газоходов, деталей радиоаппаратуры и т. д.), для защиты их от атмосферной коррозии. Срок службы не менее 12 лет. Температура эксплуатации от —60 до +300°С. Вязкость при 20°С (ВЗ-4) 20—100 с, время высыхания при 15—35°С не более 24 ч, прочность при ударе не менее 25 кгс·см.

МОЧЕВИНО- И МЕЛАМИНОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ ЭМАЛИ

Эмали МЛ-12 (ГОСТ 9754—76) — суспензия пигментов в смеси растворов алкидной и меламиноформальдегидной смол и растворителей. Для окрашивания кузовов автомобилей, автобусов и других изделий. Разбавляют растворителем № 651 или сольвентом каменноугольным. Вязкость (по ВЗ-4) при 20°С 70—120 с. Укрывистость в зависимости от цвета в пределах от 35 до 100 г/м². Гибкость пленки не более 3 мм; прочность при ударе не менее 45 кгс·см; твердость 0,5. Стойка — от —40 до +60°С. Выпускается 34 цветов.

Эмали молотковые МЛ-165, МЛ-165ПМ и МС-160 различных цветов (ГОСТ 12034—77) — суспензии пигментов в смеси растворов алкидных и меламиноформальдегидных смол или алкидностирольном лаке с добавкой силиконового жира. Для окрашивания приборов и других изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях (сохранность не менее трех лет, а эмали МЛ-165 с гЗк — 3,5 года). Разбавляется ксилолом. Вязкость по ВЗ-4 при 20°С 50—100 с. Высыхание до степени 3 при 120°С не более 60 мин. Гибкость пленки не более 3 мм; прочность при ударе не менее 50 кгс·см. Водостойкость 24—36 ч.

Эмали МЛ-152 (ГОСТ 18099—78) — для окраски предварительно загрунтованных металлических изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях. Защитные свойства сохраняются в умеренном климате не менее трех лет, во влажном климате — не менее двух лет. Выпускают 24 цветов.

Эмали МЛ-1110 (ГОСТ 20481—75) предназначены для окрашивания предварительно подготовленной металлической поверхности кузовов и других деталей легковых автомобилей; покрытия должны быть атмосферостойкими в умеренном северном и тропическом климате не менее трех лет. Выпускают 12 цветов.

Эмали МЧ-240 белая и черная, МЧ-240-ПМ черная полуматовая и МЧ-24-М черная матовая (ГОСТ 5971—78). Суспензии пигментов в смеси алкидного и мочевиноформальдегидного лаков с добавками растворителей. Для окрашивания приборов и других металлических изделий, эксплуатируемых в помещениях и в атмосферных условиях. Вязкость по ВЗ-4 при 20°С не менее 30 с. Высыхание при 130°С не более 1 ч. Гибкость пленки не более 3 мм; прочность при ударе не менее 50 кгс·см; твердость не менее 0,4. Водо-, масло- и бензостойкость при 20°С не менее 24 ч.

НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Лакокрасочные материалы на основе эфиров целлюлозы, называемые нитролаками и нитроэмалими, получили широкое распространение благодаря быстрому высыханию, способствующее созданию поточных методов окрашивания массовых изделий с образованием пленки с хорошими декоративными свойствами, высокой твердостью, бензо- и маслостойкостью и удовлетворительной атмосферостойкостью. Отрицательными показателями являются пониженная адгезия, невысокая термостойкость и легкая воспламеняемость. Для повышения свойств лакокрасочных материалов на основе эфиров целлюлозы в их состав вводятся различные смолы в качестве легирующих добавок.

Описание эмалей приводится ниже в порядке возрастания цифр их марок и алфавита, если они начинаются с буквенных обозначений. В табл. 8 приводится описание наиболее общих свойств.

8. Нитроцеллюлозные эмали, марки и свойства

Марка	Вязкость при 20° С ВЗ-4, С	Высыхание при 20° С, мин	Свойства пленки			
			Прочность при ударе, кгс·см, не менее	Гибкость, мм, не более	Твердость (коэффициент), не менее	Термостойкость от — до + °С
НЦ-1125	—	60	40	3	0,45	—40 +60
НЦ-11	—	10	40	5	0,65	—40 +60
НЦ-132	60—150	1440	50	1	0,22	—
НЦ-184	50	60	40	3	0,40	—40 +60
НЦ-25	45—70	60	—	3	0,3	—
НЦ-5123	33—38	60	—	3	0,35	—40 +60

Лак нитроцеллюлозный НЦ-134 (ТУ 6-10-1291—72) — раствор нитрата целлюлозы (лакового коллоксилина) в смеси растворителей и разбавителей с добавкой пластификаторов — прозрачная жидкость; цвет по йодометрической шкале не более 45 мг йода. Продолжительность практического высыхания при 20° С не более 60 мин. Сухой остаток не менее 12%; гибкость 1 мм; прочность при ударе не менее 40 кгс·см.

Нитроэмали 230 (зелено-защитная), 507 (серо-зеленая), 508 (защитно-зеленая) и 907 (серая) (ГОСТ 7930—73) — для грузовых автомобилей. Разбавляется растворителем 646. Наносится по загрунтованным металлическим и деревянным поверхностям, подвергающимся и неподлежащим атмосферным воздействиям.

Эмали НЦ-11 (ГОСТ 9198—76) выпускают 12 цветов, предназначенных для окраски предварительно загрунтованной и зашпатлеванной металлической поверхности. Эмаль сохраняет свои защитные и декоративные свойства в холодном, умеренном и тропическом климате не менее двух лет, а черная эмаль — не менее трех лет.

Эмали НЦ-25 (ГОСТ 5406—73) выпускают 19 цветов. Предназначены для окраски изделий, эксплуатируемых внутри помещений.

Эмали НЦ-132 (ГОСТ 6631—74) выпускают 24 цветов. Предназначены для окраски металлических и деревянных поверхностей, эксплуатируемых в атмосферных условиях и в помещениях. Срок службы в умеренном климате не менее двух лет.

Эмаль НЦ-184 (ГОСТ 18335—73) — черная, предназначена для окраски литых деталей автомобилей и других предварительно загрунтованных металлических изделий, эксплуатируемых в атмосферных условиях.

Эмали НЦ-1125 (ГОСТ 7930—73) выпускают восемь цветов. Предназначены для окраски металлических поверхностей грузовых автомобилей, эксплуатируемых в атмосферных условиях умеренного климата с сохранением защитных свойств не менее 18 мес.

Эмали НЦ-5123 (ГОСТ 7462—73) выпускают красно-коричневого, серого, зеленого, салатного цветов. Предназначены для окраски необработанных поверхностей литых, соприкасающихся с маслом деталей двигателей автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин. Разбавляют растворителем марки 646.

ПЕРХЛОРВИНИЛОВЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Перхлорвиниловые лаки и эмали (табл. 9) обладают хорошей стойкостью к химическим реагентам, бензину, маслам и воде и сохраняют эти свойства при температурах от —60 до +100° С. Технологические достоинства — быстрое высыхание (1,5 ч при 20° С) и возможность нанесения путем распыления. Недостатки — изменение цвета под влиянием атмосферных воздействий, слабая адгезия к металлам, малая твердость, большой удельный расход.

9. Перхлорвиниловые лаки и эмали

Лакокрасочный материал	Вязкость по ВЗ-4 при 20° С, с	Практическое высыхание при 20° С, мин	Свойства пленки				
			Прочность при ударе, кгс·см, не менее	Гибкость, мм, не более	Твердость (коэффициент)	Волостойкость при 20° С, ч	Маслостойкость, ч
Эмаль ХВ-1100	30—70	60	50	1	0,25	6	24
ПХВ-4-26	30	60	50	1	—	2	24
ПХВ-29-35	10—25*	180	50	1	—	2	5
ПХВ-69-А	30—50	90	50	1	0,17	24	24
ПХВ-70	25*	120	50	1	—	2	5
ПХВ-101	25*	180	—	1	—	—	—
ПХВ-512	32—100	120	—	5	—	—	—
Эмаль ХВ-110	60—110	180	20	1	0,4	12	24
Эмаль ХВ-113	60—110	180	20	1	0,4	8	24
Эмаль ХВ-124	35—60	1440	—	1	0,35	24	24
Эмаль ХВ-125	25—50	1440	—	3	0,4	24	24
Эмаль ХС-710	20	120	50	1	0,4	—	—
ХВ-26÷35	6—12*	90	—	1	—	—	—
Лак ХС-76	20	180	50	1	0,4	—	—
Лак ХВ-139	24—30	60	—	1	—	—	—
Лак ХВ-77	170—230	120	—	1	—	4*	4
Лак ХС-1÷26	20—75	60	—	1	0,3—0,4	—	—
Лак ХСЛ	20—50	60	—	—	0,4	—	—

* При 60° С.

Ниже приведено описание специфических особенностей отдельных видов перхлорвиниловых лаков и эмалей, а в табл. 9 — их наиболее общие технологические и эксплуатационные свойства той же последовательности.

Лак ХВ-77 химически стойкий (ТУ 6-10-879—75). Раствор поливинилхлоридной хлорированной смолы в смеси органических растворителей. Для антикоррозионных и безвосточных защитных покрытий.

Лак ХС-76 химически стойкий (ГОСТ 9355—60). Раствор сополимера винилхлорида с винилхлоридом в смеси растворителей. Применяется комплексно с эмалью ХС-710.

Лак ХСД химически стойкий (ГОСТ 7313—75). Раствор перхлорвиниловой смолы в смеси растворителей с добавкой пластификатора. Предназначен в комплексе с грунтом ХСТ-26 и эмалями ХС9 для защиты металлических поверхностей от химических воздействий, а также для покрытий с перхлорвиниловыми эмалями других назначений.

Лак ХВ-139 (протекторный) (ТУ 6-10-728—75). Раствор низковязкой поливинилхлоридной смолы в смеси органических растворителей с добавками пигментов и пластификаторов. Применяется для предохранения алюминиевых листов от механических повреждений.

Эмали ХВ-1100 (ГОСТ 6993—70) выпускают 14 цветов. Суспензия пигментов (или пигментов и наполнителей) в растворе перхлорвиниловой смолы в смеси растворителей с добавками других смол и пластификаторов. Для окраски деревянных или предварительно загрунтованных металлических поверхностей, эксплуатируемых в атмосферных условиях, с сохранением защитных свойств в умеренном климате не менее трех лет (красно-коричневой эмали — не менее шести лет).

Эмали ХВ-110 (ГОСТ 18374—73) — суспензия пигментов в растворе низковязкой поливинилхлоридной хлорированной смолы в смеси растворителей и алкидинокриловой смолы с добавками пластификаторов и других смол. Выпускают 11 цветов. Предназначены для окраски деревянных и металлических изделий и оборудования, эксплуатируемого в атмосферных условиях и в умеренном климате; сохраняют защитные свойства не менее 5 лет.

Эмаль ХВ-113 (ГОСТ 18374—73). Состав аналогичен предшествующим маркам; отличие — в композицию вместо алкидноакриловой смолы вводится алкидная. Выпускают 21 цвета. Назначение то же, срок стойкости не менее трех лет.

Эмаль ХВ-124 (ГОСТ 10144—74). Раствор поливинилхлоридной хлорированной и алкидной смол в смеси растворителей с добавками пластификаторов и пигментов. Выпускают 13 цветов. Предназначена для окрашивания деревянных и металлических изделий, работающих в атмосферных условиях. Разбавляют растворителями Р-4 или Р-5.

Эмаль ХВ-125 (ГОСТ 10144—74). Раствор поливинилхлоридной хлорированной и алкидной смол в смеси растворителей с добавкой алюминиевой пудры (10%). Смешение последней с основной эмалью производится на месте потребления. Разбавляется растворителями Р-4 или Р-5. Обладает повышенной бензостойкостью — 24 ч. Цвет серебристый.

Эмаль серая ХС-710 химически стойкая (ГОСТ 9355—60). Суспензия пигментов в растворе сополимера винилденхлорида с винилхлоридом в смеси растворителей. Предназначена совместно с грунтовкой ХС-010 и лаком ХС-76 для образования многослойного покрытия для защиты металлов от минеральных кислот и щелочей при температуре до +60° С.

Эмали химически стойкие: ХСЭ-1 белая, ХСЭ-3 кремовая, ХСЭ-6 желтая, ХСЭ-14 зеленая, ХСЭ-23 серая и ХСЭ-26 красно-коричневая (ГОСТ 7313—75). Раствор перхлорвинилового и алкидного смол в растворителях с добавками пигментов и пластификатора. Применяют комплексно с грунтовкой ХТС-26 и лаком ХСЛ для защиты металлических изделий от агрессивных газов (O₂, CO₂, Cl), серной, фосфорной и соляной кислот и слабых растворов солей и щелочей при температуре от —40 до +60° С.

ЭПОКСИДНЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Лакокрасочные материалы, изготавливаемые на основе эпоксидных смол, обладают высокой адгезией, малой пористостью, хорошей атмосферо-, влаго- и термостойкостью (от —60 до +200° С). Они устойчивы к действию щелочей и минеральных кислот средней концентрации. Эпоксидные лакокрасочные материалы являются двухкомпонентными композициями: собственно эпоксидный лак или эмаль, не затвердевающие длительное время, и отвердитель, вводимый в них перед непосредственным употреблением.

Лак ЭП-730 (бывш. Э-4100) (ГОСТ 20824—75) — раствор эпоксидной смолы Э-41 в смеси растворителей. За час перед применением на 100 массовых (весовых) частей лака вводят 3 части отвердителя № 1. Предназначен для окраски алюминиевых и стальных изделий, работающих в условиях повышенной влажности, повышенной температуры, действия растворов щелочей, эксплуатируемых внутри помещений или под навесом в различных климатических районах, для изготовления щелочестойких эмалей и защиты неметаллических материалов. Вязкость лака при 20° С по ВЗ-4 11—14 с; разбавляется смесью ксилол+ацетон+этилцеллюлозоль в соотношении по объему 4:3:3. Время высыхания при 150° С не более 60 мин. Твердость пленки 0,9; гибкость 1 мм и прочность 50 кгс·см. Стойкость пленки к 10%-ному раствору едкого натра при 100° С не менее 60 мкм.

Лак ЭП-154 (бывш. 6-1—72) (ТУ 6-10-1487—75) — раствор эпоксидной и меламиноформальдегидной смол в растворителях. Предназначен для окраски пружин автомобиля, в качестве грунтовочного слоя под полиамидное покрытие.

Эмаль алкидно-нитроэпоксидная ЭП-51 (ГОСТ 9640—75) — раствор алкидно-эпоксидной смолы Э-30 и коллоксилина в смеси растворителей с добавками пигментов и пластификаторов. Разбавляется растворителем 648. Предназначена для окрашивания металлических изделий, эксплуатируемых в помещениях и под навесом в различных климатических условиях. Выпускается в восьми цветах с образованием полуглянцевой пленки. Адгезия хорошая. Водостойкость и стойкость пленки к 3%-ному раствору хлористого натрия в течение 24 ч без изменения.

ЭТИНОЛЕВЫЕ ЛАКИ И КРАСКИ

Основой данной группы лакокрасочных материалов служит лак этиноль (ацетиленовое масло) — продукт термополимеризации раствора дивинилацетилена (ДВА) и сопутствующих ему веществ в ксилольной фракции. Этинолевые лаки и краски обладают высокой стойкостью к действию щелочей, кислот, солей, минеральных масел, воды (и морской). К недостаткам относятся недостаточная атмосферостойкость, светостойкость (цвета ограничены лишь стойкими), адгезия к металлам, пластичность и прочность пленки. Поэтому для повышения качества пленки исходный этинолевый лак улучшается пластифицированным хлорпарафином.

ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Термореактивные фенолоформальдегидные лакокрасочные материалы отличаются нерастворимостью в ряде растворителей (скипидаре, ксилоле и др.) и весьма большой бензомаслостойкостью. Лаки и эмали на основе сополимеров полиакриловых (эфиров акриловой и метакриловой) смол характеризуются хорошей водостойкостью и устойчивостью к химическим средам и в особенности к щелочам.

Лаки АК-113 и АК-113-Ф (ТУ 6-10-1296—75). Растворы полиакриловой смолы в смеси растворителей с добавками пластификатора и других смол. Для изготовления защитных покрытий для алюминиевых изделий, работающих до 150° С. Для АК-113 вязкость ВЗ-4 13—17 с и для АК-113-Ф 14—22 с. Сухой остаток 6 и 8%, твердость пленки — 0,5 и 0,65. Гибкость 1 мм.

Эмали АС-554 дневные флуоресцентные (ТУ 6-10-772—74) — растворы сополимера СВМ-31 в ксилоле с добавками пластификатора, стабилизатора и флуоресцентного пигмента. Выпускают красного и оранжевого цветов для маркировки — окраски объектов, для которых необходима максимальная яркость окрашенных поверхностей при дневном (или ультрафиолетовом) освещении: самолетов, вертолетов, дорожных знаков, спасательного снаряжения, буйев и т. п. Вязкость эмали при 20° С по ВЗ-4 40—70 с, время высыхания при 20° С не более 24 ч, гибкость пленки не более 3 мм.

Эмаль АС-85 серая (ТУ 6-10-1307—72). Раствор смолы БМК-5 и меламиноформальдегидной смолы с пигментами и растворителями. Для получения термостойкого покрытия на стеклотекстолите (150° С в течение 15 ч).

ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ЛАКИ И ЭМАЛИ

Полиуретановые покрытия отличаются хорошей адгезией к металлам и высокой атмосферостойкостью и изоляционной способностью.

Лак УР-9130 (ТУ 6-10-577—75) — раствор в циклогексаноне полиэфира 10-47 и фенолоформальдегидной смолы 101 с добавками растворителей в циклогексаноне диэтиленгликольуретана и ацетобутиратцеллюлозы. Поставляют комплектно в виде трех компонентов: полуфабриката 976/1, диэтиленгликольуретана ДГУ (70%-ный раствор), ацетобутиратцеллюлозы (5%-ный раствор в циклогексаноне), смешиваемых непосредственно перед применением в соотношении в массовых частях 100:100:10. Вязкость лака при 20° С по ВЗ-4 30—70 с, продолжительность высыхания при 70—80° С не более 8 ч. Предназначен для получения влагостойкого электроизоляционного покрытия на стали, цветных металлах и сплавах, гетинаксе, текстолите, керамике.

Эмаль УР-1161 (ВТУНЧ 5-223—73) изготавливают на основе полиэфиров белого, светло-серого, синего, красного, желтого и черного цветов. Предназначена для окраски наружных поверхностей пассажирских самолетов и вертолетов. Покрытие обладает высокими декоративными и защитными свойствами. Стойка к перепаду температур от —60 до +100° С, абразивостойка, атмосферостойка,

стойка к авиационным бензинам и маслам. Применяют в комплексе с грунтовой АК-0130 первого слоя и грунтовой АК-Р131 второго слоя и последующими двумя-тремя слоями эмали. Поставляют комплектно с отвердителями.

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ

Светящиеся покрытия (люминофоры) — вещества, способные излучать свет под действием различного вида возбуждений. Соответственно этому подразделяются на **фотолюминофоры**, возбуждаемые ультрафиолетовым или видимым светом (применяются главным образом в люминесцентных лампах и для светящихся покрытий); **катодолюминофоры** — пучком электронов (для экранов электронно-лучевых трубок — телевизионных — ГОСТ 10724—64, радиолокационных, осциллографических и др.); **электролюминофоры** — электрическим полем (источники света, световая сигнализация и т. д.); **рентгенолюминофоры** — рентгеновскими лучами (рентгеноэкраны и их разновидности); **радиолюминофоры** — радиоактивными излучениями (для индикации и дозиметрии ядерных излучений, светящихся покрытий и т. д.).

Светящиеся покрытия широко применяют для шкал и стрелок приборов, пожарных предупредителей и других указателей, аварийного освещения, рычагов и кнопок управления и т. д. Они образуются путем внесения в лак-основу в качестве пигментов фото- или радиолюминофоров. В первом случае образуются светящиеся покрытия временного действия, т. е. покрытия, интенсивность свечения которых быстро падает, и длительного — при введении радиоактивных веществ.

Различают краски **фосфоресцирующие**, т. е. светящиеся некоторое время после возбуждения люминофора, и **флуоресцирующие**, для свечения которых требуется внешний источник света. Последние краски широко применяют для реклам, дорожных знаков и т. д.

Термочувствительные краски и карандаши применяют в качестве индикаторов температур при повышении последних от 45 до 610° С с точностью $\pm 10^\circ$ С.

Краски наносят в один или два слоя до полного укрытия без грунта на чистую холодную контролируемую поверхность. Разбавляют и смывают этиловым спиртом (сырец или ректификат). Цвет краски изменяется через 0,5—2,0 мин при достижении температуры перехода и сохраняется после остывания. Ассортимент красок, их цвета и температуры приведены в табл. 10.

10. Термочувствительные краски

Марка	Температура перехода цвета, °С	Цвет		Марка	Температура перехода цвета, °С	Цвет		
		до температуры перехода	после температуры перехода			до температуры перехода	после температуры перехода	
1а	45	Светло-розовый	Голубой	10	280	Желтый	Красно-коричневый	
	280	Голубой	Коричневый		600		То же	
	600	Коричневый	Черный					
3	85	Розовый	Серый	12	340	Красно-коричневый	То же	
	540	Серый	Желто-розовый		600	Голубой	Бежевый	
	600	Желто-розовый	То же		66	320	»	»
4	120	Светло-зеленый	Фиолетовый	66	320	Белый	»	
	280	Фиолетовый	Коричневый		380	Бежевый	Коричневый (при охлаждении желтый)	
	610	Коричневый	Грязно-белый				То же	
2а	180	Сиреневый	Синий	15	600	Коричневый	То же	
	200	Синий	Коричневый		285	Оранжевый	Серый	
	600	Коричневый	Грязно-белый		470	Серый	Желто-розовый	
8	230	Зеленый	Коричневый	14	600	Желто-розовый	То же	
	600	Коричневый	Черный		300	Розовый	Бежевый	
	380	Кремовый	Бежевый темный		510	Бежевый	Белый	
6а	255	Кремовый	Бежевый темный	14	300	Розовый	Бежевый	
	380	Бежевый темный	Темно-коричневый		600	Белый	»	
6а	600	Темно-коричневый	То же					

Восковые карандаши диаметром 8 и длиной 80 мм служат для нанесения штрихов на контролируемую на нагрев поверхность. Цвет меняется через 5—10 с по достижении температуры перехода и сохраняется после остывания. Данные об ассортименте, цветах и температурах перехода приведены в табл. 11.

11. Карандаши светочувствительные

Марка	Температура перехода цвета, °С	Цвет карандашного штриха		Марка	Температура перехода цвета, °С	Цвет карандашного штриха	
		до температуры перехода	после температуры перехода			до температуры перехода	после температуры перехода
140	140	Розовый или кремовый	Темно-коричневый	440	440	Белый	Коричневый (через бежевый)
200	200	Сиреневый	Синий	490	490	Голубой	Бежевый светлый
250	250	Зеленый	Коричневый	530	530	Розовый	Белый (через бежевый)
300	300	Желтый	Красно-коричневый	600	600	Зеленый	Белый (через коричневый)
320	320	Лилловый	Бежевый				
340	340	Оранжевый	Темно-коричневый				
390	390	Голубой	Бежевый				

Хранение и транспортировка

Для хранения и перевозки лакокрасочных материалов используют виды тары, приведенной в ГОСТ 9980—75. Этим же стандартом установлены правила маркировки, хранения и транспортирования лакокрасочных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лакокрасочные материалы. Справочное пособие / К. Т. Сулимова, М. Л. Лифшиц, В. В. Соколкина. В 2-х т. М., Химия, 1977.
2. Лакокрасочные покрытия в машиностроении. Справочник / Под ред. М. М. Гольдберга. М., Машиностроение, 1974.
3. Молотова В. А. Промышленное применение кремнийорганических лакокрасочных покрытий. М., Химия, 1977.
4. Общемашиностроительные типовые и руководящие материалы, касающиеся окраски металлических поверхностей (ОМТМ) 73/2—010—78). 6-е изд. М., Химия, 1978.
5. Энциклопедия полимеров. В 3-х т. / Ред. В. А. Каргин и В. А. Кабанов. М., Советская энциклопедия, 1972—1975, 1704 с.

Лучшую полноценную часть ствола сосны, ели, дуба, лиственницы и других деревьев, имеющих промышленное применение, называют натуральной (или деловой) древесиной, используемой в качестве конструкционного материала, для изготовления шпона и других полуфабрикатов с сохранением характерных свойств натуральной древесины. Остальную часть дерева, неполноценную древесину и отходы лесопиления используют для переработки в древесную массу (компонентов древопластиков) и продукты лесохимической и гидролизной промышленности.

Натуральная древесина в зонах благоприятного использования является ценным непревзойденным конструкционным материалом по высокой удельной прочности и декоративности, сочетающимся с небольшой плотностью, теплоемкостью, теплопроводностью, электропроводностью. Она хорошо сопротивляется воздействию газов и других агрессивных сред и отличается хорошей обрабатываемостью и невысокой стоимостью. К недостаткам натуральной древесины относятся большая анизотропность механических свойств, их изменчивость в зависимости от влажности и недостаточная биологическая стойкость.

Указанные недостатки и необходимость более эффективного использования неполноценной древесины и отходов деревообработки вызвали ускоренное развитие методов улучшения древесины (прессованная и клееная древесина) и изготовления древопластиков (пластмассы с древесными размельченными наполнителями). Достигнутые в этом направлении успехи коренным образом изменили структуру потребления древесных материалов путем перехода от применения натуральной древесины к ее улучшенным видам и древесным пластикам, имеющим более высокие и стабильные свойства в сочетании с меньшей анизотропностью и зависимостью от влажности и биологических агентов разрушения.

Общие методы испытания древесины установлены ГОСТ 16483.0—78.

ВЛАЖНОСТЬ И УСУШКА НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Влажность древесины характеризуется наличием свободной (капиллярной) влаги, заполняющей полости клеток, и связанной (гигроскопической), содержащейся в оболочках (стенках) клеток. Влажность в % определяется (ГОСТ 16483.7—74) отношением разности масс испытуемого образца до и после высушивания (при 100—105°С) до постоянной массы к массе высушенного.

Состояние древесины, при котором капиллярная влага отсутствует, а гигроскопическая полностью насыщает оболочки клеток, называют точкой насыщения; оно соответствует влажности примерно 30% (фактически колеблется от 23 до 35% в зависимости от породы древесины).

Усушка и набухание древесины. Во время сушки от точки насыщения волокон до абсолютно сухого состояния происходит уменьшение размеров древесины — усушка. Линейная усушка (U) определяется по формуле $U = \frac{a_1 - a_2}{a_2} 100$,

где a_1 и a_2 — размеры образца до и после высушивания до абсолютно сухого

состояния раздельно в радиальном и тангенциальном направлениях и по объему (ГОСТ 16483.8—71). Величину средней усушки при измерении влажности на 1% называют коэффициентом усушки. Набухание и усушка вдоль волокон составляют 0,1—0,3%, в радиальном направлении 3—6%, а в тангенциальном 6—13%. Кривые набухания и усушки во времени достаточно хорошо совпадают. Расхождение (гистерезис) не превышает 1—2%. Неодинаковая величина усушки в различных направлениях приводит к короблению и растрескиванию древесины.

Припуски на усушку. В связи с тем, что в стандартах и ТУ размеры пиломатериалов и других изделий из древесины установлены при ее влажности, равной 12 или 15%, следует учитывать припуски на усушку, при распиловке древесины с повышенной влажностью. Соответствующие нормы припусков на усушку при различной влажности древесины установлены для хвойных пород по ГОСТ 6782.1—75 и для лиственных — по ГОСТ 6782.2—75. Эти припуски оплате не подлежат; объем пиломатериалов всех видов высчитывается по их номинальным размерам, приведенным в стандартах, при нормальной влажности древесины, отражающей наиболее естественные свойства древесины, которые с повышением влажности снижаются.

Равновесная влажность древесины. Древесина в зависимости от температуры, относительной влажности окружающего воздуха и собственной влажности обладает свойством или поглощать из воздуха пары воды и соответственно повышать собственную влажность, или выделять их и понижать собственную влажность. При длительном (измеряемом десятками дней) нахождении древесины на воздухе неизменного состояния указанный выше процесс заканчивается, и устанавливается так называемая равновесная влажность древесины. Каждому значению температуры и относительной влажности воздуха соответствует определенная влажность древесины, практически одинаковая для всех ее пород. Указанная зависимость приведена в табл. 1.

1. Равновесная влажность древесины

Температура воздуха, °С	При влажности воздуха, %								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-20	6,8	8,3	9,7	11,2	12,9	15	18	22	27
-10	6,3	7,8	9,2	10,7	12,5	14,5	17,5	21,5	26
0	5,8	7,3	8,7	10,2	12,0	14,0	17,0	21,0	25
+10	5,4	6,7	8,2	9,7	11,5	13,5	16,5	20,5	24
+20	5,0	6,2	7,7	9,2	11,0	13,0	16,0	20,0	23
+30	4,5	5,8	7,2	8,8	10,5	12,5	15,5	19,0	22,5
+40	4,0	5,3	6,7	8,4	9,8	12,0	14,9	18,5	22,0
+50	3,8	5,2	6,3	7,8	9,2	11,2	14,2	18,0	21,0
+60	3,5	4,8	6,0	7,2	8,5	10,5	13,5	17,0	20,0
+70	3,3	4,5	5,6	6,7	8,0	9,7	12,7	16,5	19,0
+80	3,0	4,2	5,2	6,2	7,5	9,0	12,0	16,0	18,0
+90	2,8	4,0	5,0	6,0	7,1	8,5	11,0	15,0	17,5
+100	2,6	3,8	4,7	5,7	6,7	8,0	10,0	14,0	17,0

Для устранения формоизменяемости деревянных изделий в процессе их эксплуатации необходимо, чтобы равновесная влажность в период изготовления деревянной конструкции была несколько ниже или хотя бы была равна равновесной влажности древесины периода эксплуатации.

СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Отборка и разделка образцов для физико-механических испытаний древесины производится в соответствии с ГОСТ 16483.0—78 и ГОСТ 16483.21—72, и при выборе их из насаждений руководствуются ГОСТ 16483.6—70.

Плотность (объемная масса) древесины в кг/м³ или г/см³ зависит от породы, а в пределах одной породы — от влажности и качества древесины. Опреде-

ление плотности производится при абсолютно сухом состоянии или различной влажности древесины с приведением ее к плотности при влажности 12% по ГОСТ 16483.1—73.

Теплоемкость древесины в абсолютно сухом состоянии практически не зависит от породы и в пределах 0—106°С равна 0,327 ккал/(кг·°С). Теплоемкость влажной древесины складывается из теплоемкости находящейся в ней воды и из теплоемкости абсолютно сухой древесины и рассчитывается по формуле

$$C = \frac{26,6 + 0,116t + \omega}{100 + \omega},$$

где ω — влажность древесины, %; t — температура, °С.

Теплопроводность древесины невелика и зависит от влажности, плотности и направления волокон; с увеличением первых двух параметров теплопроводность возрастает. Вдоль волокон теплопроводность примерно в 3 раза выше, чем поперек волокон. Коэффициент теплопроводности сосны вдоль волокон 0,00030 кал/(см·с·°С), в радиальном и тангенциальном направлениях 0,00010 кал/(см·с·°С).

Электропроводность древесины в большей степени зависит от влажности, температуры и направления (вдоль волокон меньше, чем поперек). Удельное объемное сопротивление для лиственницы при влажности 8% равно вдоль волокон $3,0 \cdot 10^{10}$ Ом·см. Определение производится по ГОСТ 18407—73 и ГОСТ 18408—73.

Предел прочности древесины в кгс/см² при сжатии (смятии) вдоль волокон, сжатии поперек волокон и местном сжатии волокон определяют по ГОСТ 16483.2—70, ГОСТ 16483.10—73 и ГОСТ 16483.11—72; при растяжении вдоль волокон — по ГОСТ 16483.23—73, поперек — по ГОСТ 16483.28—73; при статическом изгибе — по ГОСТ 16483.3—73; при скалывании вдоль волокон — по ГОСТ 16483.5—73, поперек волокон — по ГОСТ 16483.12—72; при перерезании поперек волокон по ГОСТ 16483.13—72; при раскалывании по ГОСТ 16483.22—73. Испытания проводятся при 12%-ной влажности образцов; при испытаниях при другой влажности древесины результаты пересчитывают к влажности 12% по методам, изложенным в перечисленных стандартах.

Удельная работа при ударном изгибе в кгс·м/см² определяется на образцах сечением 20×20 и длиной 300 мм при влажности 12% или приводится к ней согласно ГОСТ 16483.4—73.

Твердость древесины подразделяется на статическую (кгс/см²), определяемую вдавливанием цилиндрического (диаметр 11,28 мм и площадь круга 1 см²) пуансона со сферическим конусом на глубину сферы (т. е. на 5,64 мм) с определением силы в кгс, потребной для этого (ГОСТ 16483.17—72), и ударную (гс·мм/мм²), определяемую падением стального шарика диаметром 25 мм с высоты 500 мм с последующим измерением образовавшейся лунки в мм с точностью до 0,1 мм вдоль и поперек волокон и отношением к полученной площади ударной нагрузки (ГОСТ 16483.16—72). Испытания проводят при 12%-ной влажности образцов или с пересчетом.

Модуль упругости при сжатии вдоль волокон определяют по ГОСТ 16483.24—73, поперек волокон — по ГОСТ 16483.25—73; при растяжении вдоль волокон — по ГОСТ 16483.26—73, поперек волокон по ГОСТ 16483.27—73; при статическом изгибе — по ГОСТ 16483.9—73.

Коэффициенты поперечной деформации древесины при сжатии определяют по ГОСТ 16483.29—73.

Прочность при скалывании поперек волокон определяют по ГОСТ 16483.13—72, при раскалывании — по ГОСТ 16483.22—73.

Влагостойкость древесины определяют по нескольким признакам (параметрам): по разбуханию (ГОСТ 16483.14—72), водонепроницаемости (ГОСТ 16483.15—72), влагопоглощению (ГОСТ 16483.19—72), водопоглощению (ГОСТ 16483.20—72).

Основные свойства древесины распространенных пород промышленных видов приведены в табл. 2. В связи с тем, что свойства древесины зависят от

условий и районов произрастания деревьев, влажности древесины и других факторов, приведенные данные являются ориентировочно-справочными для древесины с влажностью 15%.

Следует учитывать, что свойства древесины определяют на «чистых» образцах, т. е. на брусках, лишенных пороков древесины.

2. Свойства древесины промышленных видов

Порода	Число слоев в 1 см	Плотность, г/см ³	Коэффициент усушки, %			Предел прочности, кгс/см ² , при					Твердость, кгс/см ²			
			радиальной	тангенциальной	объемной	сжатии вдоль волокон	статическом изгибе	растяжении вдоль волокон	скалывания вдоль волокон		торцовая	радиальная	тангенциальная	
Береза	6,5	0,64	0,28	0,34	0,64	467	967	1610	85	102	0,45	423	336	300
Бук	6,4	0,68	0,18	0,35	0,55	474	953	1178	105	132	0,39	556	394	403
Вяз, ильм, карагач	6,7	0,66	0,17	0,33	0,52	404	839	—	83	93	0,45	512	385	384
Граб	7,4	0,81	0,24	0,35	0,61	531	1211	1347	141	177	0,48	825	701	717
Груша	6,5	0,72	0,19	0,28	0,49	515	975	—	81	126	0,56	720	540	551
Дуб	5,2	0,76	0,18	0,28	0,48	519	891	—	110	125	0,46	653	536	568
Ель	7,8	0,46	0,18	0,32	0,52	396	717	1081	62	62	0,20	241	173	168
Каштан	4,0	0,49	—	—	—	397	653	—	71	92	0,14	305	248	271
Кедр	8,1	0,44	0,13	0,28	0,42	363	648	820	60	64	0,14	203	—	—
Клен	5,2	0,70	0,20	0,32	0,54	520	1053	—	113	129	0,37	690	506	537
Лица	4,7	0,50	0,23	0,33	0,58	398	775	1158	78	74	0,28	234	156	163
Лиственница сибирская	10,3	0,68	0,21	0,40	0,62	549	984	1227	94	82	0,27	403	280	278
Ольха	6,4	0,53	0,17	0,30	0,49	387	709	963	74	91	0,25	367	248	264
Орех	—	0,60	0,18	0,28	0,48	485	975	—	100	106	0,36	580	—	—
Осина	4,1	0,50	0,15	0,30	0,47	374	686	1201	57	78	0,41	241	175	183
Пихта	5,3	0,39	0,13	0,32	0,46	342	607	761	53	57	0,14	248	167	164
Платан (чипар)	—	0,85	0,17	0,24	0,43	339	681	—	90	111	—	435	436	380
Сосна	8,4	0,51	0,18	0,31	0,51	414	758	1009	69	67	0,20	262	217	223
Тополь	3,0	0,46	0,14	0,28	0,44	347	609	869	55	66	0,19	240	173	—
Яблоня	—	0,71	0,39	0,67	1,08	412	741	—	—	—	—	626	493	452
Ясень	5,3	0,69	0,19	0,31	0,52	499	1085	1390	126	122	0,43	732	534	609

ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ

Различные повреждения древесины, вызванные грибковыми заболеваниями, нападением вредных насекомых, а также различные отклонения от нормального строения древесины, образующиеся от воздействия неблагоприятных природных явлений (ветер, мороз, снеголом и т. д.), приводят к возникновению пороков древесины, снижающих ее технические свойства.

Пороки формы ствола — кривизна, ройки (наружные продольные углубления или наплывы в комлевой части ствола), закомелость и завиток (региональное искривление годичных колец). Свилеватость, завиток и крень отрицательно влияют на механические свойства древесины, ухудшают обработку и снижают область применения древесины. Крень приводит к сильному короблению досок.

Пороки, вызванные грибковыми заболеваниями, распознаются по характерной ненормальной окраске (красина, синева и т. д.). Грибковые заболевания вызывают появление различных гнилей, резко понижающих механические свойства древесины и часто исключают ее применение в качестве деловой. Пороками древесины являются также трещины, сучки, ранения. Трещины и

ранения вызываются огневыми и механическими повреждениями, а также солнечным ожогом и действием мороза. В результате этого образуется прорость — мертвешная древесина, или кора, полностью или частично заросшая в стволе, и сухобокость — наружное одностороннее омертвление древесины с наплывами по краям.

Сучки живые и мертвые нарушают однородность древесины, снижают механические свойства и ухудшают деревообработку. Особенно это относится к табачным сучкам.

Повреждения, наносимые насекомыми, называют червоточинами, которые сильно снижают сортность лесоматериалов.

Полное описание пороков и их классификация приведены в ГОСТ 2140—71. Нормы пороков регламентируются соответствующими стандартами, определяются в зависимости от назначения древесины и устанавливаются для каждого конкретного случая ее использования.

ЛЕСОМАТЕРИАЛЫ КРУГЛЫЕ

Круглые лесоматериалы в машиностроении имеют ограниченное применение и употребляются для упаковки машин, погрузочно-разгрузочных работ, при монтаже оборудования и т. п. Для хвойных пород (ГОСТ 9463—72) устанавливаются следующие группы лесоматериалов по толщине в верхнем отрезе: мелкие — от 8 до 13 см, средние — от 14 до 24 см, крупные — от 26 см и более, длиной от 4 до 6,5 м. Нормы допустимых пороков — согласно ГОСТ 9463—72. Лесоматериалы круглые лиственных пород (ГОСТ 9462—71) учитываются по толщине, так же как и хвойные.

Правила хранения круглых лесоматериалов установлены ГОСТ 9014.0—75 в зависимости от климатических районов СССР.

ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

Пиломатериалы хвойных пород (ГОСТ 8486—66) изготавливают из древесины сосны, ели, пихты, лиственницы и кедра длиной от 1 до 6,5 м и поперечным сечением согласно табл. 3. Условия атмосферной сушки и хранения на открытых складах установлены ГОСТ 3808.1—75. Пиломатериалы лиственных пород поставляют по ГОСТ 2695—71; условия хранения их по ГОСТ 7319—74.

3. Пиломатериалы — доски (выше ступенчатой линии), бруски (ниже ее) и брусья (ниже прямой линии)

Толщина, мм	Ширина, мм									
	50	60	70	80	90	100	110	130	150	180
13	80	90	100	110	130	150	—	—	—	—
16	80	90	100	110	130	150	180	—	—	—
19	80	90	100	110	130	150	180	200	—	—
22	80	90	100	110	130	150	180	200	—	—
25	80	90	100	110	130	150	180	200	220	250
32	—	—	100	110	130	150	180	200	220	250
40	—	—	100	110	130	150	180	200	220	250
45	—	—	—	—	130	150	—	—	—	—
50	—	—	100	110	130	150	180	200	220	250
60	—	—	100	—	130	150	180	200	220	250
70	80	—	100	—	150	—	200	—	—	—
75	—	—	100	—	130	150	180	200	220	250
100	—	—	100	—	130	150	180	200	220	250
130	—	—	—	—	130	150	180	—	—	—
150	—	—	—	—	—	150	180	200	—	—
180	—	—	—	—	—	—	180	—	220	—
200	—	—	—	—	—	—	—	200	—	250
220	—	—	—	—	—	—	—	—	220	250
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	250

ЗАГОТОВКИ ИЗ НАТУРАЛЬНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Заготовками называют доски и бруски, прирезанные применительно к габаритным размерам и качеству древесины, с соответствующими припусками на усушку, строгание и обрезку торцов. Заготовки разделяют по видам сработки и по размерам. По видам обработки заготовки различают пиленные, клееные и калиброванные (предварительно простроганные). При использовании натуральной древесины следует учитывать ее усадку от усушки; нормы на ее величину установлены для хвойных пород ГОСТ 6782.1—75 и лиственных ГОСТ 6782.2—75.

Заготовки хвойных пород (ГОСТ 9685—61) предназначены для изготовления деревянных деталей зданий и сооружений, ж.-д. вагонов, сельскохозяйственных машин, грузовых автомобилей, судостроения, обзостроения, мебели. Изготавливаются из сосны, ели, пихты, кедра и лиственницы длиной от 0,5 до 1 м с градациями 50 мм, свыше 1 м — с градацией 100 мм. Размеры поперечных сечений заготовок при влажности древесины 15% приведены в табл. 4. При большей влажности заготовки должны иметь припуск на усушку, а при влажности менее 15% заготовки могут быть меньше номинальных размеров на величину усушки.

4. Размеры досковых и брусковых (ниже ломаной линии) заготовок из хвойных пород древесины

Толщина, мм	Ширина, мм											
	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
7	40	50	60	70	75	80	90	100	—	—	—	—
10	40	50	60	70	75	80	90	100	—	—	—	—
13	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	—	—
16	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	—
19	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
22	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
25	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
32	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
40	40	50	60	70	75	80	90	100	110	130	150	180
50	—	50	60	70	75	80	90	100	—	130	150	180
60	—	—	60	70	75	80	90	100	—	130	150	180
75	—	—	—	70	75	80	90	100	110	130	150	180
100	—	—	—	—	—	80	90	100	—	130	150	180

В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, а также на Кавказе и в Закарпатье допускаются изготовление и поставки заготовок шириной 220 и 250 мм. Размеры поперечных сечений калиброванных заготовок определяются по номинальным размерам пиленных заготовок. Отклонения от номинальных размеров заготовок нормированы ГОСТ 9685—61.

По качеству древесины и обработки заготовки разделяют на четыре группы: 1, 2, 3 и 4. Отнесение древесины к той или иной группе регламентируется пороками древесины. Во всех группах не допускаются гнили внутренне и заболонные и заболонная красина. В заготовках первой группы не допускаются рыхлые и табачные сучки, внутренняя красина, сердцевинная трубка, прорость и смоляной рак (последний не допускается и во второй группе).

Заготовки лиственных пород (ГОСТ 7897—71) из древесины дуба, ясеня, бука, березы, клена, граба, вяза, ильма, ольхи, осины, липы, тополя и др. Размеры примерно те же, что и приведенные в табл. 4.

Заготовки авиационные хвойных пород (ГОСТ 2646—71), предназначенных для изготовления деревянных деталей самолетов и вертолетов. По показателям макроструктуры и физико-механическим свойствам древесины подразде-

ляют на четыре группы: 1, 2, 2а, 3. Изготавливают из древесины сосны, ели обыкновенной, азиатской и сибирской, пихты кавказской и европейской, лиственницы сибирской и даурской и кедра сибирского и корейского, размерами по толщине от 16 до 60 мм, ширине — от 25 до 80 мм и длине от 0,75 до 3,5 м. Качество заготовок определяется по нормам допускаемых пороков, макроструктуре и физико-механическим свойствам.

Заготовки авиационных лиственных пород (ГОСТ 2996—70) предназначены для тех же целей. Изготавливают их из древесины бука, дуба, ясеня обыкновенного и маньчжурского, липы, березы желтой и черной. Качество заготовок определяется также по величине допускаемых пороков и физико-механическим свойствам. **Авиационные пиломатериалы**, выпиленные из авиационных кражей хвойных и лиственных пород, предназначены для тех же целей; поставляются по ГОСТ 968—68. Правила приемки авиационной древесины нормированы ГОСТ 3934—71.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К полуфабрикатным древесным материалам относят продукты механической переработки натуральной древесины и ее отходов, используемые в качестве компонентов композиционных материалов и клееных изделий и частично в качестве непосредственно конструкционных или технологических материалов.

Мука древесная — продукт сухого механического измельчения отходов лесопиления и деревообработки из древесины хвойных или лиственных пород или их смеси. По физико-химическим свойствам подразделяют (ГОСТ 16361—70) на два сорта (I и II) и по гранулометрическому составу на семь марок: 400, 250, 180, 140, 100, СК и РМ. Древесная мука используется в качестве наполнителя, фильтрующего материала, поглотителя и применяется в производстве пластмасс, двуокиси титана, линолеума, промышленных взрывчатых веществ, обмазки электродов и для других целей.

Стружка древесная (ГОСТ 5244—73) изготавливается из отходов древесины хвойных и лиственных пород в виде ленточек шириной от 1,5 до 9 мм, толщиной от 0,05 до 0,5 мм, длиной от 200 до 530 мм. Подразделяется на семь марок. Основное назначение — для упаковки хрупких изделий (стекла, а также металлоизделий — подшипники, приборы, радиоэлектроника и т. д.). Применяется как компонент для изготовления фибролитовых плит и других древесных прессовочных композиций.

Древесное сырье (ГОСТ 12431—72) для прессовочных древесных масс — размельченные отходы фанерного производства, производства древеснослоистых пластиков и др.

Опилки древесные — отходы лесопиления и деревообработки, используемые в качестве наполнителей композиционных древесных материалов.

Щепа технологическая (ГОСТ 15815—70) — для производства древесностружечных плит, изготавливают из древесины ели, сосны, пихты и кедра и древесноволокнистых плит из всех пород древесины.

Шпон лущеный (ГОСТ 99—75) предназначен для изготовления слоистой клееной древесины (фанеры), а также для облицовки изделий из древесины и древесных пластиков. Изготавливается из древесины березы, ольхи, клена, ясеня, ильма, дуба, бука, липы, осины, тополя, ели, сосны, пихты, кедра и лиственницы. В зависимости от качества древесины и назначения подразделяется на восемь сортов: А, АВ, В, ВВ и С — для наружных слоев и 1, 2, 3 — для внутренних слоев. Выпускается листами толщиной от 0,35 до 4 мм, шириной от 150 до 2500 мм и длиной от 800 до 2500 мм.

Шпон строганый (ГОСТ 2977—77) выпускается из ценно-декоративных видов древесины и предназначается в качестве облицовочного материала.

Массы древесные прессовочные (ГОСТ 11368—69) состоят из частиц древесины, пропитанных растворами резольных фенолоформальдегидных смол и их модификаций, и предназначаются в качестве полуфабриката для изготов-

ления методом горячего прессования различных деталей машин и других изделий.

В зависимости от породы используемой древесины, степени ее размельчения, вида связующего (до 30%) древесные прессовочные массы подразделяют на следующие марки:

МДПК-А. Смесь частиц размером 0,6×10×80 мм из березового шпона, содержание частиц длиной 51—80 мм в пределах 7—15% по массе. Связующее — спирторастворимые фенолоформальдегидные смолы.

МДПК-Б. Смесь частиц березового шпона; толщина частиц от 0,7 до 1,8 мм и ширина до 5 мм.

МДПК-Б₁. То же, размер частиц 1,8×8×50 мм, с добавлением (или без добавления) окрашивающих веществ.

МДПК-В. Частицы 1,8×5×80 мм из березового шпона, содержание частиц длиной 51—80 мм в пределах 7—15%. Водно-эмульсионные фенолоформальдегидные смолы на легиновых фенолах.

МДПК-В₁. Частицы 1,8×5×50 мм из березового шпона. Связующее то же.

МДПК-В₂. Частицы 1,8×10×80 мм из березового шпона, содержание частиц длиной 25—80 мм не более 10% по массе. Водорастворимая смола.

МДПК-В₃. Частицы 1,8×10×80 мм из березового шпона, содержание частиц длиной 25—80 мм в пределах 35—45% по массе. Совмещенные водорастворимые фенолоформальдегидные смолы.

МДПК-В₄. То же, с содержанием частиц длиной 25—80 мм не более 10% по массе.

МДПС. Стружки лиственных, а также их смесь со стружками хвойных пород размером 5×30×50 мм. Спирторастворимые фенолоформальдегидные смолы.

МДПО. Опилки лиственных, а также смесь лиственных и хвойных пород. Связующее то же.

МДПВ-А. Частицы лиственных, а также смеси с хвойными породами игловодной формы. Водорастворимые фенолоформальдегидные смолы с добавлением графита.

МДПВ-АТ. То же, с добавками (вместо графита) веществ, повышающих теплопроводность (алюминиевая пудра, медный порошок и др.).

МДПВ-К. То же, без добавок антифрикционных и теплопроводных веществ и с добавкой или без добавки красителей.

Свойства древесных прессовочных масс на образцах, отпрессованных из различных марок МДП при температуре 150°С, давлении прессования 400—600 кгс/см², за время прессования 5—10 мин, приведены в табл. 5. Древесные прессовочные массы предназначены для изготовления методом горячего прессования различных деталей машин (втулок, вкладышей подшипников, фрикционных дисков, направляющих блоков, шкивов, роликов и др.), а также строительных изделий.

5. Марки и свойства масс древесных прессовочных (МДП) на образцах сечением 10×15 мм

Показатели	МДПК-А	МДПК-Б	МДПК-Б ₁	МДПК-В	МДПК-В ₁ , МДПК-В ₄
Влажность, %	3—8	3—8	3—8	3—8	3—8
Плотность, г/см ³	1,30—1,38	1,30—1,38	1,27—1,38	1,30—1,38	1,30—1,38
Водопоглощение за 24 ч, мг, не более	200	200	200	370	290
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , не менее	1000	1000	800	800	900
Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ² , не менее	1200	900	700	800	750
Ударная вязкость, кгс·см/см ² , не менее	15	12	8	12	10
Твердость, кгс/мм ² , не менее	20	20	16	18	16

Продолжение табл. 5

Показатели	МДПК-В ₂	МДПК-В ₃	МДПС	МДПО	МДПВ-А, МДПВ-АТ, МДПВ-К
Влажность, %	3—6	3—8	4—10	4—10	6—10
Плотность, г/см ³	1,30—1,38	300	1,27—1,38	1,30—1,39	1,30—1,40
Водопоглощение за 24 ч, мг, не более	140	300	220	100	370
Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , не менее	1000	800	900	1100	1000
Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ² , не менее	800	850	550	500	500
Ударная вязкость, кгс·см/см ² , не менее	10	12	5	4	4
Твердость, кгс/мм ² , не менее	20	16	14	20	18

ПРЕССОВАННАЯ ДРЕВЕСИНА

Древесина прессованная (ДПО) представляет собой мерные заготовки, полученные уплотнением (прессованием) натуральной, предварительно пропаренной или нагретой древесины, а также древесины, пропитанной аммиаком, с последующей сушкой или тепловой обработкой.

В зависимости от вида прессования и назначения устанавливаются (ГОСТ 9629—75*) марки заготовок из прессованной древесины, кратко характеристики и назначения которых приведены ниже, а свойства — в табл. 6.

6. Механические свойства прессованной древесины (справочные усредненные данные)

Марка	Плотность, г/см ³	Влажность, %	Предел прочности, кгс/см ²					Ударная вязкость, кгс·см/см ² , в направлении		Твердость, кгс/мм ²	
			при сжатии		при скалывании	при растяжении	при изгибе	радиальном	тангенциальном	торцовой	боковой
			вдоль волокон	поперек волокон							
ДПО-П ₁	0,90	6	1200	230	120	1500	1650	85	80	11,0	6,0
ДПО-П ₂	1,10	6	1350	345	130	1600	1800	90	80	13,0	8,0
ДПО-П ₃	1,27	6	1450	450	150	1800	2000	95	85	15,0	10,0
ДПО-НВ	1,27	8	1300	—	170	2000	180	—	—	—	—
ДПД-П	1,27	8	1250	—	190	2300	2000	—	—	—	—
ДПД-ПКл	1,29	8	1100	—	140	1400	1600	—	—	—	—
ДПО-Ч ₁	0,96	8	1100	—	150	—	1700	60	55	—	—
ДПО-Ч ₂	1,12	8	1150	—	160	—	1800	80	55	—	—
ДПО-Ч ₃	1,20	8	1200	—	165	—	1900	70	60	—	—
ДПО-Ч ₄	1,27	8	1300	—	180	—	2000	80	65	—	—
ДПО-Л ₁	0,72	8	800	190	105	—	1450	95	85	6,5	4,0
ДПО-Л ₂	0,95	8	900	410	125	—	1900	100	90	8,0	7,0
ДПО-Л ₃	1,25	8	1200	600	145	—	2000	105	95	10	9,0
ДПО-ЛШ	0,92	8	—	—	—	—	1450	—	—	—	—
ДПК-П	1,15	6	1200	500	150	—	1900	—	—	12	8,0
ДПК-ПИ	1,25	6	1200	500	150	—	2350	—	—	15	10
ДПР-Н	1,05	6	1200	500	170	—	—	60	55	13	8
ДПР-НИ	1,15	6	1200	500	170	—	—	60	55	15	10
ДПГ-ПТ	1,20	6	—	—	—	—	1600	—	—	12	—
ДПГ-ПШР	1,20	6	—	—	—	—	1600	—	—	—	10

ДПО-П₁, ДПО-П₂, ДПО-П₃ — бруски длиной от 150 до 1000 мм, толщиной от 5 до 60 мм и шириной от 40 до 160 мм, полученные поперечным одноосным прессованием пропаренной древесины с последующей сушкой. Предназначены

для сборных подшипников крупных размеров прокатных станков, шаровых мельниц, подпятников, зубчатых колес, виброгасящих подкладок, направляющих ползунов, погонялок для ткацких станков и других деталей.

ДПО-НВ — бруски (300—1500) × (40—50) × (20—50) мм, полученные одноосным поперечным прессованием нагретой древесины березы, осины, ольхи, тополя, бука или лиственницы с последующей ее тепловой обработкой. Предназначены для паркета и изделий повышенной влаго- и износостойкости.

ДПД-П — бруски (400—2000) × (30—60) × (30—50) мм, полученные поперечным двухосным прессованием пропаренной древесины — березы, бука, осины или лиственницы с последующей сушкой. Для подшипников, выколотов, пробок, крепежных штанг.

ДПО-Пкл — бруски (150—2500) × (4—1000) × (30—150) мм, полученные поперечным одноосным прессованием клееных древесных плит березы, бука, осины, лиственницы. Предназначены для подшипников, ползунов лесосильных рам, прокладок, выколотов и др.

ДПО-Ч₁, ДПО-Ч₂, ДПО-Ч₃, ДПО-Ч₄ — бруски (в качестве мерной заготовки для челноков ткацких станков), полученные одноосным поперечным прессованием древесины граба, бука или березы с последующей тепловой обработкой.

ДПО-Л₁, ДПО-Л₂, ДПО-Л₃, ДПО-ЛШ — бруски (300—2000) × (30—130) × (40—130) мм, а марка ДПО-ЛШ — в виде листов шпона (700—2200) × (150—1600) × (4,1—4,5) мм, полученные одноосным поперечным прессованием обработанной аммиаком древесины березы, ольхи, осины, тополя, акации, сосны, лиственницы, ели, ясени, клена или граба (для марки ДПО-ЛШ — березы, ольхи, осины, тополя или бука) с последующей сушкой. Предназначены для паркета, мебели, смычков и дек струнных инструментов, подшипников скольжения и других деталей машиностроения, лыж и т. п.

ДПК-П (цилиндры диаметром 20—150 мм и длиной 100—200 мм), ДПК-ПИ (трубы с наружным диаметром 30—150 мм, внутренним от 10 мм, длиной 100—250 мм), полученные путем контурного прессования продавливанием через конус (с прессованием изнутри для труб) пропаренной древесины березы, бука, осины, ольхи, граба, осокоря, сосны или лиственницы с последующей ее сушкой. Для различных круглых деталей, уплотнительных колец, работающих при давлении до 200 кгс/см², подшипников и т. д.

ДПР-Н (цилиндры диаметром 20—200 мм и длиной 200—750 мм) и ДПР-НИ (трубы с наружным диаметром 40—260 и внутренним 5—200 мм, длиной 200—750 мм), полученные путем радиального прессования обжимом (трубы на металлическом стержне) нагретой древесины (тех же пород, что и для марок ДПК-П и ДПК-ПИ) с последующей ее тепловой обработкой. Назначение примерно то же, что и для предшествующих двух марок.

ДПГ-П — втулки и вкладыши с наружным диаметром 40—200 мм, внутренним 20—180 мм и длиной 70—200 мм, полученные путем торцевого гнутья и осевого прессования пропаренной древесины (тех же пород, что и для предшествующих четырех марок) с последующей сушкой. Для подшипников, работающих при спокойных нагрузках и во влажных средах, в том числе в воде.

ДПГ-ПШР — втулки и вкладыши с наружным диаметром 60—450 мм, внутренним 50—400 мм, длиной 40—200 мм, полученные путем продольного гнутья и поперечного прессования изнутри пропаренных пластин древесины бука, клена, граба, ясени или сосны с последующей сушкой. Для средних и крупных подшипников, работающих при ударных нагрузках.

КЛЕЕНАЯ ДРЕВЕСИНА

К клееной древесине относят изделия, полученные склеиванием древесных заготовок в одно монолитное изделие. Наиболее распространенными клееными изделиями являются фанера и фанерные плиты, т. е. плоские изделия, полученные склеиванием трех и более нечетных слоев шпона преимущественно с перекрестным расположением древесины шпона. Наружные облицовочные слои шпона называются рубашками, а внутренние — серединками. Подобными

методами многослойного склеивания шпона изготовляют в формах фасонные изделия — трубы, швеллеры, сиденья и спинки стульев и др.

Фанера клееная (ГОСТ 3916—69) состоит из трех или более слоев лущеного шпона. В зависимости от вида клея подразделяют на три марки: ФСФ — клеенная фенолоформальдегидными клеями; ФК — карбамидными клеями; ФБА — альбумин-казеиновыми клеями. Выпускают листами следующих размеров (длина × ширина): 2440 × 1220, 2440 × 1525, 2135 × 1525, 1830 × 1220, 1525 × 1525, 1525 × 1220, 1525 × 725, 1220 × 1220, 1220 × 725 мм, толщиной от 1,5 до 18 мм — нешлифованную и шлифованную. Изготавливают из древесины березы, ольхи, ясеня, ильма, дуба, бука, липы, осины, тополя, клена, ели, пихты, кедра и лиственницы. Фанеру считают изготовленной из той породы древесины, из которой изготовлены ее рубашки. Фанера предназначена для мебельной промышленности, судостроения, вагоностроения, автомобилестроения, радиотехнической промышленности и др.

Фанера березовая авиационная (ГОСТ 102—75) состоит из трех или более нечетных слоев лущеного березового шпона (табл. 7), склеенных между собой при взаимно перпендикулярном направлении волокон в смежных слоях синтетическими клеями: марка БП-А — бакелитовой пленкой, марки А, БП-В — бакелитовой пленкой, марки Б, БС-1 — смолой марки С-1 и БПС-1В — бакелитовой пленкой марки В. Выпускается листами шириной от 800 до 1525 мм (с градацией через 25 мм), длиной от 1000 до 1525 мм (с той же градацией). Толщина листов от 1 до 12 мм (табл. 7). Прочность см. в табл. 8.

7. Слойность авиационной фанеры

Марка	Число листов шпона в фанере при ее толщине, мм										
	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
БП-А, БП-В	3	3	3	5	5	—	—	—	—	—	—
БС-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
БПС-1В	—	—	5	5	7	7	7	9	—	7 и 9	9 и 11

8. Прочность авиационной фанеры

Прочность, кгс/см ² , не менее	Толщина фанеры, мм										
	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
При растяжении:											
первый сорт	950	950	950	925	850	850	775	725	675	675	650
второй сорт	825	825	825	800	725	725	675	625	525	525	500
со знаком качества	975	975	975	940	865	865	—	—	—	—	—
при скалывании по клеевому слою*	—	24	24	24	24	25	25	27	27	27	27

* Для всех сортов и марок в сухом состоянии.

Фанера бакелизированная (ГОСТ 11539—73) выпускается шести марок: ФБС и ФБС₁ — наружные слои пропитаны спирторастворимыми смолами, предназначена для изготовления конструкций, работающих в атмосферных условиях в машиностроении и строительстве; ФБВ и ФБВ₂ — с нанесенными водорастворимыми смолами, для изделий, работающих в машиностроении; ФБС-А и ФБС₁-А — для изготовления внутренних конструкций, применяемых в автомобилестроении. Выпускают листы шириной 1200, 1250, 1500 мм, длиной 5600 и 7700 (нерекомендуемые размеры не включены) и толщиной 5, 7, 10, 12, 14, 16

и 18 мм. Фанера бакелизированная с государственным Знаком качества марки ФБС выпускается в соответствии с ГОСТ 5.899—71.

Фанера декоративная, т. е. облицованная смоляными мочевино-меламино-фенолоформальдегидными пленочными покрытиями в сочетании с декоративной бумагой или без нее.

Фанера строганая (ГОСТ 11519—77), т. е. такая, у которой одну или обе рубашки изготовляют из строганого шпона.

Армированная фанера образуется путем наклейки с одной или двух сторон тонких металлических листов. Наилучшая склейка достигается при помощи бакелитовой пленки. Для армирования применяют латунь, алюминий, цинк, медь и др. Толщина металлического листа не должна превышать 0,4—0,5 мм, наиболее употребительные размеры листа 2000 × 1000 мм. Армированная фанера хорошо режется ножницами, ленточными пилами, хорошо гнется, фрезеруется и штампуются. Допускаются разнообразные способы соединений: клейкой, пайкой, сваркой и клепкой, на гвоздях, шурупах и заклепках, под углом, впритык с накладкой.

Металлизированная фанера — фанера, опыленная металлическим порошком или расплавленным металлом. Металл наносится на поверхность пульверизатором под давлением воздушной струи в 6—7 кгс/см². Для металлизации применяют медь, свинец, алюминий и латунь. Металлизированная фанера легко поддается дальнейшей обработке, резанию, шлифовке. Для металлизации можно использовать фанеру низких сортов, но при этом все сучки и трещины должны быть заделаны. Металлизированную фанеру применяют во многих отраслях промышленности, в том числе в радио- и электротехнической промышленности.

Ксилотек — фанера, покрытая асбестом с цементом. Толщина листов, покрытых асбоцементом с одной или с двух сторон, от 6 до 40 мм. Наиболее употребительный размер листа 123 × 247 см. Ксилотек обладает водоупорностью, кислотоупорностью и огнестойкостью. Предел прочности ксилотека при статическом изгибе 552 кгс/см². Применяют в судостроении и вагоностроении.

Плиты фанерные (ГОСТ 8673—77) состоят из семи или более слоев шпона, склеенного синтетическими клеями на основе фенолоформальдегидных и мочевиноформальдегидных смол. Плиты в зависимости от расположения слоев шпона подразделяют на шесть марок: ПФ-А — для вагоностроения, сельскохозяйственного машиностроения и др.; ПФ-Б, ПФ-В — для сельскохозяйственного машиностроения, автомобилестроения и др.; ПФ-Х — для хоккейных клюшек; ПФ-Л — для изготовления лыж. Толщина плит от 8 до 78 мм, ширина от 100 до 1525 и длина от 1220 до 2440 мм. Механические свойства нормированы ГОСТ 8673—77.

Плиты столярные клееные выпускают в соответствии с ГОСТ 13715—68.

Плиты столярные (ГОСТ 13715—68) изготовляют из щитов (серединок), оклеенных с обеих сторон шпоном. Применяют в мебельной промышленности, вагоностроении, судостроении и в строительстве. Плиты изготовляют размерами: 2500 × 1525; 2500 × 1220; 1830 × 1220 и 1525 × 1525 мм и толщиной 16, 19, 22, 25 и 30 мм. В зависимости от набора средних щитов различают типы: НР — с наклеенными рейками, СР — со склеенными рейками, БР — из бочно-реечных щитов, БШ — из бочно-шпоновых щитов.

Трубы и муфты фанерные — ГОСТ 7017—76.

Швеллеры фанерные гнутые (ГОСТ 22242—76) корытообразной формы с закругленными углами (внутренний радиус 12 мм); толщина стенки 10 мм, высота × ширина профиля: 100 × 60; 120 × 60; 120 × 80; 140 × 60; 140 × 80; 160 × 80; 190 × 80; 220 × 80; 250 × 80 и 300 × 80 мм. Изготавливают из березового шпона.

Заготовки гнутые. В ГОСТ 21178—75 изложены требования к изготовлению гнутых заготовок деталей мебели и приведен обширный перечень видов заготовок, используемых в машиностроении для оборудования кабин и салонов транспортных машин, залов ЭВМ, диспетчерских и др.

Древесные слоистые пластики (ДСП) — горячепрессованные многослойные, пропитанные синтетическими смолами листы шпона различных пород древесины. ДСП характеризуются высокой прочностью и износостойкостью, небольшим коэффициентом трения и хорошей прирабатываемостью.

ДСП толщиной от 1 до 15 мм изготавливают в виде прямоугольных листов, толщиной от 15 до 60 мм — в виде плит. Листы и плиты, склеенные из целых по длине листов шпона, называют цельными, а из нескольких — составными (с несколько пониженными свойствами). Цельные листы выпускают шириной 950 мм и длиной 700, 1150 и 1500 мм и 1200×1500 мм, составные 2400×950, 4800×1200, 5600×1200 мм; плиты цельные: 750×750; 950×700 (1150, 1500); 1200×1200 (1500), составные плиты выпускают тех же размеров, что и составные листы. В соответствии с ГОСТ 13913—78 и ГОСТ 20966—75 ДСП подразделяют на 11 марок, описание которых приведено ниже и в табл. 10.

ДСП-А — во всех слоях волокна шпона имеют параллельное направление или каждые четыре слоя чередуются с одним слоем, имеющим направление волокон под углом 20—25° со смежным слоем. Основное назначение — дейдвудные подшипники.

ДСП-Б — каждые 10—20 слоев с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление волокон. Конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-Б-а — каждые 11 слоев (при толщине шпона 0,55 мм) или каждые семь слоев (при толщине шпона 1,15 мм) с параллельным направлением волокон чередуются с одним слоем, имеющим перпендикулярное направление волокон. Предназначен для использования в силовых нагруженных элементах авиационных конструкций (ГОСТ 20966—75).

ДСП-Б-э и ДСП-Б-м — 10 параллельных слоев чередуются с одним поперечным. ДСП-Б-т — чередование через пять-восемь слоев. Назначение — конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-В, ДСП-В-э, ДСП-В-м — в смежных слоях волокна древесины шпона взаимно перпендикулярны. Как конструкционный и антифрикционный материал.

ДСП-Г, ДСП-Г-м — в смежных слоях волокна древесины шпона расположены под углом 45°. Как конструкционный и антифрикционный материал.

11. Электрические свойства ДСП-Б-э и ДСП-В-э

Показатели	Значения показателей
Удельное объемное сопротивление, Ом·см, не менее: после выдержки при 60 ± 2° С в течение 4 ч, с последующей выдержкой при 20 ± 5° С в течение не менее 6 ч и относительной влажности 65 ± 3%	10 ¹⁴
после выдержки в дистиллированной воде при 20 ± 5° С в течение 24 ч	10 ⁸
Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 50 Гц, 1 кВ на толщину 3 мм, не более	0,1
Диэлектрическая проницаемость при частоте 50 Гц, не более	8
Испытание напряжением (в кВ _{эфф} , не менее) в течение 5 мин в трансформаторном масле при частоте 50 Гц: перпендикулярно слоям при 20 ± 5° С и толщине 3 мм	25
то же, при 90 ± 26° С	10
параллельно слоям при расстоянии между центрами электродов 15 мм, при 20 ± 5° С	16
то же, при 90 ± 2° С	8
Испытание напряжением (в кВ _{эфф} , не менее) стержневых образцов квадратного, прямоугольного или круглого сечения междукольцевыми электродами: при расстоянии между электродами 420 ± 2 мм, при 60° С, в течение 60 мин, без нагрева, перекрытия и пробоя	140
при расстоянии между электродами 100 мм, температуре 20 ± 5° С в течение 5 мин, без нагрева, перекрытия и пробоя	40

Буквы а, э, м, т в названиях марок означают: а — авиационный пластик; э — электроизоляционный (свойства в табл. 9); м — самосмазывающийся антифрикционный; т — для деталей текстильных машин.

Влажность ДСП 6—7%, водопоглощение за 24 ч 3% для толщин 15—20 мм; 2% — 25—50 мм и 1% — до 60 мм. Маслостойкость в трансформаторном масле для электроизоляционных пластиков при 105° С — 6 ч.

Электрические свойства пластиков ДСП-Б-э и ДСП-В-э приведены в табл. 11.

ДЕТАЛИ МАШИН ИЗ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Припуски на механическую обработку деталей из древесины и древесных материалов установлены ГОСТ 7307—75 в виде табличных данных по операционным припускам с учетом вида обработки, породы древесины, ее усушки и других факторов.

Чистота поверхности древесины и древесных материалов определяется по ГОСТ 7016—75 среднеарифметической величиной максимальных высот неровностей (H_{max}) в соответствии с ГОСТ 2789—73. Методы определения шероховатости поверхности нормированы ГОСТ 15612—78.

Допуски и посадки изделий из древесины и древесных материалов с номинальными размерами от 1 до 10 000 мм установлены ГОСТ 6449—76.

Детали деревянные для платформ грузовых автомобилей и прицепов (ГОСТ 9008—64) в зависимости от назначения, качества заготовок древесины, их обработки и назначения деталей подразделяют на три группы (табл. 12).

12. Распределение деталей грузовых автомобилей по группам качества и породам древесины

Детали	Группа	Порода древесины	Группа заготовок по ГОСТ	
			9685—61	7897—71
Доски решеток бортов, шириной до 100 мм и доски сидений	1	Сосна	1	—
Дуги тента	1	Дуб, ясень, береза, лиственница	1	1
Доски решеток бортов, шириной свыше 100 мм	2	Сосна	2	—
Стойки дуг тента	2	Дуб, бук, береза, лиственница	2	2
Поперечина основания	2	Сосна, ель, лиственница	2	—
Доски бортов крайние	2	Сосна, ель	2	—
Доски пола крайние	2	Сосна, ель, лиственница	2	—
Брус ограничительный	2	Сосна, ель	2	—
Брус продольный	2	Сосна, ель, лиственница	2	—
Проклады продольного бруса	2	Сосна, ель	2	—
Доски пола средние	3	Сосна, ель	3	—
Доски бортов средние	3	Сосна, ель	3	—
Брус соединительный пола и поперечной балки	3	Сосна, ель	3	—
Ящики инструментальные	3	Сосна, ель, лиственница	3	—

Детали деревянные для сельскохозяйственных машин (ГОСТ 7072—71) подразделяют на три группы: 1 — наиболее ответственные детали, работающие при повышенных динамических нагрузках, и детали, ослабленные вырезами, пазами, отверстиями и др.; 2 — детали, подвергающиеся динамическим и значительным статическим нагрузкам; 3 — менее ответственные детали, подвергающиеся статическим нагрузкам.

Распределение применяемых в сельскохозяйственном машиностроении деталей по указанным группам, породам древесины и видам древесных материалов приведено в ГОСТ 7072—71.

Вагонные детали из древесины и древесных материалов для вагонов всех видов (грузовых и пассажирских), включая вагоны метрополитена, согласно ГОСТ 3191—75 подразделяют по назначению и качеству на три группы: 1 — детали, работающие при повышенных динамических нагрузках, и детали, подвергающиеся прозрачной отделке; 2 — нагруженные, подвергающиеся динамическим или значительным статическим нагрузкам и не подвергающиеся прозрачной отделке; 3 — слабнонагруженные детали и детали, имеющие вспомогательное значение в конструкции вагонов.

Шпон аккумуляторный (ГОСТ 2647—74) гладкий или рифленый лист древесины ольхи или кедра, предназначенный для изготовления сепараторов свинцовых электрических аккумуляторов. Размеры листа, допуски, направление расположения волокон древесины устанавливаются при заказе.

Доски воинские съемные (ГОСТ 16370—71), предназначенные для оборудования крытых грузовых вагонов при перевозке людей, изготавливают из древесины сосны, ели, лиственницы и кедра, толщиной 50 ± 2 мм, шириной 150, 180, 200, 220, 250 ± 3 мм и длиной 275 ± 2 мм; параллельность пластей и кромок досок — в пределах допусков на толщину и ширину. Нормы допускаемых дефектов древесины приведены в ГОСТ 16370—71.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ И АНТИСЕПТИКИ ДРЕВЕСИНЫ

Недостатком древесины является ее подверженность разрушению биологическими агентами (грибки, бактерии, насекомые). По стойкости к гниению породы и зоны древесины подразделяют на четыре класса:

I — стойкие — сосна, ясень, ядро дуба и лиственницы;

II — среднестойкие — ель, пихта, заболонь кедра и лиственницы, ядро бука;

III — малостойкие — заболонь березы, бука, граба, дуба и клена, ядро вяза;

IV — нестойкие — ольха, осина, заболонь липы, ядро березы.

Благоприятствующими условиями к загниванию древесины служат повышенные влажность и температура. Основной мерой защиты древесины от загнивания является конструкционная, осуществляемая на стадии проектирования конструкции путем исключения мест и условий сбора или конденсации влаги и (или) влажного нагрева древесины. Второй мерой является химическая защита древесины от ее биологических агентов разрушения путем покрытия или пропитки антисептиками, краткие характеристики которых в соответствии с ГОСТ 20022.2—74 приведены ниже.

Препарат ББК-3 (ГОСТ 14647—69). Состав — бора техническая 61% и борная кислота 39%. Растворимость в воде 24% (при 60°C — 55%); не окрашивает древесину и не имеет запаха, не вызывает коррозии черных металлов; пропитанная древесина склеивается и окрашивается, слабый антипирен.

Фтористый натрий NaF (ГОСТ 2871—75). Растворимость в воде 3,5%; не окрашивает древесину и не имеет запаха, вызывает коррозию черных металлов; пропитанная древесина склеивается и окрашивается.

Наста ФН-П. Состав по ГОСТ 20022.2—74. Водорастворимая, вызывает коррозию черных металлов, загрязняет поверхность древесины, исключая возможность окрашивания и склеивания.

Препарат ГР-48. Состав по ГОСТ 10397—66. Водорастворимый до 20%, не вызывает коррозии металлов, слабый антипирен.

Кремнефтористый натрий NaSiF₆. Растворимость в воде 0,65%; не окрашивает древесину и не имеет запаха, вызывает коррозию черных металлов; пропитанная древесина склеивается и окрашивается.

Перечисленные антисептики вымываются водой, и поэтому их применение ограничивается крытыми помещениями.

Хромхлорцинковый препарат (ГОСТ 14648—69). Состав: цинк хлористый 78% и бихромат натрия 22%. Растворимость в воде более 10%; слегка окрашивает древесину в желто-зеленый цвет, не имеет запаха, вызывает коррозию черных металлов и снижает прочность древесины; пропитанная древесина хуже склеивается и окрашивается.

Меднохромхлорцинковый препарат (ГОСТ 14649—69). Состав: цинк хлористый 70%, медный купорос 7%, бихромат натрия 23%. Свойства те же, что и у предшествующего антисептика.

Пентахлорфенолят натрия C₆Cl₅ONa · H₂O. Растворимость в воде 25%; пропитанная древесина слегка темнеет, склеивается и окрашивается; антисептик вызывает коррозию меди и латуни, трудно проникает в древесину.

Сланцевое масло (ГОСТ 10835—78). Окрашивает древесину в темно-бурый цвет, не вызывает коррозии металлов; пропитанная древесина не окрашивается и трудно склеивается.

Четыре перечисленных антисептика относятся к трудно вымываемым водой.

Хромомедный препарат (ГОСТ 13327—73). Состав: медный купорос 50% и бихромат натрия 50%. Растворимость в воде не более 10% (при 60°C — 30%); умеренно окрашивает древесину в зеленый цвет, вызывает коррозию черных металлов, снижает прочность древесины; пропитанная древесина склеивается и окрашивается. Особенно эффективен против грибов умеренной гнили и менее — против домовых грибов.

Препараты пентахлорфенола (ГОСТ 18395—73). Древесина склеивается и окрашивается. Препараты группы ППО окрашивают древесину, повышая ее декоративность. Древесина, пропитанная антисептиками типа Л, не вызывает коррозии металлов. Препараты группы ПЛВ сообщают древесине водоотталкивающие свойства.

Нафтенат меди (ГОСТ 9549—60*). Растворы окрашивают древесину в зеленый цвет, не вызывают коррозии металлов.

Масло каменноугольное для пропитки древесины (ГОСТ 2770—74). Окрашивает древесину в темно-бурый цвет, не вызывает коррозии металлов; пропитанная древесина трудно склеивается и не окрашивается.

Антраценовое масло (ГОСТ 1720—76). Свойства те же.

Последние пять антисептиков относятся к невымываемым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Консервирование и защита лесоматериалов. Справочник. М., Лесная промышленность, 1971.
2. Лапшов-Скобло С. Я. Лесное товароведение. 3-е изд. М., Лесная промышленность, 1968.
3. Методы физико-механических испытаний модифицированной древесины / Под ред. Е. А. Мельниковой. М., Стройиздат, 1973.
4. Прессованная древесина и древесные пластики в машиностроении. Справочник / Под ред. А. Г. Ракина. М., Машиностроение, 1965.
5. Шейдин Н. А., Пюдиш П. Э. Технология производства древесных пластиков и их применение. М., Лесная промышленность, 1971.

Бумага и картон — листовой материал — продукт переработки древесины (целлюлозы) и других волокнистых веществ с введением в качестве улучшителей минеральных и органических добавок. К бумаге относят продукт массой до 250 г/м² и к картону — свыше этой величины. Картон и в особенности бумага (и их полуфабрикаты) вследствие своей технологической податливости могут образовывать продукты с весьма большим диапазоном свойств.

СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ

Образцы бумаги и картона для испытаний отбирают по ГОСТ 8047—78 в три приема. Размеры и число образцов устанавливаются в соответствующих стандартах по виду испытания, а их кондиционирование перед испытанием — по ГОСТ 8047—78.

Ниже приведены лишь некоторые (основные потребительские) свойства бумаги и картона и методы их стандартных испытаний.

Гладкость бумаги выражается (ГОСТ 12795—78) средним временем в секундах, необходимым для прохождения воздуха между поверхностью бумаги и полированным стеклом в определенных нормированных условиях испытания пяти образцов (чем больше время в секундах, тем лучше гладкость бумаги).

Лоск бумаги, %. Определение (ГОСТ 12924—67) основано на отношении светового потока, зеркально отраженного испытуемым образцом бумаги, к световому потоку, отраженному при тех же условиях эталоном лоска (черное полированное стекло), принимаемому за 100%. Измерение производят на фотоэлектрическом приборе ФБ-1, снабженном датчиком лоска. Результат определяют как среднее значение испытаний пяти образцов.

Сорность бумаги определяется (ГОСТ 13525.4—68) отношением n/m^2 , где n — число приходящихся соринков и пятен, видимых невооруженным глазом, на 1 м² испытуемого листа.

Прозрачность и непрозрачность бумаги, %. Определение (ГОСТ 8874—72) основано на сравнении коэффициентов отражения света от испытуемого образца бумаги, наложенного на черную подложку и на светонепроницаемую стопу той же бумаги при испытании на фотометрическом приборе.

Проклейка бумаги — основной показатель качества писчей бумаги, характеризующийся нерасплываемостью чернил и их непроходимостью на обратную сторону листа. Определяют по ГОСТ 8049—62 и выражают в мм ширины штриха, при которой чернила не расплываются (чем шире штрих, тем лучше бумага).

Лицевая и сеточная стороны бумаги и картона. Определяют (ГОСТ 7585—74) визуально путем сравнения обеих сторон одного согнутого листа бумаги; на сеточной стороне более отчетливо видны следы сетки бумагоделательной машины; различие будет большим, если испытуемую бумагу смочить водой или слабым раствором щелочи.

Продольное (машинное) и поперечное направления бумаги и картона определяют по ГОСТ 7585—74.

Толщина (в мм или мкм), масса 1 м² (г/м²) и плотность (г/см³) бумаги по ГОСТ 13199—67* и картона по ГОСТ 12432—77 определяются по методике, изложенной в данных стандартах.

Влажность бумаги и картона, %, определяется (ГОСТ 13525.19—71) отношением разности масс навески до и после высушивания к ее массе до высушивания.

Зольность, %, бумаги и картона определяют по ГОСТ 7629—77.

Сопротивление бумаги разрыву при растяжении выражается (ГОСТ 13525.1—68) силой в кгс (с точностью до 0,1 кгс), отнесенной к ленте бумаги определенной ширины, или длиной ленты в м, вес которой вызывает ее разрыв.

Удлинение бумаги до момента разрыва, % (ГОСТ 13525.1—68), определяется отношением длины удлиненной испытуемой полоски в момент разрыва к первоначальной ее длине.

Ломкость бумаги (ГОСТ 13525.2—68) определяется числом двойных перегибов на 180° или числом перегибов на определенный угол.

Продавливаемость бумаги определяется (ГОСТ 13525.8—68) гидростатическим давлением (через резиновую диафрагму), необходимым для продавливания образца (размером 70×70 мм) по диаметру отверстия прижимного кольца (30,5±0,025 мм) в кгс/см². Испытывают 10 образцов. Для получения сравнимых результатов для бумаги с разной массой 1 м² вводится понятие «относительное сопротивление продавливанию бумаги» (приведенной к массе 100 г/м²)

в кгс/см², вычисляемое по формуле $P_o = \frac{P_a \cdot 100}{g}$, где P_a — абсолютное сопро-

тивление продавливанию, кгс/см²; g — масса 1 м² бумаги, г.

Раздираемость бумаги (ГОСТ 13525.3—78) определяется сопротивлением ее раздиранию, выражаемым в граммах среднего усилия, необходимого для раздиранья предварительно надрезанных пяти образцов.

Скручиваемость бумаги (ГОСТ 13525.16—69) определяется средней величиной отклонения в мм концов пяти (или более) специальных (трапецеидальных) образцов от плоскости после выдерживания в течение 4 ч на воздухе или при одностороннем смачивании водой.

Термостойкость бумаги (ГОСТ 13525.6—68) характеризуется снижением (в %) показателей механических свойств образцов после выдерживания их в термостате определенное время при повышенной температуре относительно показателей образцов, не подвергавшихся нагреву.

Влагопрочность, %, характеризуется (ГОСТ 13525.7—68) снижением показателей при сравнительном испытании на разрыв или продавливание увлажненных и сухих образцов.

Сжатие бумаги и картона, кгс/см² (ГОСТ 10711—74). Согнутый в цилиндр (кольцо) образец шириной 15 и длиной 150 мм подвергают сжатию вдоль оси в специальном приспособлении до разрушения.

Жесткость картона при изгибе (ГОСТ 9582—75) измеряется усилием, необходимым для изгибания стандартного образца шириной 38 мм. Единицей жесткости является отклонение свободного конца образца на 15° под действием силы 0,2 гс, приложенной на расстоянии 50 мм от места его закрепления. Результат определяют как среднее значение испытаний образцов в продольном и поперечном направлениях (по пять образцов в каждом направлении).

ПИСЧАЯ БУМАГА

В настоящий раздел включены виды бумаги, используемой в качестве носителя оперативной информации при общей переписке, разработке бланков и карт технической документации, бухгалтерском, финансовом и материальном учете и т. д.

Писчая бумага (ГОСТ 18510—73) предназначена для изготовления бланков и форм учетно-отчетной информации и других беловых изделий. Выпускается

рулонами шириной 430, 610, 860 и 1220 мм и листами 430×610, 610×860 и 860×1220 мм при влажности не более 7%, трех номеров (табл. 1).

1. Номера, марки и свойства писчей бумаги

Показатели	№ 0		№ 1	№ 2...
	А	Б		
Масса 1 м ² , г	80	65	45; 63; 70 и 80	63
Разрывная длина, м	3200	3100	2700	2400
Проклейка, мм, не менее	1,5	1,25	1,25	1,25
Зольность, %	6,0	6,0	7,0	7,0
Гладкость, с	120	120	120	100
Белизна, %, не менее	84	84	83	64
Сорность (число соринков на 1 м ²), не более	100	100	125	200

Потребительские форматы бумаги (табл. 2) установлены ГОСТ 9327—60* для всех видов: писчей, рисовальной, для множительных аппаратов и т. д., а также бланков, конвертов, чертежей и т. д. Основными потребительскими форматами бумаги является ряд А. Применение форматов ряда В допускается в исключительных случаях. Форматы ряда С применяют для таких изделий, как папки, конверты, и т. д.

2. Форматы писчей, чертежной и других видов бумаги

Ряд А		Ряд В		Ряд С	
Обозначение	Формат, мм	Обозначение	Формат, мм	Обозначение	Формат, мм
A0	841×1189	B0	1000×1414	C0	917×1297
A1	594×841	B1	707×1000	C1	648×917
A2	420×594	B2	500×707	C2	458×648
A3	297×420	B3	353×500	C3	324×458
A4	210×297	B4	250×353	C4	229×324
A5	148×210	B5	176×250	C5	162×229
A6	105×148	B6	125×176	C6	114×162
A7	74×105	B7	88×125	C7	81×114
A8	52×74	B8	62×88	C8	57×81
A9	37×52	B9	44×62	C9	37×57
A10	26×37	B10	31×44		
A11	18×26	B11	22×31		
A12	13×18	B12	15×22		
A13	9×13				

Бумага писчая потребительских форматов (ГОСТ 6656—76) изготавливается размерами А3 — 297×420 и А5 — 148×210 мм — для отдельных листов и А4 — 210×297 мм — для отдельных и двойных листов.

Бумага машинописная. При перепечатке на пишущей машинке для первого экземпляра применяют различную писчую бумагу. Специальной машинописной принято считать бумагу с меньшей толщиной и проклейкой для лучшего сцепления краски.

Бумага машинописная для копий выпускается листами потребительских форматов двух марок (А и Б), различающихся массой 1 м² — 25 и 35 г/м². Остальные показатели одинаковы. Плотность 0,5 г/см³; разрывная длина 2500 м; проклейка 0,5 мм; гладкость 15 с; зольность 6% и влажность 7%.

Бумага копировальная (ГОСТ 489—66*) выпускается листами размером 297×420, 210×312 и 148×210 мм с допусками по ширине и длине ±2 мм марок: МА-14 — черного цвета для печатания на пишущей машинке для специальных целей; можно печатать одновременно восемь копий, число последовательных оттисков — 10; МБ-14 и МВ-16 — черного цвета для массового печатания на пишущей машинке одновременно восьми копий и последовательно 15 копий; МГ-16 — черного цвета для однократного использования при печатании

нии на пишущих и счетных машинах одновременно пяти копий, последовательно — двух; Р-16 — синего или фиолетового цвета для использования при письме карандашом — одновременно пять копий и последовательно десять.

Копировальные свойства бумаги сохраняются не менее 12 мес. при температуре не выше 25°С вдали от отопительных приборов и при нормальной влажности.

Пленка ротаторная (ГОСТ 9007—74). Листы пленки размером 230×450 мм комплектно с подкладочным листом, находящимся снизу, и предохранительным — сверху. Обеспечивает получение не менее 1500 четких копий.

ЧЕРТЕЖНАЯ БУМАГА

Чертежная бумага (ГОСТ 597—73) предназначена для выполнения чертежных работ всех видов карандашом, тушью и акварельными красками; марка А — для проектно-конструкторских работ; Б — для эскизов и школьно-чертежных работ; В — для чертежей и планов. Бумагу выпускают в листах размерами: 861×1209, 614×861, 440×614 и 317×440 мм. Масса 200, 180 и 160 г/м².

Бумага чертежная прозрачная (ГОСТ 20363—74*) для черчения карандашом, тушью и последующего копирования чертежей средствами репрографии. Выпускают трех марок: Д — для чертежей, предназначенных для копирования и длительного хранения; П — для чертежей, предназначенных для копирования и хранения; Ч — для чертежей, предназначенных для копирования. Бумагу выпускают в рулонах шириной 878, 640 и 440 мм с отклонениями ±2 мм и длиной 40±0,25 м и в листах размерами: 878×640, 640×440, 440×320 мм. Масса 53, 50 и 54 г/м² соответственно маркам.

Масштабно-координатная бумага. Выпускается (ГОСТ 334—73) шести марок: Н₁ и Н₂ — для выполнения чертежных и графических работ; Д₁ и Д₂ — то же, и последующего копирования средствами репрографии; ЛН и ЛЛН — для графического оформления и расчетов экспериментальных данных. В названии марок буквы и цифры означают: Н — непрозрачная и Д — прозрачная бумага-основа; Л — бумага логарифмическая; ЛЛ — полулогарифмическая; 1 и 2 (в индекс) — размер малых клеток соответственно 1 или 2 мм. Выпускается листами в планшетах, наборах или столах и рулонами шириной 640 и 878 мм и длиной 10, 20 или 40 м.

Калька бумажная натуральная (ГОСТ 892—70) для копирования чертежной тушью: марка А — методом электрофотографии, марка Б — для изготовления светокопий. Выпускается в рулонах шириной 878 мм (марка А) и 420 и 625 мм (марка Б) и в листах размером 440×640, 320×440 и 220×320 мм. Масса 40 г/м², разрывная длина 5300 м, проклейка не менее 1,5 мм, прозрачность не менее 44%.

Диазокалька (ГОСТ 7821—78) — бумажная светочувствительная калька, предназначенная для светокопирования чертежей, выполненных тушью на кальке или карандашом на чертежно-прозрачной бумаге, для получения диазодубликатов для хранения и копирования с них чертежей на светочувствительную диазотипную бумагу. Выпускается I класса (4 марки) и II класса (9 марок).

Бумага светочувствительная (ГОСТ 250—78) позитивная диазотипная предназначена для получения светокопий чертежей, выполненных тушью на кальке. Выпускается в рулонах длиной 20±0,4, 40±0,8, 60±1,2 и 100±2 мм и шириной 878, 841, 764 и 640 мм с допускаемым отклонением ±5 мм.

Термореактивная бумага предназначена для получения копий чертежей, исполненных тушью и карандашом на плотной бумаге (можно использовать и скальрированные чертежи). Метод получения основан на использовании эффекта различного поглощения инфракрасных лучей линиями чертежа и его пробельной (пустой) части. В результате реакции, происходящей под влиянием тепла, на термореактивной бумаге образуются темные и светлые места, точно воспроизводящие чертежный оригинал. Копия получается позитивная, т. е. пригодная для непосредственного применения.

Фотополупроводниковая бумага применяется для получения копий чертежей с прозрачного оригинала (кальки). Покрывной слой бумаги является фотополупроводниковым, различно реагирующим на освещенность и неосвещенность. В результате довольно сложного (в физико-химическом смысле) процесса печатания образуется точная копия оригинала. Характерным свойством полупроводниковой бумаги является возможность хранения ее на свету до закладки в аппарат, т. е. до зарядки.

БУМАГА-ПРОГРАММОНОСИТЕЛЬ

В настоящий раздел включено описание лент и карточек для счетных и вычислительных машин, программных устройств машин, телеграфных и других аппаратов передачи и переработки информации, закодированной в форме, обеспечивающей автоматическое ее восприятие указанными устройствами. Сюда же включено описание программноносителей, изготовляемых на пластмассовой основе, а также лент для записи информации, выдаваемой счетно-вычислительными машинами в незакодированном виде.

Ленты перфорационные изготавливают из перфоленточной бумаги по ГОСТ 1391—70* или других равноценных материалов по системе, установленной ГОСТ 10860—68.

Размеры, форма и расположение отверстий (перфораций) для 5-дорожковой перфоленты показаны на рис. 1, где номера дорожек, заключенные в кружочки, соответствуют международному телеграфному коду № 2. На рис. 2 приведены 7- и 8-дорожковые перфоленты, левые их части (относительно ведущей перфорированной дорожки) такие же как и для 5-дорожковой перфоленты.

Лента телеграфная перфораторная (ГОСТ 1391—70*) является основой, на

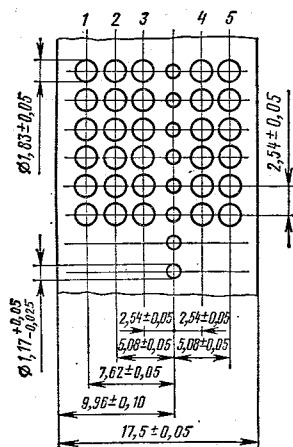


Рис. 1. Схема 5-дорожковой перфоленты

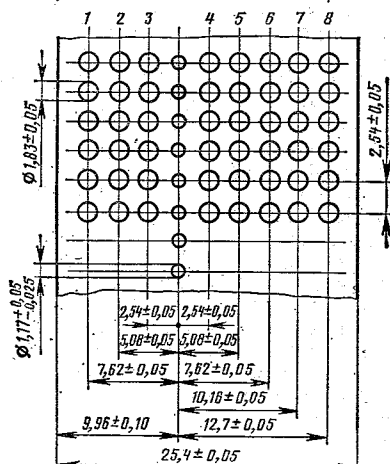
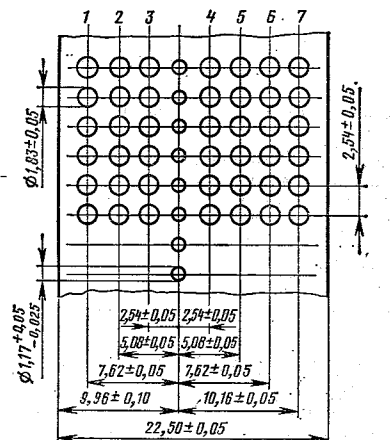


Рис. 2. Схемы 7- и 8-дорожковых перфолент

которую наносятся перфорации по системе, установленной ГОСТ 10860—68. Ленту выпускают в бобинах шириной 17,4; 22,4; 25,4 и 25,0 мм (с допуском $\pm 0,05$ мм), толщиной 0,1 мм (с допуском $\pm 0,008$). Наружный диаметр бобины 180 или 200 ± 6 мм и внутренний диаметр прочного бумажного кольца, на которое намотана лента, $50,8 \pm 1,6$ мм. В начале намотки бобины, на расстоянии 5 м от кольца, лента окрашена в яркий цвет на протяжении не менее 3 м для предупреждения о приближающемся ее окончании. Ленту выпускают трех марок: А (среднепрозрачную) — для устройства ввода-вывода систем обработки информации, систем управления и передач, для телеграфных аппаратов; Б (промасленную) — для телеграфных аппаратов; В (высокопрочную) — для многократного использования в устройствах ввода-вывода информации, систем управления и передач.

Ленту изготавливают из 100%-ной сульфитной беленой целлюлозы марки А-П. Свойства см. в табл. 3.

3. Свойства перфораторной ленты

Показатели	А	Б	В
Масса 1 м ² , г	90	95	95
Предел прочности разрыва ленты, кгс, не менее	9	8	11
Удлинение, %	2,5	2,2	4,0
Излом (число перегибов)	10	10	—
Проклейка мм, не более	2,0	—	2
Сорность — число соринков на 1 м ² с двух сторон размером, мм:		120	
0,1—0,2		35	
0,2—0,5		Не допускается	
более 0,5			
Влажность, %		6	

Карты перфорационные (ГОСТ 6198—75) предназначены для применения в вычислительных машинах в качестве носителей информации. Изготавливают из перфорационной бумаги по ГОСТ 7362—72. Выпускают размером $82,5 \times 187,4$ мм следующих типов: ПК45Н — 45-колонные с неполной цифровой сеткой, ПК80 — 80-колонные с полной цифровой сеткой, ПК80Н — 80-колонные с неполной цифровой сеткой, ПГ80/27 — 80-колонные с зонами для графических отметок на лицевой стороне, ПГ80/54 — 80-колонные с зонами для графических отметок на лицевой и обратной сторонах.

Карты со щелевой перфорацией (ГОСТ 16331—70) — перфокарты ручного обращения, предназначенные для применения в картотеках в качестве носителей информации. Изготавливают из перфокарточной бумаги (ГОСТ 7362—72) трех типоразмеров: ПЦ1 — 207×297 , ПЦ2 — 147×207 и ПЦ3 — 105×147 мм.

Карты с краевой перфорацией (ГОСТ 17003—71) — перфокарты ручного обращения, предназначенные для применения в картотеках в качестве носителей информации. Изготавливают из перфокарточной бумаги (ГОСТ 7362—72) четырех типоразмеров: К1 — 207×297 , К2 — 147×207 , К3 — 105×147 и К4 — 69×105 мм.

Бумага перфокарточная (ГОСТ 7362—78) предназначена для изготовления перфорационных карт. Выпускают в рулонах шириной 600, 840 и 1200 мм, толщиной 0,178 мм. Масса 161 г/м². Скручиваемость не более 3 мм. Проклейка 1,0 мм. Сопротивление продавливанию 3,9 кгс/см².

Бумага для каталогов и картотек (ГОСТ 19344—73*) вырабатывается двух марок: А — для каталогов длительного хранения, Б — для временных каталогов и картотек. Плотность соответственно 0,85 и 0,75 г/см². Масса 180—200 г/м². Выпускают в рулонах шириной 600, 620, 720, 780, 840 мм и в листах 620×940 и 720×1100 .

Лента телеграфная унифицированная (ГОСТ 19625—74*) выпускается шириной $10 \pm 0,1$ мм, толщиной 0,1 мм, в бобинах диаметром 190 ± 5 мм, с внутренним диаметром кольца, на которое наматывается лента, 51 мм.

Лента ондуляторная (ГОСТ 3180—66*) выпускается в бобинах шириной $12 \pm 0,2$ мм и наружным диаметром 200 ± 5 мм. Лента должна быть намотана на бумажное кольцо с внутренним диаметром $55 \pm 0,5$ мм (толщина стенки 5 мм). Толщина ленты 0,08 мм. Плотность 0,75 г/см³. Разрывная длина 5000 м. Растяжимость в продольном направлении 2%.

Ленты диаграммные (ГОСТ 7826—75) для регистрирующих приборов изготавливают следующих типов (и исполнений): ЛПГ (ЛПГБП, ЛПГОС, ЛПГОН и ЛПГСБП) — рулонные с диаграммной сеткой, имеющей прямоугольные горизонтальные линии; ЛПВ (ЛПВБП, ЛПВОС, ЛПВОН и ЛПВСБП) — рулонные с диаграммной сеткой, имеющей прямолinéйные вертикальные линии времени; ЛР (ЛРБП и ЛРСБП) — рулонные с диаграммной сеткой, имеющей линии по дуге окружности радиуса r ; ЛБПС — рулонные без перфорации и сетки.

Буквы, уточняющие название исполнений, означают: БП — без перфорации; ОС — с односторонними круглыми перфорациями и симметричными полями перфораций; ОН — с односторонними круглыми перфорациями и несимметричными полями перфораций; СБП — складывающиеся (гармошкой) без перфораций.

В зависимости от типов и исполнений ленты выпускают шириной от 50 до 430 мм из диаграммной бумаги (ГОСТ 7717—75).

Диски диаграммные (ГОСТ 7826—75) для регистрирующих приборов изготавливают двух типов: ДА — с диаграммной сеткой, имеющей линии времени радиусом r ; ДП — с диаграммной сеткой, имеющей прямолinéйные линии времени.

Диски выпускают диаметром 160, 200, 250 и 300 мм (с центральным отверстием диаметром 12 мм) из диаграммной бумаги по ГОСТ 7717—75.

Ленты для контрольно-кассовых аппаратов (ГОСТ 6999—68) подразделяются на чековую и контрольную. Чековая служит для автоматического печатания уплаченной суммы, контрольная — для дублирования информации, печатаемой на чеке. Ленту выпускают в бобинах шириной 35, 40, 41, 45, 54, 59, 78, 80 мм с наружным диаметром чековой ленты 110—150 мм и контрольной 50—60 мм. Масса 1 м² — 80 г, толщина 0,18 мм, разрывная длина не менее 5000 м.

Картон жаккардовый (ГОСТ 3246—74) предназначен для изготовления перфорированных карт к жаккардовым машинам. В зависимости от назначения выпускают толщиной 0,8 и 1,0 мм, плотностью 1,1 г/см³; предел прочности при растяжении 4 кгс/мм². Размер листов — по соглашению сторон.

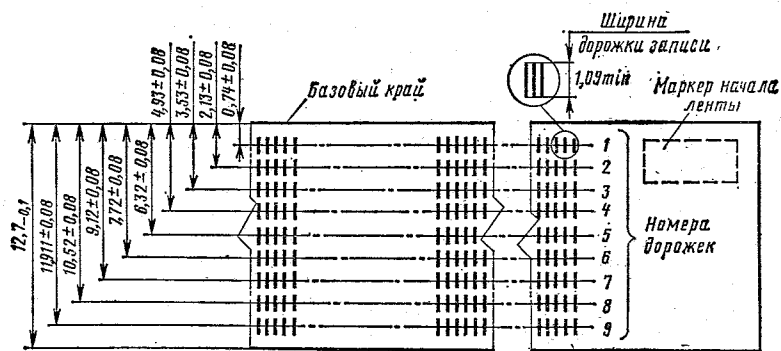


Рис. 3. Схема 9-дорожковой магнитной ленты

Стандартная магнитная лента (ГОСТ 12065—74) для вычислительных машин, шириной 12,7 мм (применение лент с другой шириной не допускается). Форма, число, размеры, расположение и обозначение дорожек на ленте со стороны рабочего слоя показаны на рис. 3.

Ленты магнитные (ГОСТ 8303—76) на пластмассовой огнебезопасной основе, предназначенные для магнитной записи и воспроизведения, подразделяют на перфорированные шириной 3,81; 6,25; 12,70; 19,05; 25,40; 35,0; 38,1; 50,8 и 70,0 мм и длиной 1000 м и перфорированные шириной 16; 17,5; 32; 35 и 70 мм (перфорации обычно располагаются по бокам и служат целям перемещения ленты), длиной 320 и 350 мм — для 70-миллиметровой ленты.

БУМАГА И КАРТОН ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ

Конденсаторная бумага (ГОСТ 1908—77) применяется в качестве диэлектрика. Подразделяют на виды: обычная (КОН), с улучшенными свойствами (СКОН) и с малыми диэлектрическими потерями (МКОН); марки: 0,8 — плотностью 0,8 г/см³, 1 — плотностью 1,0 г/см³, 2 — плотностью 1,2 г/см³, 3 — плотностью 1,3 г/см³; толщина от 4 до 30 мкм. Поставляют в бобинах шириной от 12 до 490 мм. Разрывная длина ленты 8000—8500 м. Пробивное напряжение в зависимости от толщины и вида бумаги 240—620 В.

Бумага для электролитических конденсаторов (ГОСТ 12785—77) предназначена для прокладок в электролитических конденсаторах. Марки: КЭ-10 (где цифра означает толщину бумаги в мкм), КЭ-13, КЭ-27, КЭ-35, КЭ-55, КЭ-75 и КЭ-95. Поставляют в бобинах с наружным диаметром 180—200 мм. Ширина устанавливается при заказе.

Бумага электроизоляционная крепированная мелкоффрированная марки ЭКТМ (ГОСТ 12769—76) предназначена для изоляции отдельных узлов маслонаполненных аппаратов трансформаторостроения при температуре до 95°С. Толщина 0,5 мм; масса 130 г/м². Степень крепирования 75% (отношение разности между длиной образца в растянутом и крепированном виде к длине образца в крепированном виде). Электрическая прочность 25 кВ/мм. Поставляется шириной 1000 мм в рулонах диаметром 700—800 мм.

Бумага кабельная (ГОСТ 645—67) для изоляции кабелей; применяют также для изоляции в трансформаторах, дросселях и другой электрической аппаратуре. Марки: К-800 (толщина 80 мкм), К-120 и К-170 для напряжения до 35 кВ и другие марки свыше 35 кВ. Выпускается в рулонах шириной 500, 650 и 750 мм.

Бумага телефонная (ГОСТ 3553—73) для изоляции жпл телефонных кабелей; применяют также для межвитковой и межобмоточной изоляции трансформаторов и других изделий. Плотность 0,8 г/см³. Удельное объемное сопротивление $1 \cdot 10^9$ Ом · см. Марки КТ-04 (толщина 0,04 мм) и КТ-05.

Бумага электроизоляционная намоточная (ГОСТ 1931—75). Марки: ЭН-70 (толщина 70 мкм), ЭН-50 и ЭН-100. Плотность 0,3 г/см³. Электрическая прочность 9 и 7,5 кВ/мм для марок ЭН-100.

Бумага электроизоляционная пропиточная (ГОСТ 3441—77). Марки: ЭИП-50 (масса 50 г/м²), ЭИП-66А, ЭИП-66Б, ЭИП-66В и ЭИП-78. Электрическая прочность 5 кВ/мм.

Электроизоляционный картон (ГОСТ 2824—75). Марки: ЭВС — для пазовой изоляции стартеров и другого автотракторного электрооборудования. Выпускают в рулонах и листах. Толщина 0,21; 0,25; 0,3; 0,35 и 0,4 мм; ЭВП — для производства пленкоэлектрокартона. Выпускают в рулонах, толщина картона 0,1 и 0,2 мм; ЭВТ — для изоляции деталей электрических машин и аппаратов. Выпускают в рулонах, толщина картона 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4 и 0,5 мм; ЭВ — для электроизоляции и изоляции электрических машин, аппаратов и другого электрооборудования. Выпускают в рулонах, толщина картона 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4 и 0,5 мм, и в листах толщиной 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5 и 3 мм.

Механические и электрические свойства приведены в ГОСТ 2824—75 дифференцированно, в зависимости от направлений, для плоского или по линиям перегиба.

Бумага изоляционная для прокладок при высокочастотной сварке (ГОСТ 22323—77) поставляется в рулонах шириной 780 мм, разрывная длина 5500 м, прочность 1,05 г/см².

Электроизоляционная оксидная бумага (ГОСТ 21215—75) выпускается двух марок: ЭИОУ-120 — электроизоляционная оксидная бумага толщиной 120 мкм, с улучшенными диэлектрическими свойствами, ЭИО-120 — обычная, в рулонах шириной 500, 670 и 750 мм.

Лакобумага электроизоляционная изготавливается трех марок: БКЛ (конденсаторная), БХЛ (хлопковая или микалентная), БТЛ (телефонная) в рулонах шириной от 400 до 1000 мм; толщина лакобумаги от 0,04 до 0,10 мм.

Бумага полупроводящая кабельная (ГОСТ 10751—74), предназначенная для экранирования изоляции силовых кабелей и арматуры для них. Выпускается четырех марок: КПУ-80, КПУ-120, КПДУ-80, КПДУ-120 в рулонах шириной 500 и 750 мм.

Электроизоляционный картон ЭМ (ГОСТ 4194—78*). Марки: АМ, А, В, Г. Толщина 0,5 мм (рулон шириной 1000 мм); от 1 до 6 мм (листы 3000×4000; 3000×2000; 1500×1020; 1000×1020 и 850×1100 мм). Плотность от 0,9 до 1,25 г/см³ в зависимости от толщины листа и марки картона. Предназначен для изготовления электроизоляционных деталей, работающих в масляной среде при температуре до 105°С.

Фибра электроизоляционная — см. раздел «Бумага и картон конструкционные».

Гетинакс электротехнический. В зависимости от свойств, преимущественного назначения и допустимых для длительной работы температур (от -65 до +105°С) гетинакс изготавливают (ГОСТ 2718—74*) следующих марок:

I. Толщиной от 10,2 до 50 мм. Для работы на воздухе при нормальной влажности и в трансформаторном масле при напряжении до 1000 В и частоте тока 50 Гц.

II. То же, но с расширенным допуском по толщине.

III. Толщиной от 5 до 50 мм. Для работы в корабельных условиях при напряжении до 1000 В и 50 Гц.

IV. 5—7,5 мм

V-I. 8—50 мм

V-II. 8—50 мм

VI. 0,4—3,8 мм. То же, но при частоте тока 10⁶ Гц.

VII. 0,4—3,8 мм. То же, но с улучшенным тангенсом угла диэлектрических потерь и повышенной стойкостью к кратковременному нагреванию.

VIII. 1,0—3,8 мм. То же, для изготовления печатных схем методом электрохимического осаждения меди.

Гетинакс изготавливают в виде листов шириной 450—930 и длиной 700—1430 мм. Гетинакс марок V, VI и VII выпускают также с государственным Знаком качества.

КОНСТРУКЦИОННАЯ БУМАГА И КАРТОН

К данному виду отнесена бумага, используемая непосредственно (или в качестве полуфабрикатов) для изготовления изделий, которые имеют определенную форму и могут противостоять механическим нагрузкам.

Фибра — листовая, трубчатая и другой конструкционный материал, преимущественно для изготовления плоских и оболочковых изделий. Получают наслаиванием специальной пористой бумаги-основы (ГОСТ 3436—69*), пропиткой ее хлористым цинком, последующим формованием под давлением при повышенной температуре и удалением излишка хлористого цинка с доведением его содержания в готовом продукте не более 0,15—0,20%. Прочность сцепления

слоев бумаги 60—120 кгс/см². Фибра обладает высокими механическими свойствами, приближаясь к алюминию, бронзе и другим цветным металлам, и более высокими, чем текстолит, целлулоид, органическое стекло и др. Предел прочности при сжатии 1500—3000 кгс/см², изгибе 800—1600 кгс/см², удельная ударная вязкость 50—120 кгс·см/см², твердость *НВ* 10—30. Она хорошо штампуются, обрабатывается резанием, формируется после размачивания в горячей воде. Недостатком является высокая гигроскопичность — влажность, резко снижающая уровень свойств фибры.

Фибра листовая (ГОСТ 14613—69) толщиной от 0,4 до 0,8 мм — монолитная, от 0,8 до 12 мм — монолитная или клееная и свыше 12 мм — клееная, получаемая склеиванием листов. Длина листов от 850 до 2300 мм и ширина от 550 до 1400 мм. Марки: **ФСВ** — фибра специальная высокопрочная для изготовления особо прочных изделий; **ФТ** — фибра техническая для изготовления деталей в машиностроении, электромашиностроении и приборостроении; **ФЭ** — фибра электротехническая для изготовления электроизолирующих деталей; **ФП** — фибра поделочная для изготовления чемоданов, ленточных тазов, различной тары и других изделий; **ФПК** — фибра прокладочная кислородостойкая для изготовления деталей, соприкасающихся с кислородом; **ФК** — фибра козырьчатая для изготовления козырьков к фуражкам; **КГФ** — фибра касторово-глицериновая для использования в качестве уплотнительного материала, предохраняющего от течи воды, масла, керосина и бензина; **ФКДГ** — фибра листовая клееная для изготовления уплотнительных колец к гидравлическим системам прессового оборудования. Свойства см. в табл. 4.

4. Листовая фибра, марки и свойства

Показатели	ФСВ	ФТ	ФЭ	ФП	ФПК	ФК	КГФ	ФКДГ
Плотность, г/см ³ , не менее	1,25	1,15	1,20	1,10	1,15	1,20	1,25	1,20
Предел прочности при растяжении, кгс/см ² (при толщине 1—3 мм) в направлении:								
продольном	950	700	750	580	600	650	—	500*
поперечном	500	450	450	400	400	430	300	300*
Зольность, %, не более	—	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0	—	—
Водопоглощение за 24 ч, %, не более (при толщине 1—3 мм)	—	60	60	60	60	60	—	—
Содержание хлористого цинка, %, не более	0,15	0,20	0,15	0,20	0,20	0,20	0,12	0,20
Толщина листов, мм	1,0—3,0	4—25,0	0,6—3,0	0,6—3,0	0,6—5,0	1,0	0,6—2,5	10,0—35,0

* При толщине 6—12 мм.

Фибра для шлифовальных дисков (ГОСТ 12456—67), работающих с окружной скоростью до 55 м/с. Выпускают толщиной 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 и 1,0 мм в листах 1250×1000 мм и бобилах шириной 200 и 250 мм и длиной 250—300 м. Плотность 1,22 г/см³, предел прочности при разрыве в поперечном направлении не менее 550 кгс/см², удлинение в момент разрыва не менее 12%. Изготавливают на основе бумаги-основы.

Картон для стереотипных матриц (ГОСТ 8618—75) служит для размножения матриц (литейных форм) для отливки по ним стереотипов (копий) типографских наборов и клише из легкоплавких сплавов. В зависимости от назначения выпускают двух марок: КМ-1 — для изготовления газетных матриц размером 450×600 и 560×620 мм и толщиной 0,9±0,04 мм; КМ-2 — для изготов-

ления книжно-журнальных матриц размером 450×600 и 500×650 мм, толщиной 0,9±0,04 мм.

Плотность 0,95 г/см³. Число отливок стереотипов с одной матрицы не менее 20 (марка КМ-1) и 10 (КМ-2).

5. Свойства бумаги-основы для шлифовальных шкур

Показатели	О-140	О-200	О-210	О-235	О-240	ОВ-100	ОВ-110	ОВ-200
Масса 1 м ² , г	140	200	210	235	240	100	100	200
Плотность, г/см ³	—	—	—	—	—	0,70	0,70	0,70
Проклейка, мм	2	2	2	2	—	2	2	2
Толщина, мм	190	290	270	300	260	—	—	—
Разрушающее усилие, кгс, не менее в направлении:								
продольном	20	25	30	30	40	14	15,5	23
поперечном	11	14	16	16	10	6	7	12
Окраска	Синяя	Красная	Темно-зеленая	—	Натуральный цвет целлюлозы	Темно-зеленая		

Бумага-основа для шлифовальных шкур подразделяется на применяемую при сухом шлифовании (ГОСТ 18277—72), марки О-140, О-200, О-210, О-235 и ВШ-240; влагопрочную (ГОСТ 10127—75), марки ОВ-100, ОВ-110 и ОВ-200. Данные об основных свойствах приведены в табл. 5. Поставляют в рулонах.

6. Шпагат бумажный

Артикул	Номер шпагата	Масса 100 м, г	Разрывное усилие, кгс
715	0,13	770	38
716	0,27	370	18,5
717	0,4	250	12,5
718	0,6	167	8,3
719	0,8	125	6,2
720	1,2	84	4,0

в сухом состоянии 6 кгс и во влажном 0,5 кгс. Бумага проклеивается смолами для придания прочности. Поставляется в рулонах шириной от 580 до 750 мм.

ФИЛЬТРОВАЛЬНАЯ БУМАГА И КАРТОН

Бумага фильтровальная лабораторная (ГОСТ 12026—76). Марки: ФОБ — для изготовления беззольных фильтров быстрой фильтрации, ФОС — средней и ФОМ — медленной фильтрации; для использования при общелабораторных работах — марки ФНБ — быстрой фильтрации и ФНС — средней. Масса 1 м² 75 г и для марки ФОМ — 95 г. Выпускают в листах размером 740×1050 и 520×600 мм и в рулонах шириной 740 мм.

Бумага и картон для хроматографии и электрофореза (ГОСТ 10395—75). Марки: М — медленной впитываемости и С — средней впитываемости. Размеры листов 650×520 мм, ширина рулонов 520 мм, масса 1 м² 85 г. Разрывная длина 2500—3000 м. Зольность 0,08%, влажность 6%.

Картон фильтровальный технический (ГОСТ 6722—75) для фильтрации смазочных масел и их обезвоживания. Масса 1 м² 270 г. Высота всасывания за 10 мин не менее 51 мм, относительное сопротивление продавливанию не менее 1,14 кгс/см². Выпускают в листах от 200×200 до 1250×1250 мм.

Картон для фильтрации воздуха (ГОСТ 20358—78) для изготовления фильтрующих элементов, марки ПВК и ПВК-П — дизельных двигателей и КФР — карбюраторных. Соответственно: толщина: 0,4; 0,5; 0,65 мм; масса 1 м²: 125, 150, 140 г; сопротивление постоянному потоку воздуха: 6,9; 6,9; 2,45 Па. Поставляют в рулонах, ширина: 285, 310, 385, 430, 840 и 1260 мм.

Бумага фильтровальная для масел (ГОСТ 20806—75) марки БФМ предназначена для изготовления фильтрующих элементов полнопоточной очистки смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания. Масса 1 м² 115 г, толщина 0,39±0,04 мм, время фильтрования не более 12 с, тонкость фильтрования не более 25 мкм, сопротивление продавливанию не менее 1 кгс/см². Поставляют в рулонах шириной 840 мм.

КАРТОН ТЕРМО-, ШУМО- И ВЛАГОИЗОЛЯЦИОННЫЙ

Картон термоизоляционный (ГОСТ 20376—74). Объемная масса 0,5 г/см³. Выпускается двух марок: Т-1 — толщиной 2 мм и Т-2 — 1,5 мм, в рулонах шириной 990 мм.

Предназначен для термоизоляционных прокладок в автомобильной и тракторной промышленности.

Картон водостойкий обивочный (ГОСТ 6659—73) выпускают четырех марок: ВБ-1 и ВБ-2 — водостойкий битумированный, ВО — водостойкий, окрашенный в масле, ВП — водостойкий с двусторонним покрытием, предназначенный для Волжского автозавода.

Выпускают в листах размером от 790×500 до 1800×1100 мм. Объемная масса 0,90—0,95 г/см³. Предел прочности при растяжении 1,8—2,2 кгс/см², для марки ВП — 4,5 кгс/см².

КАРТОН ТЕХНИЧЕСКИЙ

Картон каркасный (ГОСТ 7270—74) для внутренней обивки автомобилей и других транспортных средств. Листы 1000×1300 и 1200×1800 мм толщиной 3,5 мм. Плотность 0,9 г/см³. Предел прочности при изгибе 290 кгс/см².

Картон прокладочный (ГОСТ 9347—74). Марки: А — пропитанный, толщиной от 0,3 до 1,5 мм и Б — непропитанный — от 0,3 до 2,5 мм. Плотность 0,80—0,85 г/см³. Впитываемость за 6 ч — в воде 60% для марки А и 120—150% — Б; в масле (автол) и бензине 30—35% только для марки А. Поставляют в листах и рулонах. Предназначен для изготовления прокладок при фланцевых и других соединениях.

Картон калиброванный (ГОСТ 1933—73) многослойный, толщиной от 1 до 5 мм, предназначен для выработки штампованных изделий. Плотность 0,75 г/см³, предел прочности при растяжении 1,2 кгс/см². Формат листов от 570×880 до 930×1180 мм.

Картон гофрированный (ГОСТ 7376—77) изготавливают склеиванием чередующихся слоев гладкой бумаги (картона) и гофрированной бумаги. Типы: Д — двухслойный (гладкий и гофрированный слой); Т — трехслойный (внутренний слой гофрированный и наружный гладкий) и П — пятислойный (наружные и центральный гладкие и два промежуточных — гофрированные). В зависимости от прочности (сопротивление продавливанию в пределах 15—7 кгс/см² и сопротивление торцовому сжатию 5,4—2,0 кгс/см²) для типа Т установлены четыре марки: Т-1, Т-2, Т-3 и Т-4 и для типа П — П-1, П-2, П-3 в пределах сопротивления продавливанию 20—14 кгс/см² и сжатию 10—6 кгс/см².

Картон тарный (ГОСТ 9421—60) склеенный толщиной 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6; 2,8 и 3,0 мм; плотность 0,6—0,7 г/см³. Картон марок КС, КС-1, КС-2 и КС-3 склеивается жидким стеклом, а марок КСВ, КСВ-1 и КСВ-2 — водостойким клеем.

БУМАГА ТЕХНИЧЕСКАЯ

Бумага упаковочная антикоррозийная (ингибированная) предназначена для защиты от атмосферной коррозии изделий из черных и цветных металлов. В зависимости от вида, содержания ингибитора и массы 1 м² бумаги-основы антикоррозионную бумагу выпускают (ГОСТ 16295—77) марок: УНИ-22-40, УНИ-22-80, УНИ-14-40, УНИ-14-80 — ингибитор нитрит с уротропином 1:4; НДА-20-40, НДА-20-80, НДА-14-40, НДА-14-80 — ингибитор нитрит дициклогексаламин; БН-22-80 — ингибитор бензонат натрия; МБГИ-3-25, МБГИ-3-40, МБГИ-8-40 — ингибитор метанитробензонат гексаметиленамин.

В названиях марок антикоррозийной бумаги первые цифры означают содержание ингибитора в граммах в 1 м² бумаги, вторые — массу 1 м² в г применяемой бумаги-основы.

Бумагу выпускают в рулонах шириной 680, 840 и 1000 мм, массой не более 30 кг.

Бумага двухслойная упаковочная состоит из двух слоев бумаги-основы, склеенных битумом. Бумага является водонепроницаемой, предназначена для упаковки изделий с целью защиты их от воздействия влаги. Согласно ГОСТ 8828—75* выпускают бумагу восьми марок, свойства бумаги см. в табл. 7. Цифры в названиях марок означают массу 1 м² в г бумаги-основы, применяемой при изготовлении водонепроницаемой бумаги, буква К означает, что бумага крепированная (15—20%). Выпускают в рулонах шириной 600, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 и 2000 мм.

Бумага битумированная и дегтевая (ГОСТ 515—77), марки БУ-Б (битумная) и БУ-Д (пропитка коксохимическими продуктами). Масса 1 м² бумаги-основы 16 г и пропитки в пределах 0,75—0,80% по отношению к массе абсолютно сухой основы. Водонепроницаемость под давлением столба воды высотой 50 мм не менее 20 ч. Сопротивление излому — не менее пяти двойных перегибов на 180°. Выпускают в рулонах шириной 1000 мм. Предназначена для упаковки изделий с целью защиты их от воздействия влаги.

7. Двухслойная водонепроницаемая бумага

Показатели	А-25	АК-25	А-40	АК-40	Б-70	Б-80	В-70	В-80
Масса 1 м ² , г	115	135	135	165	210	220	210	220
Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см ² , не менее	1,5	—	1,5	—	3,0	4,0	2,0	2,3
Водонепроницаемость по методу коробочек, ч, не менее	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0
Паронепроницаемость за 24 ч, г/м ² , не более	15	—	15	—	15	15	20	20

Бумага светонепроницаемая (ГОСТ 6926—75). Масса 1 м² 140 г, разрывная длина 3800 м. Бумага окрашена в черный цвет. Выпускается в рулонах шириной 1100, 2100 и 2200 мм.

Бумага светонепроницаемая (ГОСТ 4665—62). Марка А — для прокладок между фото-, кино- и рентгенопленками; Б — для упаковки кинофото материалов; В — в качестве светозащитных зарядных концов кино- и фотопленок.

Масса 1 м²: А — 65 г; Б — 95 г; В — нормируется по толщине — 0,118 мм. Плотность: А — 0,95 г/см³; Б — 0,85 и В — 1,0 г/см³. Разрывная длина 3000—3500 м.

Пергамент подразделяют на тонкий (27 мкм) специальный (ГОСТ 2995—73) и полупрозрачную бумагу; масса 1 м² 30 г; пергамент (ГОСТ 1341—74) — жиронепроницаемый и влагостойкий — для упаковки пищевых продуктов, фармацевтических изделий, стерильных материалов и др. Пергамент по ГОСТ 1760—68* предназначен для упаковки пищевых продуктов.

Бумага парафинированная (ГОСТ 9569—65*) характеризуется привесом 25—50% парафина к массе бумаги-основы. Марки: БП-1 и БП-3 — для наружной заправки кондитерских изделий на автоматах и полуавтоматах; БП-2 — для внутренней заправки кондитерских изделий на автоматах и полуавтоматах, выстилая тары под пищевые продукты, упаковки медикаментов и других изделий; БП-4 — для упаковки медикаментов; БП-5 — для упаковки мелких металлоизделий; БП-6 — для упаковки крупных металлоизделий; БП-7 — для упаковки хлеба на автоматах и других пищевых продуктов. Выпускается в листах, бобилах и рулонах.

Бумага оберточная (ГОСТ 8273—75). Марки: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж и О, различающиеся по виду целлюлозы и других сырьевых компонентов. Бумагу марок Б, Г, Е и Ж для упаковки пищевых продуктов применять не разрешается. Бумага каждой марки выпускается с различными значениями массы 1 м². Ширина рулонов устанавливается по условиям наилучшего использования.

Бумага мешочная (ГОСТ 2228—75) подразделяется на семь марок: М-70А, М-70Б, М-78А — непропитанная; В-70 и В-78 — влагопрочная (отмечаемая зеленой полосой 10—20 мм по ходу рулона) и Б — односторонне битумированная, выпускается в рулонах шириной 960, 1020, 1030, 1040, 1230 и 1260 мм. Цифры в названиях марок означают массу 1 м² в г (для марки Б масса 1 м² равна 105 г).

Мешки бумажные (ГОСТ 2226—75) изготовляют 3—6-слойными из мешочной бумаги (ГОСТ 2228—75) и ламинированной полиэтиленом бумаги с их избирательным набором в зависимости от марки мешков, установленной в соответствии с назначением.

НМ — непропитанные мешки со всеми слоями из непропитанной бумаги. Для негигроскопичной продукции.

БМ — битумированные мешки с двумя или тремя слоями битумированной бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для малогигроскопичной продукции.

ВМ — влагопрочные мешки с одним-тремя слоями из влагопрочной бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для продукции, транспортируемой в условиях повышенной влажности.

ПМ — ламинированные мешки с одним или двумя слоями из ламинированной полиэтиленом бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для сильно гигроскопичной продукции, пищевых продуктов, агрессивных химикатов, а также продуктов, не допускающих попадания в них волокон бумаги.

БМП — комбинированные мешки с одним слоем из битумированной бумаги, одним слоем из ламинированной бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для сильно гигроскопичной продукции, агрессивных химикатов, а также продуктов, не допускающих попадания в них волокон бумаги.

ВМП — комбинированные мешки с одним или двумя слоями из влагопрочной бумаги, одним или двумя слоями из битумированной бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для малогигроскопичной продукции, транспортируемой в условиях повышенной влажности.

ВМП — комбинированный мешок с одним или двумя слоями из влагопрочной бумаги, с одним слоем из ламинированной бумаги и остальными слоями из непропитанной бумаги. Для гигроскопичной продукции, агрессивных химикатов, а также продуктов, не допускающих попадания в них волокон бумаги, транспортируемых в условиях повышенной влажности.

УПАКОВКА И МАРКИРОВКА БУМАГИ И КАРТОНА

Упаковка и маркировка бумаги промышленных сортов регламентирована ГОСТ 1641—75 и картона — ГОСТ 7691—75.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов С. Н. Технология бумаги. 2-е изд. М.—Л., Лесная промышленность, 1970.
2. Продукция химической и химико-механической переработки древесины. Справочник / И. В. Кытаев, Н. М. Румянцев, А. Н. Хлызов и др. — 2-е изд. М., Лесная промышленность, 1966.
3. Уэцкий М. И. Технические бумаги. М., Лесная промышленность, 1967.

XIII ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОЖА

ВОЛОКНА

Волокна пеньковые и льняные в машиностроении используют в основном для уплотнения резьбовых соединений трубопроводов. Волокна разделяют на «трепанные» (длинные) и короткие. Свойства волокон трепанных пеньковых установлены ГОСТ 10379—76, коротких пеньковых — ГОСТ 9993—74, трепанных льняных — ГОСТ 10330—76, коротких льняных — ГОСТ 9394—76.

Отходы первичной обработки льняных волокон (угары) применяют для обтирки машин и называют паклей льняной (ГОСТ 12285—77).

ПРЯЖА

Пряжу всех видов различают по толщине, выражаемой в единицах системы текс. За единицу массы в системе текс принимают грамм, за единицу длины — километр и за единицу измерения линейной плотности — грамм на километр — текс. Линейную плотность (толщину) T в тексах вычисляют по формуле

$$T = \frac{m}{L} = 1000 \frac{m}{L_1},$$

где m — масса, г; L — длина, км; L_1 — длина, м.

Наряду с определением пряжи в тексах сохраняется еще определение по метрическому номеру. В стандартах метрический номер пряжи указывается в скобках. Метрический номер крученой пряжи обозначается дробью, у которой числитель показывает номер одиночной пряжи, а знаменатель — число отдельных нитей одиночной пряжи, подвергнутых скручиванию. Крученая пряжа обладает большей прочностью, но меньшей гибкостью.

Показатели свойств пряжи установлены: для хлопчатобумажной одиночной пряжи — ГОСТ 1119—70*; крученой общего назначения — ГОСТ 6904—70*; то же, технической — ГОСТ 16455—70; для льняной — ГОСТ 10078—74.

Технические условия на нити искусственных материалов, используемые для дальнейшей переработки в текстильные изделия наравне с пряжей из естественных волокон, установлены: на шелк капроновый — ГОСТ 10063—77; шелк вискозный — ГОСТ 8871—74**; нити стеклянные однонаправленные — ГОСТ 10727—73*.

НИТКИ

Число отдельных нитей пряжи, скручиваемых за один раз при подготовке ниток, определяет так называемое число сложений. Различают нитки в 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 сложений. Хлопчатобумажные нитки различают еще и по торговым (условным) номерам. Хлопчатобумажные нитки в три сложения выпускают следующих торговых номеров: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120; нитки в шесть сложений — 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80; нитки в девять и двенадцать сложений — 00, 0, 1, 3, 4, 6, 30 и 40.

Нитки выпускают на катушках, гильзах, бобилах и в мотках. Величины разрывной нагрузки льняных суровых ниток приведены в табл. 1, хлопчатобумажных — в табл. 2.

1. Величины разрывной нагрузки и удлинения при разрыве льняных ниток

Нитки льняные	Номинальная результирующая линейная плотность (толщина), текс	Разрывная нагрузка, кгс	Удлинение при разрыве, %, не менее	ГОСТ
Технического назначения	520—850	13,0—21,0	3,0—3,7	2350—73*
Пошивочные суровые: сухого прядения	448—935	8,70—18,00	2,0	14960—76
мокрого прядения	144—422	2,50—7,50	2,0—2,5	
Пошивочные: вареные	86—585	1,60—9,90	2,0—2,5	
беленые	84—155	1,52—3,06	2,0—2,5	
Нитки для пришивки специальных тканей к конструкциям: мокрого прядения суровые	431	6	—	14961—77
вареные	194—391	4—9	—	
крашеные	123—376	2,55—8,00	—	
полумокрого прядения суровые	650	15,5	3	
полумокрого прядения вареные	500—901	16,5—25,0	—	
мокрого прядения крашеные	641	15,5	3	
сухого прядения суровые	1265	22,5	—	

Примечания: 1. Вареные нитки полумокрого способа прядения подвергают вошению.

2. По требованию потребителя невощенные вареные нитки толщины 105 текс × 6 (599 текс) и 105 текс × 8 (810 текс), а также суровые 105 текс × 6 (650 текс) могут быть консервированы пропиткой их салициланилидом и ацетатом меди.

2. Физико-механические свойства хлопчатобумажных нитей по ГОСТ 6309—73*

Виды нитей	Торговые номера	Толщина, текс
Экстра	10; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120	103—17,9
Прима	10; 20; 30; 40	103—50,0
Специальные	10; 20; 30; 40; 50; 60; 80	103—96,3
Особо прочные	00; 0; 1; 3; 4; 6; 30; 40	356,4—56,8

Виды нитей	Разрывная нагрузка (в гс) одной нити				Удлинение нитей, %	
	матовой		глянцевой			
	суровой, белой	черной, цветной	суровой, белой	черной, цветной	матовых	глянцевых
Экстра	2275—400	2195—300	2435—425	2355—410	6,0—3,8	4,9—2,9
Прима	2115—1025	2040—975	2280—1995	2215—1945	6,0—4,7	4,9—3,6
Специальные	2275—840	2195—820	2435—830	2355—865	6,0—5,0	5,0—4,0
Особо прочные	7260—1290	7060—1270	7050—1370	7450—1320	10,0—5,6	8,5—5,0

КАНАТЫ

Канаты по виду сырья разделяют на пеньковые, сизальские (из сизальского лубяного волокна) и капроновые. При изготовлении канатов волокна подвергают двойному скручиванию. Сначала волокна скручивают в специальные пряди, называемые каболками, затем каболки скручивают в пряжу, из которой производят уже непосредственное свивание канатов. Канаты свивают в створону, противоположную направлению скручивания каболок в пряжу.

3. Разрывная нагрузка пеньковых канатов

Диаметр, мм	Разрывная нагрузка канатов, кгс					
	обыкновенных		повышенных		специальных	
	смоленых	бельных	смоленых	бельных	смоленых	бельных
13	940	980	1 060	1 110	1 180	1 240
14	1 150	1 200	1 300	1 360	1 450	1 530
16	1 480	1 550	1 670	1 750	1 860	1 960
19	1 990	2 080	2 250	2 360	2 500	2 640
22	2 700	2 820	3 040	3 190	3 380	3 570
26	3 360	3 520	3 750	3 990	4 220	4 460
29	4 200	4 400	4 740	4 980	5 280	5 570
32	5 080	5 310	5 730	6 020	6 380	6 730
37	6 370	6 700	7 280	7 590	7 930	8 380
40	7 510	7 900	8 560	8 960	9 360	9 880
48	10 320	10 860	10 770	12 310	12 860	13 580
56	13 440	14 150	15 330	16 030	16 750	17 690
64	17 190	18 090	19 600	20 500	21 440	22 610
72	21 300	22 400	24 300	25 400	26 500	28 020

4. Разрывная нагрузка сизальских и капроновых канатов

Диаметр, мм	Разрывная нагрузка канатов, кгс				
	сизальских			капроновых	
	нормальных (обыкновенных)	повышенных	специальных	нормальных (обыкновенных)	повышенных
12,7	840	1 080	1 268	2 260	2 720
14,0	1 035	1 330	1 562	—	—
15,9	1 362	1 750	2 066	3 600	4 265
19,1	1 872	2 405	2 826	5 070	6 020
20,7	2 030	2 612	3 066	6 850	8 150
23,9	2 827	3 645	4 290	8 900	10 560
28,7	3 880	5 000	5 880	12 100	14 000
31,8	4 651	6 042	7 108	13 950	16 200
36,6	6 029	7 765	9 135	18 400	21 400
39,8	6 939	8 936	10 514	20 800	24 050
47,8	9 791	12 610	14 835	29 500	34 410
55,7	12 760	16 440	19 334	40 260	46 700
63,7	16 513	20 558	24 603	50 850	58 990
71,7	20 247	26 076	30 677	—	—

Примечание. Величины разрывной нагрузки 6850 и 8900 кгс капроновых нормальных канатов приведены для диаметров соответственно 22,2 и 25,5 мм, а величины разрывных нагрузок повышенных капроновых канатов 8150 и 10580 кгс — для диаметров 22,2 и 25,5 мм.

Для защиты от гниения канаты пропитывают смолой. Такие канаты называют смолеными; непропитанные канаты, сохраняющие естественную окраску, называют бельными. Пеньковые канаты (ГОСТ 483—75*) бельные применяют

в основном для грузоподъемных работ, смолевые — для речного и морского транспорта; сизальские (ГОСТ 1088—71*) — для тех же целей; для китобойного промысла, горноспасательных работ и для авиации используют капроновые канаты (ГОСТ 10293—77). В табл. 3 приведены данные по 14 средним размерам пеньковых канатов (ГОСТ 483—75*). В табл. 4 приведены те же данные по сизальским (ГОСТ 1088—71*) и капроновым (ГОСТ 10293—77) канатам.

По величине разрывной нагрузки канаты делят на обыкновенные и специальные.

Длина пеньковых канатов диаметром от 19 мм и выше должна быть не менее 250 м, для специальных канатов та же длина устанавливается, начиная от диаметра 21 мм. Длина капроновых канатов 100 м.

ТКАНИ

Переплетение двух взаимно перпендикулярных систем нитей пряжи образует ткань. Система, идущая вдоль полотнища ткани, называется основой, перпендикулярная к ней поперечная система — утком. Процесс переплетения пряжи называется ткачеством. В зависимости от порядка последовательного перекрытия нитей основы нитями утка установлено два основных (простых) вида переплетений (ГОСТ 9599—61*) — саржевое и атласное. Саржевое переплетение подразделяется на саржевое равностороннее (оно же полотняное, саржевое уточное левое и правое и саржевое основное левое и правое). Ткани технического назначения в большинстве имеют саржевое равностороннее переплетение, при котором перекрытие пряжи утка и основы производится в шахматном порядке. Выработанная этим переплетением ткань обладает наибольшей плотностью.

Ткани определяют по названию и номеру артикула. Артикулом называют порядковый номер, присваиваемый каждому варианту ткани, отличающемуся от других физико-механическими свойствами. Указываемая в таблицах разрывная нагрузка определяется обычно на полосках размером 50 мм×200 мм (если не оговорены другие размеры).

НЕВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ ТКАНИ И КОЖЗАМЕНИТЕЛИ

Невоспламеняющаяся ткань представляет собой хлопчатобумажную ткань, пропитанную огнезащитным составом. Такая ткань после выдерживания в пламени в течение 15 с не горит и не тлеет. Огнезащитные свойства сохраняются после шести химических чисток и после кипячения в дистиллированной воде.

Кожзаменители — клеенка, нитроискожа, винилискожа обивочная, винилискожа облицовочная представляют собой ткани, покрытые с одной или с обеих сторон специальными пленками. Пленки изготавливают: для клеенки — на основе растительного масла, нитроискожи — нитроцеллюлозы, винилискожи облицовочной и обивочной — на основе поливинилхлорида.

Клеенка малогорюча и водонепроницаема и сохраняет свои свойства до температуры +260° С. Нитроискожа эластична и не слипается при складывании и сжатии липевыми сторонами, светопрозрачна; винилискожа устойчива к многократному сгибанию (испытание проводится при температуре 70° С), устойчива к мокрому трению и не слипается при складывании и сжатии липевыми сторонами, морозостойка: обивочная — до температуры —40° С, облицовочная до —30° С.

Основные физико-механические свойства невоспламеняющихся тканей и кожзаменителей приведены в табл. 5.

Нитроискожу выпускают следующих видов и марок: мебельную для жестких покрытий — М-1 и М-2, обивочную для жестких покрытий — О, обивочную для жестких сидений — О₁ и О₂.

5. Основные физико-механические свойства невоспламеняющихся тканей и кожзаменителей

Материал	Материал тканевого каркаса	Ширина, см	Масса 1 м ² , г	Разрывная нагрузка, кгс		Удлинение, %		ГОСТ
				по основе	по утку	по основе	по утку	
Невоспламеняющаяся ткань	Бязь отбеленная	90	179	39	31	—	—	19297—73
Кожзаменитель клеенка	Миткаль Саржа	136—140 55—123	600	35 40	24 30	6	13	8270—77
нитроискожа марок:								
М-1	Молескин Ф	108—118	490	34	32	8	27	9236—74
М-2	» Д	108—118	380	18	23	7	25	
О	То же	108—123	335	20	18	8	25	
О ₁	»	108—123	460	31	32	12	27	
О ₂	»	108—123	540	34	32	8	27	
винилискожа обивочная	Молескин Башмачная Башмачная облегченная	— — —	550—750 850—1000 600—850	28 44 40	33 40 35	6 13 13	—	11598—65*
винилискожа облицовочная	Молескин Башмачное полотно АСТ-100	— — —	480—720 370—800 400—680	19 35 32	22 30 30	—	—	15889—70

Примечания: 1. Величины разрывных нагрузок, приведенные в таблице, для невоспламеняющихся тканей получены при испытаниях на полоске размером 50×200 мм; для кожзаменителей — на полоске размером 20×100 мм.

2. В ГОСТ 19297—73 кроме бязи указаны еще некоторые материалы: фланель, диагональ, сатин-трико и кирза.

КОРДНЫЕ ТКАНИ

Кордные ткани используют как основу для покрышек пневматических шин и клиновых прорезиненных приводных ремней. Сюда относятся ткани, вырабатываемые из пряжи хлопковых и химических волокон. Эти ткани обладают высокой прочностью по основе и небольшой по утку, назначение которого — предохранять нити основы (корда) от рассыпания во время прорезинивания.

Для автомобильных и самолетных шин применяют кордные ткани, капроновые и вискозные, а для велосипедных — ткань велотред. Капроновые и вискозные ткани представляют собой кордные ткани, образованные по основе из капроновых или вискозных нитей и по утку из хлопчатобумажных.

Капроновую кордную ткань выпускают марок: 12КТ, 12КНТС, 14К, 23КНТС, 25КНТС, 122КТ, 122КНТС, 142К, 232КНТС, 252КНТС, 123КТ, 123КНТС и 143К. В марках ткани первые две цифры означают разрывную нагрузку нити, третья цифра — различие по плотности основы и утка ткани; буква К обозначает капроновую ткань; буква Н указывает, что ткань получена из непромытой капроновой нити; буква Т означает, что кордная ткань предназначена для термовытяжки; буква С означает, что кордная ткань вырабатывается из капроновых нитей, содержащих стабилизатор.

Вискозные кордные ткани выпускают марок 17В, 172В, 173В, 22В и 222В. В обозначениях марок, так же как и в марках капроновой ткани, первые две цифры показывают величину разрывной нагрузки, а третья — различие по плотности основы и утка ткани; буква В обозначает вискозную ткань.

Толщина по линейной плотности хлопчатобумажной пряжи, применяемой в качестве утка в капроновых и вискозных кордных тканях, 25 текс.

Физико-механические свойства капроновых (ГОСТ 8537—72*) и вискозных кордных тканей приведены в табл. 6.

6. Физико-механические свойства кордных тканей

Показатели	Капроновые					Вискозные				
	12КНТС, 123КНТ, 122КНТС, 123КНТ, 123КНТС	14К, 14К, 143К	23КНТС, 232КНТС	25КНТС, 252КНТС		17В	172В	173В	22В	222В
Толщина, мм	0,5	0,55	0,7	0,7	0,67	0,67	0,67	0,80	0,80	0,80
Разрывная нагрузка, кгс, не менее	12,5	14,0	23,0	25,0	17,0	17,0	17,0	22,0	22,0	22,0
Удлинение при разрыве, %	27,0	26,0	27,0	27,0	14,5	14,5	14,5	16,0	16,0	16,0
Устойчивость кордной нити к тепловому старению, %	75	—	75	75	—	—	—	—	—	—
Ширина ткани, см	148	140	148	148	148	148	148	148	148	148
Масса 1 м ² ткани, г	282—132	360—148	148	148	395	315	199	504	408	408
Прочность связи кордной ткани с резиной, кгс, не менее	145	145	160	160	125	125	125	130	130	130

Примечание. По соглашению с потребителем вискозные ткани можно выпускать шириной 140 см.

Велотред (ГОСТ 769—68*) — хлопчатобумажная ткань; выпускают двух марок — велотред В122 и велотред. Диаметр нити в основе 0,5 мм, для первой марки с допуском +0,05 мм, а для второй ±0,05 мм; толщина нити в утке для обеих марок 25 текс (№ 40). Разрывная нагрузка нитей в основе для обеих марок 4,0 кгс, удлинение при разрыве 11%.

Ширина ткани марки В122—140 см, велотреда — 148 см. Масса 1 м² ткани первой марки 260 г, второй марки — 230 г.

В начале и в конце каждого рулона ткани должна быть заработанная по утку полоска с плотностью нитей 80 на 10 см, длиной по 80 мм.

Чефер представляет собой суровую хлопчатобумажную ткань (ГОСТ 642—77). Ткань чефер предназначена для изготовления крыльев и усилительных ленточек борта покрышек пневматических шин, прорезиненных рукавов и пропитанных прокладок. Чефер выпускают трех видов: основной и два вида облегченного. Масса 1 м² основного чефера 475 г, облегченного первого 440 г, облегченного второго 385 г; разрывная нагрузка полоски 50×200 мм по основе и утку одинакова — 130, 120 и 100 кгс; удлинение по основе одинаково для всех трех видов — 26%, а по утку — 13, 12 и 11%.

Чефер выпускают шириной 107, 125, 146, 150, 160 и 186 см; толщина ткани основного вида чефера — 1,1 мм, для обоих облегченных — 1,0 мм.

РУКАВНЫЕ ТКАНИ

Для изготовления прорезиненных рукавов применяют хлопчатобумажные и льняные ткани и ткани из химических волокон (ГОСТ 9857—70). Рукава для едких жидкостей изготавливают из тканей из стекловолокна и хлорина.

Основные свойства рукавных тканей приведены в табл. 7.

7. Основные свойства хлопчатобумажных тканей для прорезиненных рукавов

Ткань	Масса 1 м ² , г	Ширина, см	Разрывная нагрузка, кгс, не менее		Удлинение при разрыве, %		Толщина, мм
			по основе	по утку	по основе	по утку	
Автопнев	590	146	160	190	32	16	1,25
Бреккерная	230	107; 110	57	57	12	12	1,10
Кордннев	710	107	215	240	36	16	1,30
Кордннев КНК	500	135	325	350	29	25	1,15
Кордннев КНА	500	135	325	350	29	25	1,15
Рукавная	415	107	110	100	18	12	1,10
Рукавная Р-1	260	107	70	80	25	12	0,70
Рукавная Р-2-20	350	107; 146	85	95	24	14	0,95
Рукавная Р-2-40	350	107; 146	85	95	24	14	0,95
Рукавная Р-3	515	146	125	140	28	14	1,15
Рукавная КНК	480	146	270	290	27	24	1,15
Рукавная КНА	480	146	270	290	27	24	1,15

ШЛИФОВАЛЬНЫЕ И ПОЛИРОВАЛЬНЫЕ ТКАНИ

Ткани бязь и типа «панка» хлопчатобумажные суровые используют для изготовления шлифовальных кругов, бумазею и фланель хлопчатобумажные с начесом, образующим пушистый слой (у бумазею — на одной стороне, у фланели — с двух сторон), используют для шлифования и протирки окрашенных поверхностей. Хранить эти ткани следует в сухом проветриваемом помещении при влажности не более 65%. Хлопчатобумажные ткани — саржу особо легкую, легкую, среднюю и утяжеленную применяют для изготовления шлифовальных шкур.

Ленты текстильные хлопчатобумажные и полульняные (в основе — льняная пряжа, в утке — хлопчатобумажная) применяют для изготовления точильных лент.

Основные свойства шлифовальных тканей приведены в табл. 8.

8. Основные свойства шлифовальных и полировальных тканей

Ткань	Ширина, см	Толщина, мм	Масса 1 м ² , г	Разрывная нагрузка, кгс		Удлинение %		ГОСТ
				по основе	по утку	по основе	по утку	
Бязь суровая	83—167,5	—	135—166	36—43	34—45	—	—	11680—76
Ткань типа «панка»		0,60 ± 0,06	190 ± 10	58	30	8	12	19196—73*
Бумазею и фланель суровые		—	257—13	38	40	—	—	7259—77
Саржа суровая, особо легкая, легкая, № 1, 2; средняя № 1, 2; утяжеленная № 1, 2	90—95	0,45—0,65	170—285	59—140	29—70	12—22	10—14	3357—72
Лента текстильная хлопчатобумажная	2,5	—	1300*	75	—	14	—	13558—68*
То же	3,8	—	1960*	160	—	14	—	
Лента текстильная полульняная	3,8	—	1620*	100	—	10	—	

* Для ленты длиной 100 м.

ПРОКЛАДОЧНЫЕ ТКАНИ

Полудвунитка — суровая хлопчатобумажная ткань, более жесткая, чем обычные ткани, используется как элемент, обеспечивающий жесткость уплотняющим прокладкам из мягких материалов, например войлока.

Доместик — хлопчатобумажная суровая ткань, применяют для прокладок.

Двуниток — льняная суровая ткань, применяют для придания жесткости мягким прокладкам, например, для пылевых шайб букс железнодорожных вагонов.

Миткаль суровый — прокладки из миткаля применяют в качестве противоскрипных прокладок в автомобилестроении. Для этой цели миткаль суровый пропитывают составом из озокерита и припудривают тальком. Ткань хранят при температуре от +8 до +20°С и влажности не выше 70%.

Основные свойства прокладочных тканей даны в табл. 9.

9. Основные свойства прокладочных тканей

Ткань	Ширина, см	Масса 1 м ² , г	Номинальная линейная плотность (толщина) пряжи, текс		Разрывная нагрузка, кгс		Удлинение, %		ГОСТ
			по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	
Полудвунитка суровая	70	280	—	—	75	50	—	—	15854—70
Доместик	—	242	27	27	62	70	28	14	1104—69
Двуниток № 1	90, 110	520	130	280	132	110	—	—	11302—78
Миткаль суровый марок Т ₁ , Т ₂ , Т ₃ , Т ₄ , Т ₅ , Т ₆ , Т ₇ , Т ₈ , Т ₁₁	53—110	73—106	18,5—25	15,4—16,5	22—34	14—24	6—10	11—12	9858—75

ВОЙЛОК ТЕХНИЧЕСКИЙ

Различают три группы: грубошерстный (ГОСТ 6418—67*), полугрубошерстный (ГОСТ 6308—71) и тонкошерстный (ГОСТ 288—72). В зависимости от назначения войлок каждой группы разделяют на войлок для сальников, прокладок и фильтров; грубошерстный войлок применяют и для изоляции.

Размеры листов войлока устанавливаются по соглашению с потребителем: ширина войлока полугрубошерстного и тонкошерстного 0,7—2,0 м; длина полугрубошерстного войлока 0,8—5,0 м, тонкошерстного 0,8—30 м; толщина грубошерстного 8—20 мм, полугрубошерстного 6—20 мм, тонкошерстного 2,5—20 мм. Свойства войлока приведены в табл. 10.

Грубошерстный и полугрубошерстный войлок для прокладок делится на марки А и Б, различаемые по степени уплотнения. Свойства тонкошерстного листового прокладочного войлока приведены в табл. 11. Показатели свойств тонкошерстного прокладочного войлока, изготовляемого распыливанием более толстого войлока для сальников, несколько отличаются от указанных в табл. 11. Соответствующие данные приведены в ГОСТ 288—72.

Войлок и детали не должны иметь признаков расслоения и должны быть устойчивы в отношении разделения на слой, проклейка не допускается. Поверхность деталей должна быть чистой, с равномерно снятым ворсом (наличие ворса в прокладках допускается), без рубцов, надрывов, рваных мест, сколов и других механических повреждений. Войлок и войлочные детали должны храниться в сухом проветриваемом помещении при относительной влажности воздуха не более 65%. При длительном хранении войлок должен быть обработан противомольным препаратом.

10. Свойства листового войлока

Показатели	Войлок для сальников		Войлок для прокладок				Войлок для фильтров		Войлок для изоляции	
	грубошерстный	полугрубошерстный	грубошерстный		полугрубошерстный		тонкошерстный	грубошерстный	тонкошерстный	грубошерстный
			марка А	марка Б	марка А	марка Б				
Объемная масса, г/см ³	0,36	0,38	0,32	0,26	0,34	0,28	0,39	0,24	0,25	0,16
Предел прочности при разрыве (при толщине 5 мм)	15	25	12	10	15	12	30	—	—	—
Удлинение при разрыве, %, не более	145	140	150	150	145	150	135	—	—	—
Содержание, %, не более:	0,80	0,80	0,65	0,4	0,65	0,5	0,50	0,15	0,15	—
свободной серной кислоты	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
растительных примесей	15,0	8,0	15	15	8,0	8,0	5,0	10,0	5,0	15
неперстанных волокон	0,2	0,15	0,2	0,2	0,15	0,15	0,12	0,2	0,12	—
минеральных примесей	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания: 1. Показатели в графах для тонкошерстного войлока относятся к войлоку толщиной от 6 до 20 мм.

2. Влажность листового войлока 13%.

3. Капиллярность войлока (при толщине 40 мм и менее), мм, не менее: грубошерстного для фильтров за 5 мин — 25; за 10 мин — 35; за 20 мин — 40; тонкошерстного для изоляции за 5 мин — 35; за 10 мин — 40; за 20 мин — 45.

11. Свойства листового прокладочного войлока

Показатели	Нормы при толщине войлока, мм				
	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0 и 7,0
Объемная масса, г/см ³ , не менее	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28
Предел прочности на разрыв (при фактической толщине), кгс/см ² , не менее	15	15	20	20	25
Удлинение при разрыве, %, не более	180	180	160	160	150

Примечания: 1. Влажность, содержание шерстяных волокон, растительных и минеральных примесей для листового прокладочного войлока должны соответствовать нормам, указанным в табл. 10.

2. Содержание свободной серной кислоты для войлока всех толщин составляет 0,2%

Войлочные полировальные круги (ГОСТ 10684—75): а) грубошерстные, изготовленные из грубых сортов шерсти с небольшой примесью полугрубой шерсти, применяемые для полирования металлических и стеклянных изделий; б) полугрубошерстные, изготовленные из полугрубой шерсти, применяемые для полирования точных деталей и изделий с высоким качеством полирования; в) тонкошерстные, изготовленные из тонкой шерсти с небольшой примесью полугрубой, применяемые для шлифования особо ответственных деталей.

Диаметры (наружные) полировальных кругов в пределах 300—500 мм, толщина 25—55 мм. Влажность 13%, кислотность 0,8%, объемная масса 0,45—0,56 г/см³, содержание шерстяных волокон не более 10%.

Полировальные круги должны быть однослойными. Поверхность кругов должна быть ровной, с равномерно снятым ворсом, без отверстий, рубцов, прорезов и перекосов. Расслоения и посторонние металлические включения не допускаются.

КОЖА ТЕХНИЧЕСКАЯ

Кожа состоит из внутреннего и наружного слоев. Наружная блестящая сторона является лицевой. Внутренняя сторона кожи имеет негладкую неблестящую поверхность и называется бахтармой.

12. Свойства технической кожи

Кожа	Содержание, %		рН хлор-калиевой вытяжки	Средний предел прочности на 1 мм ² , кгс, не менее	Среднее по партии удлинение при нагрузке 1 кгс/мм ² , %
	жира	окиси хрома			
Чепрак ремневый дубления: хромораствительного хромового	12—18	0,6—1,6	4,0—5,0	2,5	10—15,0
	8—12	3,5—5,5	—	3,0	12—13,0
Муфтовая хромового дубления (для транспортеров)	7—12	3,5—5,5	—	3,0	20—30,0
Для манжет и прокладок: тяжелая хромораствительного дубления тяжелая хромового дубления легкая хромового дубления хромораствительного дубления	8—15	0,6—1,5	4,0—5,0	2,5	13—20
	8—15	Не менее 4,3	4,0—5,0	2,6	15—25
	4—9	Не менее 4,3	—	2,0	15—30
	8—15	0,6—1,6	4,0—5,0	1,75	15—30
	8—15	0,6—1,6	4,0—5,0	1,75	15—30

Примечание. Кожа для манжет тяжелой хромового дубления должна выдерживать температуру сваривания в глицерине не ниже 120° С.

Кожа техническая должна быть полностью продублена по всей площади и толщине и равномерно прожирована. Лицевая сторона должна быть чистой, однородного цвета и не давать трещин и усадки при испытаниях. Содержание влаги — не более 16%. Кожа техническая поставляется по ГОСТ 20836—75 (табл. 12).

Замша (ГОСТ 3717—70). Для технических целей применяют натуральную замшу, т. е. неокрашенную. По толщине замшу разделяют на тонкую (0,4—0,7 мм), среднюю (0,7—1,1 мм), толстую (1,1—1,5 мм) и особо толстую (выше 1,5 мм). Замша должна быть хорошо продублена, плотная и эластичная, с содержанием влаги не более 16%. Ворс должен быть низким, густым и иметь блеск. Замша фильтрационная не должна иметь свищей, дыр, осипи и должна удовлетворять специальным техническим условиям на скорость проникновения бензина и на просвечивание.

Ремни кожаные приводные (табл. 13, 14) растительного дубления (ГОСТ 18697—73) изготовляют из ремневого чепрака (ГОСТ 20836—75). Ремни изготовляют одинарными и двойными.

13. Размеры природных ремней, мм

Ширина	Толщина ремней	
	одинарных	двойных
10—25	3,0—3,5	—
32—50	3,5—4,0	—
63—71	4,0—4,5	—
86—112	4,5—5,0	7,5—8,0
125—140	5,0—5,5	9,0—9,5
160—560	5,5—6,0	9,5—10,0

14. Физико-механические показатели приводных ремней

Показатели	Нормы для приводных ремней	
	одинарных	двойных
Предел прочности при растяжении на 1 см ² , кгс, не менее: для отдельных полос в среднем по партии на участке склеивания	2,5	2,0
	2,75	2,4
	2,2	—
Предел прочности при растяжении лицевого слоя на 1 см ² , кгс, не менее: для отдельных полос в среднем по партии на участке склеивания	2,3	1,8
	2,5	2,2
	2,0	—

Примечание. Удлинение одинарных и двойных ремней при нагрузке 1 кгс/см² (для отдельных полос, в среднем по партии, на участке склеивания) составляет 10%.

Минералы в большинстве твердые вещества, природные химические соединения, приблизительно однородные по составу и свойствам, составляющие горные породы, руды, нерудные ископаемые и другие части земной коры. Около 34% минералов относится к силикатам, 25% — окислы и гидроокислы, 20% — сульфидные соединения и 21% — все остальные виды химических соединений в природе.

Основным комплексом положительных свойств минералов является их неизменность — высокая сопротивляемость внешним воздействиям: атмосферным, абразивному и другим видам изнашивания, действию кислот, щелочей и других активных химических соединений. Высокая твердость позволяет использовать их в качестве инструментов. Достаточно большое число полезных технологических свойств позволяет получать из минералов многие новые композитные материалы.

В машиностроении широко применяют естественные природные минералы (асбест, графит, слюду и др.), продукты их переработки (керамику, каменное литье, огнеупоры, абразивные изделия, стекло и т. п.) и созданные по образу естественных — синтетические минералы (алмазы, сапфиры, слюду и др.).

АБРАЗИВЫ

К абразивам относят абразивные порошки и изготовляемые из них абразивные инструменты и другие абразивные изделия. Абразивные материалы подразделяют на природные (алмаз, корунд, кварц, гранит, кремний, трепел и др.) и успешно их вытесняющие искусственные высокотвердые вещества (синтетический алмаз, кубический нитрид бора, электрокорунды, карбид бора, карбид кремния и др.). В результате дробления указанных материалов образуются зерна с режущими кромками, используемые для получения: монолитных абразивных инструментов — шлифовальных и обдирочных кругов и сегментов, головок и брусков; гибких шлифовальных полировальных лент и шкурки и пластичных материалов в виде доводочных и полировальных паст, а также свободного зерна, применяемого при абразивно-импульсной, абразивно-химической, гидроабразивной и других видах обработки и ручной доводки и полировки. Свойства наиболее широко применяемых абразивов приведены в табл. 1.

Основным показателем качества абразивов является их абразивная способность, определяющая производительность процесса абразивной обработки при заданных параметрах шероховатости обработанной поверхности.

Абразивная способность (А. с.) является безразмерной величиной (коэффициент А. с.) и определяется отношением:

а) массы снятого материала к массе навески испытуемого абразивного порошка, израсходованного для этой цели (А. с. > 1). В ГОСТ 9206—70 приведены нормы А. с. алмаза по отношению к корунду;

б) коэффициента А. с. испытуемого абразивного порошка к коэффициенту А. с. природного алмаза при обработке одного и того же материала (А. с. < 1). По степени зернистости абразивные порошки (кроме алмаза и кубического

нитрида бора) подразделяют на группы и номера согласно размерным градациям (ГОСТ 3647—71), приведенным в табл. 2.

1. Основные свойства абразивных материалов

Показатели	Алмаз	Карбид бора	Карбид кремния	Электрокорунд	Кубический нитрид бора
Плотность, г/см ³	3,48—3,56	2,48—2,52	3,12—3,20	3,93—4,01	3,44—3,49
Микротвердость, кгс/мм ²	10 000	3700—4300	3000—3500	1800—2600	7500—8500
Модуль упругости, кгс/мм ²	90 000	29 600	36 500	—	72 000
Предел прочности, кгс/мм ² : при сжатии	200	180	150	76	50
» изгибе	21—49	21—28	5—15	8—9	—
Коэффициент теплопроводности при 0° С, кал/(см·с)	0,35	0,025	0,037	0,047	—
Коэффициент линейного расширения α · 10 ⁶ , 1/°С	0,9—1,45	4,5	6,5	7,5	—
Термостойкость, °С	800	2300	2600	1700	1500

Абразивные порошки номера 200-3 являются продуктами рассева, а М63-М — гидроклассификации. По содержанию основной фракции в обозначении номеров вносится дополнительная индексация (см. табл. 2), например 160П, 25Д, М50В и т. д. Содержание других фракций приведено в ГОСТ 3647—71 (см. табл. 3—12).

2. Группы и номера зернистости абразивных материалов по крупности основной фракции

Группа	Номер	Крупность основной фракции, мкм	Индексы по содержанию основной фракции, %							
			В	П	Н	Д				
Шлифзерно	200	2500—2000	—	55	45	41				
	160	2000—1600								
	125	1600—1250								
	100	1250—1000								
	80	1000—800								
	63	800—630								
	50	630—500								
	40	500—400								
	32	400—315								
	25	315—250					—	55	43	39
20	250—200									
16	200—160									
Шлифпорошки	12	160—125	—	55	45	41				
	10	125—100								
	8	100—80								
	6	80—63					—	55	40	36
	5	63—50								
	4	50—40								
	3	40—28								
	3	40—28								

Продолжение табл. 2.

Группа	Номер	Крупность основной фракции, мкм	Индексы по содержанию основной фракции, %			
			В	П	Н	Д
Микропорошки	M63 M50 M40 M28	63—50 50—40 40—28 28—20	60	50	45	40
	M20 M14	20—14 14—10	60	50	40	37
Тонкие микропорошки	M10 M7 M5	10—7 7—5 5—3	55	45	40	37

Алмазы

Алмаз — кубическая кристаллическая модификация углерода. Нерастворим в кислотах и щелочах. Величина алмаза измеряется каратами (один карат равен 200 мг).

Из крупных природных технических и поликристаллических синтетических (типа баллас и карбонадо) алмазов размером до 12 мм, не имеющих изъянов, изготавливают резцы (ГОСТ 13297—76) для алмазной обработки, наконечники для измерения твердости металлов (ГОСТ 9377—74*); волокна (ГОСТ 6271—77); иглы профилографов, алмазные иглы (ГОСТ 17564—72 и ГОСТ 18961—73), стеклорезы (ГОСТ 10111—74), наконечники для выглаживания, резцы для правки шлифовальных кругов (ГОСТ 17368—79) и т. д. Алмазы с изъянами и мелкие служат для изготовления алмазных порошков.

Поликристаллические алмазы выпускают типа баллас марки АСВ (ТУ 2-037-19—70) и карбонадо марки АСПК (ТУ 2-037-96—73); они представляют собой поликристаллические образования прочно связанных кристаллов, обладающие высокой прочностью и износостойкостью. В зависимости от микроструктурных и других особенностей различные марки специализированы по условиям наиболее благоприятного использования (табл. 3 и 4).

Алмазные шлифпорошки (ГОСТ 9206—70*) выпускают шести марок (один природный и пять синтетических):

А (природный) — для применения в инструментах на металлической и органической связках;

3. Поликристаллы АСВ (баллас)

Марка	П	Д	Для изготовления
	мм, не менее		
АСВ-1 АСВ-2	3	4,0	Волок
АСВ-3	3	1,5	Выглажива- телей
АСВ-4	2	4,0	
АСВ-5	4	5,0	Волок

4. Поликристаллы АСПК

Марка	П	Д	Масса, карат	Для изготовления
	мм, не менее			
АСПК-1	3	2,5	0,2—0,4	Выглажива- телей
АСПК-2	4	3,5	0,8—1,0	Резцов
АСПК-3	2,5	3,5	0,4—0,6	Выглажива- телей

АСО — зерна с наиболее развитой режущей поверхностью и повышенной хрупкостью; рекомендуются для изготовления инструментов на органических связках;

АСР — зерна с меньшей хрупкостью и большей прочностью по сравнению с порошками марки АСО; рекомендуются для изготовления инструментов на керамических и металлических связках;

АСВ — зерна с меньшей хрупкостью и большей прочностью по сравнению с порошками АСО и АСР; рекомендуются для изготовления на металлических связках инструментов, работающих при повышенных удельных нагрузках;

АСК — зерна с меньшей хрупкостью и большей прочностью по сравнению с порошками АСО, АСР и АСВ; рекомендуются для изготовления на металлических связках инструментов, применяемых в особо тяжелых условиях (резка и обработка гранита, мрамора, известняка);

АСС — зерна с наибольшей прочностью по сравнению с порошками всех вышеуказанных марок; рекомендуются для изготовления бурового инструмента, правки абразивных кругов и резки корунда.

Зернистость шлифпорошков определяется основной фракцией (не менее 70%), которая проходит через сито с размером стороны ячейки в свету (в мкм) (данные числителя) и задерживается на сетке, размер которой (в мкм) поставлен в знаменатель, как показано в табл. 5.

5. Зернистость алмазных шлифпорошков

А	АСО	АСР	АСВ	АСК	АСС
Широкий диапазон зернистостей					
400/250	—	—	400/250	—	—
250/160	—	250/160	250/160	—	—
160/100	160/100	160/100	160/100	—	—
100/63	100/63	100/63	100/63	—	—
63/40	63/40	63/40	63/40	—	—
Узкий диапазон зернистостей					
630/500	—	—	—	—	630/500
500/400	—	—	—	500/400	500/400
400/315	—	—	400/315	400/315	400/315
315/250	—	—	315/250	315/250	315/250
250/200	—	250/200	250/200	250/200	250/200
200/160	—	200/160	200/160	200/160	200/160
160/125	160/125	160/125	160/125	160/125	160/125
125/100	125/100	125/100	125/100	125/100	125/100
100/80	100/80	100/80	100/80	100/80	100/80
80/63	80/63	80/63	80/63	80/63	80/63
63/50	63/50	63/50	63/50	63/50	63/50
50/40	50/40	50/40	50/40	50/40	50/40

Основным показателем качества шлифпорошков является их прочность на сжатие, нормы на которую приведены в ГОСТ 9206—70*.

Алмазные микропорошки (ГОСТ 9206—70*) выпускают марок АМ и АН из природных и АСМ и АСН из синтетических алмазов для изготовления инструмента, паст и суспензий.

АМ и АСМ обладают нормальной абразивной способностью и рекомендуются для обработки твердых сплавов, закаленных сталей, стекла и других твердых материалов; АН и АСН обладают повышенной абразивной способностью и рекомендуются для обработки природных и синтетических алмазов, корундов, керамики и других сверхтвердых хрупких и труднообрабатываемых материалов.

Качество микропорошков определяется абразивной способностью при шлифовании корунда и параметрами шероховатости обработанной ими поверхности. Их зерновой состав приведен в табл. 6.

6. Размер зерен микропорошков, мкм

Зернистость	Содержание фракций по количеству зерен		
	крупной не более 5%	основной не менее 65%	мелкой не более 30%
60/40	80 и мельче	60—40	Не мельче 20
40/28	60 » »	40—28	То же 14
28/20	40 » »	28—20	» 10
20/14	28 » »	20—14	» 7
14/10	20 » »	14—10	» 5
10/7	14 » »	10—7	» 3
7/5	10 » »	7—5	» 2
5/3	7 » »	5—3	» 1
3/2	5 » »	3—2	2 и мельче
2/1	3 » »	2—1	1 и мельче
1/0	2 » »	От 1 и мельче, не менее 95%	—

Субмикропорошки из синтетических алмазов (ТУ 88 УССР ИСМ. 376—73) выпускают с размером зерен, мкм: 0,7—0,3 в основной фракции (свыше 50%); 0,5—0,1 (60%) и 0,3—0,0 (99%).

Металлизированные алмазные порошки. Алмазные порошки агрегированные — совокупность агрегатов, покрытых карбидно-металлической пленкой, обладающей повышенной адгезией к алмазу и связке алмазного инструмента. Регламентированы три вида (номера) покрытия, определяемые отношением массы исходного алмазного порошка к массе металлического покрытия: № 1 1:0,5; № 2 1:1,75 и № 3 1:1. Применение металлизированных алмазных порошков повышает стойкость шлифовальных кругов на 30—40%.

Пасты алмазные (СТ СЭВ 206—75) изготовляют из микропорошков природных и синтетических алмазов зернистостью, определяющей зернистость пасты (табл. 7). По содержанию алмазов пасты должны выпускаться нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) концентрации; по смываемости различают пасты, смываемые водой (В), органическими растворителями (О) и водой и растворителями (ВО).

7. Пасты алмазные

Зернистость пасты*	Концентрация алмазного порошка, % по массе			Цвет пасты и этикетки	Зернистость пасты*	Концентрация алмазного порошка, % по массе			Цвет пасты и этикетки
	Н	П	В			Н	П	В	
60/40 40/28	8	20	40	Красный	10/7 7/5 5/3	4	10	20	Зеленый
28/20 20/14 14/10	6	15	30	Голубой	3/2 2/1 1/0	2	5	10	Желтый

* Обозначение зернистости пасты соответствует обозначению зернистости алмазного порошка по ГОСТ 9205—70*, из которого изготовлена данная паста.

По консистенции пасты подразделяют на мазеобразные (М) и твердые (Т) с показаниями пенетromетра соответственно 100—300 и 20—40 при 20°С.

Пример условного обозначения пасты из природных алмазных микропорошков зернистостью М40/28, нормальной концентрации (Н), смываемой водой (В), мазеобразной консистенции:

А М40/28 НВМ СТ СЭВ 206—75

Круги алмазные шлифовальные характеризуются наличием металлического или пластмассового несущего корпуса (плоского, тарельчатого, чашечного и др.), на рабочую часть которого наносится алмазное шлифовальное кольцо, состоящее из связки и алмазного порошка с концентрацией последнего 25, 50, 100, 150% и более. Под концентрацией 100% понимают содержание в 1 мм³ алмазного кольца 0,878 мг алмазного порошка. Технические требования на шлифовальные алмазные круги установлены ГОСТ 16181—70*, а формы и размеры ГОСТ 16167—70 — ГОСТ 16180—70.

Отрезные алмазные круги с алмазным кольцом, нанесенным по наружному диаметру (от 50 до 500 мм) (ГОСТ 10110—78) и по отверстию, т. е. диски с внутренней режущей кромкой.

Эльбор (боразон)

Кубический нитрид бора (КНБ) — кристаллическая кубическая модификация соединения бора с азотом, синтезируемая по технологии, свойственной производству синтетических алмазов. За счет варьирования технологическими факторами выпускают различные виды КНБ — эльбор, эльбор-Р, кубонит, исмит, гексанит и др.

КНБ и его разновидности измеряются каратами, их классификация по зернистости также близка к нормам, принятым для алмазов (табл. 8).

8. Соотношение зернистости порошков эльбора и кубонита

Шлифпорошки		Микропорошки		Шлифпорошки		Микропорошки	
Эльбор	Кубонит	Эльбор	Кубонит	Эльбор	Кубонит	Эльбор	Кубонит
Л125	200/160	ЛМ40	40/28	Л16	50/40	ЛМ5	5/3
Л20	160/125	ЛМ28	28/20	Л15	60/40*	ЛМ3	3/2
Л16	125/100	ЛМ20	20/14	Л14	60/40*	—	2/1
Л12	100/80	ЛМ14	14/10	—	—	ЛМ1	1/0
Л10	80/63	ЛМ10	10/7				
Л8	63/50	ЛМ7	7/5				

* Микропорошок.

В основном КНБ предназначен для обработки сталей и сплавов на основе железа. В последние годы получены поликристаллы КНБ размером до 12 мм.

Другие абразивные материалы

Карбид бора В₄С — химическое соединение бора с углеродом — плотная сплавленная масса с раковистым изломом серовато-черного цвета. При дроблении образуются зерна с острыми кромками, поставляемые по ГОСТ 5744—74*. По твердости и абразивной способности карбид бора превосходит все абразивные материалы, за исключением алмаза и КНБ.

Корунд — природный безводный глинозем Al₂O₃ — минерал, уступающий по твердости только алмазу, с плотностью от 3,82 до 4,28 г/см³ и температурой плавления 1750—2050°С в зависимости от примесей. Наиболее чистые прозрачные корунды являются драгоценными камнями — красный рубин и синий сапфир. Технические корунды используют в качестве абразивов в производстве оптики и частично при тонкой доводке точных стальных деталей, хотя успешно

вытесняются синтетическими абразивами, в том числе синтетическими корундами. Абразивная способность по алмазу 0,14—0,15.

Электрокорунд — продукт электропереплава глинозема. Абразивная способность (по алмазу) 0,14—0,15. Подразделяют на нормальный, белый, монокорунд и легированный.

Карбид кремния SiC (ОСТ 2-114—71) — соединение кремния с углеродом. Подразделяют на зеленый с повышенной абразивной способностью и черный, применяемый для шлифования чугуна, латуни, алюминия, пластмасс.

Оксид алюминия Al₂O₃ (глинозем) применяют в качестве исходного материала для получения мелкодисперсных порошков, тонких доводочных паст и др. (см. «Глинозем», с. 411).

Оксид хрома техническая Cr₂O₃ в качестве абразива выпускается трех марок: ОХА-0, ОХА-1 и ОХА-2.

Наждак — горная порода, состоящая из зерен корунда (20—30% в 1-м сорте и 12—18% во 2-м) в среде других менее твердых минералов. Вследствие неоднородности состава применение наждака ограничено.

Крокус (окись железа). Мелкий однородный коричневатый порошок с содержанием окиси железа не менее 75%, влаги не более 1%. Остаток на сите 015 не более 1%. Потери при прокаливании не более 10%.

Паста полировочная хромовая литая (ГОСТ 8217—71*). Состав: окись хрома 62—65% с зернами до 45 мкм; остальное стеарин технический дистиллированный I или II сорта, парафин А или Б, кислота олеиновая техническая. Однородные плотные бруски зеленого цвета. Температура каплепадения 44° С.

Абразивные инструменты

Абразивные инструменты подразделяют по форме и размерам, виду и зернистости абразива, связке, структуре, твердости и др.

Вид связки и абразива, его зернистость и другие технические требования определяются: круги и головки шлифовальные — ГОСТ 2424—75 и ГОСТ 2447—76, бруски и сегменты — ГОСТ 2456—75 и ГОСТ 2464—75.

Связка. Абразивный инструмент изготавливают на керамической, бакелитовой, металлической, вулканитовой, магнезиальной и селенитовой связках.

Структура абразивных инструментов определяется объемным соотношением зерен абразива, связки и пор. Структура № 1 соответствует объему зерен 60%, каждый последующий номер имеет объем зерен на 2% меньше. Структуры № 1—4 называют закрытыми или плотными, № 5—6 — средними и № 7—12 — открытыми. Кроме того, имеются высокопористые круги, отличающиеся от структурных наличием крупных пор.

Твердость абразивных инструментов зависит от структуры и вида связки и определяется как сопротивление вырыванию абразивных зерен внешними силами. Установлена шкала твердости абразивных инструментов: мягкий — М1, М2, М3; среднемягкий — СМ1, СМ2; средний — С1, С2; среднетвердый — СТ1, СТ2, СТ3; твердый — Т1, Т2; весьма твердый — ВТ1, ВТ2 и чрезвычайно твердый — ЧТ1, ЧТ2. Измерение твердости производится пескоструйным методом (ГОСТ 18118—79) и путем вдавливания шарика (ГОСТ 19202—73).

АСБЕСТ И АСБЕСТОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Асбест — минерал, состоящий из тончайших волокон, измеряемых долями мкм. Расщепленные волокна эластичны и могут быть скручены в нить и образовывать ткань. Они прочны (до 300 кгс/мм²), огнестойки (до 1500° С), плохо проводят электрический ток и тепло. Из всех разновидностей наибольшее значение имеет асбест хризотилловый (ГОСТ 12871—67*). Плотность 2,4—2,6 г/см³. Температура плавления 1450—1500° С. Температура потери конституционной воды и прочности (термостойкость) при длительном нагреве 500° С и кратковременном 700° С. Щелочестойкость высокая, кислотостойкость слабая. В ма-

шиностроении применяют в виде изделий, описание которых приведено ниже и в разделе «Подшипниковые и тормозные материалы».

Бумага асбестовая (ГОСТ 2630—69) на основе хризотилового асбеста, марки: БК, БД, БТ, БГ-М, БГ-К, применяют для различных технических целей. Выпускают в рулонах шириной от 670 до 1150 мм и толщиной от 0,25 до 1,0 мм.

Бумага асбестовая электроизоляционная (ГОСТ 9426—75) выпускается в рулонах шириной 950 мм и толщиной 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,8 и 1,0 мм. Плотность 0,5 г/см³; влажность не более 3%; потери при прокаливании не более 25%. Сопротивление разрыву в продольном направлении полоски шириной 15 мм — от 2 до 5,9 кг в зависимости от ее толщины. Пробивное напряжение 1,2; 1,4; 1,7; 2,0; 2,3; и 2,5 кВ соответственно толщине.

9. Размеры и характеристики асбестовых шнуров

Марка и наименование	Диаметр	Конструкция	Область применения
ШАСН — шнур асбестовый общего назначения	0,75; 1,00; 1,50; 2,00; 2,50; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 25	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложенных или обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	Теплоизоляция и уплотнение до 400° С
ШАИ-1 — шнур асбестовый теплоизоляционный	35; 55	Оплетение асбестовых волокон с примесью хлопка стеклянными нитями (ГОСТ 8325—78) или металлической проволокой (ГОСТ 1066—75)	Теплоизоляция до 400° С
ШАИ-2 — шнур асбестовый теплоизоляционный	35; 55	Оплетение асбестовых волокон с примесью хлопка стеклянными нитями (ГОСТ 8325—78) или металлической проволокой (ГОСТ 1066—75)	Теплоизоляция до 425° С
ШАМ — шнур асбестовый магнезиальный	12; 15; 18; 20; 22; 25; 28; 32	Оплетение асбестовыми нитями асбестового сердечника с наполнением углекислой магнезией	Уплотнение до 475° С
ШАП-1, ШАП-2 — шнур асбестовый пуховой	Не определяется	Обвивание асбестовыми стеклянными нитями (ГОСТ 8325—78) или хлопчатобумажной пряжей (ГОСТ 1119—70*) асбестовой чесальной ленты, упрочненной асбестовыми, хлопчатобумажными или стеклянными нитями	Теплоизоляция до 400° С
ШАГ — шнур асбестовый газогенераторный	10; 15	Оплетение в виде сетки асбестового шнура типа ШАОН латуной проволокой (ГОСТ 1066—75) или асбестовой пряжей, скрученной со стеклянной нитью	Уплотнение газогенераторных установок до 400° С
ШАТ — шнур асбестовый теплостойкий ШАПТ — шнур асбестовый повышенной теплостойкости ШАВТ — шнур асбестовый высокой теплостойкости	0,75; 1,00; 1,50; 2,00; 2,50; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 18; 20; 22; 25; 30	Кручение асбестовой пряжи в несколько сложенных или обвивание сердечника (чесальной ленты, жгута из ровницы) асбестовой пряжей	Теплоизоляция и уплотнение до 250° С Теплоизоляция и уплотнение до 350° С Теплоизоляция и уплотнение до 425° С

Картон асбестовый (ГОСТ 2850—75) изготовляют на основе хризотилового асбеста марок: КАОН-1 и КАОН-2 (картон асбестовый общего назначения) для теплоизоляции до 500°С, для уплотнения соединений приборов, аппаратуры и коммуникаций и КАП (картон асбестовый прокладочный) в качестве мягкого сердечника в комбинированном уплотнении стыков головки — блок цилиндров, головка — выпускной коллектор двигателей при давлении до 70 кгс/см². Размеры листов картона для марки КАОН-1 — 900×900, 1000×800, 1000×900 и 1000×1000 мм при толщине 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 и 10,0 мм; КАОН-2 — 980×740 мм — 3,0; 3,5; 4,0; 4,5 и КАП 780×460 мм толщиной 10 мм. Плотность 1,0—1,4 г/см³. Предел прочности при разрыве для КАОН-1 12 кгс/см² в продольном направлении и 6 кгс/см² — в поперечном, КАОН-2 — 15 и 9 кгс/см² и КАП-25 и 15 кгс/см². Картон не горит и не обугливается.

Шнуры асбестовые (ГОСТ 1779—72) выпускают десяти марок (табл. 9).

10. Ткани асбестовые

Марка	Ширина, мм	Толщина, мм	Масса 1 м ² , г	Область применения
АТ-1	1040 1350 1550	1,4—1,7	900—1100	Для изготовления прорезиненных тканей, слоистых пластинок — асбестостолитов. В качестве теплоизоляционного материала
АТ-2	1040 1350 1550	1,4—1,9	950—1150	Для изготовления слоистых пластинок — асбестостолитов. В качестве теплоизоляционного материала
АТ-3	1040 1350 1550	2,0—2,9	1200—1500	Для изготовления слоистых пластинок — асбестостолитов и изделий промышленной техники (набивки, рукава, прокладочные кольца, манжеты и др.). В качестве теплоизоляционного и прокладочного материала
АТ-4	1040 1350 1550	2,6—3,5	1400—1850	В качестве теплоизоляционного и прокладочного материала
АТ-5	1040 1350	1,8—2,5	1300—1600	Для изготовления фрикционных изделий и изделий промышленной техники (набивки, рукава, прокладочные кольца, манжеты и др.)
АТ-6	1550	3,4—3,8	3000—3400	В качестве диафрагмы при электролизе воды
АТ-7	1520	2,2—2,5	1450—1600	В качестве теплоизоляционного и прокладочного материала
АТ-8	1500	3,0—3,5	2000—2200	В качестве теплоизоляционного и прокладочного материала
АТ-9 (КВ-14)	1500	1,9—2,0	1050—1200	В качестве теплоизоляционного материала
АТ-10 (АТ-86-С)	1000 1200 1550	1,1—1,3	800—900	Для изготовления высокопрочных асбопластиков
АТ-11 (АТ-4)	1040 1350 1550	2,6—3,5	1400—1850	В качестве теплоизоляционного и прокладочного материала
АСТ-1	1040 1550	1,4—2,1	900—1200	В качестве теплоизоляционного материала
АЛТ-1 (АЛТ-86-С)	1000 1200 1550	1,1—1,3	800—900	Для изготовления высокопрочных асбопластиков, пошива специальной защитной одежды
АЛТ-2 (АЛТ-50)	1000 1200 1550	1,2—1,5	500—600	Для изготовления высокопрочных асбопластиков

Примечание. В скобках приведено старое обозначение.

Набивки сальниковые (ГОСТ 5152—77) выпускают на основе асбеста марок: АС — сухая; АП — пропитанная антифрикционным составом, графитированная; АПР — то же, с латунной проволокой; АМБ — пропитанная маслосбензостойким составом; АПС — прорезиненная графитированная; АПП — пропи-

танная прорезиненная графитированная; АППС — сухая прорезиненная графитированная; АПРПП, АФТ, АГ, АФВ и АФ — пропитанные суспензией фторопласта; ПАФ — с фторопластом и нитридом бора и др.

Ткани асбестовые (ГОСТ 6102—67) выпускают 14 марок, согласно табл. 10. Связующим волокном служит хлопок (от 5 до 18%) и для марок АЛТ — лавсан и АСТ — частично стеклянное волокно.

Лента асбестовая электро- и теплоизоляционная (ГОСТ 14256—78) выпускается для изоляции до 400°С трубопроводов, кабелей, обмоток и других элементов электрических машин и приборов.

Полотно армированное (ГОСТ 2198—76) изготовляют по основе из латунной проволоки, а по утку — из асбестовой пряжи, армированной латунной проволокой, с последующим прорезиниванием и графитированием полотна. Толщина полотна 0,6; 0,7 и 1,1 мм, ширина 750 и 100 мм и длина куска не менее 1500 мм. Теплоустойчивость до 250°С. Предназначено для изготовления прокладок, применяемых для уплотнения соединений деталей, работающих в бензине, керосине, масле и других нефтепродуктах, а также в продуктах их сгорания.

Паронит (ГОСТ 481—71) — композиционный материал из асбеста, каучука и наполнителей. Выпускают в листах от 300×400 до 1500×3000 мм четырех марок: ПОН — паронит общего назначения, ПА — то же, но армированный сеткой, ПМБ — паронит маслосбензостойкий, ПЭ — паронит электроизоляционный. Предназначен для изготовления прокладок для уплотнения различных сред при давлении до 100 кгс/см² и температурах от —50 до +100°С. Основные свойства см. в табл. 11.

11. Основные свойства паронита

Показатели	ПОН	ПА	ПМБ	ПЭ
Плотность, г/см ³	1,6—2,0	1,8—2,7	1,5—2,0	1,6—2,0
Поглощение керосина, %, не более	40	8—23	10—24	23 (щелочь)
Предел прочности при разрыве в поперечном направлении, кгс/см ² , не менее	60	180	120	70
Усадна при давлении 250 кгс/см ² , %:				
полная	10—24	9—28	8—20	8—22
остаточная	4—16	6—20	3—13	3—13
Толщина листов, мм	0,4—6,0	0,8—1,2	0,4—3,0	1,0—7,5

Асбостальные листы состоят из металлического каркаса — перфорированной черной полированной жести № 25, покрытой с двух сторон асбестовой композиционной массой. Согласно ГОСТ 12856—75 асбостальные листы выпускают шириной 500 мм пяти марок:

ЛА-1 (ЛА-1) — асбоблатексная бумага по графитокаучуковому подслою, толщина 1,75 мм и длина 215, 425, 600, 625, 830 и 875 мм.

ЛА-1А (Я-2) — асбоблатексная бумага по масляно-графитовому подслою, толщина 1,6 мм и длина 215, 625, 675, 830 и 875 мм.

ЛА-2 (ЛА-2) — асбоблатексная бумага по графито-каучуковому подслою с дополнительной вулканизацией в прессах, толщина 1,5 мм и длина 625, 675, 830 и 875 мм.

ЛА-3А (Я-4-01) — асбокаучуковая масса по графитовому подслою, толщина 1,4 мм и длина 675 и 875 мм.

ЛА-3Б (Я-4) — асбокаучуковая масса. Поверхность листов графитирована сухим графитом с дополнительным масляно-графитовым покрытием после вулканизации. Толщина 1,6 мм, ширина 215 и 625 мм и толщина 1,7 мм, ширина 675, 830 и 875 мм. Свойства асбостальных листов приведены в табл. 12.

Асбостальные листы предназначены для изготовления прокладок для уплотнения горячих стыков: головка — блок цилиндров, головка — выпускной коллектор карбюраторных и дизельных двигателей; марки и свойства см. табл. 12.

12. Свойства асбестального листа

Показатели	ЛА-1	ЛА-1А	ЛА-2	ЛА-3А	ЛА-3Б
Масса 1 м ² , кг, не более	4,2	4,6	4,8	6,6	7,2
Потеря массы при прокаливании при 750 ± 50° С, %, не более	32	32	32	25	(7,65*) 25
Рабочее давление, кгс/см ²	50	90	90	110	90
Сжимаемость при нагрузке 350 кгс/см ² , %	15—36	8—26	6—22	6—20	10—22
Восстанавливаемость после снятия нагрузки 350 кгс/см ² , %, не менее	6	18	15	14	8
Стойкость к действию топливной смеси (70% изоктана и 30% толуола), %, не более:					
увеличение толщины	27	14	28	6	7
» массы	25	20	18	12	10

* При толщине листа 1,7 мм.

ВЯЖУЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Порошкообразные вещества, образующие с водой пластичные пасты (растворы), способные затвердевать и схватываться при этом с минеральными, металлическими и органическими телами (кусками, стержнями и др.) с образованием прочного монолитного камневидного изделия, в зависимости от условий затвердевания подразделяют на гидравлические, способные после предварительного схватывания на воздухе наращивать свою прочность в воде и во влажной среде, и воздушные, затвердевающие и сохраняющие прочность лишь в воздушной среде. Путем избирательного комбинирования применяемых вяжущих и наполнительных материалов и легирующих добавок получают монолитные изделия и конструкции с особыми свойствами: кислотостойкие, уплотняющие (расширяющиеся при затвердевании), герметизирующие, теплостойкие, теплоизоляционные и др.

Гипс — продукт термической обработки и размельчения природного гипсового камня. Гипс строительный (ГОСТ 125—70) поставляют 1, 2 и 3-го сортов. Тонкость помола — остаток на сите № 02 не более 15, 20 и 30% соответственно сортам. Прочность: при сжатии 55, 45 и 35 кгс/см²; при изгибе 27, 22 и 17 кгс/см² в возрасте 1,5 ч с момента образования раствора. В машиностроении применяют для изготовления форм, замазок и т. д.

Доломит — серый блестящий минерал, состоящий преимущественно из CaCO₃ · MgCO₃; плотность 2,8—2,9 г/см³. Сырой металлургический доломит (ГОСТ 10375—63) подразделяют на I класс с содержанием MgCO₃ не менее 19% и II — 17%. Обожженный металлургический доломит (ГОСТ 10389—63) подразделяют на марки: ДОК-32,5; ДОК-29; ДОМ-32,5 и ДОМ-29, где буквы означают доломит обожженный крупнозернистый (К) или мелкозернистый (М), а числа — минимальное содержание MgCO₃. Применяют для ремонта и заправки плавильных печей и др.

Известь — белая кристаллическая масса (или порошок), состоящая в основном из окиси кальция СаО. Плотность 3,2 г/см³. Температура плавления около 2572° С. При соединении с водой образует гидроксид кальция Са(ОН)₂ — гашеную известь. Твердую известь (ГОСТ 9179—77) подразделяют на воздушную и гидравлическую, т. е. твердеющую и на воздухе, и под водой. Воздушную подразделяют по виду основного окисла на кальциевую, магниезальную и доломитовую. Известь всех видов выпускают трех сортов — 1, 2 и 3-го. Время гашения извести всех сортов: быстрогасящейся — 8 мин, среднегасящейся —

до 25 мин и медленногасящейся — более 25 мин. Гидравлическая известь подразделяется на слабогидравлическую (прочность при сжатии 30 кгс/см²), и сильногидравлическую (50 кгс/см²).

В качестве флюса применяют металлургическую известь — недопал (т. е. обжигаемую при 1200—1300° С), содержащую до 8% СО₂.

Магнетитовый каустический порошок — продукт обжига природного магнетита (периклаза), используемый в качестве химического продукта различного назначения, а также в качестве вяжущего вещества. Согласно ГОСТ 1216—75 выпускают четырех марок: ПМК-88, ПМК-87, ПМК-83 и ПМК-75 (числа означают содержание окиси магния).

Цемент — гидравлическое вяжущее вещество. Наиболее распространены портландцемент и шлакопортландцемент (ГОСТ 10178—76) общестроительного назначения, подразделяемые по прочности при сжатии на марки: 500, 400, 300, 250 и 200 (числа соответствуют нормам прочности в кгс/см²). Используют при изготовлении литейных песчаных форм.

В широкой номенклатуре выпускают цементы специального назначения: сульфатостойкие (ГОСТ 22266—76), для производства асбоцементных изделий (ГОСТ 9835—77), тампонажный (ГОСТ 1581—78), цветной (ГОСТ 15825—70), быстротвердеющий и др.

Ниже приведено описание некоторых цемента, имеющих применение в машиностроении.

Цемент гипсоглиноземистый расширяющийся (ГОСТ 11052—74) — смесь тонкоизмельченных высокоглиноземистых доменных шлаков и природного двуводного гипса. Предназначен для расширяющихся (0,1—0,7% линейного расширения через 72 ч), безусадочных, водонепроницаемых растворов для замощивания стыков конструкций и фундаментных болтов, уплотнения соединений труб и т. д. Допускаемое давление до 10 кгс/см². Схватывание 10—240 мин, прочность при сжатии до 280 кгс/см² через трое суток твердения.

Цемент кислотоупорный кварцевый кремнефтористый (ГОСТ 5050—69) — продукт тщательного смешения (или совместного помола) кварцевого песка и кремнефтористого натрия (ГОСТ 87—77), затворяемого на жидком стекле. Раствор затвердевает на воздухе через 30 мин (начало схватывания) и не позднее 180 мин превращается в прочное камневидное кислотоупорное тело. Применяют в качестве цементирующего (клеящего) вещества для соединения кислотоустойких материалов, в частности при футеровке.

Жидкое стекло — водный раствор растворимого стекла, применяемый при изготовлении красок, клеев, литейных форм, для обмазки сварочных электродов и т. д. Различают калиевое и натриевое растворимое стекло; последнее более широко применяют в технике. Растворимость зависит от силикатного модуля $M = (A/D)K$, где A — содержание SiO₂, % по массе; D — содержание K₂O или Na₂O, % по массе; K — отношение молекулярных масс окиси калия к двуокиси кремния (равное 1,568).

Стекло натриевое жидкое (силикат натрия технический). Густая жидкость от желтого до коричневого цвета, образуемая растворением стекловидных силикатов натрия (глыбы или гранулы) в воде. В зависимости от исходного растворимого силиката натрия стекло подразделяют на содовое и содово-сульфатное (ГОСТ 13078—67*) для общего назначения, в том числе для электросварочных электродов. Применяют для изготовления форм и стержней в литейном производстве.

Силикат натрия растворимый Na₂SiO₃ выпускают в виде глыбы или гранулы, напоминающих по внешнему виду обыкновенное стекло, используемое в качестве полуфабриката для получения жидкого стекла, широко применяемого в строительстве, промышленности и машиностроении в качестве связующего и уплотняющего вещества. По ГОСТ 13079—67 выпускают содовый силикат натрия — однородные прозрачные слабо-зеленые, желтоватые или голубоватые бесформенные куски размером 20—150 мм и содово-сульфатный — темно-зеленого цвета.

ГРАФИТОУГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Графит — гексагональная кристаллическая модификация углерода. Плотность 2,21—2,26 г/см³. Твердость по минералогической шкале равна единице. Прочность при сжатии 160—300 и растяжении 50 кгс/см². При температуре 3700°С возгоняется, минуя жидкую фазу. При давлении 105 кгс/см² и температуре 3800—3900°С расплавляется. Кислотоупорен, не растворяется в органических растворителях, но растворяется в расплавленном железе, в расплавленной селитре сгорает. Обладает низким коэффициентом трения и высокой электропроводностью. Хорошо обрабатывается резанием. Графит применяют в качестве абляционно-стойких покрытий, из него изготавливают плавильные тигли и синтетические алмазы, используют как антистатическое покрытие, смазочный и подшипниковый материал, материал литейных форм, противопожарных красок, антинакишинов, скользящих электроконтактов и т. д.

Наряду с природным графитом получают из доменных скрапов и синтетический — из смеси нефтяного кокса и каменноугольной смолы, изделия из которой при температуре 1500°С обугливаются и частично графитируются. Более плотный и качественный синтетический графит получают после пропитки изделий (или блоков) смолой и повторного обжига в определенных технологических условиях. Синтетический графит имеет более высокую степень чистоты и стабильность свойств. Благодаря возможности варьировать технологию изготовления получают графитоуглеродные материалы с широким диапазоном свойств и изделия, недоступные для получения ранее, такие, как, например, массивные графитовые блоки, детали сложной конфигурации, графитированные ткани и т. д.

Графит природный и доменный

В зависимости от минералогического состава и назначения природный и скраповый графит (т. е. получаемый из доменных скрапов) согласно ГОСТ 17022—76 подразделяют на марки и сорта, описание которых приведено ниже. Методы анализа установлены ГОСТ 17818.6—72 и ГОСТ 17818.7—75* — ГОСТ 17818.15—75.

Графит аккумуляторный (ГОСТ 10273—72) предназначен для изготовления активных масс щелочных аккумуляторов и графитированных антифрикционных изделий из цветных металлов, получают обогащением графитовых руд и из доменных скрапов. Выпускают трех марок: ГАК-1, ГАК-2 и ГАК-3 с зольностью 0,5; 1,0 и 2,0%. Тонкость помола — остаток на сетке № 016К не более 50%.

Графит для смазок, покрытий и электропроводящей резины (ГОСТ 8295—73). Обогащенный кристаллический рудный и скраповый графит, выпускают пяти марок (табл. 13).

13. Свойства графита для смазок, покрытий и электропроводящей резины

Показатели	Нормы для марок				
	ГС-1	ГС-2	ГС-3	ГС-4	II
Зольность, %, не более	0,5	1,0	2,0	5,0	7,0
Выход летучих веществ, %, не более	0,5	—	—	—	1,0
Содержание влаги, %, не более	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
Остаток, %, не более:					
на сетке № 020	—	—	—	0,05	0
» № 016	—	—	—	1,2	1,5
» № 0063	—	1,0	1,0	—	—
Содержание частиц более 6 мкм, %	40	—	—	—	—
Содержание углерода, %, не менее	—	—	—	—	92

ГС-1 — для антифрикционных компонентов в твердых смазочных покрытиях, при изготовлении механизмов космических кораблей, летательных аппаратов, а также коллоидно-графитовых препаратов;

ГС-2, ГС-3 — в качестве ингредиентов электропроводящей резины, изделий порошковой металлургии, графитовых смазочных карандашей и паст, электропроводящих полимерных пленок;

ГС-4 — для изготовления консистентных смазок для открытых зубчатых колес прокатных станков, рессор автомобилей и других высоконагруженных узлов трения;

II — для изготовления изделий специального назначения.

Графит для электроугольных изделий (ГОСТ 10274—79) в зависимости от месторождения выпускают следующих марок: ЭУЗ (завальевский электроугольный) сортов: М (малозольный), I и II; ЭУТ (тайгинский) I, II и III сортов; ЭУН (ногинский).

Графит кристаллический литейный (ГОСТ 5279—74). Порошок — продукт обогащения естественного и скрапового графита с остатком на сетке № 016 не более 40% и влажностью 1%. Выпускают трех марок: ГЛ-1 — для покрытия рабочих поверхностей форм и стержней при получении отливок сложной конструкции, требующих особо чистых поверхностей (зольность 13%); ГЛ-2 — для изготовления красок, паст и припыла форм, используемых при получении отливок средней сложности (18%); ГЛ-3 — для припыла форм при получении отливок, не требующих малых параметров шероховатости (25%).

Графит скрытокристаллический (ГОСТ 5420—74) — продукт размола графитовых руд. Выпускают марок: ГЛС-1 и ГЛС-2 — для покрытия рабочих поверхностей литейных форм и стержней и ГЛС-3 — для металлургического производства. Зольность соответственно 13, 17 и 22%. Остаток на сетке № 02 — 1% и № 0071 — 10%. Содержание влаги не более 1% для всех марок.

Графит тигельный (ГОСТ 4596—75). Обогащенный кристаллический природный графит, предназначенный для изготовления огнеупорных графито-керамических изделий. Подразделяют на три марки — ГТ-1, ГТ-2 и ГТ-3 с зольностью соответственно 7,0; 8,5 и 10%. Содержание железа не более 1,5% и влаги — 1% для всех марок. Тонкость помола — остаток на сетке № 02 не менее 75%.

Графит элементный (ГОСТ 7478—75). Обогащенный кристаллический графит Завальевского и Тайгинского месторождений, предназначенный для производства первичных химических источников тока. Подразделяется на марки: ГЭ-1, ГЭ-2, ГЭ-3 и ГЭ-4.

Графит специальный малозольный (ГОСТ 18191—70). Кристаллический графит, получаемый обогащением графитовых руд и доменных скрапов с последующей очисткой. Выпускают двух марок — ГСМ-1 (зольность 0,1%) и ГСМ-2 (0,5%). Тонкость помола для марки ГСМ-1 — остаток на сетке № 02 не менее 70%.

Коллоидно-графитовый препарат ВКГС-0 (ГОСТ 5.1385—72) — суспензия высокодисперсного графита в воде, стабилизированная аммиачным раствором сульфитно-спиртовой барды (содержание сухого остатка не менее 24%). Предназначен в качестве смазки при горячем волочении проволоки тугоплавких металлов. Препарату присвоен государственный Знак качества.

Коллоидно-графитовые препараты из естественного графита и водные пасты (48% влаги) высокодисперсного графита. По степени дисперсии подразделяют на марки: К-1, К-2, К-3 и К-4. Применяют в металлокерамике, для графитизации тканей и т. п.

Коллоидно-графитовые препараты из искусственного графита (термографита) подразделяют на высокодисперсный малозольный (1,5—2,5%) сухой (влаги до 0,5%) графит, предназначенный в качестве компонентов консистентных смазок, и коллоидно-графитовые препараты водные, применяемые в качестве технологической смазки при вытягивании нитей тугоплавких металлов, в литейном производстве, в радиотехнике и т. д.

Масляные коллоидно-графитовые препараты применяют в качестве смазок и их компонентов, для обмазки форм и штампов, для притирки деталей и т. д.

Углеродистые материалы и изделия

Материалы на основе углерода, обладающие положительными свойствами графитов, отличаются повышенной чистотой и стабильностью характеристик. Уникальным свойством искусственного графита является увеличение механической прочности при повышении температуры до 2700°С.

Ниже приведено описание наиболее распространенных углеродистых материалов на основе проспектов ВО «Союзуглерод» и «Союзпромэкспорт».

Антифрикционные материалы на основе углерода подразделяют на обожженные и графитированные с пропиткой металлами и без пропитки и на графито-пластовые, сочетающие свойства графита с поликерами, применяемыми для повышения антифрикционных свойств. Поэтому их описание приведено в разделе «Подшипниковые и тормозные материалы».

Мелкозернистый графит. Марки АРВ и АРВу предназначены для изготовления анодов, сеток ртутных выпрямителей и других деталей электронных приборов. Марка МПГ-6 — двух сортов того же назначения и, кроме того, для тиглей, нагревателей, лодочек для чистых металлов и т. п. Графит поставляют в виде цилиндров и брусков. Свойства см. в табл. 14.

14. Свойства мелкозернистого графита марок АРВ, АРВу и МПГ-6

Показатели	АРВ	АРВу	МПГ-6 сорта	
			1-го	2-го
Плотность, г/см ³	—	—	1,76—1,88	< 1,63
Пористость, %	21—25	18—21	—	—
Предел прочности при сжатии, кгс/см ²	400—470	470—510	1000—1200	< 750
Зольность, %	0,01—0,001	0,007—0,002	0,005—0,001	< 0,02
Удельное электросопротивление, Ом·мм ² /м	12—16	12—14	11—16	< 18
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)	6,5—7,5	70—80	80—85	—

Графит для электроэрозионной обработки, т. е. для изготовления электродов-инструментов для электроимпульсных станков. Выпускают в виде брусков марок ЭЭГ и ЭЭПГ, плотность 1,7 г/см³, прочность при сжатии 700 и 750 кгс/см² и при изгибе не менее 350 кгс/см².

Плотный графит марки ВПП — крупнозернистый материал для изготовления крупногабаритных изделий с хорошей термостойкостью. Плотность 1,85—1,9 г/см³, предел прочности при сжатии 450—700 кгс/см² и разрыве 100—150 кгс/см².

Пористый графит марки ПГ-50 — для изготовления пористых электродов и марки ВК-20 (пексид) — для теплоизоляции. Свойства приведены в табл. 15.

15. Пористый графит

Показатели	ПГ-50		ВК-20	
	ПГ-50	ВК-20	ПГ-50	ВК-20
Плотность, г/см ³	0,95—1,10	0,12—0,20	—	—
Пористость, %	48—57	80—85	—	—
Прочность, кгс/см ² : при сжатии	80—140	12—30	—	0,17
» изгибе	50—80	8—15	0,41	—
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С) при: 100°С	—	—	—	—
1500°С	—	—	—	—

Графит марок МГ, МГ-1, ГМЗ, ГМЗ-У, ППГ используют для изготовления фасонных изделий — тиглей, лодочек для спекания, оснастки для производства кварцевого стекла, оснастки вакуумных печей, антикоррозионных и термостойких труб, нагревателей (взамен вольфрамовых и молибденовых) для работы при температуре до 2000—2200°С, защитных чехлов термолар, литейных форм многократного использования (300—500 заливок при стальном и чугуном литье), форм для сплавления стекла с металлами и прессования-спекания металлокерамических композиций и др. Свойства см. в табл. 16.

16. Графит для фасонных изделий

Показатели	МГ	МГ-1	ГМЗ	ГМЗ-У	ППГ
Плотность, г/см ³	1,50	1,66	1,62	ТУ 01-38-71	1,72
Пористость, %	30	34	26	—	22
Предел прочности, кгс/см ² : при сжатии	230	350	300	—	300
» изгибе	70	140	120	—	130
Удельное электросопротивление, Ом·мм ² /м	13	13	12	—	10
Зольность, %	0,5	0,5	—	—	0,5

Графит тигельный для изготовления тиглей большой емкости, марка ГМЗ-МГ — для плавки меди и ее сплавов и марка ГМЗ-МТ-А — для тяжелых и химически активных цветных металлов при температуре до 2000°С в вакуумных печах или печах с защитной атмосферой. Срок службы таких тиглей в 8—10 раз больше, чем тиглей, изготовленных из электроодного графита. Плотность 1,75—1,80 г/см³, пористость общая ~ 20 и открытая ~ 15%.

Чистый графит. Графит марок: ГМЗ, ППГ, ЗППГ, МГ, МГ-1, МПГ-6, МПГ-8, ГТМ классов чистоты ОСЧ-7-3 (содержание суммы примесей не более 6·10⁻⁴% по массе) и ОСЧ-7-4 (не более 7·10⁻⁵% по массе). Применяют лодочки, тигли, нагреватели, экраны и другие детали, для восстановления двуокиси кремния, синтеза интерметаллических соединений, зонной очистки, вытягивания монокристаллов, эпитаксиальных структур и т. п.

Стеклоуглерод получают термической обработкой специально подготовленных термоактивных полимеров, отформованных в различные изделия. Стеклоуглерод отличается изотропностью структуры и свойств, небольшой, преимущественно закрытой пористостью (1—2%), плотность ~ 1,51 г/см³, прочность при изгибе 700—1000 кгс/см², микротвердость 200—300 кгс/мм², удельное электросопротивление 45—50 Ом·мм²/м, теплопроводность 3,5—6,5 ккал/(м·ч·°С). Выпускают трех марок: СУ-1300, СУ-2000 и СУ-2500. Предназначены для работы в инертной и восстановительной средах и в вакууме при максимальных температурах соответственно 1000, 2000 и 2500°С и в воздушной среде 400, 500 и 500°С.

Силицированный графит — коррозионно- и эрозивно-стойкий материал, сочетающий высокую жаропрочность, жаростойкость и стойкость к многократным теплосменам. Электронагреватели из силицированного графита при работе в окислительных газовых средах в десятки раз более стойки, чем из обычного графита. Из силицированного графита изготавливают огнеупорные изделия; применяют также для подшипников, уплотнительных колец и т. п. Выпускают трех марок. Свойства см. в табл. 17.

Боросилицированный графит марки БСТ-30 отличается от силицированного повышенной жаростойкостью, что связано с эффектом образования сплошной самовосстанавливающейся боросиликатной пленки. Изделия из боросилицированного графита способны длительное время работать в воздушной среде при температуре до 1500°С и выдерживать многократные режимы теплосмены. Основное назначение — для изготовления литейной оснастки. Свойства см. в табл. 17.

17. Марки и свойства силицированного графита

Показатели	СГ-М	СГ-Т	СГ-П	БСГ-30
Плотность, г/см ³	2,25—2,40	2,50—2,70	2,40—2,60	2,25
Предел прочности, кгс/см ² :				
при растяжении	300—400	400—500	600	230
при сжатии	1300—1600	3000—3200	4200—4500	1000
при изгибе	700—900	900—1100	1000—1200	710
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	2,80	2,80	4,00	4,3
Модуль упругости при сжатии Е·10 ⁻⁵ , кгс/см ²	0,97	9,5	12,7	—
Теплопроводность при 100° С, ккал/(м·ч·°С)	120—175	85—100	130—150	90*
Коэффициент термического расширения при 20—1000° С α·10 ⁶ 1/°С	4,60	4,60	4,20	5,5
Коэффициент трения	0,05	0,05	0,04	—

* При 20° С.

Пиролитические углеводородные материалы (пирографит) марок УПВ-1, УПВ-1Т и УПВ-1ТМ, получаемые методом химического газофазного осаждения, обладают большой анизотропией свойств в направлении, параллельном и перпендикулярном к плоскости осаждения; например, прочность при сжатии 600 кгс/см² при параллельном и 3000 кгс/см² — при перпендикулярном направлении. Используют для изделий оснастки расплавления и обработки расплавов металлов (в том числе щелочных), кислот и др. Плотность 2,0—2,2 г/см³.

Графит, уплотненный пиролитическим углеродом, марки ЭГО, ГМЗ и МГ; плотность соответственно 1,55; 1,75; 1,58 г/см³. Газонепроницаем, устойчив против эрозии, обладает повышенной стойкостью к растворам кислот и щелочей, расплавам металлов. Используется в металлургии, химической и электротехнической промышленности и других отраслях техники.

Графит для химической аппаратуры подразделяют на графит, пропитанный синтетической смолой, и графитоласт. Выпускают марок АТМ-1 (пресс-композиция графитового порошка и синтетической смолы) и АТМ-1Т (подвергнут дополнительной термообработке). Температура применения от -18° С до +115—150° С.

Углеродные ткани сочетают свойства искусственного графита и пластичность текстиля — они химически инертны, стойки и жаростойки. Углеродные ткани получают термической обработкой вискозной ткани. Содержат 60—99% углерода и 1—25% золы. В зависимости от вида обработки ткани подразделяют на частично карбонизированные углеродистые типа УТМ-8, графитизированные типа ТГН-2М и упрочненные пиролитическим углеродом типа ТМП. Марки и свойства ткани см. в табл. 18. Ткани выпускают шириной 600 мм и длиной от 5 до 25 м в зависимости от марки.

18. Марки и свойства углеродных тканей

Марка	Толщина, см	Масса 1 м ² , г	Прочность при разрыве, кгс (на 5 см ширины ткани), не менее		Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С)
			по основе	по утку	
УТМ-8	0,85	400	50 (30)*	20 (15)	0,07
ТГН-2М	0,60	250	75	15	0,3
ТМП-2	0,65	300	70	15	0,2
ТМП-3	0,65	280	130	25	0,3

* В скобках приведены нормы для II класса.

Углеродные волокна марок ВМН-4 и ВМН-С применяют в качестве наполнителя композиционных материалов (углепластиков), у которых удельная прочность выше, чем у стали. Волокна выпускают в виде жгутов, состоящих из большого числа элементарных волокон. Плотность 1,7 г/см³ (ВМН-4) и 1,9 г/см³ (ВМН-С), прочность соответственно 200—500 и 200 кгс/мм, модуль упругости 25—30 и 40 тыс. кгс/мм².

Углеродные металлизированные волокна марок ВМН-4Д — с медным покрытием и ВМН-4Н — с никелевым, толщиной 0,1—0,5 мкм.

Электроды угольные (ГОСТ 10720—75). Применяют для воздушно-дуговой сварки и резки металлов, удаления прибылей и дефектов отливок, подготовки кромок под сварку, срезки заклепок и других работ. Выпускают марок: ВДК — круглые, диаметром 6, 8, 10 и 12 мм, длиной 300 мм; ВДП — плоские сечением 5×12 и 5×18 мм, длиной 350 мм, омедненные (неомедненная часть не более 30 мм); СК — круглые омедненные и неомедненные, диаметром 4, 6, 8, 10, 12, 15 и 18 мм, длиной 250—700 мм. В обозначение марки входит размер электрода, например ВДК8, СК12, ВДП5×12.

Термоантрацит литейный (ГОСТ 7749—75). Поставляют кусками 40—80 и 80—120 мм и по содержанию серы 1,0 и 1,75% и зольности 6 и 10%. Подразделяют на 1-й и 2-й сорта.

Термоантрацит электродный (ГОСТ 4794—75). Вырабатывается из антрацитов Донецкого бассейна. Предназначен для производства угольных электродов, углеродистых блоков для доменных печей и футеровочных материалов для алюминиевой и химической промышленности. Зольность не более 5%, содержание влаги 1,5%. Удельное электрическое сопротивление не более 1000 Ом·мм²/м.

Пек каменноугольный электродный (ГОСТ 10200—73*) — продукт переработки каменноугольной смолы. Предназначен для производства анодной массы, угольной и графитированной продукции, конструктивных углеграфитовых материалов, электроугольных изделий и др. Расплав или твердый в виде гранул и чешуек продукт трех марок: А, Б и В. Свойства см. в табл. 19.

19. Свойства каменноугольного электродного пека

Показатели	А	Б	В
Плотность, г/см ³	—	1,30	1,32
Температура размягчения, °С	65—70	67—73	85—90
Содержание веществ, нерастворимых в толуоле, %	24—28	25—31	31
То же, в хинолине, %, не более	6	8	12
Выход летучих веществ, %	59—63	58—62	53—57
Зольность, %, не более	0,3	0,3	0,3

Пековый кокс электродный (ГОСТ 3213—71*), получаемый из каменноугольного пека, поставляют кусками размером не менее 10 мм с содержанием мелочи не более 2%. Влажность не более 3%. Выход летучих не более 0,8%. Удельное электросопротивление не более 600 см·мм²/м. Подразделяют на две марки: КПЭ-1 — с содержанием золы и серы не более 0,3% каждый; КПЭ-2 — 0,5%.

КАМЕННОЕ ЛИТЬЕ

Каменное литье получают переплавкой (1350—1550° С) базальтов, диабазов и других горных пород, а также металлургических шлаков и топливной золы с соответствующей подшихтовкой, заливкой расплава в разовые или постоянные формы с последующим строгим режимом охлаждения для обеспечения бездефектного затвердевания отливок. Каменное литье обладает высокой химической стойкостью и износостойкостью и поэтому является незаменимым материалом для химического, горно-обогатительного и другого машиностроения,

где машины подвержены воздействию химических сред и разрушающему действию материалов, обладающих абразивными свойствами. Каменное литье в связи с освоением методов отливки по выплавляемым моделям обладает достаточно высокой точностью, хотя основную массу каменного литья выпускают в виде футеровочных плит и других изделий несложной формы. Из брака каменных отливок, а также из специальных шихт изготовляют каменный порошок для кислотоупорных замазок. Каменное литье подразделяют на черновое (вернее, серое) и белокаменное, хотя и обладающее несколько пониженными свойствами (табл. 20), но позволяющее путем добавки в шихту (кварц, известняк, доломит) окислов получать каменное литье различной окраски приятных тонов.

20. Свойства каменного литья

Каменное литье	Плотность, г/см ³	Пористость, %	Кислотостойкость, %, в		Твердость по Моску	Износостойкость, г/см ² , по Баунингеру	Предел прочности, кгс/см ² , при			Термостойкость, °С
			серной	соляной			сжатии	растяжении	изгибе	
Базальтовое Московского камнелитейного завода	2,85—2,9	5,0	99,80	99,30	7—8	0,035	3000	250	450	10*
Белокаменное Московского камнелитейного завода	2,7	8,5	85,00	81,40	7	0,13	4000	200	350	—
Белокаменное камнелитейного завода	2,87—2,95	4,0	99,22	94,51	8—8,5	0,015—0,022	3500	200	500	5*
Диабазовое Южного горно-обогатительного комбината	—	—	99,47	98,57	—	0,045—0,10	2000	200	350	—
Горноблендитовое Первоуральского завода	—	—	99,0	—	—	0,004—0,012	2500	—	700	—
Каменное	2,5—3,0	—	99,0	—	7—8	0,01	5000	288	546	—
Светлокаменное	2,5—3,0	—	99,5	—	6—7	0,01—0,05	6000	250	—	—

* Число теплосмен.

** Ударная вязкость, кгс·см/см².

Вага минеральная — волокнистый материал, получаемый из силикатного расплава горных пород и металлургических шлаков или их смесей. В зависимости от плотности выпускают (ГОСТ 4640—76) трех марок: 75, 100 и 125, соответствующих объемной массе в кг/м³, подразделяемых на высшую и 1-ю категории. Температуростойчивость 600—700°С, теплопроводность при 25°С 0,038 ккал/(ч·м·°С) и при 300°С — 0,090 ккал/(ч·м·°С). Применяют для тепло- и звукоизоляции.

КЕРАМИКА

Керамика — это разновидность композиционных материалов, получаемых спеканием размельченных горных пород, минералов, окислов и других неорганических составляющих.

Характерными свойствами керамических материалов является достаточная прочность, жаро- и кислотостойкость, износостойкость и твердость и др. Вследствие высокой твердости и хрупкости керамические материалы слабо подда-

ются формообразующей обработке, поэтому их выпускают в виде готовых изделий или полуфабрикатов для изготовления керамических покрытий.

Керамические технические материалы подразделяют на грубую керамику (кирпич, черепица, гончарные трубы, массовые огнеупорные изделия и др.) и тонкую (главным образом фаянс, фарфор) и на их основе комбинаторные керамики с широким диапазоном свойств.

Материалы керамические радиотехнические (ГОСТ 5458—75*) подразделяют в зависимости от назначения на типы: А — высокочастотные для конденсаторов; Б — низкочастотные для конденсаторов; В — высокочастотные для установочных и других изделий электронной техники, и на десять классов: IA — для контурных и разделительных конденсаторов, не определяющих стабильности частот; IIA — для контурных термокомпенсирующих и разделительных конденсаторов; IIIA — для конденсаторов высокой стабильности; IVB — для однополярных импульсных конденсаторов и конденсаторов низкой частоты и постоянного тока; VБ — для конденсаторов низкой частоты и постоянного тока; VIВ — для деталей с рабочей температурой 300°С; VIIВ — для малогабаритных деталей массового производства; VIIIВ — для крупногабаритных деталей и деталей сложной конфигурации; IXВ — для антенных изоляторов и деталей средств связи; XB — для оснований изоляторов и других установочных деталей электронной техники. Каждый класс по электрическим характеристикам подразделяется на группы и категории.

Материалы электротехнические фарфоровые предназначены для изоляторов и изделий постоянного и переменного тока частотой до 60 Гц. Согласно ГОСТ 20419—75 подразделяют на четыре группы фарфора (табл. 21). Изделия из I, II и III группы фарфора предназначены для работы при напряжении свыше 1000 В, а IV — до 1000 В.

21. Электротехнический фарфор

Показатели	I	II	III	IV
Предел прочности, кгс/см ² , не менее:				
при растяжении	300 350	450 550	550 650	—
при сжатии	4500	5000	6000	2500
при статическом изгибе	600 700	800 1000	1100 1400	300 350
при ударном изгибе	1,8 —	1,8 —	2,2 —	1,3 —
Стойкость к термоударам, °С, не менее	160 170	150 160	160 170	— —
Электрическая прочность фарфора при переменном токе, кВ/мм, не менее	30	30	30	—
Тангенс угла диэлектрических потерь при тке 50 Гц, не более	0,025	0,025	0,025	—

Примечание. В числителе — данные для неглазурованного, а в знаменателе — для глазурованного фарфора.

Материалы пьезокерамические — порошки, предназначенные для изготовления элементов устройств, в которых используется явление пьезоэлектронного эффекта. В соответствии с ГОСТ 13927—74*, в зависимости от компонентов, выпускают следующих марок: ТВ-1 (титанат бария), ТВК-3 (титанат бария-кальция), ТВКС (титанат бария-кальция-свинца), ЦТС-19, ЦТС-21, ЦТС-22, ЦТС-23 и ЦТС-24 (цирконат-титанат свинца), ЦТСБ-1 (цирконат-титанат свинца-бария), ЦТСБ-1 (цирконат-титанат свинца-стронция), НБС-1 и НБС-3 (ниобат бария-свинца). Технические характеристики марок приведены в ГОСТ 13927—74*.

Пьезокерамические материалы, в зависимости от основного назначения, подразделяют на четыре класса:

I. Для высокочувствительных пьезоэлементов, работающих в режиме приема и (или) излучения (марки ТВ-1, ЦТС-19, ЦТБС-1).

II. Для пьезоэлементов, работающих в режиме приема и (или) излучения в условиях воздействия сильных электрических полей и (или) механических напряжений (марки ТВК-3, ЦТС-23, ЦТС-24, НБС-1, ЦТСС-1).

III. Для пьезоэлементов, обладающих повышенной стабильностью частотных характеристик в заданном интервале температур и во времени (марки ТВКС, ЦТС-22, НБС-3).

IV. Высокотемпературные для пьезоэлементов различного назначения, работающих при температурах выше +250°С и обладающих повышенной стабильностью пьезоэлектрических характеристик в заданном интервале температур и (или) механических напряжений (марка ЦТС-21).

ОГНЕУПОРЫ

Огнеупоры — технологические материалы (изделия), определяющие эффективность и экономичность ведения металлургических и других высокотемпературных процессов. Современное многообразие огнеупоров представлено в удачной классификации (ГОСТ 4385—68), охватывающей как традиционные керамические огнеупорные материалы, так и новые их разновидности на основе углеродистых композиций, окисных и неокислородных соединений и др. Огнеупоры подразделяют на одиннадцать типов и последние — на группы (в скобках приведены их условные маркировочные обозначения, установленные ГОСТ 4502—72*):

1. Кремнеземистые: кварцевое стекло (КС) с содержанием SiO_2 не менее 99%; динасовые (Ф) — 83% SiO_2 ; динасохромитовые (ДХ) — 80% SiO_2 ;

2. Алюмосиликатные: полукислые с содержанием Al_2O_3 не менее 28% и SiO_2 — 65—85% (II); шамотные, Al_2O_3 28—45% (Ш); муллитокремнеземистые, Al_2O_3 45—62% (МКР); муллитовые, Al_2O_3 62—72% (МЛ); муллитокорундовые, Al_2O_3 72—90% (МК); корундовые, Al_2O_3 свыше 90% (К);

3. Магнезиальные: магнезитовые (периклазовые), MgO не менее 90% (М); то же, на шпинельной (MgAl_2O_4) связке (МГ);

4. Магнезиально-известковые: магнезито-доломитовые (периклазоизвестковые), MgO > 50% и CaO > 10% (МДТ). Доломитовые (известково-периклазовые), MgO 35—50%, CaO 45—70% (ДТ); доломитовые стабилизированные (периклазоалитовые), MgO 35—65%, SiO_2 — 6—15% (ДТС); известковые, CaO свыше 70% (И);

5. Магнезиально-шпинельные: магнезито-хромитовые (периклазохромитовые), MgO свыше 60%, Cr_2O_3 5—18% (МХ с крупнозернистым хромитом и ПШ с тонкомолотым хромитом); хромагнетитовые (хромитопериклазовые), MgO 40—60%, Cr_2O_3 15—30% (ХМ); хромитовые, MgO не менее 40%, Cr_2O_3 свыше 25% (Х); периклазошпинельные, MgO 40—80%, Al_2O_3 15—55% (ПШГ); шпинельные, MgO 25—40%, Al_2O_3 — 55—70% (ШП);

6. Магнезиально-силикатные: периклазофорстеритовые, MgO 65—80%, SiO_2 не менее 10% (ПФ); форстеритовые, MgO 50—65%, SiO_2 25—35% (Ф); форстеритохромитовые, MgO 45—60%, SiO_2 20—30%, Cr_2O_3 5—15% (ФХ);

7. Углеродистые: углеродистые графитированные с содержанием углерода свыше 98% (Г); углеродистые неграфитированные, или угольные, углерод более 85% (У); углеродосодержащие (шамотно-графитовые), углерод 5—70% (ШГ);

8. Карбидокремниевые: карбидокремниевые рекристаллизованные, SiC свыше 90% (КР); карбидокремниевые, SiC свыше 70% на различных связках: кремнеземистой (КК), алюмосиликатной (КА), нитридной (КН), оксинитридной (КО); карбидокремнийсодержащие, SiC 20—70%; муллитокарбидокремниевые (МКК), шамотокарбидокремниевые (ШК);

9. Цирконистые: цирконевые (бадделитовые), Zr свыше 90% (Ц); бадделитокорундовые, Zr свыше 30%, Al_2O_3 до 65% (БК); цирконевые на различных связках с разными добавками (ЦР);

10. Окисные — изделия из окислов: BeO, MgO, CaO, Al_2O_3 , ZrO_2 , ThO_2 , UO_2 и др.; максимальное содержание окисла определяет название огнеупора.

11. Неокислородные — изделия из нитридов, боридов, карбидов (кроме SiC), силицидов и других неокислородных соединений, максимальное содержание которых определяет название огнеупора, стандартные маркировки еще не установлены.

По термостойкости огнеупоры различают: 1) огнеупорные — от 1580 до 1770°С; 2) высокоогнеупорные — свыше 1770 до 2000°С; 3) высшей огнеупорности — свыше 2000°С.

В качестве огнеупоров с термостойкостью до 1580°С применяют жаростойкие бетоны, общие сведения о которых приведены в ГОСТ 20910—75. Данные об огнеупорных бетонах с огнеупорностью от 1580°С и выше приведены в ГОСТ 19038—73.

Огнеупоры поставляют в виде кирпичей стандартных и специальных размеров и различных фасонных изделий, зачастую узкого назначения. Ниже приведено описание некоторых огнеупоров общего назначения.

Изделия легковесные огнеупорные и высокоогнеупорные (ГОСТ 5040—68). Шамотные и полукислые, марки: ШЛА-1,3 с огнеупорностью 1730°С и температурой эксплуатации 1400°С (число в названии марки означает кажущуюся плотность в г/см³); ШЛБ-1,3 1670°С и 1300°С; ШЛБ-1,0 1670°С и 1300°С; ШЛБ-0,9 1670°С и 1270°С; ШЛБ-0,8 1670°С и 1250°С; ШЛБ-0,6 1670°С и 1200°С; ШЛБ-0,4 высшей категории качества 1670°С и 1150°С; ШЛБ-0,4 1670°С и 1150°С. Каолиновые: КЛ-1,3 1730°С и 1400°С; КЛ-0,9 1750°С и 1400°С. Высокоглиноземистые: ВГЛ-1,4 1830°С и 1600°С; ВГЛ-1,3 1750°С и 1550°С; ВГЛ-1,0 1750°С и 1400°С. Динасовые: ДЛ-1,4 1680°С и 1550°С; ДЛ-1,2 1670°С и 1550°С.

Изделия огнеупорные полукислые общего назначения (ГОСТ 4873—71). Марки: ПА с огнеупорностью не ниже 1740°С, ПБ — 1670°С, ПВ — 1580°С.

Изделия огнеупорные шамотные общего назначения (ГОСТ 390—69*). Марки: ША с огнеупорностью не ниже 1730°С, ШБ — 1670°С, ШВ — 1580°С и ШУС — 1580°С.

Изделия высокоогнеупорные хромагнетитовые (хромитопериклазовые) (ГОСТ 5381—72) — марка ХМ с огнеупорностью не ниже 2000°С.

Изделия высокоогнеупорные карбидокремниевые (ГОСТ 10153—70). Марки: КК-1,2 — температура начала деформации под нагрузкой 2 кгс/см² 1700°С (число в названии марки означает содержание Al_2O_3 в процентах); КА-3 — 1500°С и 3,0%; КА-5 — 1500°С и 5,0%.

Изделия магнезитовые (периклазовые) высшей огнеупорности (ГОСТ 4689—74). Марки: МУ-91 — температура начала деформации под нагрузкой 2 кгс/см² 1550°С и содержание окиси магния не менее 91%; МО-91 — 1500°С и 91%; МУ-89 — 1500°С и 89%; МО-89 — 1500°С и 89%.

ПИГМЕНТЫ И НАПОЛНИТЕЛИ

Пигменты и наполнители — тонкодисперсные порошкообразные вещества, нерастворимые в дисперсионных средах и не вступающие с ними в химические соединения, вводимые в состав различных композиций (краски, пластмассы, резины, эмали, керамика и др.) в целях их усиления (прочности, непрозрачности, стойкости к внешним воздействиям, износостойкости и т. д.). Пигменты, кроме того, придают окрасочность композиционному материалу (лакокрасочному покрытию, пластмассам и др.).

Белила цинковые (ГОСТ 202—76) — синтетический неорганический пигмент белого цвета — окись цинка, получаемая муфельным, печным, ветфильным и другими способами из металлического цинка, цинксодержащих руд, лома и отходов. Тонкодисперсный порошок марок: БЦО, БЦО-М, БЦ1, БЦ2, БЦ3, БЦ4, БЦ5 и БЦ6, физико-химические нормы см. ГОСТ 202—76. Предназначены для изготовления лакокрасочных композиций, резины, шин, кабеля, асботехнических изделий и другой продукции.

Двуокись титана пигментная — порошок белого цвета, получаемый гидролизом растворов сернистого титана с последующим прокаливанием полученной гидроокиси титана. Выпускают (ГОСТ 9808—75) девяти марок:

P-1 — двуокись титана рутильной формы, необработанная. Предназначена для кремнийорганических эмалей, резины, белого бетона.

P-02 — рутильной формы, обработанная неорганическими соединениями или органическими веществами. Для лакокрасочных материалов высокой атмосферостойкости, пластмасс и др.

P-03 и P-04 — то же. Для лакокрасочных материалов высокой атмосферостойкости и декоративности, полиграфических красок, пластмасс и пленочных материалов.

P-05 — рутильной формы, обработанная неорганическими соединениями. Для декоративной отделки бумаги.

A-1 — анатазной формы, необработанная. Для вододисперсионных красок, резины, пленочных материалов и др.

A-2 — то же. Вискозные волокна и бумага.

A-01 и A-02 — анатазной формы, обработанная неорганическими соединениями. Для эмалей с высокими декоративными свойствами, пластмасс и др.

Железоокисный желтый пигмент — мелкокристаллическая гидроокись железа. Предназначен для лакокрасочных материалов, цветных цементов и штукатурки, кожевенной, бумажной и резиновой промышленности. Выпускают (ГОСТ 18172—72*) трех марок: **Ж-0** — охристо-желтого цвета. Укрывистость 15 г/м², маслосмкость 35—50 г/100 г, остаток на сетке № 016К — 0,05%; **Ж-1** — табачно-желтого цвета. Укрывистость 20 г/м², маслосмкость 35—60 г/100 г, остаток на сетке № 016К — 0,05%; **Ж-2** — темно-охристо-желтого цвета. Укрывистость 20 г/м², маслосмкость 35—70 г/100 г.

Зелень свинцовая сухая — смесь свинцового крона лимонного с лазурью железной. Выпускают трех сортов: «цельная», № 1 и № 2 с подразделениями на светлую и темную. Укрывистость (сухой пигмент) для различных сортов в пределах 12—42 г/м².

Крон свинцовомолибдатный — синтетический пигмент, изоморфная смесь хромата, молибдата и сульфата свинца. Изготавливают (ГОСТ 17087—71) двух марок: **ОК** — оранжево-красный и **ОКС** — оранжево-красный светостойкий. Укрывистость 24 г/м², маслосмкость — 20 г масла на 100 г пигмента. Остаток на сетке № 004К не более 0,1%.

Крона свинцовые (ГОСТ 478—75). Выпускают желтого цвета, марки **КЖ-1** и **КЖ-2**, лимонного — **КЛ-1** и **КЛ-2** и оранжевого — **КО**. Желтый и лимонные кроны представляют собой совместно осажденные в разных соотношениях хромат и сульфат свинца, оранжевый крон — оксихромат свинца. Плотность желтого и лимонного кронов 5,1—6,1 г/см³, оранжевого 6,8—7,0 г/см³. Остаток на сетке № 0063 не более 0,3%.

Лазурь железная (ГОСТ 21121—75) — искусственный неорганический пигмент синего цвета. По составу — ферроцианид железа и калия (или аммония). Применяют для изготовления голубых, синих и зеленых (путем смешения с кронами) эмалей и красок. Лазурь укрывистая и светостойкая краска, нестойкая против щелочей. Плотность 1,8—1,9 г/см³.

Литопон сухой — синтетический пигмент белого цвета, смесь сульфида цинка и сульфата бария в эквимолекулярном соотношении. ЛП — для производства эмалей красок, пластмасс; КР — искусственной кожи, пленки, линолеума и резины. Дисперсность — остаток после мокрого просева на сетке № 0063К — не более 0,1% (ЛП) и 0,3% (КР). Плотность 4,1—4,3 г/м³. Укрывистость 130 (ЛП) и 140 (КР) г/м². Маслосмкость 15 г масла на 100 г пигмента.

Медянка сухая — соединение меди с уксусной кислотой (окиси меди 40—44%, уксусной кислоты 26—29%, воды не более 31%), по внешнему виду — порошок или небольшие кусочки голубовато-зеленого цвета. Медянка обладает хорошими противокоррозионными свойствами в условиях атмосферных воздействий.

Окись хрома Cr₂O₃ — порошок от светло- до темно-зеленого цвета, насыщенная плотность 1,3—1,5 г/см³, температура плавления 2265—2435°С; поставляют

(ГОСТ 2912—73) следующих марок: пигментную ОХП-1 и ОХП-2, металлургическую — ОХМ-0 и ОХМ-1; абразивную — ОХА-0, ОХА-1 и ОХА-2.

Охра сухая (ГОСТ 8019—71*) — природный пигмент (землиная краска), состоящий из тонкого порошка глины, окрашенной окислами железа в желтый цвет различных оттенков. Выпускают четырех марок: **O-1 (А)** — для художественных красок; **O-2 (Б)** — для масляных красок, эмалей; **O-3 (В)** — для густотертых красок и **O-4** — для клеевых и силикатных красок. Обладает хорошей атмосферостойкостью к действию щелочей и слабых кислот.

Пылевидный кварц (маршаллит) — тонкодисперсионная мучнистая масса чистого белого цвета, получаемая из природных ископаемых (например, Болотовское месторождение на Урале) или путем размала кварцевого песка. Кварц молотый пылевидный (ГОСТ 9077—59) выпускают трех марок (табл. 22) с содержанием кремнезема не менее 98% и влаги не более 2%. Применяют при шлифовании стекла, изготовлении литейных красок, суспензий, для покрытия выплавляемых моделей, для заполнения резины и пластмассы и в других случаях, где требуется кварц с малым содержанием железа.

22. Кварц молотый пылевидный

Показатели	КП-1	КП-2	КП-3
Железо, %, не более	0,05	0,05	Не нормируется
Реакция водной вытяжки	Нейтральная		
Зернистый состав, %:			
остаток на сетке № 016	1,0	2,0	1,0
" " № 010	2,5	5,0	2,5
" " № 0063	10,0	10,0	10,0
Проходит в сетку № 005, не менее	80,0	70,0	80,0

Сажа — тонкий, мягкий сильномажущий черный порошок, являющийся почти чистым углеродом. По методу получения подразделяют на сажу газовую и сажу нефтяную (ТУ 867—41). Для изготовления черных и серых эмалей применяют преимущественно газовую сажу, имеющую наибольшую интенсивность цвета и хорошую укрывистость. Сажа обладает хорошей атмосферостойкостью. Плотность 1,65—2,00 г/см³.

Сажа белая — тонкодисперсная двуокись кремния, предназначенная в качестве усиливающего наполнителя резиновых смесей (белая резина) и в других целях. Выпускают по ГОСТ 18307—78.

Сурик железный сухой (ГОСТ 8135—74) — природный (гематит) пигмент красно-коричневого (кирпичного) цвета, подразделяемый на четыре марки: **Г** — для лакокрасочных материалов специального назначения и алкидных грунтовок; **АК** — для противокоррозионных и судовых красок и грунтовок общего назначения; **Э** — для эмалей общего назначения; **К** — для тертых красок и шпатлевок общего назначения. Укрывистость 15—25 г масла на 100 г пигмента.

Сурик свинцовый (ГОСТ 19151—73*) — продукт термического окисления глета — тяжелый порошок ярко-красно-оранжевого цвета. Выпускают пяти марок: **M-1**, **M-2** и **M-3** — для лакокрасочных материалов, **M-4** — для аккумуляторов и **M-5** — для оптических и художественных стекол, хрусталя и электрокерамики. Остаток на сетке № 0063 не более 0,5%. Является лучшим пигментом для противокоррозионных л.к.п. металлов, в частности для окраски подводной части морских и речных судов.

Хроматы цинка (крон цинковый). Синтетические неорганические материалы светло-желтого цвета с различным содержанием окиси цинка, окиси калия, окиси хрома. Выпускают (ГОСТ 16763—71): тетраоксихромат цинка — марки **A** и **B** — для изготовления грунтовок (марка **A** для фосфатирующих грунтовок не применяется) и хромат цинка и калия — марки **A** для изготовления

антикоррозионных, декоративных и художественных красок и эмалей и марки Б — для изготовления художественных красок.

Циркония двуокись (ГОСТ 24907—76). Выпускают двух марок: ЦрО (1-го и 2-го сорта) — для производства огнеупоров, керамических пигментов, эмалей, глазури, пьезокерамики и абразивов; ЦрО-К — для производства радио- и пьезокерамики. Порошок белого цвета с желтоватым или сероватым оттенком, не содержащий механических включений, окислы, спека, окатышей. Остаток на сетке № 0315 не более 0,5% (ЦрО) и 40% (ЦрО-К).

СЛЮДА И ИЗДЕЛИЯ НА ЕЕ ОСНОВЕ

Слюда природная и синтетическая

Слюда — минерал, обладающий способностью расщепляться на листочки, или чешуйки, которые прочны, гибки и упруги и в тонком слое (мусковит) прозрачны. Сочетание теплостойкости и химической стойкости с электро- и теплоизолирующими свойствами делает слюду незаменимым материалом в машиностроении. Различают разновидности слюды: мусковит (алюминиевая, $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$), флогопит (магнезиально-железистая, $KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$), вермикулит ($Mg_x(Mg, Fe)_{3-x}[AlSi_3O_{10}](OH)_2 \cdot 4H_2O$) и синтетическая — фторфлогопит ($KMg_3[AlSi_3O_{10}]F_2$). Основные свойства приведены в табл. 23.

23. Основные свойства слюды

Показатели	Мусковит	Флогопит	Вермикулит	Фторфлогопит
Плотность, г/см ³	2,8	2,2	2,6	—
Температура плавления, °С	—	—	—	1340
Предел работоспособности, °С (температура начала вспучивания)	650	900	200	1050
Твердость по Моосу	—	—	1—1,5	—
Прочность при сжатии, кгс/см ²	—	—	1000	—
Диэлектрическая проницаемость	6—7	5—6	—	7,5
Удельное объемное электросопротивление, Ом·м	10^{13} — 10^{14}	10^{11} — 10^{12}	—	10^{15}
Тангенс угла диэлектрических потерь при 10^6 Гц	$(2-3) \cdot 10^{-4}$	$(10-50) \cdot 10^{-4}$	—	$1 \cdot 10^{-4}$
Пробивная напряженность, МВ/м	120	120	—	200

В зависимости от первичной обработки слюду выпускают (ГОСТ 10968—72) следующих типов: **подборы** (Пд) — пластины произвольной формы толщиной от 80 до 3000 мкм; **обрезная** (С) — прямоугольные пластины толщиной от 5 до 600 мкм; **щипаная** (Щ) — пластины произвольной формы толщиной от 10 до 45 мкм; **фасонные изделия** — прокладки, диски, шайбы и др.; **дробленая** — чешуйки размером от 160 до 15 000 мкм; **молотая** — порошок с фракциями до 280 мкм; **вермикулит вспученный** — зернистый материал чешуйчатого строения с частицами до 10 000 мкм.

Вермикулит — слюдоподобный материал золотисто-бурого цвета из группы гидрослюд. Плотность 2,4—2,7 г/см³. При нагревании до 900—1000°С вспучивается, и объем увеличивается в 15—20 раз. В новом состоянии вермикулит является ценным тепло- и звукоизоляционным материалом (табл. 24).

Вермикулит вспученный (ГОСТ 12865—67). Продукт обжига природных гидратированных слюд; по объемной насыпной массе подразделяют на марки 100, 150 и 200 (кг/м³) с теплопроводностью 0,055; 0,060 и 0,065 ккал/(м·ч·°С). По зернистости вермикулит делат на фракции: крупный с размером зерен от 5 до 10 мм, средний — 0,6—5 мм и мелкий — до 0,6 мм. Применяют для теплоизоляции, работоспособной от —260°С до +1100°С, а также для звукоизоляции легких (теплых) бетонов.

24. Свойства вспученного вермикулита (ГОСТ 10698—71*)

Марка	Объемная насыпная масса, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°С) при	
		25°С	325°С
100	100	0,055	0,130
150	150	0,060	0,135
200	200	0,065	0,140

Конденсаторная слюда (ГОСТ 7134—64*) применяется для изготовления слюдяных конденсаторов. Мусковит марок: СО (образцовая), СФ (фильтрованная), СНЧ (низкочастотная), СВЧ (высокочастотная) — в качестве основного диэлектрика, обуславливающего емкость конденсатора. Флогопит и (мусковит) марки СЗ (защитная) — для защитных изоляционных прокладок.

Слюду изготовляют в виде прямоугольных пластинок длиной от 7 до 60 мм и шириной от 4 до 50 мм. По толщине слюда СО, СФ, СНЧ и СВЧ рассортирована на группы: 20—25, 25—35, 35—45 и 45—55 мкм и марка СЗ — 100—300 мкм.

СДФ — слюда дробленая для изготовления рубероида и других строительных материалов (ГОСТ 19571—74*).

Слюда мусковит молотая электродная. Тонкость помола — остаток на сетке № 0315 — 3%, № 01 — 70%. Содержание: влаги 3,5%; двуокиси кремния (SiO₂) 44—50%, полуторных окислов (Al₂O₃+Fe₂O₃) до 40%, окиси железа (Fe₂O₃) не более 5,0%, окиси магния (MgO) 2,0%, окиси калия (K₂O) 8,0%, серы 0,1%, фосфора 0,1%, посторонних примесей 5,0%. Поставляют по ГОСТ 14327—69*. Применяют в покрытиях электродов для дуговой сварки.

СММ-160, СММ-125, СМФ-160 и СМФ-125 — слюда молотая мусковит и флогопит; числа в марках означают незначительный остаток (0,2%) на сетке № 0160 и № 0125. Основное назначение — для наполнения резин и красок. Поставляют по ГОСТ 855—74**.

СМО-63 и СМО-125 — слюда молотая мусковит для декоративных целей в производстве обоев, красок и др. Цифры в марках означают размер основной фракции порошков в мкм. Поставляют по ГОСТ 13319—67.

СОГМ — слюда обрезная гидротермическая мусковит для гидротермической изоляции водоуказательных приборов котлов высокого давления. Прямоугольные пластинки длиной до 220 мм (и по замеру до 340 мм) и толщиной от 200 до 300 мкм, поставляют по ГОСТ 13752—78.

СОМТэ — слюда обрезная мусковит для термической и электрической изоляции тепловых элементов. Прямоугольные пластинки длиной не более 200 мм и толщиной от 100 до 500 мкм, поставляют по ГОСТ 13751—78.

СОСОП — слюда обрезная (мусковиты, флогопит) — для смотровых окон промышлленных печей и бытовых приборов. Прямоугольные пластинки длиной не более 70 мм и толщиной от 20 до 100 мкм, поставляют по ГОСТ 13751—78.

СОЩМ — слюда обрезная для щеткодержателей (мусковит) в электродвигателях высокого напряжения. Прямоугольные пластинки длиной до 100 мм, рассортированные по толщине на две группы: 200—400 и 400—650 мкм, поставляют по ГОСТ 13753—78.

СМ и СФ — щипаная слюда мусковит и флогопит. Размер пластинки определяется площадью прямоугольника, вписываемого в ее контур, в см². Предназначена для всех видов клееной слюдяной изоляции. Согласно ГОСТ 3028—78 по качеству подразделяют на сорта (1, 2) и по размерам пластин — на группы (I, II, III и IV). Методы испытания установлены ГОСТ 3028—78.

Фторфлогопит — синтетический продукт, получаемый путем кристаллизации из расплава, имитирующего состав природного флогопита с введением фтора. Вследствие лучшей чистоты шихты и отсутствия кристаллизационной воды фторфлогопит обладает лучшими электроизоляционными свойствами по

сравнению с природной слюдой. Используется в качестве непосредственных электроизоляционных изделий и реже — в качестве компонентов для микаши-товых и других слюдяных композитных изделий.

Фторфлогопит также применяют в качестве камнекристаллических отливок. Выпускают синтетическую слюду следующих разновидностей: вакуум-стойкую марки СИ-1-ВС — для высокотемпературных датчиков (ТУ 41-961—71) и для термометров сопротивления (ТУ 41-955—71), марки СИ-1-ВИ — для высокотемпературных изоляторов (ТУ 41-962—71), оптическую марки СИ-1-О (ТУ 41-960—71), радиодетальную марки СИ-1-Р (ТУ 41-957—71), молотую СИ-1-МН (ТУ 41-965—71), щипаную СИ-1-Щ (ТУ 41-963—61), скрап СИ-1-СПБ — для слюдопластовой бумаги (ТУ 41-956—71).

Изделия из слюды

Миканитовые изделия — электроизоляционный листовый материал или фасонные оболочковые детали, изготавливаемые путем склеивания листочков щипаной слюды лаками до определенной толщины. В зависимости от назначения миканитовые изделия различают: коллекторный миканит (ГОСТ 2196—75), прокладочный (ГОСТ 6121—75), гибкий (ГОСТ 6120—75), микаленту (ГОСТ 4268—75), миканит формовочный (ГОСТ 6122—75), микафоллий (ГОСТ 3686—77), стекломиканит гибкий (ГОСТ 8727—78), детали слюдяные для электронных приборов (ГОСТ 18096—72*) и др.

Слюдабитовые или слюдопластовые изделия — электроизоляционный листовый материал или фасонные оболочковые детали, изготавливаемые термической обработкой мелочи и отходов мусковита, их химическим расщеплением и формированием из образовавшейся пыли изделий с незначительным добавлением связующих лаков. Выпускают слюдинит гибкий (ГОСТ 10715—76), слюдинит коллекторный (ГОСТ 12127—78), ленту слюдинитовую на кремнеорганическом лаке (ГОСТ 13184—78), слюдинит гибкий (ГОСТ 10715—76*), слюдопластофоллий (ГОСТ 19760—74*), слюдопластленту (ГОСТ 19758—74*), слюдопласт коллекторный (ГОСТ 18990—73*), слюдопласт прокладочный (ГОСТ 18625—73), слюдопласт гибкий (ГОСТ 19759—74) и другие изделия.

СТЕКЛО

Стекло — аморфный изотропный, твердый и хрупкий термопластичный и, в большей или меньшей мере, прозрачный материал, получаемый в результате переохлаждения расплава различных стеклообразующих компонентов. По назначению стекло подразделяют на техническое, строительное и тарно-бытовое. Техническое стекло: оптическое, светотехническое, химико-лабораторное, медицинское, электротехническое, автотранспортное, приборное, защитное, электро-, тепло-, и звукоизоляционное, сцинтилляционное, люминесцентное, а также растворимое, стекловолоконное и ткани из него, стеклопластики и др. В зависимости от исходного сырья стекло различают: силикатное (на основе двуокиси кремния), алюмосиликатное (окись алюминия и двуокись кремния), боросиликатное (борный ангидрид и двуокись кремния), бороалюмосиликатное, алюмофосфатное, силикотитанатное, силикоцирконатное. Введение в состав шихты окислов металлов и других веществ придает стеклам особые свойства.

Дополнительной обработкой — отжигом обеспечивается снятие внутренних напряжений в стеклянных изделиях, закалкой достигается значительное повышение механической прочности и термической стойкости, выдерживанием по определенному режиму нагрева (кристаллизацией), обеспечивающим частичный переход стекла в кристаллическое состояние, — образование ситаллов.

Качество стекла определяется по общетехническим показателям: плотности, прочности, твердости, хрупкости, упругости, теплоемкости, теплопроводности, тепловому расширению, термостойкости, электропроводности, диэлектрической проницаемости, диэлектрическим потерям, электрической прочности, химической устойчивости и специфическим оптическим показателям: пропу-

сканию, поглощению и отражению света, спектральным свойствам, преломлению, дисперсии, двойному лучепреломлению, рассеянию света, люминесцентным свойствами. На качество стекла влияют технологические дефекты: свильность — наличие в стекле отдельных участков, имеющих отличный от общей массы состав и другой коэффициент преломления; пузырчатость — наличие видимых глазом газовых включений и др.

Кварцевое стекло

Кварцевое стекло — наиболее чистое (практически однокомпонентное — SiO_2) силикатное стекло, получаемое плавлением (выше 1700°C) природного кристаллического кварца (горный хрусталь, жильный кварц или чистый кварцевый песок). Благодаря высокой термической и химической стойкости и другим свойствам (табл. 25) кварцевое стекло является основой многих видов технических изделий.

Непрозрачное стекло применяют для изготовления крупногабаритной термостойкой и кислотостойкой лабораторной и производственной аппаратуры, труб, емкостей, изоляторов высокого напряжения; прозрачное техническое стекло — для изготовления всевозможных деталей и изделий.

25. Свойства кварцевого стекла

Показатели при 20°C	Непрозрачное	Прозрачное
Плотность, г/см ³	2,02—2,08	2,20
Пористость, %	5,0—7,5	0
Микротвердость, кгс/мм ²	—	1200
Модуль упругости, кгс/мм ²	4500	7500
Предел прочности, кгс/см ² :		
при растяжении	450	600
» сжатии	3500	6500
» изгибе	450	1100
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	1,0—1,5	2,3
Теплоемкость, ккал/(кг·°C)	0,205	0,213
Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·°C)	1,07	1,19

Оптическое стекло

Стекло кварцевое оптическое (плавленый кварц). Плотность 2,21 г/см³, предел прочности при изгибе 400 кгс/см², сжатии 6000 кгс/см², ударном изгибе 2—3 кгс/см². Температура спекания массивного стекла 1250°C , температура начала деформации под нагрузкой 1220°C для марки КИ и 1160°C — для остальных. Поставляют в заготовках размером (диаметр или диагональ) не более 500 мм. В зависимости от основной области спектрального пропускания устанавливаются (ГОСТ 15130—69*) шесть марок:

KY-1, KY-1 со Знаком качества — прозрачное в ультрафиолетовой области спектра, нелюминесцирующее; **KY-2** — прозрачное в ультрафиолетовой области спектра; **KB** — прозрачное в видимой области спектра; **KB-P** — прозрачное в видимой области спектра, устойчивое к гамма-радиации; **KI** — прозрачное в инфракрасной области спектра.

Стекло оптическое бесцветное (ГОСТ 3514—76) выпускается в заготовках, диаметром или с наибольшей стороной кубика не больше 500 мм по техническим требованиям, установленным ГОСТ 13240—67*. В зависимости от расположения на координатном поле диаграммы «показатель преломления n_e — коэффициент дисперсии v_d » (рис. 1) оптическое бесцветное стекло выпускается следующих типов и марок: **ЛК** — легкие кроны, шесть марок, в том числе предпочтительные ЛК6 и ЛК7; **ФК** — фосфатный крон, одна марка; **ТФК** — тяжелый фосфатный крон; **К** — кроны, семь марок, в том числе К8, К108 и К100;

БК — баритовые кроны, девять марок, в том числе БК6, БК106, БК8, БК108, БК10 и БК110; ТК — тяжелые кроны, 17 марок, в том числе ТК2, ТК102, ТК74, ТК114, ТК16, ТК116, ТК20, ТК120, ТК24, ТК121 и ТК29; СТК — сверхтяжелые кроны, пять марок; ОК — особый (с особым ходом дисперсии) * крон;

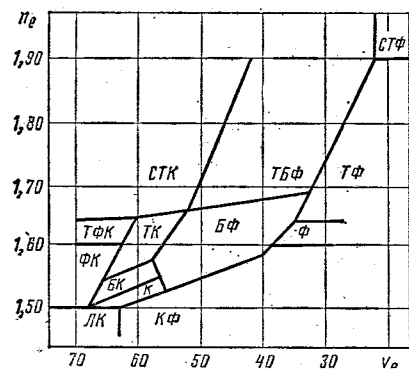


Рис. 1. Диаграмма: «показатель преломления n_e — коэффициент дисперсии v_e » оптического стекла

терпостики, устойчивость к понижающим излучениям, светорассеяние, механические свойства, химическая устойчивость и электрические характеристики установлены ГОСТ 13659—78.

Светотехническое стекло

К светотехническому относят стекло, которое служит для рассеяния света, изменения направления светового потока, избирательного поглощения отдельных участков спектра и т. п.

Светофильтры — для светофоров железнодорожного транспорта (ГОСТ 11949—73) — выпускают красного, желтого, зеленого, синего и лунно-белого цветов, в двух исполнениях: СЛ-145 — с восемью зонами концентрации светового потока, диаметром 145 мм; СЛ-139 — с семью зонами концентрации светового потока, диаметром 139 мм.

Фары и другие осветительно-сигнальные изделия (ГОСТ 5635—73) — для автомобилей, тракторов, мотоциклов и др.

Рассеиватели защитные и декоративные из силикатного стекла для светильников стандартизованы ГОСТ 10036—75Е.

Стекло листовое

Стекло полированное листовое предназначено для остекления средств транспорта и зданий. Размеры по ширине от 250 до 1400 мм и длина от 300 до 2200 мм при толщине 4; 5; 6 и 7 мм. По внешнему виду подразделяют на I, II и III сорта. Светопропускание не ниже 84% (на 1 см толщины).

Стекло оконное вагонное (ГОСТ 13524—68*) выпускают толщиной 5 мм мерными листами под условными номерами, соответствующими стандартным оконным и дверным проемам всех пассажирских вагонов, рассчитанных на скорость движения до 160 км/ч.

* Стекла типов ОК и ОФ могут находиться на любом участке поля диаграммы (рис. 1), занимаемом соответственно кронами или флинтами.

КФ — кронфлинты, три марки, в том числе КФ4; БФ — баритовые флинты, 16 марок, в том числе БФ12, БФ112, БФ16 и БФ24; ТБФ — тяжелый баритовый флинт, одна марка; ЛФ — легкие флинты, четыре марки, в том числе ЛФ5 и ЛФ105; Ф — флинты, девять марок, в том числе Ф1, Ф101, Ф104 и Ф6; ТФ — тяжелые флинты, 14 марок, в том числе ТФ1, ТФ101, ТФ3, ТФ5 и ТФ105; СТФ — сверхтяжелый флинт; ОФ — особый (с особым ходом дисперсии) флинт, три марки.

Стекла изготовляют двух серий: обычные — с нумерацией марок от 1 до 99. Серии 100 — малотемнеющие под воздействием ионизирующего излучения, с нумерацией марок от 100 до 199.

Номинальные значения параметров, определяющих следующие физико-химические свойства и характеристики оптических стекол: оптические, термооптические и теплотехнические характеристики

Стекло листовое непотропанное для тихоходного автотранспорта (ГОСТ 2413—58*) выпускают I и II сортов. Светопропускание не менее 80%. Цвет и оттенки, светотехнические показатели, а также форма и размеры изделий — по эталонам и чертежам, согласованным между сторонами.

Стекло закаленное для остекления кабин тракторов и сельскохозяйственных машин для работы в различных климатических условиях выпускают: плоское по ГОСТ 5727—75* и гнутое по ГОСТ 14803—75*, в том числе со Знаком качества.

Стекла закаленные для судовых иллюминаторов (ГОСТ 5.415—70*) диаметром в свету 200, 250, 300 и 350 мм и прямоугольные — 450×300 и 600×400 мм, толщиной 8, 10, 12 и 15 мм.

Стемалит (ГОСТ 22279—76) — плоское закаленное эмалированное стекло, покрытое с одной стороны эмалевой краской и подвергнутое термообработке с целью упрочнения стекла и закрепления краски на его поверхности. Изготавливают шириной от 900 до 1100 мм с интервалом 50 мм и длиной от 400 до 1500 мм с интервалом 100 мм.

Стекла безосколочные на полимерной прокладке предназначены для остекления автомобилей, выпускают полированными и непотропанными I и II сортов, толщиной 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 и 6,5 мм с допуском $\pm 0,5$ мм. Форма и размеры изделий — по согласованию. Светопропускание не менее 84%. Изделия бесцветны. При ударе не должны распадаться на куски, но могут иметь сеть радиально-круговых трещин.

Стекло полированное силикатное (ГОСТ 8688—77), применяемое при изготовлении форм для полимеризации в производстве органического стекла. Размеры стекла 1400×1230 мм, толщина 7—11 мм и 1800×1600 мм, толщина 9—11 мм марок: А — механически полированное и Б — термически полированное.

Оконное стекло (ГОСТ 114—78) толщиной 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм, листы от 500×400 до 1600×2200 мм. По ГОСТ 11214—65* мерные листы, соответствующие размерам проемов оконных рам и балконных дверей.

Стекло с особыми свойствами

Химико-лабораторное стекло. Выпускают (ГОСТ 21400—75) в зависимости от химической и термической стойкости следующих групп: ХС1, ХС2 и ХС3 — химически стойкое соответственно 1, 2 и 3-го классов; ТХС1 и ТХС2 — термически и химически стойкое 1-го и 2-го классов; ТС — термически стойкое.

Термометрическое стекло (ГОСТ 1224—71) предназначено для изготовления термометров с пределами измерения от -200 до $+650^\circ\text{C}$. Различают марки 360, 500 и 650 для термометров с верхним пределом шкалы соответственно 360, 500 и 650°C .

Рентгеновские защитные стекла. Выпускают (ГОСТ 9541—75) толщиной 10 (2,5), 15 (4,0), 20 (5,0), 25 (6,5) и 50 (13,5) мм круглой (диаметром от 30 до 250 мм) и прямоугольной формы от 132×146 до 500×600 мм из оптического стекла марок ТФ5 и ТФ105. Защитные свойства рентгеновских стекол характеризуются свинцовым эквивалентом, т. е. толщиной свинца в мм, ослабляющей рентгеновское излучение в то же число раз, что и защитное рентгеновское стекло данной толщины. Соответствующие значения свинцовых эквивалентов при напряжении 180—200 кВ приведены в скобках.

Электропроводящее стекло (полупроводниковое) — стекло, обладающее свойствами полупроводников благодаря включению в состав элементов или окислов, придающих стеклу электропроводность. Различают **халькогенидные стекла**, в состав которых входят в различных сочетаниях сплавы сульфидов, селенидов и теллуридов, а также мышьяка, висмута и другие элементы, и **оксидные ванадиевые стекла** на основе окислов ванадия и фосфора с добавками других окислов. Они находят широкое применение в качестве термисторов, светофильтров и фотосопроотивлений.

Стекло с электропроводящей поверхностью, образуемой нанесением на поверхность стекла тонкой пленки (от нескольких Å до нескольких мкм) окислов

металла (обычно олова, кадмия, титана) или путем восстановления поверхностного слоя специального стекла, в состав которого введены легковосстаивающиеся окислы металлов, и другими методами. Вследствие незначительной толщины поверхностные пленки практически не изменяют оптических свойств стекла. Их применяют в качестве элементов в полупроводниковой и электронно-вакуумной технике, а также в качестве кинятильников, отопительных панелей, незапотевающих стекол и зеркал и т. д.

Склеивание стекла со стеклом и другими минеральными материалами, когда не ставится условие прозрачности соединения, осуществляют различными композициями на основе жидкого стекла. При склеивании многослойных стекол (например, автомобильного многослойного безосколочного стекла) применяют поливинилбутиральные и другие пленки. Склеивание стекла с металлами и другими материалами осуществляют эпоксидными полиуретановыми клеями.

ВОЛОКНА И ТКАНИ СТЕКЛЯННЫЕ

По способу производства элементарные стеклянные волокна подразделяют на **непрерывные**, получаемые путем непрерывного вытягивания из стеклянного расплава волокон (диаметром 3—100 мкм, длиной до нескольких километров), и **штапельное** волокно, получаемое разделением струи расплавленного стекла на короткие волокна (длиной 1—50 мм при диаметре 0,5—20 мкм).

Волокна изготовляют из стекол специальных составов, подобранных по условиям оптимизации степени вязкости (расплава) и температуры кристаллизации. В зависимости от исходного состава прочность волокон на разрыв колеблется в среднем от 200 до 400 кгс/мм², достигая в максимуме до 600 кгс/мм².

Стекловолоконные стали высокопрочным армирующим компонентом стеклопластиков и полупродуктом для изготовления плетеных изделий и стеклянных тканей.

Вата стеклянная из непрерывного волокна. Термозоляционный материал. Плотность (при нагрузке на вату 0,02 кгс/см²) не более 130 кг/м³. Диаметр волокна не более 21 мкм. Коэффициент теплопроводности в ккал/(м·ч·°С) не более 0,034+0,0003 t_{cp} , где t_{cp} — средняя температура изолируемой поверхности.

Нити стеклянные крученые выпускают метрических номеров — от 150 до 1,5 для электроизоляции проводов, выработки тканей и лент и т. д. Подразделяют (ГОСТ 8325—78) на 15 марок: от НС-300/2 (соответствует метрономеру 150) до НС-75/48 (метрономер 1,5).

Нити и волокна стеклянные однонаправленные (ГОСТ 10727—73*) — срезы с бобин или других паковок стеклянных комплексных, т. е. склеенных из элементарных волокон нитей или непрерывных элементарных волокон, вырабатываемых из алюмоборосиликатного стекла с содержанием окислов щелочных металлов не более 0,5%. Прочность не менее 200 кгс/мм². Выпускают марок: БС4-100, БС6-200, БС6-400, БС6-800, БВ6, БВ6/в, БС8-200, БС8-400, БС8-800, БВ8, БВ8/в, БС10-200, БС10-400, БС10-800, БВ10, БВ10/в и БВ10/в-р. В названиях марок буквы и цифры означают: Б — алюмоборосиликатное стекло; В — элементарное волокно; С — элементарная нить; 4, 6, 8 и 10 — их диаметр в мкм; 100, 200, 400 или 800 — число элементарных нитей в комплексной нити. Нити и волокна предназначены для фильтрации, теплоизоляционных материалов, в качестве наполнителей пластмасс и т. п.

Маты и полосы из стеклянного волокна. Маты применяют для термоизоляции плоских и цилиндрических поверхностей с большим радиусом кривизны, полосы — с малым радиусом кривизны. Температура изолируемой поверхности не более 450°С. Коэффициент теплопроводности тот же, что и для ваты стеклянной.

Ткани из стеклянного волокна (ГОСТ 8481—75) полотняного переплетения изготовляют марок А-1 и А-2. Размеры и свойства ткани см. ГОСТ 8481—75.

Ткани из стеклянных крученых комплексных нитей (ГОСТ 19170—73*) предназначены для изготовления стеклопластиков. Выпускают 15 марок, из них двенадцати присвоен Знак качества. Свойства приведены в табл. 26.

26. Ткани из стеклянных крученых комплексных нитей

Марка ткани	Толщина ткани, мм	Масса 1 м ² ткани, г	Плотность ткани, число нитей/см		Разрывная нагрузка, на полоске ткани шириной 25 мм, кгс, не менее	
			по основе	по утку	по основе	по утку
T-10	0,23	290	36	20	270	150
T-10/1	0,23	290	36	20	255	140
T-10/2	—	290	36	20	230	120
T-10/2—80	—	290	36	20	260	150
T-10-80	0,24	290	36	20	320	180
T-11	—	385	22	13	280	160
T-11-752	—	385	22	13	280	160
T-11-ГВС-9	0,30	385	22	13	180	95
T-12	—	370	22	13	275	160
T-12-41	—	370	22	13	265	145
T-12-ГВС-3	0,30	370	22	13	175	90
T-13	0,27	285	16	10	180	120
T-14	0,27	308	16	13	180	150
T-14-78	0,29	308	16	13	180	160
T-14-270	0,27	308	16	13	190	160

Ткани фильтровальные из стеклянных крученых комплексных нитей, предназначенные для фильтрации нейтральных, слабощелочных, кислых жидких и газообразных сред при температуре не выше 350°С, выпускают (ГОСТ 10146—74) шести марок: ТСФ(Б)-7с, ТСФР(Б)-7с, ТСФ(7-А)-7с, ТСФР(7-А)-7с, ТСФ(7-А)-6п и ТСФ(7-А)-9п.

Стеклоткань электроизоляционная выпускается по ГОСТ 40156—78.

Лента стеклянная электроизоляционная выпускается по ГОСТ 5937—68.

СИТАЛЛЫ

Ситаллы (стеклокерамика) — новые стеклокерамические материалы на основе стекла, отличающиеся от последнего кристаллической структурой, подобной керамической, но с более мелкими (от долей до 1—2 мкм) кристаллами и более плотной их упаковкой, исключающей какую-либо пористость материала. Ситаллы изготовляют путем плавления стекольной шихты специальных составов с добавкой катализаторов кристаллизации, охлаждения расплава до пластичного состояния и формования из него изделий методами стекольной технологии (прессованием, выдуванием, вытягиванием). Отформованные изделия подвергают специальной термической обработке для образования мелкокристаллической плотной структуры, характерной для ситаллов.

Ситаллы по химическому составу подразделяют [11] на группы: СТЛ — сподуменовые; СТМ — корднеритовые; СТБ — борнобариевые и борносвинцовые, высококремнистые, а также фотоситаллы и др. Свойства приведены в табл. 27.

Фотоситаллы содержат светочувствительные добавки и способны под влиянием облучения и термообработки стекла вызывать в нем избирательную сплошную объемную кристаллизацию.

Фотохромные стекла способны обратимо изменять окраску.

Шлакоситаллы — стеклокерамические материалы, получаемые на основе металлургических шлаков.

Ситаллоэмали — стеклокерамические антикоррозионные, термостойкие (до 840°С) и износостойкие защитные покрытия.

27. Марки и свойства ситаллов [11]

Марки (в скобках старые названия)	Плотность, г/см ³	Предел прочности, кгс/мм ²		Модуль упругости $E \cdot 10^{-3}$, кгс/мм ²	Микротвердость кгс/мм ²	Термостойкость, °С	Электрическая прочность, кВ/мм
		при изгибе	при сжатии				
СТЛ-1 (С-15-12)	2,54	10,4	68,1	8,1	744	900	71
СТЛ-2 (СО-21)	2,53	11,6	79,9	9,0	765	605	—
СТЛ-3 (СО-15)	2,46	10,0	65,2	8,2	725	545	—
СТЛ-4 (СО-156)	2,50	11,5	69,0	8,5	690	385	—
СТЛ-5 (С-12-14)	2,60	10,9	95,0	7,3	836	600	27
СТЛ-6 (224-18)	2,47	12,5	60,0	7,2	870	850	64
СТЛ-7 (СК-1)	2,47	11,6	80,6	7,2	830	635	59
СТЛ-8 (ТС-81)	2,43	10,0	43,5	7,7	865	580	33
СТЛ-9 (ТА-217)	2,36	13,9	73,4	8,1	—	290	—
СТЛ-10 (АС-05-С-023)	2,55	22,5	100	8,5	627	350	85
СТМ-1 (АС-05-ТЦ-370)	2,84	17,9	43,3	13,2	967	1000	23
СТМ-2 (СТ-50-4)	2,71	13,9	90,5	9,9	705	210	47
СТМ-3 (СТ-50-2)	2,53	—	103,5	9,9	790	—	28
СТБ-1 (7-IV-23)	2,49	10,7	87,8	6,7	599	750	73
СТБ-2 (АС-05-Ф-336)	2,53	13,5	66,6	6,7	583	542	66

ТВЕРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К данной группе отнесены природные и главным образом синтетические вещества, используемые в машиностроении благодаря своей высокой твердости и износостойкости в качестве конструктивных (опоры, наконечники и т. д.) и технологических (режущие инструменты, кроме алмазов, которые описаны выше).

Агат и халцедон — технический продукт, характеризующийся (ГОСТ 15319—70*) следующими показателями: плотность 2,60—2,65 г/см³; пористость 0,4—1,38%; твердость по Моосу 6,5—7,0, по Шору 97—104; микротвердость 880—1020 кгс/мм²; временное сопротивление, кгс/см²: сжатие 8940—12 130, излому 1730—4490, скалыванию 264—571. Различают три марки: АТ-1 — агат технический однородной текстуры, радиально-лучистый, сферолитовой структуры с равномерным расположением центров кристаллизации; месторождение — Памач Грузинской ССР; АТ — агат технический однородный неяснополосчатой текстуры, мелкозернистой структуры с участками раскристаллизации зерен халцедона до мелко- и среднезернистого кварца; месторождение — Шардо Грузинской ССР; ХТ-1 — халцедон технический однородной и неяснопятистой текстуры, мелкозернистой структуры с реликтами нераскристаллизованных смешанных пород; месторождения — Приозерное и Акмамедбулакское Казахской ССР.

Назначение — для изготовления приборных камней и подобных изделий.

Корунды синтетические (монокристаллы окиси алюминия) выпускают под названием: рубин-10 (ГОСТ 22029—76) и лейкосапфир (ГОСТ 22028—76) в виде полубуль (длиной до 45 и высотой 9 мм) и кусками массой не менее 10—14 г трех сортов в качестве полужабуль для изготовления деталей приборов и, в частности, камней для часов и подобных механизмов согласно ГОСТ 7437—78, вставок измерительных приборов (ГОСТ 12615—67), камней для измеритель-

ных приборов (ГОСТ 8896—76 и ГОСТ 8898—78), балансировочных ножей (призм) по ГОСТ 8899—68.

Элементы рубиновые активные (ГОСТ 5.1456—72), изготавливаемые из монокристаллов, выращенных из синтетического корунда и предназначенных для работы в твердотельных оптических квантовых генераторах. Элементы рубиновые изготовляют типов: Р — с торцами под углом 90°; РП — с торцами под углом 90° с повышенной выходной энергией; РЛ — с лейкосапфировыми наконечниками с торцами под углом 90° с повышенной выходной энергией; РЛП — с лейкосапфировыми наконечниками с торцами под углом 90° с повышенной выходной энергией; Р1Б — с одним из торцов под углом Брюстера; Р2Б — с двумя торцами под углом Брюстера; РЛ1Б — с лейкосапфировыми наконечниками с одним из торцов под углом Брюстера; РЛ2Б — с лейкосапфировыми наконечниками с двумя торцами под углом Брюстера, в виде круглых стержней диаметрами: 5,2; 6,5; 7 и 8 мм и длиной рубиновой части 75 и 80 мм.

Микролит корундовый (спеченный корунд) — синтетический материал микрокристаллического строения, получаемый из зерен (0,5—0,75 мкм) порошка глинозема высшего качества с введением модификатора (0,6—1,0% окись магния) путем спекания сформированных изделий при 1750°С с последующим кратковременным (5—10 мин) обжигом в области температурного максимума. Выпускается промышленной марки ЦМ-332 в виде резцовых пластинок, фильер, сопл, опор и других изделий, готовых к употреблению. Плотность 3,92—3,96 г/см³; твердость HRA 92—93 при 20°С и 82 — при 1000°С; предел прочности: при изгибе 45—55 кгс/см², при сжатии 350—500 кгс/см²; красностойкость около 1200°С; коэффициент линейного расширения $8,5 \cdot 10^{-7}$ в зоне от 20 до 800°С. В областях рационального применения режущий инструмент имеет стойкость, превышающую в 2 раза и более стойкость твердосплавного инструмента; износостойкость микролитовых изделий в десятки раз превышает стойкость аналогичных металлических.

ПРОЧИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Глауконит — минерал группы гидрослюд зеленого цвета. Плотность 2,2—2,8 г/см³; температура спекания 1080°С, плавления 1160°С. Применяют в качестве краски, смягчителя воды, адсорбента, в производстве силикагеля и в других целях.

Глина бентонитовая (бентонит) — Огланлинского месторождения, выпускают (ГОСТ 7032—75) двух марок: ФРК — для производства художественного и хозяйственного фарфора, электро- и радиокерамики; СК — для производства строительной керамики. Поставляют кусками размером 50—300 мм.

Глинозем (окись алюминия) Al₂O₃. Технический продукт — кристаллический порошок, состоящий из различных модификаций окиси алюминия. Предназначен для производства алюминия, электрокорунда, электроизоляционных изделий, специальных видов керамики и катализаторов. Выпускают (ГОСТ 6912—74**) одиннадцать марок: Г-00, Г-0 и Г-1 — для производства алюминия и специальных видов керамики; Г-2, Г-3 и Г-4 — для производства алюминия; ГЭБ — для производства белого электрокорунда; ГН-1 и ГН-2 — для специальных видов электрокерамики; ГК — для электроизоляционных и специальных видов керамики; ГРК — для катализаторов при производстве каучука. В названиях марок цифры означают сортность глинозема.

Дисульфид молибдена MoS₂ получают методом очистки природного молибденита (основной минерал молибденовых руд) до чистоты 96—99,5% или синтетическим путем. Плоские, жирные на ощупь (как графит) листочки черного цвета с металлическим блеском. Плотность 4,8 г/см³. Коэффициент трения 0,017—0,047, удельные нагрузки до 28 000 кгс/см². Термически стабилен в воздухе до 450°С и в вакууме до 1100°С; при низких температурах свойства не меняются. Смазывающие способности зависят от дисперсности продукта. Порошки в чистом виде для смазывания применяют редко, их основное назначение — главный компонент всех видов твердых и пластичных смазок на

основе дисульфата молибдена и в качестве технологических смазок при обработке давлением методом готования, хонингования, а также для смазывания режущего инструмента. Для массового применения используют порошки высокой чистоты МВЧП (98,5% MoS₂) с размерами частиц 1—7 мкм (основная фракция).

Каолин — продукт обогащения и очистки минерала каолинита. В зависимости от назначения выпускают каолин следующих специализированных разновидностей: для производства бумаги и картона (ГОСТ 19285—73), для производства электрометрического сидумина и ультрамарина (ГОСТ 20080—74), для наполнения резины, пластмасс и других изделий (ГОСТ 19608—74), для химической промышленности (ГОСТ 19607—74), кабельной промышленности (ГОСТ 21288—75), для керамических изделий (ГОСТ 21286—75*), для парфюмерной промышленности (ГОСТ 21285—75), для шамотных изделий (ГОСТ 21287—75) и др.

Карналит обогащенный (ГОСТ 16109—70) — продукт обогащения калийно-магниевого соляных руд (KCl·MgCl₂·6H₂O) с содержанием хлористого магния не менее 31,8%. Кристаллический белый порошок с сероватым и розоватым оттенками. Используют для производства магния и других целей.

Кварц — минерал, одна из кристаллических модификаций кремнезема (SiO₂). Природным кварцем являются горный хрусталь, кварцит, кварцевый песок и др. Плотность 2,65 г/см³, твердость по Моосу 7, температура плавления 1700°С, испарения 2100°С. Обладает пьезоэлектрическими свойствами, чистый — прозрачен, с хорошими оптическими свойствами, пропускает ультрафиолетовые лучи. Нерастворим в воде и кислотах, менее устойчив к щелочам. Имеет исключительно низкий коэффициент расширения (нечувствительность к резким сменам температуры).

Кварцевый песок для тонкой керамики (ГОСТ 7031—75) — побочный продукт обогащения каолинов, выпускают двух марок: ПК-95 и ПК-93 (цифры — содержание SiO₂ в %), зернистость — остаток на сетке № 4 (ГОСТ 20545—75) не более 2—5%.

Кварцевый песок для сварочных материалов (ГОСТ 4417—75) с содержанием, %: SiO₂ — не менее 97, фосфора не более 0,015, серы — следы, прочих примесей — до 3%.

Кварцевый песок — молотый песчаник, кварцит и жильный кварц; в зависимости от физико-химического состава выпускается 15 марок; свойства и области применения указаны в ГОСТ 22551—77.

Криолит — редкий минерал из группы природных фторидов. Бесцветные или белые кристаллы с ледяным блеском (отсюда название) плотностью ~3,0 г/см³. Искусственный технический криолит (ГОСТ 10561—73) состава AlF₃·nNaF (фтора 54%, алюминия 13% и натрия 30%). По содержанию примесей разделяют на марки К-0, К-1 и К-2. Мелкокристаллический порошок серовато-белого цвета. Применяют в металлургии алюминия, производстве стекол и эмалей, при вторичной обработке металлов и для изготовления абразивных изделий.

Марганцевый концентрат (ГОСТ 4418—75) — для покрытия сварочных электродов для электродуговой сварки металлов с содержанием марганца не менее 45% и двуокиси кремния не более 10%, окиси алюминия не более 3%, фосфора 0,2% и серы 0,1%. Размеры кусков не более 30 мм и мелочи до 0,05 мм (не более 30%).

Мел — тонкозернистая, слабосцементированная белая мажущаяся горная карбонатная порода, состоящая из кальциевых скелетных частиц микрогранула размером до 0,01 мм (сырые 90%). Состав, %: 50—55 СаО; 0,2—0,3 MgO; 0,5—0,6 SiO₂; 0,2—4,0 Al₂O₃; 0,2—0,7 Fe₂O₃+FeO; 40—43 CO₂. Плотность около 2,7 г/см³; сопротивление сжатию влажного мела 10—20 кгс/см² и сухого 40—50 кгс/см². Твердость по Моосу ниже 1, теплоемкость 0,204 ккал/(г·°С), температура диссоциации 925°С. Мел широко применяют в производстве лакокрасочных покрытий, в качестве полирующего состава, флюсов и др. ГОСТ 17498—72 устанавливает виды, марки, основные технические требования и преимущественные области применения мела.

Мел природный обогащенный марок ММО, ММС-1 и ММС-2 для резиновой, кабельной, лакокрасочной, полимерной промышленности. Продукт поставляют по ГОСТ 12085—73* с содержанием СаСО₃+MgСО₃=98,2÷98,5%. Для марки ММО — остаток на сетке № 0045 не более 0,5% и ММС-1 не более 1,0%, для ММС-2 — на сетке № 014 0,4%.

Молотый мел марок ММИП1, ММИП2, ММЖП и ММПК — для сельского хозяйства.

Молотый сепарированный гидрофобизированный мел марок ММСГ1 и ММСГ2 для кабельной, резиновой, лакокрасочной и полимерной промышленности.

Мел химически осажденный для парфюмерно-косметической, медицинской, пищевой, резиновой, кабельной и других отраслей промышленности поставляют (ГОСТ 8253—79) двух сортов, плотностью 0,25 и 0,4 г/см³. Остаток на сетке № 014К отсутствует.

Мел для электродных покрытий поставляют по ГОСТ 4415—75 в молотом и комовом виде с содержанием: углекислого кальция (СаСО₃) не менее 96%, нерастворимых в соляной кислоте остатков не более 2%, серы 0,06% и фосфора 0,04%.

Мрамор. Мелкокристаллическая горная порода различной окраски, поддающаяся полированию. Диэлектрик. Плотность 2,65—2,90 г/см³. В машиностроении применяют для изготовления приборных досок и в размельченном виде — в качестве наполнителей красок и композиционных материалов, флюсов и др.

Мрамор для сварочных материалов поставляют (ГОСТ 4416—73) шести марок: М-97П, М-97К, М-97Б — для производства сварочных материалов специального назначения, М-92П, М-92К и М-92Б — общего назначения. Буквы в названиях марок означают: М — мрамор, П — порошок, К — крошка, Б — куски, а цифры — минимальное содержание карбоната кальция (СаСО₃) в %.

Мраморная крошка электротехническая — продукт измельчения естественного мрамора светлых тонов. Предназначена в качестве наполнителя цоколевочной мастики электроламп и электронных приборов. Выпускают (ГОСТ 16426—70) трех марок: ЭМК-20 (размер зерен 20—10 мм), ЭМК-10 (10—5 мм) и ЭМК-5 (5—0 мм) с содержанием карбоната кальция (СаСО₃) не менее 91%.

Полевошпатовые и кварцешпатовые материалы, являющиеся продуктами обогащения гранитных пегматитов, поставляют (ГОСТ 7030—75) марок: ПШМ 0,15-3; ПШМ 0,20-3; ПШМ 0,2-2; ПШК 0,15-3; ПШК 0,20-3; ПШК 0,2-2; КПШТМ 0,20-2; КПШМ 0,20-2; КПШМК 0,20-3 и КПШК 0,20-2 — для производства художественного и хозяйственного фарфора и фаянса и электротехнического фарфора; ПШК 0,30-3; ПШМ 0,30-2; ПШК 0,30-3; ПШК 0,30-2; КПШМ 0,3-2; КПШК 0,30-3 и КПШК 0,30-2 — для производства электротехнического фарфора. Буквы в марках означают: ПШ — полевошпатовый; КПШ — кварцполевошпатовый, Т — тонкомолотый, М — молотый, К — кусковый; цифры: первая — содержание окислов железа в %, вторая — калиевый модуль (соотношение окиси калия и окиси натрия по массе).

Силикагель SiO₂ (ГОСТ 3956—76). Стекловидные зерна пористого строения, отличающиеся равномерным распределением пор и однородностью по величине. Мелкопористый гранулированный силикагель выпускают двух марок — КСМГ и ШСМГ, крупнопористый гранулированный четырех марок: КСКГ, ШСКГ, МСКГ и АСКА. Кусковый мелкопористый силикагель выпускают четырех марок: КСМК, ШСМК, МСМК и АСМК. Применяют для поглощения паров и газов, а также для очистки жидкостей (для осветления минеральных масел, керосина и т. д.). По истощению адсорбционной способности силикагель регенерируется сушкой или продувкой горячего воздуха.

Сильвинит — горная порода (район г. Соликамска); используют в машиностроении в нагревательных или закалочных ваннах. В размолом виде — соль серовато-грязного цвета. Примерный состав: 65—70% хлористого натрия; 20—25% хлористого калия; 1—2% сернокислых солей и 0,2—0,3% окислов железа. Температура плавления 700—740°С. При добавлении хлористого бария или хлористого калия температура плавления снижается до 630—650°С.

Тальк $Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$ — минерал группы гидросиликатов магния. Агрегаты пластинок или чешуек и плотные массы белого цвета с желтоватым или зеленоватым оттенком. Плотность 2,7—2,8 г/см³, твердость по Моосу 1, температура дегидратации 800—1000°С, огнеупорности — около 1500°С, плавления 1530°С. Гидрофобный, жирный и скользящий на ощупь, кислото- и щелочестойкий; электро- и теплопроводность плохие. Применяют в виде порошков с различной дисперсностью.

Тальк молотый — продукт механического измельчения горной породы «талыкит» или механического обогащения горной породы (самый мягкий минерал), жирный на ощупь; плотность 2,7—2,8 г/см³; температура плавления свыше 1200°С. Тальк молотый (ГОСТ 21234—75) выпускают трех марок: ТМК-28, ТМК-27 и ТМК-24 (буква Т означает тальк, М — молотый, К — керамический; цифры означают минимальное содержание в продукте окиси магния, %). Основное назначение — керамическая промышленность; применяют в литейном производстве, при цементации стали, полировании, для резины и пластмасс (ГОСТ 19729—74).

Тальк молотый. Выпускают (ГОСТ 19729—74) двух марок: ТРПН — для наполнения резины и пластмассы и ТРПВ — для вспомогательных целей (опудривание и присыпка). Порошок, проходящий через сетку № 014 без остатка.

Тальк для кабельной промышленности (ГОСТ 13145—67*). Продукт обогащения и размельчения горной породы — талькита. Выпускают двух марок — ТКВ (высший сорт) и ТК1 (первый сорт) в качестве наполнителя кабельных резин.

Микротальк (ГОСТ 20706—75) применяют в качестве наполнителя для кабелей специального назначения.

Микротальк (ГОСТ 19284—79) — продукт, получаемый из руд Олотского месторождения в качестве наполнителя для темных цветов эмалей, красок, грунтовок и шпатлевок. Выпускают марок МТ-ЭГС — для производства эмалей и грунтовок специального назначения; МТ-КШС — для красок и шпатлевок специального назначения; МТ-ПШМ — для массовых грунтовок и шпатлевок.

Тальк и талькомагнезит молотые выпускают (ГОСТ 21235—75) трех марок: ТП и ТМП — для пестицидных препаратов и ТМН — для наполнения (остаток на сетке № 009 не более 10%).

Флюорит (плавиковый шпат). Минерал состава CaF_2 (Ca 51,1% и F 48,9%). Плотность 3,18 г/см³, твердость 4, фиолетового, зеленого цвета и бесцветный (оптический).

Технический продукт под названием шпат плавиковый выпускается (ГОСТ 7618—70**) следующих видов и марок:

флюорит рядовой (руда): ФР-55, ФР-40, ФР-30, ФР-20;

флюорит кусковый сортированный: ФК-95А, ФК-95Б, ФК-92, ФК-85, ФК-75, ФК-65;

флюорит концентрат гравитационный: ФГ-95А, ФГ-95Б, ФГ-92, ФГ-85, ФГ-75, ФГМ-75, ФГ-65;

флюорит концентрат флотационный: ФФ-97А, ФФ-97Б, ФФ-95А, ФФ-95Б, ФФ-92, ФФ-90;

флюорит окатыш и обожженный: ФО-95А, ФО-95Б, ФО-92, ФО-85.

В машиностроении плавиковый шпат применяют в качестве флюсов при плавке сталей, алюминия, производстве эмалей и др.

Для производства покрытий сварочных электродов, порошковой проволоки, плавяных и керамических сварочных флюсов выпускается (ГОСТ 4421—73) плавикопшатовый концентрат следующих видов: флюоритовый кусковый сварочный (ФКС), флюоритовый гравитационный сварочный (ФГС), флюоритовый флотационный сварочный (ФФС), подразделяемый на марки по областям преимущественного применения:

ФКС-97А и ФКС-95А — для сварочных электродов и флюсов специального назначения;

ФКС-97Б, ФКС-95 и ФКС-95Б — для порошковой проволоки, электродов и сварочных флюсов общего назначения;

ФКС-92 — для сварочных материалов, кроме электродов;

ФКС-92, ФГС-92, ФК-85 и ФГС-82 — для сварочных флюсов общего назначения;

ФКС-75 и ФГС-75 — то же, выплавляемых в пламенных печах.

Цифры во всех марках плавикового шпата означают содержание основного вещества (CaF_2) в процентах, а буквы: А — повышенное; Б — пониженное содержание двуокиси кремния; М — более мелкий продукт.

Шпат полевой для электродных покрытий с содержанием SiO_2 не более 70%, F_2O_3 — 1%, $CaO+MgO$ — 1,5%, SO_3 и P_2O_5 — 0,1% каждого, окислов щелочных металлов — 12% при соотношении $K_2O : Na_2O = 3$.

Выпускается кусковой марки ПШК, размер кусков 20—200 мм, и молотый ПШМ.

Флюсы — материалы преимущественно минерального происхождения, оптимизирующие металлургические процессы при выплавке и переплавке металлов, их сварке, пайке, термической и других видах обработки. В качестве флюсов применяют: мел, доломит, мрамор, флюорит, жидкое стекло, буру, двуокись титана и др., описание которых приведено вслед за описанием основного материала или под своим названием. В связи с тем, что указанные материалы не обладают полным спектром свойств, необходимых для выполнения своих технологических функций, синтезируются искусственные флюсы; описание главнейших из них приведено ниже. В ГОСТ 21639.0—76 + ГОСТ 21639.11—76 приведены критерии оценок и соответствующие методы испытания флюсов для электрошлакового переплава.

Флюсы сварочные плавяные — продукты сплавления SiO_2 , MnO , CaO , MgO , Al_2O_3 , CaF и других компонентов по нормам, установленным ГОСТ 9087—69* в зависимости от назначения марок флюсов.

Флюсы марок: АН-348-А; АН-348-АМ; ОСЦ-45; ОСЦ-45М; АН-60 и ФЦ-9 применяют для механизированной сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей;

АН-8 — для электрошлаковой сварки углеродистых и низколегированных сталей;

АН-20С; АН-20СМ и АН-20П — для дуговой автоматической наплавки высоколегированных и сварки легированных сталей;

АН-22 — для электрошлаковой сварки и дуговой автоматической наплавки легированных сталей;

АН-26С; АН-26П и АН-26СП — для автоматической и полуавтоматической сварки коррозионно-стойких и жаропрочных сталей.

Флюсы используют при соответствующем подборе сварочной проволоки.

28. Классы формовочных песков

Класс	Наименование песка	Содержание, %			
		глинистой составляющей, не более	кремнезема (SiO_2), не менее	примесей, не более	
				Окислы щелочноземельных и щелочных металлов	Окислы железа (Fe_2O_3)
Об1К Об2К Об3К	Обогащенный кварцевый	0,2 0,5 1,0	98,5 98,0 97,5	0,40 0,75 1,00	0,20 0,40 0,60
1К 2К 3К 4К	Кварцевый	—	97,0 96,0 94,0 90,0	1,20 1,50 2,00 —	0,75 1,00 1,50 —
Т П Ж ОЖ	Тошый Полужирный Жирный Очень жирный	2—10 10—20 20—30 30—50	— — — —	— — — —	— — — —

Формовочные пески (ГОСТ 2138—74*). В зависимости от содержания глинистой составляющей кремнезема и примесей пески подразделяют на девять классов (табл. 28).

29. Группы формовочных песков по размеру зерен

Группа	Крупность песка	Номера смежных сит, на которых остаются зерна основной фракции		
		1	063	04
063	Грубый	063	04	04
04	Очень крупный	04	0315	0315
0315	Крупный	0315	02	02
02	Средний	02	016	016
016	Мелкий	016	01	01
01	Очень мелкий	01	0063	0063
0063	Тонкий	0063	005	005
005	Пылевидный	005		Тазик

По размеру зерен основной фракции пески делятся на группы (табл. 29). В зависимости от величины остатка пески подразделяют на категории А и Б. К категории А относят пески с остатком на крайнем верхнем сите основной фракции большим, чем на крайнем нижнем сите, а к Б — наоборот.

Сочетания обозначений классов, групп, категорий и некоторых других характеристик служат основой для обозначения марок формовочных песков: 0Б1К0315, 1К063, 2К063А и др.

Шпат полевой электродный (ортоклаз, микролин) KAl_3O_3 (ГОСТ 4422—73) — минерал розового или белого цвета, поставляемый промывтым в кусках. Химический состав, %: SiO_2 64—70; Al_2O_3 17—21; Fe_2O_3 — до 1,5; CaO — до 1,5; MgO — до 1,5; MnO — до 1; K_2O+Na_2O — не менее 10,0. Серы и фосфора не более 0,04 каждого. Данному составу соответствуют полевые шпаты, добываемые в месторождениях: Оленьчьи, Северной Вараны, Гальянино, Розенфельде, Бобылевской жиле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беленький Е. Ф., Рискин И. В. Химия и технология пигментов / Под ред. Л. Ф. Корсунского, Н. С. Шапиро, 4-е изд. Л., Химия, 1974.
- Епифанов В. П., Несина А. Я., Зыков Л. В. Технология обработки алмазов в бриллианты. 2-е изд. М., Высшая школа, 1976.
- Затвердевание и кристаллизация каменного литья / В. Х. Хан, Н. И. Быков, В. П. Кораблин, С. В. Ладюхин. Киев, Наукова думка, 1969.
- Кудасов Г. Ф. Абразивные материалы и инструменты. М., Машиностроение, 1967.
- Липовский И. Е., Дорофеев В. А. Камнелитейное производство. М., Металлургия, 1965.
- Основы проектирования и технологии изготовления абразивного и алмазного инструмента / В. Н. Бакуль, Ю. И. Никитин, Е. В. Верник, В. Ф. Селех. М., Машиностроение, 1975.
- Рогайлин М. И., Чалых Е. Ф. Справочник по углеродистым материалам. Л., Химия, 1974.
- Свойства конструкционных материалов на основе углерода: Справочник / Под ред. В. П. Соседова. М., Металлургия, 1975.
- Солнцев С. С., Туманов А. Т. Защитные покрытия металлов при нагреве. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1976.
- Станюк В. В. Графит. — Химия и жизнь; 1976, № 5.
- Стекло. Справочник / Под ред. Н. М. Павлушкина. М., Стройиздат, 1973.

XV ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ

По степени чистоты химические продукты подразделяют (ГОСТ 13867—68) на четыре группы:

- 1) продукты особой чистоты; 2) реактивы; 3) технические продукты; 4) сырые продукты.

Классификация (квалификация) реактивов и продуктов высокой чистоты [3] дана в табл. 1.

1. Продукты высокой чистоты

Продукт	Обозначение	Содержание, %	
		основного вещества	примесей
Чистый Чистый для анализа Химически чистый	ч. ч. д. а. х. ч.	≥ 98	0,01—0,5 Незначительное 0,001—0,00001
		> 99	
Спектрально чистый Эталонно-чистый Особо чистый	сп. ч. в. э. ч. ос. ч.	Максимальное	< 0,001—0,00001 Минимальное 0,00001—0,000000001

Приемку, отбор проб, фасовку, упаковку и маркировку реактивов и особо чистых продуктов производят по ГОСТ 3885—73.

Адиновая кислота (ГОСТ 10558—72) — продукт окисления циклогексана, циклогексана, их смесей или циклогексана азотной кислотой или воздухом. Белое кристаллическое вещество. Выпускается кислота высшего, 1-го и 2-го сорта с содержанием основного продукта соответственно 99,7; 99,6 и 98%.

Азот газообразный и жидкий N_2 (молекулярная масса 28,016). Газ без цвета, запаха и вкуса. Масса 1 м³ при 0°С и давлении 760 мм рт. ст. 1,25046 кг. Газообразный азот подразделяется на электровакуумный с содержанием кислорода не более 0,1% (объемные доли) и 1-го и 2-го сорта с содержанием кислорода соответственно 0,5 и 1,0%. В жидком азоте содержание кислорода до 4% (объемные доли).

Азот газообразный применяют для наполнения электрических лампочек, создания нейтральной атмосферы при термообработке и азотировании металлов, а также при перекачке горючих жидкостей и т. д. Его поставляют в стальных баллонах под давлением 150 кгс/см² при 20°С. Баллоны следует возвращать с остаточным давлением 2—5 кгс/см².

Жидкий азот поставляют в специальных сосудах (Дьюара); 1 кг жидкого азота соответствует 0,86 м³ газообразного азота, 1 л — 0,69 м³. Жидкий азот используют в качестве хладагента и газообразного продукта после газификации.

Азот поставляют по ГОСТ 9293—74. Газообразный и жидкий газ особой чистоты содержит чистого азота не менее 99,996% (объемные доли), технический газообразный продукт высшего сорта — 99,994%. Технический газообразный

и жидкий продукт 1-го сорта содержит основного продукта (объемные доли) 99,5%; 2-го сорта — 99,0% и 3-го — 97,0%.

Азотная кислота HNO_3 (молекулярная масса 63,01) — одноосновная кислота, кипящая на воздухе жидкость. Плотность при 15°С 1,52 г/см³; температура плавления — 41,2°С; температура кипения 86°С; теплота испарения 7,250 кал/моль. Азотная кислота является сильнейшим окислителем для большинства металлов, разрушает органические вещества. В смеси с соляной кислотой в отношении 1:3 (царская водка) она растворяет золото и платину. В машиностроении ее применяют для травления, в гальванотехнике, лабораторной практике и др. По ГОСТ 701—78 поставляется кислота концентрированная с содержанием HNO_3 98,9% (высший сорт); 98,2 (1-й сорт) и 97,5% (2-й сорт). По ГОСТ 4461—77 поставляется реактив — концентрированная кислота (61—68%) плотностью 1,37—1,4 г/см³ и разбавленная (54—60%) плотностью 1,34—1,37 г/см³, подразделяемые на х.ч., ч.д.а. и чистый. По ГОСТ 1125—78 поставляется кислота особой чистоты следующих марок: ос.ч. 17-4; ос.ч. 21-4 и ос.ч. 21-5 с содержанием HNO_3 не менее 70%.

Аккумуляторная кислота — см. серная кислота.

Алюминий сернокислый (сульфат алюминия) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Продукт взаимодействия гидрата окиси алюминия или каолина с серной кислотой, бесцветные кристаллы, плотность 1,7 г/см³. Легко растворим в воде. Технический очищенный продукт (ГОСТ 12966—75) поставляется высшего, первого и второго сортов. Технический неочищенный алюминий сернокислый (глинозем сернокислый) (ГОСТ 5155—74) выпускается двух марок — А и Б. Реактив (ГОСТ 3758—75) подразделяется на ч.д.а. и ч. и применяется для очистки воды, при электролитическом цинковании и др.

Алюминий хлористый (хлорид алюминия) AlCl_3 (молекулярная масса 133,34). Безводная соль соляной кислоты, кристаллическое вещество белого или светло-желтого цвета, плотность 2,44 г/см³. Применяется при термохимической обработке металлов.

Аммиак водный NH_4OH — прозрачная бесцветная жидкость с характерным запахом, не содержит механических примесей. Аммиак имеет сильно щелочную реакцию. Молекулярная масса 35,05. Технический водный аммиак (ГОСТ 9—77) выпускают марок: А — для промышленности и Б — для сельского хозяйства. Аммиак обеих марок может содержать 25 (I сорт) и 22% NH_3 (II сорт). Водный аммиак — реактив поставляют по ГОСТ 3760—64*. В машиностроении его применяют в гальванотехнике. Аммиак транспортируют и хранят в стальной и стеклянной герметичной таре с надписью «Осторожно — аммиак».

Аммиак жидкий синтетический (аммиак) NH_3 (ГОСТ 6221—75). Сжиженный под давлением аммиачный газ, полученный синтетическим путем. Плотность жидкого аммиака 0,682 г/см³ при 33,5°С (температура испарения аммиака). Выпускают (высшего, 1-го сорта) марки А и марки Б. Содержит аммиака не менее 99,96, а влаги марки А не более: 0,04 — высший сорт; 0,1 — 1-й сорт и марки Б — 99,6% аммиака и 0,4% влаги. Аммиак применяют в качестве хладагента в холодильных установках, а также при химико-термической обработке металлов. Аммиак жидкий перевозят в специальных автодорожных и железнодорожных цистернах и в стальных баллонах под давлением.

Аммоний кремнефтористый технический — кристаллы белого цвета с желтоватым оттенком. Аммоний применяют в качестве антисептика древесины. Его упаковывают в деревянную тару или бумажные мешки и хранят на сухом складе.

Аммоний сернокислый аккумуляторный — кристаллический порошок белого цвета. Используется при производстве свинцовых аккумуляторов.

Аммоний сернокислый очищенный (сульфат аммония) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (ГОСТ 10873—73) — продукт взаимодействия синтетического аммиака с серной кислотой. Это кристаллы белого и светло-желтого цвета; плотность 1,77 г/см³. Аммоний сернокислый хорошо растворим в воде.

Аммоний хлористый (хлорид аммония, пашатырь) NH_4Cl (молекулярная масса 53,49). Аммониевая соль хлористоводородной кислоты, белый или слегка

желтоватый кристаллический горьковатый порошок (или гранулы). Легкорастворим в воде (27,2% при 20°С и 77,3% при 100°С), при нагревании не плавится, а разлагается на аммоний и хлористый водород. Плотность 1,52 г/см³. В машиностроении его применяют при пайке, в процессе нанесения покрытий на металлы, цинковом лужении, алитировании, при жидкой цементации стали. В зависимости от чистоты технический хлористый аммоний (ГОСТ 2210—73) содержит 99,5 (1-й сорт) и 99,0% (2-й сорт) NH_4Cl . Реактив поставляется по ГОСТ 3773—72.

Ангидрид малеиновый технический $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ (ГОСТ 11153—75). Кристаллический продукт белого цвета с содержанием основного вещества не менее 99,6%. Применяется при изготовлении красок, моющих средств и других химических продуктов, горюч при 70°С, температура самовоспламенения аэрогеля 376°С. Его упаковывают в многослойные бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами.

Ангидрид сернистый жидкий технический (двуокись серы) SO_2 (ГОСТ 2918—79) — продукт сжижения газообразного сернистого ангидрида. Это бесцветная жидкость; плотность 1,46 г/см³, температура кипения — 10,1°С. По содержанию нелетучего остатка и примесей различают ангидрид высшего и 1-го сортов. Поставляют его в стальных баллонах и используют в холодильных установках в качестве носителя холода и для других целей.

Ангидрид уксусный технический $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ (ГОСТ 21039—75) — бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом, получаемая из уксуснокислого натрия; плотность 1,078—1,082 г/см³. Выпускают двух сортов и используют как растворитель для многих органических соединений. Уксусный ангидрид перевозят в стеклянных бутылках в обрешетках или корзинах, а также в железнодорожных и автомобильных алюминиевых цистернах. На таре делается надпись «Берегись ожога».

Ангидрид фталевый $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3$ (ГОСТ 7119—77) — ангидрид бензолортодихлоробоновой (фталевой) кислоты, получаемый окислением паров нафталина кислородом воздуха в присутствии катализатора. Выпускают в виде порошка и чешуек белого цвета с желтоватым или розоватым оттенком. Применяется в производстве пластмасс, лакокрасок и др.

Ангидрид хромовый технический (трехокись хрома) CrO_3 (ГОСТ 2548—77) — чешуйчатые пластинки толщиной до 3 мм малинового цвета. По содержанию основного вещества различают продукт высшего (99,7%), 1-го (99,5%) и 2-го (99%) сортов. Легко растворяется в воде, гигроскопичен, сильно ядовит. Водный раствор его действует как кислота (хромовая). Продукт применяют для травления и хромирования металлов. Поставляют в плотно закрываемых стальных барабанах массой нетто до 100 кг и хранят в сухих складах. Ангидрид хромовый — реактив выпускается по ГОСТ 3776—78.

Анонпиты — см. Ионообменные смолы.

Аргон Ar (молекулярная масса 39,948; плотность 1,662 г/л). Аргон принадлежит к числу недействительных газов, т. е. не вступающих в соединение с другими веществами, поэтому широко используется в качестве оградительной нейтральной атмосферы при сварке и переплавке металлов и т. д. Жидкий аргон — бесцветная жидкость без запаха; плотность 1,392 г/см³. По ГОСТ 10157—73* он выпускается трех сортов: высшего, I и II с содержанием чистого аргона соответственно 99,99; 99,98 и 99,95%; кислорода 0,001; 0,003 и 0,005%; азота 0,008; 0,01 и 0,04 и влаги 0,1; 0,03 и 0,03%. Поставляется в баллонах по ГОСТ 949—73*.

Ацетилен C_2H_2 (молекулярная масса 26,038). Бесцветный газ плотностью 1,173 кг/м³ (при 0°С и 760 мм рт.ст.). Сжигается под давлением 46 кгс/см²; плотность жидкого ацетилена 0,463 г/см³. Теплотворная способность 14 000 ккал/м³. Ацетилен огнеопасен, в смеси с воздухом (2,5—82%) легко взрывается. В машиностроении применяется для газопламенной резки и сварки металлов. Температура пламени в воздушной среде 1900°С, температура ацетилено-кислородного пламени до 3200°С.

В зависимости от метода получения различают пиролизный (ТУ 1-031298—71), получаемый крекингем природного газа, и карбидный ацетилен

(ГОСТ 5457—75). При давлении 1 кгс/см² в 1 л ацетона растворяется 25 л ацетилена. Рабочее давление в баллонах допускается не выше 19 кгс/см² при 20° С; при этом в баллон объемом 1 л входит 0,125 кг ацетилена. Во избежание попадания в баллоны воздуха опорожненные баллоны следует возвращать с остаточным давлением 0,5—3,0 кгс/см².

Аэрозоль — смесь сжиженного газа (пропилента) с жидким веществом, заключенная в герметический баллон. При выходе смеси через специальную форсунку в атмосферу пропилент (обычно фреон), испаряясь, диспергирует состав, образуя аэрозоль (дисперсная система с газообразной средой и жидкой фазой), которая предназначается для нанесения лакокрасочных или других покрытий.

Аэросил SiO₂ — чистая двуокись кремния, полученная гидролизом паров четыреххлористого кремния в пламени водорода при 1100—1400° С. Это рыхлый голубовато-белый порошок, в уплотненном виде — белая масса; плотность 2,36 г/см³. Аэросил (ГОСТ 14922—77) выпускают трех марок: А-175 с содержанием SiO₂ 99,8% (1-й сорт) и 99,4% (2-й сорт), А-300 (99,8%) и А-380 (99,8%). Он применяется как высококачественный наполнитель, загуститель и т. п. Упаковывают его в полиэтиленовые мешки, вложенные в бумажные, и хранят в сухих складах.

Бальзам пихтовый ГОСТ 2290—76 — продукт переработки пихтовой живицы. Применяется для склеивания оптических деталей и подразделяется на бальзам обычный (без добавки пластификаторов) и пластифицированный. В зависимости от числа пенетрации характеризующего твердость бальзама, устанавливается 28 марок. По внешнему виду это прозрачная масса желтоватого цвета. По количеству пылинок или ворсинок различают бальзам трех сортов.

Барий азотнокислый технический Ba(NO₃)₂ (нитрит бария, азотно-бариевая соль). Мелкие кристаллы без видимых на глаз посторонних загрязнений, белого (допускается желтоватого) цвета. Плотность 3,24 г/см³, температура плавления 502° С, растворимость в воде 7,9% при 20° С. По содержанию основного вещества (ГОСТ 1713—79) различают барий высшего (99,5%) и первого (99,2%) сортов. Барий азотнокислый — реактив выпускают по ГОСТ 3777—76. В машиностроении он применяется как катализатор при цементации стали, для эмалей по чугуны и др. Барий поставляется в полиэтиленовых мешках. Он токсичен, пожаро- и взрывобезопасен.

Барий сернистый аккумуляторный BaSO₄, молекулярная масса 233,42 (ГОСТ 11380—74). Белый мелкий (1—5 мк 50%) порошок, нерастворимый в воде, с содержанием сернистого бария (не менее 98,5%), сернистого кальция (не более 0,4%), влаги (0,2%) и других примесей. Насыпная масса 0,73 г/см³. Упаковывают его в полиэтиленовые мешки и др.

Барий углекислый технический BaCO₃ (ГОСТ 2149—75) выпускается двух сортов в виде порошка (табл. 2) белого или светло-желтого цвета. Он упаковывается в бумажные мешки. В машиностроении его применяют при изготов-

2. Барий углекислый технический

Показатель, %, не более			Показатель, %, не более		
	Высший сорт	1-й сорт		Высший сорт	1-й сорт
Не растворимый в соляной кислоте остаток	0,1	0,2	Сера в пересчете на SO ₄ . . .	0,06	0,21
Углекислый барий, не менее	99,0	97,5	Хлориды в пересчете на хлор	0,08	0,12
Сульфаты в пересчете на SO ₄	0,05	0,12	Железо	0,005	0,008
Сульфиды в пересчете на серу	0,01	0,03	Кальций	0,2	0,4

лении карбюризатора, для цементации цианирования стали, а также для изготовления специальных сортов стекла и эмалей. Барий углекислый — реактив поставляется по ГОСТ 4158—72.

Барий хлористый технический BaCl₂·2H₂O (молекулярная масса 244,27) — продукт обработки сернистого бария соляной кислотой или восстановления барита углем в присутствии хлористого кальция. Это бесцветные кристаллы, легко растворимые в воде. Плотность 3,12 г/см³, температура плавления 962° С, температура кипения 1560° С. По ГОСТ 742—78 поставляется продукт высшего сорта с содержанием BaCl₂ не менее 99%; 1-го (96,5%) и 2-го (95,5%) сортов. Реактив поставляют по ГОСТ 4108—72. В машиностроении его применяют при термической обработке. Его упаковывают в полиэтиленовые мешки, вложенные в бумажные с надписью «Осторожно — яд», и хранят изолированно от других продуктов в сухих складах с надписью «Осторожно — яд».

Бихромат натрия технический (хромник натриевый) Na₂Cr₂O₇·nH₂O — натриевая соль двуххромовой кислоты. Это кристаллы, гранулы и твердый сплав от светло-оранжевого до темно-красного цвета. Согласно ГОСТ 2651—78 выпускается кристаллический безводный высшего, 1 и 2-го сортов с содержанием основного вещества 98,9; 98,2 и 96,9, не менее. Продукт упаковывают в полиэтиленовые или битумированные мешки и хранят в сухих складах.

Бром технический Br (молекулярная масса 159,808) — темно-красно-бурая тяжелая (плотностью 3,119 г/см³) легко летучая едкая с резким запахом жидкость. Температура кипения 58,8° С, температура плавления — 7,4° С, растворимость в воде 3,5%. Бром выпускается двух марок (ГОСТ 454—76) с содержанием основного вещества 99,9 (марка А) и 99,5% (марка Б).

Бура техническая (типкал, тетроборат натрия) Na₂B₄O₇·10H₂O (ГОСТ 8429—77). Порошок, крупинки или кристаллы белого цвета. Температура плавления 741° С. Различают буру пищевую и техническую. В технической буре содержание основного вещества (безводного тетробората натрия) не менее 49,5%, в пищевой — 51,5%. Буру применяют для изготовления глазури и эмали, при пайке, сварке и химико-термической обработке металлов. Расплавленная бура хорошо растворяет металлургические окислы, поэтому служит для очистки металлов при пайке. Буру упаковывают в два бумажных мешка, вложенных один в другой, и хранят в сухих складах.

Вещества взрывчатые промышленные — химические соединения или смеси, способные выделять (при взрыве) большое количество тепла и газов. Их применяют для горных работ, взрывного штампования и упрочнения, взрывной сварки и т. д. Выпускаются аммониты водоустойчивые предохранительные (ГОСТ 21982—76*), победиты и углениты (ГОСТ 21983—76*), аммониты водоустойчивые (ГОСТ 21984—76), аммонит скальный № 1 (ГОСТ 21985—76), детониты (ГОСТ 21986—76), гранулиты (ГОСТ 21987—76), граммониты (ГОСТ 21988—76), акватолы (ГОСТ 21989—76).

Вода дистиллированная H₂O, молекулярная масса 18,01. Согласно ГОСТ 6709—72 для дистиллированной воды установлена следующая норма примесей (в мг/л):

Сухой остаток	< 5	Железо	0,05
Остаток после прокалывания	< 1	Кальций	0,08
Аммиак и аммонийные соли NH ₄	< 0,02	Медь	0,02
(SO ₄)	0,5	Свинец	0,05
Хлориды	0,02	Цинк	0,02
Аммоний	0,05		

Удельная электрическая проводимость при 20° С не более 5·10⁻⁴ Ом/м. Дистиллированная вода для питья не годится, так как вызывает выщелачивание солей из тканей желудка. Нормы для питьевой воды установлены ГОСТ 2874—73.

Водород H₂ (молекулярная масса 2,016). Газ самый легкий без цвета и запаха, масса 1 м³ 89,87 г. Температура сжижения — 241° С. В техническом водороде (ГОСТ 3022—70*) в зависимости от способа производства чистого водорода содержится (объемные доли в %) не менее 99,8 (марка А) при электролизе воды; 99,95 (марка А с государственным Знаком качества); 98,0 (марка Б),

при железопаровом способе и взаимодействии ферросплавов с раствором щелочи; 98,5% (марка А, 1-й сорт) при электролизе хлористых солей; 97,5 (1-й сорт) и 95,0 при паровой конверсии углеводородных газов. В машиностроении водород применяют при автогенной сварке и резке металлов. Сжатый водород поставляют в стальных баллонах (ГОСТ 949—73*), несжатый — в резиноканевых газгольдерах.

Водорода перекись (пергидроль) H_2O_2 (молекулярная масса 34,0147) выпускается (ГОСТ 177—77) в виде прозрачного бесцветного водного раствора. В зависимости от назначения различают медицинскую и техническую перекись водорода. Техническая перекись водорода содержит 35,0—40,0 чистого H_2O_2 (марки А и Б) и 27,5—40,0% (высший сорт). Перекись водорода — сильный окислитель; применяется в гальванотехнике и лабораторной практике. Продукт упаковывают в стеклянные бутылки и полиэтиленовые канстры и хранят при температуре не выше 30° С.

Водород фтористый безводный HF (молекулярная масса 20,006) — прозрачная бесцветная дымящаяся на воздухе жидкость с резким раздражающим запахом, обладающая высокой токсичностью. Согласно ГОСТ 14022—78 продукт поставляют двух сортов с содержанием основного вещества не менее 99,95% (высший) и 99,8% (1-й сорт).

Воздух жидкий — голубоватая легкоподвижная жидкость с температурой кипения —192° С; содержание кислорода не более 40% (объемные доли). Его перевозят и хранят в сосудах Дьюара. В машиностроении он применяется для охлаждения запрессовываемых деталей, для обработки холодом и т. д.

Газ углекислый сжиженный (углекислота жидкая) CO_2 (ГОСТ 8050—76) получают путем сжатия газообразной двуокиси углерода (CO_2) с последующим охлаждением. По содержанию CO_2 и примесей различают газ сварочный 1-го (99,6% CO_2) и 2-го сорта (99,0%), пищевой (99,8%) и технический (98,0%). Это бесцветная жидкость с температурой кипения 78,2° С. В машиностроении газ применяют для охлаждения деталей, а также в процессе обработки металлов резанием. Перевозят и хранят его в стальных баллонах (ГОСТ 949—73*), соблюдая установленные меры предосторожности.

Гидросульфат натрия технический $Na_2S_2O_4$ (ГОСТ 246—76) — безводная натриевая соль гидросернистой кислоты. Это порошок белого цвета. В зависимости от содержания основного вещества различают продукт высшего (92%) и 1-го (85%) сортов. Хранят в сухих помещениях в стеклянных банках небольшого объема, помещенных в металлические ящики. Он самопроизвольно разогреться от попадания влаги и воздуха, горюч.

Двуокись углерода твердая (сухой лед) CO_2 — продукт отвердения жидкой CO_2 при быстром испарении. Это льдоподобная масса в виде блоков; испаряется, не переходя в жидкое состояние, при —78,5° С (сублимация). По чистоте различают (ГОСТ 12162—77) пищевую и технический продукт. В машиностроении двуокись углерода применяют для охлаждения деталей, для получения прессовых соединений. Хранят в специальных изотермических контейнерах. В герметической таре хранить не допускается.

Декстрины кислотные (ГОСТ 6034—74*) — продукт нагревания сухого крахмала (картофельного или кукурузного). Различают продукт кислотный и бескислотный. По цвету декстрины делят на белый, палевоый и желтый. Они могут быть высшего, 1-го и 2-го сорта. Их применяют при изготовлении стержневых смесей, обмазок электродов, а также в гальванотехнике и др. Декстрины упаковывают в льноджутовые и бумажные мешки и хранят в сухих чистых складах.

Диспергатор ПФ технический (ГОСТ 6848—73) выпускают двух марок: продукт конденсации сульфокислот нафталина с формальдегидом, нейтрализованный едким натром, в виде порошка серого цвета с содержанием активного вещества не менее 45% и жидкости коричневого цвета с тем же содержанием активного вещества в пересчете на сухой продукт (марка А) и продукт конденсации сульфокислот нафталина с формальдегидом, нейтрализованный аммиачной водой (марка Б). Это жидкость коричневого цвета с содержанием активного вещества 40%.

Диспергатор используют как вспомогательное вещество при производстве резины, а также в анилинокрасочной и текстильной промышленности.

Железо хлорное $FeCl$ (молекулярная масса 162,21) — кристаллы фиолетового цвета с темно-зеленым оттенком. Хлорное железо выпускают (ГОСТ 11159—76) 1-го и 2-го сортов с содержанием хлорного железа соответственно не менее 97,3 и 95%, хлористого железа не более 0,6 и 1% и нерастворимых в воде примесей 1,7 и 3%. Упаковывают его в стальные барабаны, покрытые внутри стойким к продукту лаком (этиноль), или в сосуды из оранжевого стекла. Реактив выпускается по ГОСТ 4147—74.

Продукт применяют для очистки вод, травления, а также в лабораторной технике.

Жидкость этиловая применяется в качестве добавки к жидкому топливу для двигателей внутреннего сгорания в целях повышения его антидетонационной стойкости. По внешнему виду это прозрачная жидкость без мути или осадка светло-оранжевого цвета. Ее транспортируют в специальных герметических бочках, окрашиваемых в зеленый цвет и снабженных надписью «Яд», хранят с соблюдением необходимых мер предосторожности.

Известь хлорная (белильная, ГОСТ 1692—58) — продукт взаимодействия гашеной извести с газообразным хлором. Белый порошок с запахом хлора. Хлорную известь широко используют для обеззараживания и осветления сточных и питьевых вод, а также для дезинфекции. Выпускают трех марок: А, Б и В. Хранить ее следует в стальных барабанах или непроницаемых для воздуха бочках, в холодном проветриваемом помещении, вдали от горючих веществ, пищевых продуктов, металлических изделий. Сильно раздражает дыхательные пути, глаза, кожу и повреждает зубы.

Ингибиторы (лат. *inhibire* — удерживать) — вещества, снижающие интенсивность и скорость химических процессов. В машиностроении в основном применяют **ингибиторы коррозии**. Их вводят в незначительных количествах (0,01—1,00%) в коррозионную жидкую или газовую среду. Не изменяя ее свойств, они способны путем адсорбции образовывать на защищаемой металлической поверхности пленку (или диффузионную прослойку), изолирующую металл от непосредственного воздействия коррозионной среды.

Жидкостные ингибиторы применяют при переработке, перемещении и хранении кислот, щелочей и других коррозионно-активных жидкостей в металлических аппаратах, трубопроводах и емкостях, в травильных ваннах, в системах смазки, когда объемы коррозионной среды соизмеримы с защищаемыми поверхностями.

Газовые ингибиторы — твердые вещества, способные к сублимации, которыми в виде растворов пропитывают упаковочную бумагу, стружку, картон, короба и ящики с последующим высушиванием. Ингибированные упаковочные средства в изолированном упаковочном пространстве выделяют (сублимируют) активные вещества, которые создают с воздухом защитную газовую среду, предохраняющую упакованные изделия от атмосферной коррозии. В целях герметизации упаковочного пространства ингибированную бумагу, картон покрывают газонепроницаемой пленкой или фольгой.

Действие отдельных ингибиторов избирательно к различным металлам и сплавам. Этим объясняется исключительно большое их количество. В работе [2] в систематизированном виде описано 1720 веществ, применяемых в качестве ингибиторов в конкретных условиях.

Наибольшее распространение получили стандартные ингибиторы, например ингибированная бумага по ГОСТ 16295—77 и ингибирующие составы, приведенные в ГОСТ 13168—69*.

Йод технический (йод) I_2 (молекулярная масса 253,809). Кристаллы серо-черного цвета с металлическим блеском. Плотность 4,94 г/см³, температура плавления 113,5° С, температура кипения 184,35° С. Йод применяют для рафинирования металлов (йодидный метод), химического анализа (йодное число) и др. Согласно ГОСТ 545—76 в зависимости от способа получения выпускают продукт двух марок с содержанием йода 99,0 (марка А) и 97,0% (марка Б). Йод (массой не более 50 кг) упаковывают в полиэтиленовые завариваемые

мешки и деревянную или картонную тару и хранят в упакованном виде в закрытых помещениях.

Иониты (ионообменники, ионообменные сорбенты) — твердые нерастворимые в кислотах, щелочах и органических растворителях вещества, обладающие способностью избирательного извлечения из растворов диспергированных компонентов без существенного изменения собственных свойств. По знаку заряда ионообмена иониты подразделяют на аниониты и катиониты, с помощью которых из раствора извлекают соответственно анионы и катионы. Иониты, способные к обмену анионов и катионов, называют амфотерными. По происхождению иониты подразделяют на неорганические — минеральные (природные и синтетические) и органические (ионообменные смолы), имеющие наибольшее практическое применение.

Ионообменные смолы — разновидность ионитов. Высокомолекулярные полимерные соединения трехмерной гелевой и микропористой структур, содержащие функциональные группы основного (аниониты) и кислотного (катиониты) характера.

Ионообменные смолы предназначены для очистки, извлечения, концентрирования и разделения различных веществ.

Аниониты (ГОСТ 20301—74*) сильноосновные выпускают марок АВ-17-8, АВ-17-8ЧС (с модификациями), АВ-16ГС; слабоосновные — АН-21 (с модификациями), АН-22-8, АН-221, АН-18П (с модификациями), АН-1, АН-2ФН, АН-31, ЭДЭ-10П.

Сферические зерна размером от 0,3 до 2 мм различной окраски (светло-желтые, желтовато-коричневые и др.).

Катиониты (ГОСТ 20298—74*) сильнокислотные выпускают марок КУ-2-8, КУ-2-8ЧС, КУ-2-20, КУ-1 и КУ-23 (с модификациями) и слабокислотные — КВ-2, КВ-2-4, КВ-4, КВ-4П-2, КВ-4-10П, КВ-2-7П и КВ-2-10П. Сферические зерна от 0,3 до 2 мм различной окраски.

Катиониты-сульфоуголь (ГОСТ 5696—74). Продукт сульфирования каменных углей. Выпускают 1-го и 2-го сортов. По величине зерна подразделяются на крупные (К) 0,5—1,25 мм ((65%) и мелкие (М) 0,25—0,7 мм (80%) и соответственно обозначаются СК-1, СК-2 и СМ-1 и СМ-2.

Калий двуххромовокислый технический (биохромат калия, хромпик калиевый) $K_2Cr_2O_7$, молекулярная масса 294,19. Кристаллы оранжевого цвета. Продукт выпускается (ГОСТ 2652—78) высшего и первого сортов с содержанием $K_2Cr_2O_7$ соответственно не менее 99,7 и 99,3%. Применяется в гальванотехнике. Упаковывают его в полиэтиленовые мешки или железные барабаны и хранят в герметичной таре в сухих помещениях.

Калий железосинеродистый (красная кровяная соль) $K_3Fe(CN)_6$ (ГОСТ 4206—75). Кристаллы рубиново-красного цвета, растворимые в воде. Молекулярная масса 329,26. Содержание основного вещества не менее 99,0%. По количеству допускаемых примесей различают продукты х.ч., ч.д.а. и ч. Реактив.

Калий железистосинеродистый (желтое синкали, желтая кровяная соль) $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$. Прозрачные кристаллы оранжево-желтого цвета. В машиностроении продукт применяют в гальванотехнике и лабораторной технике. Выпускают (ГОСТ 6816—79) высшего и 1-го сортов с содержанием основного вещества соответственно 99 и 96%. Упаковывают его в деревянную тару. Реактив выпускают по ГОСТ 4207—55 ч., ч.д.а. и х.ч.

Калий марганцовокислый $KMnO_4$ (молекулярная масса 153,04) — темно-фиолетовые, почти черные кристаллы со стальным блеском, хорошо растворимые в воде. Сильнейший окислитель. Технический продукт поставляется (ГОСТ 5777-71*): 1, 2 и 3-го сортов с содержанием $KMnO_4$ соответственно не менее 99, 98 и 95%, двуокиси марганца (MnO_2) — не более 0,3, 0,75 и 1,0%, сульфатов — 0,05, 0,2 и 0,3%. Реактив поставляется х.ч., ч.д.а. и ч. Упаковывают в железные барабаны и банки.

Калий углекислый (карбонат калия, поташ) K_2CO_3 — средняя калиевая соль угольной кислоты, молекулярная масса 165,236. Бесцветные гигроскопичные кристаллы. Плотность 2,29 г/см³, температура плавления 896°С. Растворимость в воде при 20°С 52,8%, при 100°С — 60,9%; раствор имеет щелочную

реакцию. Продукт выпускается (ГОСТ 10690—73*) 1, 2 и 3-го сортов с содержанием K_2CO_3 соответственно 98, 94 и 92,5%. Его упаковывают в многослойные ламинированные бумажные и битуминированные мешки и в другую влагонепроницаемую тару и хранят в сухих складах.

Калий хлористый технический (хлорид калия) KCl — кристаллический рассыпчатый порошок или в виде гранул белого цвета с сероватым или красноватым оттенком. Плотность 1,99 г/см³, температура плавления 776°С, растворимость в воде 25,5% при 20°С, 36,0% — при 100°С. Выпускают (ГОСТ 4568—74) двух марок: К — получаемый кристаллизацией из растворов 99,0% первого (содержание KCl 98%) и второго сорта (95%) и Ф — получаемый флотационным обогащением калийных руд второго (95,0%) и третьего сорта (91,0%). В машиностроении применяется для наполнения нагревательных ванн, а также в качестве флюса при пайке и др.

Калий цианистый технический (цианид калия) KCN . Кристаллический продукт белого цвета с коричневым или серым оттенком, с влажностью не более 3%. Плотность 1,52 г/см³, температура плавления 634,5°С. Хорошо растворим в воде (до 700 г/л). Продукт поставляется по ГОСТ 8465—69 1-го и 2-го сортов с содержанием KCN соответственно 95 и 93%. Применяется в гальванотехнике. Чрезвычайно ядовит. Хранить следует в соответствии с инструкциями и упаковывать в железные барабаны или банки с герметическими запломбированными крышками.

Калия гидрат окиси технический (калий едкий технический, кали едкое) KOH (ГОСТ 9285—78). Изготавливается электролитическим способом из хлористого калия твердый (трех сортов) и жидкий (двух сортов) (табл. 3). Едкая щелочь, легко растворимая в воде. Продукт поставляется в железных барабанах объемом 50, 100 и 170 л. В машиностроении применяется в основном как обезжиривающее средство. Едкое кали обжигает кожу. Необходимо беречь глаза. Следует предохранять от влажности, так как это сильно гигроскопическое вещество.

3. Калия гидрат окиси

Содержание, %, не более	Твердый сортов			Жидкий сортов	
	Высшего	1-го	2-го	Высшего	1-го
Едкие щелочи в пересчете на KOH , не менее	95,0	95,0	93,0	54,0	52,0
Углекислый калий	1,4	1,5	2,0	0,4	0,8
Хлориды в пересчете на хлор	0,7	0,7	0,9	0,7	0,8
Сульфаты в пересчете на SO_4	0,025	0,05	0,1	0,03	0,1
Железо	0,03	0,03	0,05	0,004	0,01
Хлорноватокислый калий	0,1	0,2	0,2	0,15	0,3
Кремний	0,01	0,02	—	0,015	—
Кальций	0,01	0,01	—	0,005	—
Натрий в пересчете на $NaOH$	1,5	2,0	3,0	1,7	2,0
Алюминий	0,003	0,005	—	0,003	—
Нитриты и нитраты в пересчете на азот	0,003	0,003	—	0,003	—

Кальций хлористый (хлорид кальция, хлор — кальций) $CaCl_2$, молекулярная масса 110,90. Побочный продукт производства соды, бесцветные кристаллы. Плотность 2,51 г/см³ (расплава 2,03 г/см³). Температура плавления 772°С, температура кипения 1600°С. Применяется при термохимической обработке металлов, изготовления кальциевых баббитов, охлаждающих смесей (58,8% $CaCl_2 \cdot 6H_2O + 42,2\%$ льда) до —55°С, обезвоживания спирта, эфира и других жидкостей и газов. Хорошо растворим в воде: 42,7% при 20°С, 61,4% при 100°С. Водные растворы замерзают: 20% при —18,6°С, 30% при —48°С. Применяют для пропитки древесины и тканей, для придания огнестойкости.

По ГОСТ 450—70 поставляют технический продукт: кальцинированный с содержанием $CaCl_2$ 96% (1-й сорт) и 90% (2-й сорт); плавильный с содержанием $CaCl_2$ 76% (1-й сорт) и 67% (2-й сорт), жидкий 1-го (38%) и 2-го (32%) сорта, реактивный ГОСТ 4460—77 (плавильный), ГОСТ 4461—77 (двухводный).

Хранить следует в герметичной таре, так как под воздействием атмосферной влаги превращается в жидкость.

Камфара синтетическая $C_{10}H_{16}O$ (молекулярная масса 152,13) — продукт переработки скипидара или пихтового масла. По внешнему виду это мелкокристаллический порошок от бесцветного до слабо-желтого цвета с характерным ароматическим запахом. Камфару выпускают (ГОСТ 1123—79) двух марок — А и Б с температурой кристаллизации соответственно 169 и 164° С и поставляют в деревянных сухотарных бочках или деревянных плотных ящиках. Применяется при изготовлении пластмасс и лаков.

Канифоль сосновая (гаршус) $C_{20}H_{30}O_2$ — прозрачная стекловидная масса от светло-желтого до темно-оранжевого цвета (определяется по эталонам), получаемая в результате отгонки с водяным паром летучей части сосновой смолы или экстракцией бензином из соснового осмола (пеньков). В соответствии с этим канифоль бывает живичная и экстрагированная. Плотность 1,01—1,09 г/см³. Канифоль нерастворима в воде, легко растворяется в эфире, ацетоне, спирте, скипидаре и бензоле, малорастворима в бензине и керосине.

Согласно ГОСТ 19113—73 продукт поставляется марок А, Б, В и К соответственно с содержанием влаги (не более) 0,9; 0,3; 0,4 и 0,2%; механических примесей 0,05; 0,05; 0,10 и 0,03%; неомыляемых веществ 6,5; 7,5; 10,5 и 6,1%; зольность не более 0,04; 0,04; 0,07 и 0,025%. Упаковывают в деревянные бочки, металлические барабаны, бумажные мешки.

Канифоль талловая — продукт ректификации сырого таллового масла (побочный продукт производства целлюлозы). Это прозрачная стекловидная масса. Согласно ГОСТ 14201—73 продукт выпускается марок А — неомыленная 1-го и 2-го сорта и Б — частично омыленная.

Капролактан — лактам ε-аминокапроновой кислоты, получаемый синтетическим путем из бензола, анлина и фенола.

Выпускают (ГОСТ 7850—74*) марок А и Б с государственным Знаком качества — для производства химических волокон и нитей и Б — для полиамидных смол, используемых для изготовления литых изделий.

Карбамид (мочевина) $H_2N-CO-NH_2$ (молекулярная масса 60,05) — амид карбаминной кислоты, получаемый из аммиака и двуокиси углерода. Белые или желтоватые кристаллы или гранулы. Карбамид выпускается (ГОСТ 2081—75) для сельского хозяйства (марка Б) и технический марок А и Б (марка А с государственным Знаком качества) с содержанием азота соответственно 46,1; 46,2 и 46,3% (в пересчете на сухой продукт), различающиеся количеством примесей. Продукт упаковывают в многослойные бумажные мешки. Реактив поставляется по ГОСТ 6691—77. В машиностроении карбамид применяется для выплавляемых моделей как ингибитор (замедлитель) кислотной коррозии металлов и т. д.

Карбид кальция (карбид, углеродистый кальций) CaC_2 (молекулярная масса 64,10) — продукт сплавления угля с известью. Масса светло-серого цвета с характерным запахом фосфористого углерода. Плотность 2,22 г/см³. Выпускают (ГОСТ 1460—76) двух сортов. При соединении с водой карбид кальция разлагается на гидрат окиси кальция и ацетилен в количествах, указанных в табл. 4. При этом в ацетилене фосфористого водорода PH_2 должно быть не более 0,08% (объемные доли) сернистых соединений в пересчете на H_2S 0,15%. Карбид кальция упаковывают в герметичные железные барабаны массой нетто 50—130 кг, на которых делают надпись «Бережь от огня и влаги».

Карбюраторы — углеродистые вещества, способные в определенных условиях отдавать углерод другому веществу.

Карбюратор древесноугольный (березовый) (ГОСТ 2407—73). Зерна бе-

4. Объем ацетилена в литрах, выделяемого 1 кг карбида кальция при 20° С и 760 мм рт. ст.

Размеры кусков, мм	Объем, л, не менее	
	1-й сорт	2-й сорт
2—8	255	240
8—15	265	250
15—15	275	255
25—80	285	265
Смесь	275	255

резового угля размером 3,5—10 мм (92%) и 10—14 мм (6%) и 2% мелочи, покрытые пленкой углекислого бария, содержание которого в пределах 18—22% при влажности не более 4% и содержании серы не более 0,4% для 1-го сорта и 0,06% для 2-го сорта. Продукт поставляется по ГОСТ 2407—73 в бумажных мешках или деревянной таре. Применяется для цементации стали.

Карбюратор полукоковый (ГОСТ 5535—76) — зерна активированного каменноугольного полукокса размером 3,6—10 мм (84%), 10—14 мм (12%), менее 3,6 мм (4%), покрытые пленкой углекислого бария в пределах 10—14%; серы не более 0,30%; влаги 6%. Продукт поставляют в бумажных мешках или деревянной таре. Применяется для цементации стали.

Квасцы алюминивно-кальевые технические $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (ГОСТ 1508—78) — двойная соль сернокислого калия и сернокислого алюминия, кристаллизующихся с 12 молекулами воды. Бесцветный кристаллический продукт, растворимый в воде. Выпускается высшего, 1-го и 2-го сортов. В машиностроении применяется в качестве протравы металлов при пайке, а также в гальванотехнике.

Кислород O — бесцветный газ без запаха. При 0° С и давлении 760 мм рт. ст., масса 1 л газа 1,420 г. Технический газообразный кислород O_2 поставляется по ГОСТ 5583—78 трех сортов с содержанием чистого кислорода соответственно не менее 99,7; 99,5 и 99,2% (объемные доли). Содержание влаги в кислороде всех трех сортов не более 0,07 г/м³. Кислород выпускается в стальных баллонах по ГОСТ 949—73* под давлением 150 и 200 кгс/см² при 20° С с надписью «Кислород». Хранить следует, соблюдая необходимые меры предосторожности. Для определения количества V_0 (в м³) кислорода в баллоне пользуются формулой: $V_0 = 1,03 V_k \cdot K(p + 1,07)$, где V_k — объем баллона, м³; K — коэффициент приведения объема газа к температуре 20° С (табл. 5); p — давление кислорода в баллоне по манометру, кгс/см².

5. Значения коэффициента K

$t, ^\circ C$	K	$t, ^\circ C$	K	$t, ^\circ C$	K	$t, ^\circ C$	K
45	0,921	25	0,983	5	1,054	15	1,136
40	0,936	20	1,000	0	1,073	20	1,158
35	0,951	15	1,017	-5	1,093	25	1,181
30	0,967	10	1,035	10	1,114	30	1,206

В машиностроении кислород широко применяется для автогенной резки и сварки и интенсификации термических и металлургических процессов.

Кислород жидкий технический. Газообразный кислород при нормальном давлении и температуре — 182,98° С обращается в светло-синюю жидкость, которая при —218,7° С затвердевает, образуя синие кристаллы. Плотность жидкого кислорода (при —182,98° С) 1,1321 г/см³, твердого (при —252,5° С) 1,4256 г/см³. По ГОСТ 6331—78 продукт выпускается трех сортов с содержанием чистого кислорода соответственно не менее 99,7 (I сорт), 99,5 (II сорт) и медицинский. Транспортируется в транспортных емкостях и сосудах Дьюара. Пересчет жидкого кислорода в газообразный производят по формулам: 1 кг жидкого кислорода: 1,33=0,75 м³ газообразного; 1 л жидкого — 1,14 : 1,33=0,86 м³ газообразного.

Кислота борная H_3BO_3 — продукт сернокислотной переработки борсодержащего сырья. Блестящие чешуйки или мелкие кристаллы с температурой плавления 575° С. По ГОСТ 18704—78 продукт выпускается марок А — для электролитических конденсаторов; Б — для фармакопей; В — для технических целей. Реактив выпускается по ГОСТ 9656—75. Продукт упаковывают в полиэтиленовые и бумажные мешки.

Кислота соляная (хлористоводородная кислота) HCl — водный раствор хлористого водорода. Бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом. Плотность в зависимости от концентрации HCl приведена в табл. 6.

Техническая соляная кислота (ГОСТ 1382—77) выпускается I и II сортов с концентрацией HCl 31 и 27,5%. По ГОСТ 857—78 поставляется синтетическая двух марок с концентрацией соответственно 35 (марка А) и 31% (марка Б, высший и первый сорт). По ГОСТ 3118—77 выпускается реактив с концентрацией HCl 35—38%. Соляную кислоту перевозят в специальных гуммированных цистернах и контейнерах, а также в стеклянных бутылках объемом до 40 л.

Кобальта окись — однородный порошок или крупка без загрязнений и посторонних включений. Согласно ГОСТ 18671—73* он поставляется марок:

6. Плотность соляной кислоты в зависимости от концентрации

Концентрация HCl, %	Плотность, г/см ³	Концентрация HCl, %	Плотность, г/см ³
5,15	1,025	24,78	1,125
10,10	1,050	30,55	1,155
15,16	1,075	35,39	1,180
20,90	1,110	39,11	1,200

КО-1 — для производства твердых жаропрочных сплавов; КО-2 — эмалей, лаков, красок и пигментов; КО-3 — для легирования спецсталей и других целей. Продукт упаковывают в бумажные, джутовые мешки, металлическую и деревянную тару.

Криптон Kr — газ, атомная масса 83,80; плотность 3,736 г/л; относительная к воздуху масса 2,89. Криптон относится к числу недействительных газов, т. е. газов, не вступающих в соединения с другими веществами. Это характерное свойство используется для применения криптона в качестве наполнителя электрических осветительных ламп, газосветных трубок и т. д. Согласно ГОСТ 10218—77 поставляется криптон чистый с содержанием криптона не менее 99,8% и ксенона не более 3% и технический с содержанием 99,5% криптона в смеси с ксеноном. Ввиду трудности добычи чистого криптона широко применяется естественно получаемая смесь 94,5% криптона и 5% ксенона (ГОСТ 10218—77). Ксенон поставляется в баллонах (ГОСТ 949—73*) малого объема под давлением 50—100 кгс/см².

Ксенон Xe — газ, атомная масса 131,3; плотность 5,851 г/л; относительная к воздуху масса 4,51. Ксенон относится к числу недействительных газов, т. е. газов, не вступающих в соединения с другими веществами. Благодаря этому свойству он используется в качестве наполняющего инертного газа в электровакуумной технике. По ГОСТ 10219—77 выпускается ксенон высокой чистоты с содержанием Xe не менее 99,9% и чистый — 99,4%. Поставляется в баллонах по ГОСТ 949—73* малой емкости под давлением 50 кгс/см², окрашенных в оранжевый цвет.

Купорос железный технический FeSO₄ · 7H₂O (молекулярная масса 277,92) — сернокислая соль закиси железа, кристаллизующаяся из водного раствора с семью молекулами воды. Выпускается (ГОСТ 6981—75) двух сортов с содержанием FeSO₄ 53% (1-й сорт) и 47% (2-й сорт). Кристаллы зеленого цвета, растворимы в воде, на воздухе выветриваются. Продукт применяют для травления, железнения, при консервации дерева. Упаковывают в деревянные бочки или ящики.

Купорос медный CuSO₄ · 5H₂O (молекулярная масса 249,68; плотность — 2,3 г/см³) — сернокислая соль меди, кристаллизующаяся с пятью молекулами воды. Кристаллы синего цвета. По ГОСТ 19347—74 поставляется марок: Б — с подразделением на высший и 1-й сорта и А 1-го и 2-го сортов, отличающихся содержанием основного вещества и примесей. В машиностроении медный купорос применяют в гальванотехнике, при электрической обработке, меднения и др. Упаковывают в дощатые или фанерные ящики или бочки, полиэтиленовые мешки и другую тару. Он гигроскопичен, хранить следует в сухих складах.

Купорос цинковый технический (цинк сернокислый) ZnSO₄ · n H₂O — кристаллогидрат сернокислого цинка (ГОСТ 8723—75), плотность 1,966 г/см³. Выпускают трех сортов и применяют для пропитки и консервации дерева, а также в гальванотехнике. Цинковый купорос упаковывают в деревянные бочки.

Лимонная кислота C₆H₈O₇ · H₂O — бесцветные прозрачные кристаллы. Плотность 1,54; молекулярная масса 210,14; температура плавления 153° С. Растворимость 1350 г в 1 л воды при 20° С. Пищевую кислоту выпускают по ГОСТ 908—70 высшего и первого сортов. Реактив поставляют по ГОСТ 3652—69. В машиностроении лимонную кислоту применяют при электрохимической обработке.

Лития гидрат окиси технический Li OH · H₂O — белый кристаллический порошок, сильная щелочь, хорошо растворимая в воде. По ГОСТ 8595—75 изготовляют продукт марок ЛГО-1, ЛГО-2 и ЛГО-3. Применяется в качестве добавки в электролит щелочных аккумуляторов, а также при изготовлении пластичных смазок, защитных и уплотнительных соединений и др. Упаковывают его в железные барабаны или мешки из пластиката.

Магнезия жженая техническая (окись магния) MgO (молекулярная масса 40,3) — аморфный порошок белого цвета. В зависимости от метода получения по ГОСТ 844—73* выпускают продукт марок: А (активная) с содержанием окиси магния не менее 90% и Б 1-го (92% MgO) и 2-го (89%) сортов и с государственным Знаком качества (93%). Продукт упаковывают в многослойные бумажные мешки, помещаемые в мешки из прорезиненной ткани. Применяется в качестве наполнителей и усилителей, а также для изготовления искусственных камней, тиглей, огнеупоров и др.

Магний сернокислый технический MgSO₄ · 7H₂O (молекулярная масса 246,48; плотность 1,68; растворимость 710 г в 1 л воды) — белые кристаллы с содержанием основного вещества не менее 99%. Продукт применяют в гальванотехнике. Реактив поставляют по ГОСТ 4523—77. Выпускают его ч.д.а. и ч., с содержанием основного вещества соответственно 99,5; 99 и 99,0%.

Магний хлористый технический (башофит) MgCl₂ · 6H₂O (ГОСТ 7759—73) — магнезиальная соль хлористоводородной кислоты с шестью частями воды; белая гигроскопическая масса. Продукт применяют при изготовлении искусственных камней и для огнестойкой пропитки дерева. Упаковывают в железные барабаны.

Марганца двуокись (перекись марганца) MnO₂, молекулярная масса 86,94 (ГОСТ 4470—79). Черный порошок, нерастворимый в воде. Продукт выпускается чистый для анализа и чистый с содержанием MnO₂ не менее 85 и 75%.

Медь цианистая техническая Cu₂(CN)₂, молекулярная масса 179,116. Порошок или таблетки белого, желтовато-серого или голубоватого цвета. По ГОСТ 10018—73 выпускают порошок высшего и 1-го сортов с содержанием основного вещества не менее 98,5 и 98,0%. Упаковывают в герметические стальные барабаны с надписями «Ид» и «Хранить в сухом месте». Продукт применяют в гальванотехнике.

Муравьиная кислота (метановая кислота) HCOOH (молекулярная масса 46,026) — продукт взаимодействия окиси углерода с едким натром при повышенном давлении и температуре. Бесцветная жидкость с резким едким запахом. Плотность 1,2265; температура кипения 100,7° С. Продукт хорошо смешивается с водой, спиртом и эфиром. Сильный восстановитель. В машиностроении его применяют при травлении металлов, а также в лабораторной технике. Техническая кислота выпускается по ГОСТ 1706—78 марок А и Б и реактив (ГОСТ 5848—73).

Натр едкий (сода каустическая, каустик) NaOH (молекулярная масса 39,97) — гидроксид натрия, сильная щелочь. Бесцветная непрозрачная кристаллическая масса плотностью 2,1—2,3 г/см³; температура плавления 318—328° С, температура кипения 1390° С. Продукт хорошо растворяется в воде и сильно поглощает влагу из воздуха.

Технический продукт (ГОСТ 2263—71*) выпускают в твердом виде марок: ТР — твердый ртутный (чешуированный) с содержанием NaOH 98,5%; ТХ-1 и ТХ-2 — твердый химический (плавленный и чешуированный с содержанием NaOH соответственно 97,0 и 96,0%; Т — твердый диафрагменный (плавленный и чешуированный с содержанием) NaOH 94,0%.

Продукт в растворе (прозрачная бесцветная или голубоватая жидкость) выпускают следующих марок: РР — раствор ртутный с содержанием NaOH

42%; РХ-1 и РХ-2 — раствор химический (45 и 43%); Р У, Р У-1 и Р У-2 — раствор диафрагменный (50, 44 и 42%).

Очищенный продукт (ГОСТ 11078—78) поставляют высшего, 1-го и 2-го сортов с содержанием NaOH не менее 46, 45 и 43%. Реактив выпускают по ГОСТ 4328—77.

Твердый едкий натр транспортируют в герметичной стальной таре, чешуйчатый — в полиэтиленовых мешках в твердой таре, жидкий — в специальных щелочестойких цистернах и бочках. В машиностроении применяется для очистки и обезжиривания металла, а также в гальванотехнике и др.

Натр кремнефтористый технический (кремнефторнатр) Na_2SiF_6 (ГОСТ 87—77) — мелкий кристаллический порошок белого цвета (допустим серый или желтый оттенок) с влажностью не более 1,0%. Продукт выпускают (ГОСТ 87—77) высшего и 1-го сортов, различающихся содержанием основного вещества (98 и 95%) и примесей. Упаковывают в выложенные внутри крафтцеллюлозной бумагой фанерные барабаны или бочки. Яд. Применяется как антисептик для пропитки древесины и для борьбы с вредителями растений.

Натрий азотистокислый — см. Нитрит натрия.

Натрий азотнокислый (селитра натриевая, азотно-натриевая соль, нитрат натрия) NaNO_3 — натриевая соль азотной кислоты. Бесцветные кристаллы: плотность 2,25 г/см³; температура плавления 308,0° С. При температуре 380° С продукт разлагается. Растворимость в воде 46,8% при 20° С. Технический продукт (ГОСТ 828—77) поставляется высшего и 1-го сорта с содержанием основного вещества не менее 99,8 и 99,5%. В машиностроении продукт применяют в качестве теплоносителя нагревательных ванн. Поставляется в бумажных, джутовых и других мешках и бочках.

Натрий двууглекислый (бикарбонат, сода двууглекислая) NaHCO_3 , молекулярная масса 84,00. Белый кристаллический порошок без запаха, легко растворимый в воде (8,8% при 20° С и 14,4% — при 60° С), нерастворимый в этиловом спирте; плотность 2,2 г/см³. По ГОСТ 2156—76 продукт выпускают 1—3-го сортов с содержанием основного вещества соответственно 99,5; 99,9 и 98,5%. Реактив поставляется по ГОСТ 4201—79.

Натрий сернистокислый безводный (сульфат натрия) Na_2SO_4 — порошок белого цвета или слегка желтоватого. Продукт выпускают (ГОСТ 5644—75): фотографический высшего и первого сортов с содержанием основного вещества 97,5 и 94%; технический (93%) и реактив (ГОСТ 195—77). В машиностроении применяют в гальванотехнике. Упаковывают и хранят в герметичной таре из синтетиков или стали.

Натрий сернистый технический (сульфид натрия) Na_2S — продукт восстановления сульфата натрия углем с последующим выщелачиванием и упариванием. Продукт выпускают (ГОСТ 596—78*) высшего, 1-го и 2-го сортов с содержанием сернистого натрия 72 и 67%. Плавленый продукт (монолит) поставляется в железных барабанах массой 25, 50 и 100 кг, чешуированный — в полиэтиленовых и бумажных мешках. При хранении следует соблюдать осторожность, так как при соприкосновении с кислотами он образует горючий газ — сероводород. Применяется в составе ванн для сульфидирования деталей и инструментов. Натрий сернистый — реактив поставляется по ГОСТ 2053—77.

Натрий фосфорнокислый двухзамещенный (динатрийфосфат) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times \times 12\text{H}_2\text{O}$. Стекловидные или белые кристаллы, выветривающиеся на воздухе. Используют в пищевой, фармацевтической, текстильной, красочной и других отраслях промышленности, а также в качестве водоумягчителя и антикоррозионной присадки к антифризам. Реактив выпускают по ГОСТ 4172—76.

Натрий фосфорноватистокислый (натрия гипофосфит) NaH_2PO_2 — белый порошок или бесцветные кристаллы, расплывающиеся во влажном и выветривающиеся в сухом воздухе. Продукт поставляется по ГОСТ 16107—70 и применяется в гальванотехнике. Упаковывают в полиэтиленовые мешки и мешочки.

Натрий фтористый технический (фторид натрия) NaF (ГОСТ 2871—75) — натриевая соль фтористоводородной (плавиковой) кислоты. Белый кристаллический порошок. Плотность 2,79 г/см³, температура плавления 992° С, темпера-

тура кипения 1700° С. Растворимость в воде 4,03% при 25° С, в спирте нерастворим. Продукт высущается двух сортов (1-го и 2-го) и применяется для антисептирования древесины, борьбы с вредителями растений, в машиностроении — в качестве компонента флюсов для пайки и др. Натрий фтористый — реактив поставляется по ГОСТ 4463—76.

Натрий хлористый NaCl (молекулярная масса 52,45) — природный продукт. Белый кристаллический порошок. Плотность 2,16 г/см³ (расплава — 1,5 г/см³), температура плавления 800,4° С, температура кипения 1413° С.

Натрий хлорватистокислый (гипохлорит натрия) NaClO молекулярная масса 74,44 (ГОСТ 11086—76). Прозрачная зеленовато-желтая жидкость без осадка и взвешенных частиц. Продукт выпускают марок А — для обеззараживания питьевой воды, дезинфекции и отбелики с содержанием активного хлора 190 г/л; Б — для витаминной промышленности как окислитель, 170 г/л; В — для дезинфекции загрязненных территорий и обеззараживания сточных вод, 120 г/л. Следует хранить в гуммированных или покрытых коррозионно-стойким материалом емкостях.

Натрий цианистый технический (цианид натрия) NaCN (ГОСТ 8464—69) — кристаллический продукт белого цвета со слабо-коричневым оттенком, расплывающийся на воздухе; температура плавления 564° С, температура кипения 1496° С. Продукт хорошо растворим в воде (остаток не более 0,2%), чрезвычайно ядовит. Выпускается двух сортов (табл. 7) и применяется в составе ванн для термодиффузионной обработки металлов. Упаковывают его в полностью герметические железные барабаны или бочки и хранят по особой инструкции на ядовитые вещества.

7. Натрий цианистый

Содержание, %, не более	Сорт	
	1-й	2-й
Цианистый натрий не менее	90	87
Углекислый натрий	1,4	3,0
Хлористый натрий	3,0	3,0
Едкий натр	1,0	2,0
Влага	3,0	5,0

Нафталин коксохимический C_{10}H_8 (ГОСТ 16106—70*) — ароматический углеводород, получаемый из каменноугольной смолы, коксового газа и при пиролизе нефти. Продукт нерастворим в воде, растворим в спирте, эфире, бензоле. Температура кристаллизации 76—80° С, температура кипения 217° С. Различают продукт очищенный высшего, I, II и III сортов и технический сортов А, Б, В. Предназначается для синтеза красителей, пластмасс, а также в качестве растворителей.

Никель сернокислый технический (сульфат никеля, купорос никелевый) $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 2665—73) — кристаллы изумрудно-зеленого цвета. Никель сернокислый содержит не менее 20,6% никеля и кобальта. По содержанию примесей (меди, свинца, цинка, железа, хлора и марганца) подразделяется на марки: НС-0 — для химической промышленности, НС-1 и НС-1 с государственным Знаком качества — для никелирования. Продукт упаковывают в плотные деревянные бочки. Никель сернокислый — реактив поставляется по ГОСТ 4465—74*.

Никеля гидрат закиси (ГОСТ 18726—73) — продукт, получаемый из растворов сернокислого никеля действием едкого натра. Порошок с содержанием никеля и кобальта не менее 56,5%. Основное назначение — производство щелочных аккумуляторов.

Никеля закись NiO (молекулярная масса 74,709) — порошок с частицами размерами до 0,5 мм. Содержание никеля и кобальта 76%, в том числе кобальта не более 0,6%. Применяется для эмалей для покрытия металлических изделий. Поставляется по ГОСТ 17607—72 в тканевых мешках.

Нитрат натрия — см. Натрий азотнокислый.

Нитрит натрия технический (натрий азотистокислый) NaNO_2 , молекулярная масса 69,00. Белые кристаллы с желтоватым оттенком, расплывающиеся на воздухе. По ГОСТ 19906—74 изготавливают продукт высшего, 1-го и 2-го сортов, с содержанием основного вещества соответственно 99,0; 98,5 и 97,0%. Реактив поставляют по ГОСТ 4197—74. В машиностроении продукт применяют при термообработке металлов, в гальванотехнике, а также в качестве ингибитора

(высший сорт) коррозии стальных изделий и др. Упаковывают в бумажные, полиэтиленовые мешки и другую тару. Хранят с учетом того, что продукт ядовит и способствует самовозгоранию горючих материалов.

Олово двуххлористое 2-водное очищенное (олово хлористое), молекулярная масса 225,54, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 4780—78). Бесцветные или желтоватые кристаллы, легко окисляющиеся на воздухе и легко растворимые в воде и органических растворителях. Продукт 1-го сорта содержит 98% основного вещества, а 2-го сорта — 97%. В машиностроении применяется для щелочных электролитов лужения. Упаковывают в полиэтиленовые мешки и дополнительно в бочки или ящики. Олово двуххлористое — реактив поставляется по ГОСТ 36—78.

Олово четыреххлористое кристаллическое $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — бесцветные кристаллы, молекулярная масса 350,5. В машиностроении продукт применяется для электролитического лужения.

Олово хлорное безводное SnCl_4 (ОСТ 176) — прозрачная бесцветная или почти бесцветная жидкость, сильно дымящаяся на воздухе, получающаяся при действии хлора на олово. Плотность 2,230—2,234 г/см³. Содержание хлорного олова не менее 99,0%; нелетучего остатка не более 1,0%; свободного хлора не более 0,01%. Продукт перевозят в железной таре, а во избежание загрязнения продукта железом — в стеклянной посуде массой не более 10 кг нетто. На таре следует делать надпись «Обращаться с осторожностью». В машиностроении продукт применяют для электролитического лужения, а также в лабораторной технике.

Ортофосфорная кислота термическая H_3PO_4 , молекулярная 97,998. Бесцветная малопрозрачная жидкость. По ГОСТ 10678—76 продукт поставляют марок: А — пищевая и Б — техническая 1-го и 2-го сортов, плотностью 1,565 с содержанием основного вещества не менее 73%, различающихся количеством примесей. Реактив выпускают по ГОСТ 6552—58*. В машиностроении продукт применяют при травлении, электрохимическом полировании, анодировании алюминия и т. д. Упаковывают в стеклянные или полиэтиленовые бутылки.

Пенообразователь ПО-1 (ГОСТ 6948—70) — темно-коричневая жидкость без посторонних включений, плотность 1,1. Состав (массовые доли в %):

Контакт КПК-1 (керосиновый)	84 ± 3
Клей костный	4,5 ± 1
Спирт этиловый — сырец или этиленгликоль концентрированный (95%)	11 ± 1
Натр едкий технический	До нейтрализации контакта

Кратность выхода пены 2%-ного водного раствора — не менее 6. Продукт предназначен для тушения пожаров с помощью специальной аппаратуры.

Препарат ОС-20 (ГОСТ 10730—76) — смесь полиэтиленгликолевых эфиров высших жирных спиртов. Воскообразная твердая масса белого (марка А), светло-желтого (Б) или светло-коричневого (В) цвета. Продукт растворяется в воде. Применяется в качестве диспергатора (марка А), текстильно-вспомогательного вещества (Б), эмульгатора и антистатического вещества (В).

Селитра калиевая техническая (нитрат калия, азотно-калиевая соль) KNO_3 (молекулярная масса 101,1) — калиевая соль азотной кислоты. Плотность 2,1 г/см³, температура плавления 336°С, растворимость в воде 24,1% при 20°С. Белые кристаллы с желтовато-серым оттенком. Продукт выпускают (ГОСТ 19790—74) 1-го сорта, с государственным Знаком качества и 2-го сорта с содержанием азотнокислого калия 99,9; 99,85; 99,7%. В машиностроении применяют в качестве наполнителя нагревательных ванн, улучшающей добавки в формовочных смесях и др. Упаковывают в бумажные мешки.

Сера техническая S, молекулярная масса 32,064. Природную серу получают в результате переработки серных руд, газовую — при плавке медных колчеданов и очистке газов от сероводорода. В зависимости от содержания основного вещества и примесей различают три сорта природной серы (ГОСТ 127—76): высший (99,9%); 1-й (99,5) и 2-й (98,6%) и два сорта газовой серы: 1-й (99,8%)

и 2-й (98,8%). Сера выпускается молотой и комовой. По гранулометрическому составу различают молотую серу классов А и Б. Серу комовую перевозят в крытых вагонах навалом, молотую — в бумажных мешках.

Сера хлористая техническая S_2Cl_2 , молекулярная масса 135,03. Красная или темно-бурого цвета вязкая жидкость с резким неприятным запахом (ГОСТ 16129—70). Плотность 1,675—1,680 г/см³; содержание активного хлора 51,0—52,6%; начало кипения 122°С и конец 138°С; в этом интервале перегоняется не менее 96,5%; сухой остаток 3,0%. Продукт транспортируют и хранят в стальных бочках и канистрах, на которые наносят надписи «Яд» и «Огнеопасно».

Серебро азотнокислое (нитрат серебра, ляпис, азотно-серебряная соль) AgNO_3 (ГОСТ 4277—75). Бесцветные кристаллы. Плотность 4,35 г/см³, температура плавления 208,5°С. Продукт широко применяют в фотохимии, а также при изготовлении зеркала и серебрении.

Серная кислота H_2SO_4 , молекулярная масса 98,08, плотность 1,830—1,835 г/см³. Бесцветная прозрачная маслянистая жидкость без запаха, жадно поглощающая влагу и смешивающаяся с водой в любой пропорции с выделением большого количества тепла. Кислота серная техническая (контактная улучшенная и техническая, олеум улучшенный и технический, башенная и регенеративная) поставляется по ГОСТ 2184—77, аккумуляторная с государственным Знаком качества и 1-го и 2-го сортов концентрации 92—94%, различающиеся количеством примесей, — по ГОСТ 667—73, реактив — по ГОСТ 4204—77*. Серную кислоту перевозят в железных цистернах, контейнерах и бочках, а также в стеклянных бутылках. Она имеет исключительно большое применение в гальванотехнике, а также для травления металлов.

Смолы ионообменные см. Ионообменные смолы.

Сода кальцинированная (сода, натрий углекислый, карбонат натрия) Na_2CO_3 , молекулярная масса 105,99. Мелкокристаллический порошок или гранулы белого цвета. Плотность 2,5 г/см³, температура плавления 851°С. Сода легко растворима в воде: 17,8% при 20°С и 31,1% при 104°С. Технический продукт поставляется по ГОСТ 5100—73* двух сортов с содержанием основного вещества 99,2% (1-й сорт) и 99,0% (2-й сорт) и по ГОСТ 10689—75 (из нефелинового сырья) с содержанием основного вещества 98,0 (1-й сорт); 94,0 (2-й сорт) и 91,0% (3-й сорт). Соду применяют для обезжиривания, для эмалирования и др.

Соль бертолетова техническая KClO_3 (молекулярная масса 122,55) — калиевая соль хлорноватой кислоты, получаемая путем хлорирования известкового молока с последующей реакцией обменного разложения с хлористым калием. Кристаллы (марка А) или тонкодисперсный порошок (марка Б) белого цвета, допускается желтоватый оттенок. В зависимости от содержания основного вещества и примесей различают (ГОСТ 2713—74) продукт 1-го и 2-го сорта с содержанием основного вещества соответственно 99,8 и 99,7%. Применяют в гальванотехнике.

Фосфорная кислота в пересчете на P_2O_5 , не менее	46—52
Марганец, не менее	14
Железо	0,3—3,0

Нерастворимые в воде остатки, не более	6
Водорастворимый P_2O_5 , не более	0,97
Окись кальция CaO , не более	0,06
Влага, не более	19

Продукт упаковывают в деревянные ящики массой нетто не более 80 кг. Хранить его следует в сухом помещении.

Стронций азотнокислый $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ (ГОСТ 2820—73*). Кристаллический порошок белого цвета с содержанием основного вещества не менее 99,0% и влаги не более 0,2%.

Сульфит натрия кристаллический $\text{NaSO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — натриевая соль сернистой кислоты в виде бесцветных кристаллов. В зависимости от содержания основного вещества и допускаемых примесей выпускают (ГОСТ 903—76) сульфит натрия фотографический А с содержанием $\text{NaSO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 96% и Б — 93%, технический (91%) и реактив (ГОСТ 429—76). Упаковывают продукт в герметичные

полиэтиленовые мешки и стеклянные банки и хранят в сухом помещении при температуре не выше 30° С. В машиностроении применяют его в гальванотехнике.

Сульфуголь — см. Ионообменные смолы.

Термитные шашки (ГОСТ 18493—73) для сварки стальных проводов выпускают типов: ШТ-2 — для проводов диаметром 2 мм, массой 2 г; ШТ-3 — массой 4 г; ШТ-4 — 9 г и ШТ-5 — 16 г. Термитный состав: железная окалина 75%, магниевый порошок 25% и лак НЦ-551 14% (сверх 100%). Термитные патроны для сварки алюминиевых и спалеалюминиевых проводов выпускают по ГОСТ 18492—73 с тем составом термитной массы.

Тиосульфат натрия кристаллический (гипосульфит натрия, серноватистокислый натрий) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ГОСТ 244—76). Прозрачные кристаллы, хорошо растворимые в воде, плотность 1,685 г/см³, температура плавления 48,5° С. Выпускают фотографический и технический продукт. Применяют в фото- и лабораторной технике. Упаковывают в деревянную тару.

Тиурам D (тетраметилтиурамдисульфид) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{S}_4$, молекулярная масса 240,43. По ГОСТ 740—76 выпускают продукт марок: Б — для сельского хозяйства, А — для промышленности (1-го и 2-го сортов в виде порошка или гранул белого или сероватого оттенка). Температура плавления 145 и 140° С, зольность не более 0,3%, содержание воды 0,5%.

Тринарийфосфат (ГОСТ 201—76*). Технический продукт одноводный ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, молекулярная масса 181,956) — белые несслеживающиеся кристаллы с содержанием общего P_2O_5 не менее 38,8% и нерастворимого в воде остатка не более 0,06%. Двенадцативодный продукт ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, молекулярная масса 380,12) — белые, розовые или желтоватые чешуйки или комки, подверженные слеживанию, содержащие 18,5% P_2O_5 и 0,03% остатка. Применяют в качестве водоумягчителя и компонента ингибитора коррозии, а также для удаления масел и жира, для очистки металлов, для мойки деталей, в гальванотехнике и т. д. Кроме технического продукта, выпускают тринарийфосфат для пищевых целей.

Углекислый газ сжиженный (углекислота жидкая) CO_2 — двуокись углерода. В зависимости от назначения (ГОСТ 8050—76) выпускают газ сварочный (I сорт с содержанием CO_2 по объему не менее 99,6 и II — 99,0%); пищевой (99,8%) и технический (98,0%), в котором допускается содержание окиси углерода (CO) не более 0,05%. Поставляется газ в баллонах (ГОСТ 949—73*) объемом до 40 л. Баллоны со сварочным газом должны иметь надпись желтой краской « CO_2 сварочный». Их следует сдавать обратно с остаточным давлением не ниже 2 кгс/см².

Уголь активный древесный дробленый — продукт обработки древесного угля марки А (ГОСТ 7657—74) водяным паром при 800° С. Согласно ГОСТ 6217—74 продукт изготавливают марок: БАУ-А (с государственным Знаком качества) — для наполнения ацетиленовых баллонов; БАУ-Б — для адсорбции из растворов и водных сред; ДАК — для очистки парового конденсата; БАУ-МФ — для адсорбции из водных сред в фильтровальных установках. Насыпная плотность продукта марки БАУ-А 240 г/дм³, для остальных марок — не нормируется. Размер зерен от 1 до 3,6 мм не менее 95,5% и для марки БАУ-МФ — от 0,5 до 1,5—70%. Тара — бумажные или полиэтиленовые мешки и др.

Уголь активный осветляющий (ГОСТ 4453—74). Древесный тонкодисперсионный порошок предназначается для очистки различных растворов. В зависимости от осветляющей активности различают марки: ОУ-А, ОУ-Б, ОУ-В и ОУ-Г. Упаковывают продукт в полиэтиленовые или бумажные мешки и хранят в сухих помещениях — складах.

Уголь активный рекуперационный (ГОСТ 8703—74) — гранулы, изготавливаемые из каменноугольной пыли и связующего, размером 2,84—5,0 мм. Насыпная плотность 550—600 г/дм³. Продукт применяют для улавливания паров растворителей и в зависимости от температуры их кипения различают марки: АР-А — выше 100° С; АР-Б — 60—100° С и АР-В — ниже 60° С. Продукт упаковывают в полиэтиленовые или бумажные мешки массой до 25 кг и хранят на сухих складах.

Уголь древесный (ГОСТ 7657—74). В зависимости от перерабатываемой древесины вырабатывают уголь марок: А (высший и 1-й сорта) — твердолопастные и береза; Б (1-й и 2-й сорта) — твердо- и мягколопастные; В — мягколопастные или хвойные породы. Кажущаяся плотность ~ 370 г/дм³. Содержание мелочи (<12 мм) не более 5—7%. Мелкие партии упаковывают в бумажные мешки.

Уксусная кислота CH_3COOH , молекулярная масса 60,05. Прозрачная бесцветная жидкость с резким специфическим запахом. Плотность 1,05 г/см³; температура плавления 16,6° С, температура кипения 118,2° С. Продукт смешивается с водой, спиртом, эфиром, бензолом. При застывании он увеличивается в объеме. По ГОСТ 19814—74 поставляется синтетическая кислота 1, 2 и 3-го сортов с содержанием основного вещества соответственно 99,5; 98,5 и 80,0% и регенерированная 1, 2 и 3-го сортов — 99,5; 98,0 и 80,0%. По ГОСТ 18270—72 выпускают кислоту особой чистоты. Лесохимическую кислоту (ГОСТ 6968—76) выпускают: пищевую (уксусная эссенция) концентрация 70, 80 и 98% высшего и 1-го сортов; очищенную (98%) и техническую 1-го и 2-го сорта концентрации соответственно 96 и 93%. Реактив выпускают по ГОСТ 61—75. Продукт упаковывают в стеклянные бутылки в обрешетке с предупредительными надписями.

Уротропин технический $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, молекулярная масса 140,19 (ГОСТ 1381—73). Продукт взаимодействия аммиака и формальдегида, крупно- и мелкокристаллический порошок белого цвета. Продукт выпускают марок К, С и М с содержанием основного вещества соответственно не менее 99,5, 98,0 и 99,5%. Применяется при травлении для предохранения от перетравливания как ингибитор. Упаковывают в полиэтиленовые мешки и другую тару и хранят в сухих складах.

Фенол $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, молекулярная масса 94,11. Бесцветные кристаллы или белая кристаллическая масса. Плотность 1,06 г/см³; температура плавления 43° С, температура кристаллизации 40,0—40,7° С, температура кипения 182° С. Водный 3—5%-ный раствор — дезинфицирующая жидкость (карболка, ГОСТ 13643—68). В машиностроении продукт применяют при электролитическом дужении и свинцевании и др. Фенол синтетический технический (ГОСТ 236—68*) выпускают высшего, 1-го и 2-го сортов с содержанием фенола 98,0—99,9%, с государственным Знаком качества (ГОСТ 5.1102—71), каменноугольный (ГОСТ 11311—76) марок А и Б. Фенол поставляют залитым в металлическую тару с надписью «Ядовит».

Формалин CH_2O , молекулярная масса 30,03. Водный раствор формальдегида — бесцветная прозрачная жидкость с резким раздражающим запахом. При хранении на холоде мутнеет с образованием осадка. Для стабилизации раствора добавляют метанол (метиловый спирт). Технический формалин (ГОСТ 1625—75) выпускают с содержанием, %: формальдегида — 37; кислот (в пересчете на муравьиную) — не более 0,04; железа — не более 0,0005. Хранят в стеклянной, деревянной, алюминиевой или эмалированной таре и применяют при производстве пластмасс как асептирующее средство, при нителировании и цинковании.

Фосфор желтый технический Р₄, молекулярная масса 123,895. Парафинообразная масса от светло-желтого до зелено-желтого цвета. Плотность 1,7—1,8 г/см³, температура плавления 44,1° С, температура кипения 280,5° С. Продукт воспламеняется на воздухе. Следует хранить в герметической посуде, заполненной предвременно незамерзающим раствором хлористого кальция (ГОСТ 450—70), хлористого натрия (ГОСТ 158—74) с плотностью 1,16—1,18 г/см³. Выпускают (ГОСТ 8986—75) технический продукт с содержанием основного вещества не менее 99,9% и нерастворимого в воде и сероуглероде остатка не более 0,1% и в бензоле соответственно 99,5% и 0,5%. Это сильный яд, поэтому его следует хранить и применять в соответствии с действующими правилами.

Фосфор красный технический Р (атомная масса 30,9738) получают полимеризацией желтого фосфора. Тонко измельченный порошок от малиново-красного до коричневого или темно-фиолетового цвета с металлическим блеском. Согласно ГОСТ 8655—75* различают продукт 1-го и 2-го сортов с содержанием основного вещества соответственно не менее 99,2 и 98,8% и желтого не более

0,005 и 0,01%. Хранить и перевозить продукт следует в соответствии с правилами хранения огнеопасных веществ.

Фтористоводородная техническая кислота HF (молекулярная масса 20,006, ГОСТ 2567-73) — продукт растворения в воде газообразного фтористого водорода, образующегося при взаимодействии плавленого шпата с серной кислотой. Бесцветная прозрачная жидкость с содержанием основного продукта 70 (марка А) и 40% (марка Б).

Хлор жидкий Cl₂, молекулярная масса 70,908. Это маслянистая жидкость бледно-оранжевого цвета с резким удушливым запахом. Согласно ГОСТ 6718-68 выпускают продукт обычный и с государственным Знаком качества с содержанием Cl₂ соответственно не менее 99,6 и 99,8% и влаги не более 0,05% и 0,02%. Плотность 1,33 г/см³. Продукт обладает высокой токсичностью. Его следует хранить в стальных баллонах защитного цвета с зеленой надписью «хлор», изолировать от скипидара, эфира, аммиака, светильного газа, углеводородов водорода и порошков металлов.

Хром гидрат окиси Cr(OH)₂. Это аморфный порошок серо-голубого или серо-зеленого цвета, растворимый в кислотах и нерастворимый в воде. Молекулярная масса 139,07. Содержание окиси хрома Cr₂O₃ 43-54%. Потери при прокаливании 45,5-57%. Реактив.

Циан силав (черный цианид) NaCN — продукт сплавления цианида кальция с хлористым натрием. Ядовит, легко разлагается с выделением синильной кислоты и применяется для цианирования стали. Поставляется продукт марок: А — пластичатый для промышленных целей (1-го и 2-го сортов с содержанием основного вещества 47 и 42%) и Б — для сельского хозяйства и в качестве дезинфекционного средства. Упаковывают его в стальные барабаны и банки с надписью «Яд» и «Хранить в сухом месте».

Цинк фосфорнокислый (орто) однозамещенный Zn(H₂PO₄)₂·2H₂O (молекулярная масса 295,374) — продукт взаимодействия термической ортофосфорной кислоты с цинком марок ЦВ и ЦО. Это кристаллы белого или серого цвета, растворимые в воде. Продукт применяют для фосфатирования металлических поверхностей. Его поставляют по ГОСТ 16992-78 с содержанием цинка 20%, общей фосфорной кислоты 47% и свободной фосфорной кислоты 5,0%. Упаковывают продукт в бумажные мешки и фанерные барабаны.

Цинк хлористый технический (хлорид цинка) ZnCl₂. Бесцветные кристаллы, очень гигроскопичные. Плотность 2,91 г/см³, температура плавления 262°С, температура кипения 732°С. Продукт хорошо растворим в воде, спирте, эфире, глицерине. Согласно ГОСТ 7345-78 выпускают марок: А — твердый сплав с содержанием ZnCl₂ не менее 97,7%; Б — прозрачный бесцветный раствор с содержанием ZnCl₂ в продукте 1-го сорта 50% и 2-го — 49% ZnCl₂. Применяется для защиты древесины от гниения, для очистки поверхности стали, меди и сплавов при пайке. Цинк хлористый — реактив поставляется по ГОСТ 4529-78.

Этиленгликоль HO—CH₂—CH₂—OH (молекулярная масса 62,07) — продукт, получаемый гидратацией окиси этилена. Это бесцветная или слегка желтоватая прозрачная жидкость без осадка, плотность 1,11-1,115. Выпускают (ГОСТ 19710-74*) с государственным Знаком качества и 1-го и 2-го сортов с содержанием основного вещества соответственно 99,7; 98,5; 96,0%; температура начала и конца кипения 196-199°С, 194-200°С и 193-200°С, количество отгона 95, 96 и 90%. Продукт следует хранить в стеклянных темных бутылках или алюминиевой таре с надписями «Ядовито» и «Огнеопасно».

Этилсиликат — прозрачная жидкость со слабым запахом эфира. Продукт выпускают марок: этилсиликат-32 (МРТУ 6-02-415-67) и этилсиликат-40 (ГОСТ 5.1174-71) с государственным Знаком качества. Состав и свойства продукта приведены в табл. 8.

Этилсиликат применяют в качестве связующего в производстве точных литейных форм и стержней, компонента противопожарных красок, для гидрофобизации бетонов, улучшения оптических стекол, огнеупоров и др. поставляют в полиэтиленовой или железной таре с годовым гарантийным сроком хранения.

Этил хлористый (монхлорэтан, хлорэтил) C₂H₅Cl (молекулярная масса 64,517) — хлорпроизводное этана. Бесцветная летучая жидкость; плотность 0,92 г/см³, температура кипения 12,5°С. По ГОСТ 2769-78* выпускается высшего и 1-го сорта. Он применяется в качестве хладоагента в холодильных установках, для эстрагирования жиров и масел, а также в химии и медицине. Продукт токсичен и при нормальной температуре и давлении переходит в газ, составляющий с воздухом взрывчатую смесь.

Эфир метиловый метакриловой кислоты (метаметакрилат) C₅H₈O₂, молекулярная масса 100,11. Бесцветная прозрачная жидкость с характерным эфирным запахом. Продукт применяется в производстве синтетических смол, латексов, эмульсий и др. Поставляют по ГОСТ 20370-74 с содержанием основного вещества 99,8% в железной, алюминиевой, стеклянной таре с надписью «Огнеопасно».

8. Состав и свойства этилсиликата

Показатель	Этилсиликат-32	Этилсиликат-40
Плотность при 20°С, г/см ³	1,0	1,04-1,07
Вязкость при 20°С, сСт	1,6	3,5-6,0
Содержание, %:	30-34	40±2
O ₂	0,1	0,1
Тетраэтоксисилаи	50-65	8-15
Этоксильные группы	—	60-72

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазов Б. В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. М., Высшая школа, 1973.
2. Алдыбаева А. И. Ингибиторы коррозии металлов. Справочник. Л., Химия, 1962.
3. Фрейштат Д. М. Производство реактивов. М., Химия, 1965.
4. Химические товары. Справочник. Т. I-V. Сост. Т. П. Унанянц, Г. Я. Бахаровский, А. И. Шерешевский. М., Химия, 1967-1974.

ОБЩИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПО ЧИСТОТЕ

Жидкие и пластичные материалы (технические жидкости), применяемые в машиностроении, по назначению подразделяют на группы:

конструкционные — смазочные масла и жидкости, пластичные смазки, жидкости, применяемые в качестве рабочих тел гидроприводов, амортизаторов, теплообменных аппаратов и др.;

технологические — смазочно-охлаждающие, моющие, растворяющие и другие жидкости и пасты, необходимые для изготовления машин и приборов, но не входящие в их спецификации;

жидкое топливо, используемое по прямому назначению и в качестве компонента конструкционных и технологических жидкостей.

Различают 17 классов (табл. 1) чистоты рабочих жидкостей гидросистем, смазочных масел, смазочно-охлаждающих жидкостей, жидкого топлива, моющих растворов, растворителей и др. (ГОСТ 17216—71). Метод определения чистоты жидкостей, регламентированный ГОСТ 12275—66, основан на оценке числа фильтраций и количества осадков, задерживаемых фильтрами.

Технические жидкости по степени использования подразделяют на **однократноиспользуемые** (жидкое топливо, антиобледенительные составы и другие жидкости разового применения) и **малорасходуемые** (жидкости, работающие в замкнутых системах гидроприводов, амортизаторов, циркуляционных смазочных системах и др.).

1. Классы чистоты рабочих жидкостей

Классы чистоты	Число частиц загрязнений в объеме жидкости 100±0,5 см ³ , не более, при размере частиц, мкм								Масса загрязнений, %, не более	
	0,5—1	1—2	2—5	5—10	10—25	25—50	50—100	100—200		Волокна
00	800	400	32	8	4	1	0	0	0	Не нормируется
0	1600	800	63	16	8	2	0	0	0	
1		1600	125	32	16	3	0	0	0	
2			250	63	32	4	1	0	0	
3				125	63	8	2	0	0	
4				250	125	12	3	0	0	
5				500	250	25	4	1	0	
6										
7				1 000	500	50	6	2	1	
8				2 000	1 000	100	12	4	2	
9				4 000	2 000	200	25	6	3	
10				8 000	4 000	400	50	12	4	
11	Не нормируется			16 000	8 000	800	100	25	5	
12				31 500	16 000	1 600	200	50	10	
13				63 000	31 500	3 150	400	100	20	
14					63 000	6 300	800	200	40	
15					125 000	12 500	1 600	400	80	
16						25 000	3 150	800	160	
17						50 000	6 300	1 600	315	
							12 500	3150	630	

Использование технических жидкостей связано с их непроизводительными потерями на разливы, утечки, испарения, усугубляемые затруднительностью полного сбора отработанных жидкостей, выделения из стружки и в результате раскоисервации деталей и машин и т. п. Поэтому вопросам рационального использования технических жидкостей следует уделять большое внимание, начиная со стадий проектирования соответствующих технологических процессов и машин, — исключать условия, ведущие к потерям, предусматривать возможности саморегенерации в процессе работы и 100%-ного сбора отработанных жидкостей для централизованной регенерации.

Для отработанных нефтепродуктов, подлежащих централизованной регенерации, по ГОСТ 21046—75 определены три основных группы:

ММО — моторные масла (отработанные), в том числе применяемые в трансмиссиях, и их смеси с индустриальными маслами (вязкость при 100°С 5 сСт; температура вспышки в открытом тигле 120°С; содержание воды не более 5%, механических примесей не более 2%);

МИО — индустриальные масла, в том числе выделенные из отработанных эмульсий, турбинные, компрессорные, гидравлические, вакуумные, приборные, трансформаторные, конденсаторные, кабельные (вязкость при 50°С 8 сСт; температура вспышки 100°С; содержание в ды не более 5%, механических примесей 2%);

СНО — смеси промывочных жидкостей (бензин, уайт-спирит, керосин и др.), дизельное топливо, нефтяные масла, не отвечающие требованиям групп ММО и МИО и т. д. Смешиваются с нефтяными продуктами.

Ассортимент масел, смазок и гидрожидкостей, применяемых в машинах, предназначенных для работы в районах с тропическим климатом, установлен ГОСТ 13168—69* и ГОСТ 15156—69; для Крайнего Севера установлены специализированные марки.

СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ И ПАСТ

Критерии оценок свойств технических жидкостей и паст и соответствующие методы испытаний приведены ниже.

Антикоррозионные свойства (коррозионная активность) характеризуют способность смазочных материалов вызывать коррозию металлов в смазываемых ими узлах.

Антикоррозионные свойства турбинных, трансмиссионных и других масел определяют по ГОСТ 19199—73 путем выдержки стального стержня в смеси испытываемого масла с дистиллированной водой или с раствором неорганических солей в течение 24 ч при 60°С с последующей визуальной шкальной оценкой степени коррозии стержня.

Антиокислительные свойства (стабильность против окисления и окисляемость) — стойкость смазочных материалов против окисления, зависящая от их химического состава, длительного воздействия окисляющей среды, температуры и других факторов. Определение антиокислительных свойств моторных масел производится по ГОСТ 20457—75 на установке ИКМ в течение 40 ч при 50°С по увеличению (в %) кинематической вязкости масла в сСт за время испытания. См. также стабильность против окисления и окисляемость.

Вязкость — внутреннее трение жидкости (и газов), измеряемое сопротивлением относительному перемещению ее отдельных частей. Вязкость жидкостей определяется в градусах (условная или относительная), паузах (динамическая), стоксах (кинематическая вязкость). Значения вязкости уточняют с помощью температурного коэффициента вязкости при низкой температуре (ГОСТ 1929—51), стабильности вязкости и др. Вязкость смазок — см. эффективная вязкость.

Вязкость по автоматическому капиллярному вискозиметру АКВ-4 (ГОСТ 7463—63). Эффективная вязкость (в П) $\eta_t^D = \frac{\tau}{D}$, где τ — напряжение сдвига, дин/см², D — средняя скорость деформации, с⁻¹ и t — температура, °С.

Вязкость по пластинковискозиметру ПВР-1. Эффективная вязкость (в П) определяется по ГОСТ 9127—59 с одновременным установлением предела проч-

ности и вычисляется по формуле $\eta = \frac{\tau_{\text{исп}}}{D}$, где $\tau_{\text{исп}}$ — напряжение сдвига испытуемой смазки, дин/см²; D — градиент скорости, с⁻¹.

Деаэрирующие свойства смазочных и других рабочих жидкостей характеризуют интенсивность выделения захваченного в процессе работы воздуха.

Деэмульгирующие свойства смазочных и других рабочих жидкостей характеризуют интенсивность выделения захваченной в процессе работы воды или (и) жидкого топлива. Определение времени деэмульсации турбинных масел производится по СТ СЭВ 801—77, введенного с 15.07.78 в качестве Государственного стандарта СССР (ИУС № 8 1978 г.).

Динамическая вязкость (Π) — сила сопротивления жидкости перемещению одного ее слоя относительно другого, находящегося на расстоянии 1 см, со скоростью 1 см/с при площади каждого слоя 1 см². Сила указанного сопротивления, равная 1 дин, является единицей динамической вязкости и называется паузом [Г/(см·с)], сокращенно Π , или (дин·с)/см² и по системе СИ [0,1 (Н·с)/м²].

Зольность (в %) — неорганические примеси, остающиеся при сгорании смазочных материалов. Определяется (ГОСТ 1461—75) количеством несгоревших примесей после прокаливании их при 600°С в течение 1,5—2 ч в процентах от массы навески испытуемых смазочных материалов.

Индекс вязкости — относительная величина, показывающая степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры. Определение индекса вязкости основано на сравнении пологости кривой вязкости испытуемого масла с аналогичными кривыми вязкости двух эталонных масел; одно из них с очень пологой кривой вязкости принято за 100 единиц, другое — с крутой кривой вязкости принято за ноль. При этом эталонные масла должны иметь одинаковую вязкость с испытуемым маслом при 98,8°С. Значение индекса вязкости определяют по номограммам [6]. Чем выше значение индекса вязкости, тем лучше вязкостные свойства масла.

Испаряемость (в %) — показатель потери массы масла, смазки и других продуктов при заданных температуре и давлении за определенное время. Она определяется отношением массы потери к массе первоначальной навески испытуемого продукта при испытании методами, установленными стандартами или ТУ. Испаряемость часовых масел и смазок определяют по ГОСТ 7934.1—74, смазочных масел — по ГОСТ 10306—75, пластичных смазок — по ГОСТ 9566—74, масел для авиационных газотурбинных двигателей — по ГОСТ 20354—74.

Капленатение — см. *Температура капленатения*.

Кинематическая вязкость — динамическая вязкость, отнесенная к единице плотности жидкости при той же температуре. Единица кинематической вязкости — стокс (см²/с), условно обозначаемая Ст; 0,01 Ст называется сантистоксом и обозначается сСт (ν_{50} , ν_{100}), где числовой индекс обозначает температуру в градусах °С, при которой определялась вязкость. Кинематическая вязкость определяется по ГОСТ 33—66*. Перевод кинематической вязкости в условную (ВУ) — см. табл. 2.

Кислотное число — количество (в мг) едкого кали (KOH), которое требуется для нейтрализации 1 г смазочных материалов. Кислотное число и кислотность определяют по ГОСТ 5985—59, ГОСТ 6707—76 и ГОСТ 11362—76.

Коксуемость — количество кокса в процентах от массы испытуемого масла, полученного в результате его перегонки по методам, изложенным в ГОСТ 19932—74 и ГОСТ 8852—74.

Коллоидная стабильность пластичных смазок (синерезис) — сопротивляемость (или склонность) смазок к выделению из них масел — определяется прибором КСА (ГОСТ 7142—74). Это отношение (в %) массы отпрессованного (впитавшегося в беззольный бумажный фильтр) масла к массе навески за 30 мин при 20°С. Коллоидная стабильность характеризует работоспособность смазок, так как полное выделение масла делает ее непригодной для использования.

Коллоидная стабильность часовых смазок определяется (ГОСТ 7934.4—74) временем (в мин) центрифугирования с частотой вращения 6000 об/мин при

20°С и внешним последующим осмотром продукта для выявления следов расщепления.

Коррозионная активность дизельных топлив (в г/м²) определяется (ГОСТ 20449—75) по изменению массы медной пластинки, отнесенной к ее площади, под воздействием дизельного топлива на медную пластину при 170°С в течение 6 ч (с заменой через 2 ч испытуемого топлива свежим).

Коррозионность моторных масел. Согласно ГОСТ 20302—74 испытание проводят на двигателе ЯАЗ-204 в течение 125 ч. Коррозионность масел оценивают по потере массы комплекта вкладышей в граммах и состоянию их рабочих поверхностей.

На приборах ДК-НАМИ и АП-1 коррозионность определяют (ГОСТ 20502—75) при 140°С по потере массы пластины из свинцового или антифрикционного сплава (в г/м²) за время испытания.

Коррозионная активность часовых масел и смазок определяется (ГОСТ 7934.5—74) путем выдерживания стальных (У10А) и латунных (ЛС 59-1) пластинок в испытуемом масле или смазке в течение 72 ч при 75°С. Оценку следов коррозии проводят визуально.

Коррозионность (в г/м²) — способность смазочных материалов вызывать коррозию металлов. Она определяется потерей массы металлической пластинки на 1 м² ее поверхности, подверженной воздействию испытуемого масла. Коррозионность масел определяется по ГОСТ 2917—76, пластичных смазок — по ГОСТ 9.080—77.

Краевой угол смачивания (ГОСТ 7934.2—74) для часовых масел — показатель контактного взаимодействия масла с твердой смазываемой им поверхностью. Испытания проводят на стальных пластинах (концевые плоскопараллельные меры длины) или рубиновых пластинках с помощью инструментального микроскопа. Краевой угол смачивания определяют как среднее арифметическое значение измерения шести капель масла.

Летучесть растворителей — скорость их испарения. Ее принято выражать коэффициентом, определяемым отношением $\frac{a}{b}$, где a — время испарения навески испытуемого растворителя; b — время испарения такой же навески серного или этилового эфира, принятого за основу.

Моторные качества — показатель, характеризующий пригодность масла для смазки двигателей внутреннего сгорания и определяемый по нагаро- и лакообразованию на поршне, закоксованию поршневых колец и износу деталей.

Моющие свойства масел характеризуются величиной отложения лака и осадков на деталях двигателей; их определяют по ГОСТ 5726—53 и ГОСТ 10734—64 в баллах лакообразования по эталонной шкале.

Нарастание вязкости (в %) при окислении в тонком слое (для часовых масел) определяется (ГОСТ 7934.3—74) отношением времени истечения масла, окисленного в результате выдержки в продолжение одного часа в сушильном шкафу при 100°С, к времени истечения его до окисления.

Октановое число — показатель детонационных свойств бензина (чрезмерно быстрого взрывного сгорания). Оно определяется сравнением испытуемого бензина с эталонным. Испытания проводят по ГОСТ 8226—66*, ГОСТ 511—66* и ГОСТ 3338—68*.

Омыление (число омыления) — показатель, характеризующий содержание в нефтяных маслах растительных или животных жиров, продуктов старения и других веществ, способных омыляться. Результат испытания (ГОСТ 17362—71) выражается числом омыления, т. е. числом миллиграммов KOH, необходимых для нейтрализации 1 г испытуемого масла.

Отношение кинематической вязкости при t_1 к кинематической вязкости при t_2 — показатель, характеризующий степень изменения вязкости при данном температурном интервале, определяющий поведение масла в момент пуска механизма и при его установившемся режиме работы.

Пенетрация в градусах — показатель мягкости (твердости) пластичных смазок, определяемый (по ГОСТ 5346—78) на пенетрометре величиной погру-

жения стандартного конуса за 5 с при 25°С при нагрузке 150 гс. Погружение конуса на 0,1 мм вызывает поворот стрелки относительной часовой шкалы прибора на одно деление, называемое числом или градусом П. Чем тверже смазка, тем меньше число П.

Пенообразование (вспениваемость) — свойство смазочных и рабочих жидкостей растворять и впитывать воздух и образовывать пену, ухудшающую работу гидравлических и смазочных систем.

Для авиационных рабочих жидкостей и масел его определяют (ГОСТ 21058—75) по двум показателям: удельному объему газа в испытуемой жидкости и коэффициенту устойчивости пены.

Плотность — отношение массы смазочного материала при 20°С к массе воды в том же объеме при 4°С; условное обозначение ρ_{20}^4 . Для приведения плотности, измеренной при другой температуре, к плотности, полученной при 20°С, пользуются таблицей поправок [1].

Предел прочности смазок по ГОСТ 7143—73 (в гс/см²) определяют по давлению, при котором при заданной температуре происходит сдвиг смазки в капилляре прочномера СК.

Предел прочности смазок по пластиковискозиметру ПВР-1 (ГОСТ 9127—59) $\tau_{пр}$ (в дин/см²) определяется сопротивлением, оказываемым смазкой, находящейся в зазоре между корпусом и сердечником пластиковискозиметра ПВР-1. Одновременно определяют вязкость смазок.

Противозносные свойства моторных масел (ГОСТ 20302—74) определяют по величине износа гильз цилиндра (в мкм) и поршневых колец двигателя ЯАЗ-204, т. е. по потере их массы после установленного времени работы.

Работоспособность пластичных смазок (ГОСТ 21466—76) определяют по времени увеличения коэффициента трения при заданных нагрузках и температуре на пятишариковой машине.

Растекаемость масла (в %) определяется отношением капли масла (или смазки), нанесенной на металлическую поверхность $\frac{D-d}{d}$, где d — первоначальный диаметр; D — то же, после растекания. Время и температуру испытания устанавливают по нормативной документации.

Самовоспламенение горючих жидкостей определяется наименьшей температурой (°С), при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения. Различают воспламенение (вспышку) паров горючих жидкостей в воздухе при атмосферном давлении, определяемое концентрацией и температурой вспышки (взрыва) по стандартному (ГОСТ 13920—68) методу; навесок горючих жидкостей и плавящихся материалов в открытом или закрытом тигле. Воспламенение в закрытом тигле происходит при температуре на 20—25°С ниже, чем в открытом.

Температура вспышки определяет степень опасности и взрывоопасности горючих жидкостей и плавящихся материалов.

Синерезис пластичных смазок — самопроизвольное выделение жидкой фазы. См. *Коллоидная стабильность смазок*.

Склонность масел к образованию отложений. Различают высоко- и низкотемпературные отложения. Испытание проводят на установке НАМИ-1М в течение 120 ч. Склонность к высокотемпературному нагаро- и лакоотложению на поршне оценивают по бальной системе, установленной ГОСТ 20991—75. Склонность к низкотемпературным отложениям определяют (ГОСТ 20994—75) по количеству отложений (в г), накопившихся в роторе центрифуги испытательной установки.

Склонность смазок к сползанию (ГОСТ 6037—75). Метод определения заключается в нанесении испытуемой смазки на металлические пластины с нормированной шероховатостью поверхности, установке их в вертикальное положение и выдержке при определенной температуре до начала сползания.

Смазывающие свойства масел и смазок определяют (ГОСТ 9490—75) по совокупности значений индекса задира (безразмерная величина), критической нагрузки (в кгс), нагрузки сваривания (в кгс) и показателя износа (в мм) при испытании на четырехшариковой машине трения.

Содержание горючего в автомобильных и авиационных маслах (в %). Метод определения (ГОСТ 2478—74) заключается в отгоне от испытуемого отработанного масла горючего и сборе его в градуированном приемнике-ловушке с последующим отнесением его массы к массе первоначальной навески.

Содержание примесей определяется в процентах от массы навески испытуемого смазочного материала: воды (ГОСТ 2477—65; ГОСТ 7822—75; ГОСТ 1548—42); механических примесей (ГОСТ 6370—59; ГОСТ 1036—75; ГОСТ 9270—59; ГОСТ 6479—73*); серы (ГОСТ 1431—64); смол (ГОСТ 15886—70); водорастворимых кислот и щелочей (ГОСТ 6307—75); фосфора (ГОСТ 9827—75) и т. д.

Стабильность вязкости загущенных масел (ГОСТ 10497—63) оценивается по уменьшению вязкости масла после прокачки его под давлением 80 кгс/см² и температуре 40°С через шестеренный насос установки ОСВ-1 в течение 20 ч.

Стабильность масел против окисления (химическая стабильность) характеризуется содержанием осадка, кислотным числом и содержанием кислот в результате длительного испытания (14 ч) при повышенной температуре (120°С) и продувании масла кислородом на приборе ВТИ (ГОСТ 981—75).

Стабильность масел против окисления. Определение производится на универсальном приборе (ГОСТ 18136—72). Распространяется на моторные, трансформаторные, турбинные, машинные и другие нефтяные масла с присадками и без них. Стабильность масла характеризуется изменением за время испытания кислотного числа, числа омыления, вязкости, содержания смол, коксуемости, нерастворимого осадка и др.

Стабильность масел против старения характеризуется их способностью противостоять длительному окислительному воздействию воздуха при высокой температуре, определяемой (ГОСТ 11063—64) по нарастанию его вязкости и образованию нерастворимого осадка (в легком бензине) после окисления испытуемого масла в приборе типа ДК-2 НАМИ в течение 50 ч при 200°С.

Стабильность механическая смазок (ГОСТ 19295—73) выражается индексом K_p (в %) разрушения смазки при ее интенсивном деформировании и индексом K_v (в %) тиксотропного восстановления. Испытание проводят на специальном приборе — тиксотроме.

Стабильность смазок против окисления (ГОСТ 5734—76)* оценивается количеством органических кислот, образовавшихся при окислении смазки, в мг КОН на 1 г смазки при ее нагревании до 120°С, нанесенной тонким слоем на медную пластинку, являющуюся катализатором.

Температура вспышки — см. *Самовоспламенение*.

Температура застывания (затвердевания) — температура (в °С), при которой масло, помещенное в пробирку в определенных условиях испытания (ГОСТ 20287—74) настолько загустеет, что после наклона пробирки поверхность его остается неподвижной. Температуре застывания масла предшествует температура помутнения, при которой масло теряет прозрачность вследствие кристаллизации парафинистых составляющих. Температура помутнения служит показателем границы работоспособности масла при низких температурах.

Температура каплепадения — температура (в °С), при которой происходит падение первой капли смазки, нагреваемой в определенных условиях (ГОСТ 6793—74). Каплепадение свидетельствует о превращении концентрированной смазки в жидкость, т. е. о потере работоспособности смазки. Практически считается, что при температуре на 10—20°С ниже температуры каплепадения смазки сохраняют работоспособность.

Температура плавления — температура (в °С), при которой смазочный материал переходит из твердого состояния в жидкое. Ее определяют по ГОСТ 4255—75, а также методом каплепадения.

Температурная стойкость — свойство смазочного масла при повышении температуры обеспечивать низкий и стабильный коэффициент трения в условиях граничного трения. Ее определяют (ГОСТ 17604—72) на четырехшарико-

* С января 1980 г. смотрите ГОСТ 23175—78.

вой машине типа МАСТ с построением графика зависимости коэффициента трения от температуры и сравнением их с эталонными.

Температурный коэффициент вязкости $TKB_{t_1-t_2}$ — показатель пологости температурной кривой кинематической вязкости в пределах температур (t_1-t_2), принятых для ее оценки. Для температур от 0 до 100° С TKB определяется по формуле

$$TKB_{0-100} = \frac{v_0 - v_{100}}{v_{50}}$$

и от 20 до 100° С по формуле

$$TKB_{20-100} = 1,25 \frac{v_{20} - v_{100}}{v_{50}}$$

Термическая стабильность (желатинируемость) — неизменность консистенции и структуры смазок при нагреве.

Термоокислительная стабильность — способность масел противостоять окислительному воздействию кислорода воздуха при повышенной температуре. Измеряется методами Папок (ГОСТ 23175—78) и определяется временем превращения тонкого слоя масла в лаковую пленку (ГОСТ 5734—76). Температурная стабильность характеризует способность смазочных материалов работать в условиях повышенных температур, например в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания.

Термоупрочнение смазок (в %) определяется (ГОСТ 7143—73) отношением прочности смазки, прошедшей термообработку, к ее первоначальной прочности. Пределы прочности устанавливают на прочнометре СК (ГОСТ 7143—73).

Условная вязкость, ВУ (относительная вязкость, вязкость по Энглеру (°Е) — отношение времени истечения из вискозиметра 200 мл испытуемого материала при заданной температуре (обычно 50 или 100°С) ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при 20°С. Это отношение называют вязкостью в градусах; условное обозначение ВУ₅₀ и ВУ₁₀₀. Ее определяют по ГОСТ 6258—52. Условную вязкость можно перевести в кинематическую, пользуясь табл. 2.

2. Перевод кинематической вязкости в условную

Сантистоксы	Градусы ВУ	Сантистоксы	Градусы ВУ	Сантистоксы	Градусы ВУ
1,0	1,00	9,0	1,76	60	8,13
2,0	1,10	10,0	1,86	70	9,48
3,0	1,20	15,0	2,37	80	10,8
4,0	1,29	20,0	2,95	90	12,2
5,0	1,39	25,0	3,56	100	13,5
6,0	1,48	30	4,20	110	14,9
7,0	1,57	40	5,50	120	16,2
8,0	1,67	50	6,81		

Примечание. Промежуточные значения с достаточной справочной точностью можно определять интерполяцией.

Химическая стабильность — см. *Стабильность против окисления*.

Цетановое число — показатель самовоспламеняемости дизельного жидкого топлива (ГОСТ 3122—67).

Эффективная вязкость в пузах. Вязкость смазок при постоянной температуре зависит от скорости деформации. Вязкость смазки, определенная при данной скорости деформации и температуре, является постоянной величиной и называется эффективной вязкостью. Для жидких масел вязкость в малой степени зависит от скорости деформации, и эффективная вязкость совпадает с динамической вязкостью. Эффективная вязкость служит показателем прокачивания смазок по системам смазки, вытекающей из калиброванного отверстия. Ее определяют автоматическим капиллярным вискозиметром АКВ-4 или АКВ-2 (ГОСТ 7163—63) или пластиковискозиметром ПВР-1 (ГОСТ 9127—59).

СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА И ЖИДКОСТИ

Основу всех видов смазочных материалов составляют нефтяные (минеральные) масла. В последние годы усиленно внедряются органические синтетические жидкости, которые при сходстве с минеральными маслами обладают новыми ценными свойствами и поэтому являются незаменимыми компонентами новых смазочных композиций и используются в качестве смазочного материала.

Синтетические жидкости

Синтетические жидкости (или масла) — органические или элементоорганические искусственные полимерные высоко- и среднемoleкулярные соединения. Синтетические жидкости обладают свойствами, не характерными для известных природных жидкостей, поэтому находят широкое применение в технике как низкотемпературные, тяжелые, неиспаряющиеся, антиадгезионные, фрикционные, сжимающиеся, гидрофобизирующие, с малоизменяющимися вязкостными свойствами в температурном интервале жидкости.

Они применяются в качестве различных смазок, теплоносителей, жидких пружин и амортизаторов, рабочих тел гидросистем и приборов с пределами температурной работоспособности от —110 до 350°С и в виде основных компонентов различных смазок и других рабочих жидкостей. Ниже описаны основные виды синтетических жидкостей.

Кремнийорганические жидкости (силиконовые масла) — органосилоксановые полимеры невысокой молекулярной массы, способные сохранять свойства жидкости в широком интервале температур. По внешнему виду они соответствуют нашим представлениям о минеральных маслах. Наибольшее распространение получили жидкости, приведенные ниже.

Полиэтилсилоксановые жидкости бесцветны, не имеют запаха, химически инертны, коррозионностойки, растворимы в ароматических и хлорированных углеводородах, нерастворимы в низших спиртах и воде. Хорошо совмещаются с нефтяными маслами.

По ГОСТ 13004—77 выпускают жидкости: ПЭС-1 и ПЭС-2, применяемые как охлаждающие и рабочие жидкости в гидросистемах; ПЭС-3 — охлаждающая и рабочая жидкость, используемая также в качестве добавки в полировальные составы; ПЭС-4 — основа низкотемпературных масел и приборная жидкость; ПЭС-5 — теплоноситель, демпфирующая жидкость, компонент полировально-очистительных составов, смазка для коркового литья, разделительная смазка в производстве резиновых и пластмассовых изделий; эксилон-4 и эксилон-5 — основы лечебных и косметических составов для наружного применения. Справочные сведения о свойствах этих жидкостей приведены в табл. 3.

По ГОСТ 10957—74 выпускают жидкости 132-24 (бывш. ПЭС-С-1) и 132-25 (ПЭС-С-2) — смесь полиэтилсилоксанов от бесцветного до темно-желтого цвета. Вязкость при 20°С соответственно 220—300 и 190—290 сСт; температура вспышки в открытом тигле 265 и 260°С; температура застывания не выше 70°С. Эти жидкости применяют в качестве компонентов пластичных антифрикционных смазок, а также для непосредственного смазывания пар трения металл — металл и металл — резина и при изготовлении резинотехнических изделий.

По ГОСТ 5868—71 выпускают жидкость № 7 (смесь полиэтилсилоксанов), применяемую в качестве компонента рабочих жидкостей гидросистем. Ей присвоен государственный Знак качества.

По ГОСТ 16480—70 выпускают жидкости марки ПЭС-В-1 (ВКЖ-94А) и ПЭС-В-2 (ВКЖ-94Б), применяемые в качестве рабочей жидкости для диффузионных насосов и неподвижной фазы в газожидкостной хроматографии (до 150°С).

По ГОСТ 10887—75 выпускают полиэтилсилоксановые демпфирующие жидкости (см. с. 471).

Полиметилсилоксановые жидкости прозрачны, бесцветны, химически инертны, коррозионностойки. Они растворимы в ароматических и хлорирован-

ных углеводородах, нерастворимы в низших спиртах и воде. Обладают гидрофобностью, хорошими диэлектрическими и демпфирующими свойствами и являются поверхностно-активными веществами. Температура застывания ниже -60°C . Они имеют пологую кривую зависимости вязкости от температуры.

По ГОСТ 13032-77 выпускают низковязкие полиметилсилоксановые жидкости следующих марок: ПМС-5, ПМС-6 и ПМС-10 — высоко- и низкотемпера-

3. Свойства полиметилсилоксановых жидкостей

Марка или тип	Плотность, г/см ³	Вязкость при 20° С, сСт	Температура, °С		Удельная теплоемкость при 20° С, ккал/(кг·град)	Коэффициент теплопроводности, ккал/(м·ч·град)
			кипения при 1—3 мм рт. ст.	испарения в открытом тигле		
ПЭС-1	0,86—0,94	1,5—4,5	80—100	—	0,439	0,108
ПЭС-2	0,93—0,95	6—12	110—150	110	0,431	0,122
ПЭС-3	0,95—0,97	14—17	150—185	125	0,415	0,126
ПЭС-4	0,97—1,18	42—48	185—250	170	0,445	0,128
ПЭС-5	0,99—1,02	200—500	250	265	0,392	0,140
Эксилон-4	0,97—1,18	42—48	185—250	150	0,445	0,126
Эксилон-5	0,99—1,02	250—300	250	250	0,392	0,140
132-24	0,95—1,05	220—300 сП	250	265	—	0,140
132-25	0,95—1,05	190—290 сП	250	260	0,445	0,144
Жидкость № 7	0,96—0,98	44—49	190	195	0,432	0,136
ПЭС-В-1	—	40—52	—	—	—	—
ПЭС-В-2	—	40—52	—	—	—	—

турные теплоносители для приборов, демпфирующие жидкости, ПМС-15 — демпфирующая, амортизаторная, гидравлическая и разделительная жидкости в приборах; ПМС-20, ПМС-25, ПМС-30, ПМС-40, ПМС-60, ПМС-70, ПМС-100 — демпфирующие, амортизаторные, гидравлические и разделительные жидкости в приборах; основы пластичных смазок: ПМС-50, ПМС-100, ПМС-200 — добавки в полимеры и различные средства бытовой химии, амортизаторные, гидравлические, демпфирующие жидкости; ПМС-300, ПМС-400 — основы вазелиновых паст, антиадгезионные смазки и др.; ПМС-500, ПМС-700, ПМС-100 — демпфирующие жидкости; ПМС-10р, ПМС-50р, ПМС-100р — основы низкотемпературных смазок, хлорагенты и низкотемпературные жидкости для приборов.

Высоковязкие полиметилсилоксановые жидкости по различным ТУ МХП выпускают следующих марок: ПМС-2500, ПМС-5000 — антипенные присадки к вязким нефтяным маслам; ПМС-10000, ПМС-15000, ПМС-20000, ПМС-30000, ПМС-50000, ПМС-75000, ПМС-100000, ПМС-200000, ПМС-250000 — демпфирующие жидкости в приборах, датчиках вибрации и демпферах крутильных колебаний; ПМС-200А — антипенная присадка к нефтяным маслам, краскам, битумам и водным средам; ПМС-1р, ПМС-1,5р, ПМС-2,0р, ПМС-2,5р, ПМС-3р — низкотемпературные (до -100°C) охлаждающие и демпфирующие агенты.

Числом, стоящим в обозначениях марок полиметилсилоксановых жидкостей, показано значение вязкости в сантистоксах, буква р означает, что жидкость низкотемпературная. Их плотность в пределах 0,91—0,98 г/см³, а жидкостей с вязкостью выше 200 сСт при минус 60°C 1,03—1,04 г/см³, средняя удельная теплоемкость 0,39 ккал/(кг·град), коэффициент теплопроводности при 20°C 0,144 ккал/(м·ч·град).

Полиметилфенилсилоксановые жидкости обладают повышенной термостабильностью, низким давлением паров, малой испаряемостью и высокой температурой вспышки, нетоксичны и не вызывают коррозию металлов. Теплоемкость 0,34—0,48 ккал/(кг·град), коэффициент теплопроводности 0,12 ккал/(м·ч·град).

Выпускают жидкости ПМС-4 (ГОСТ 15866-70*), сополимеры 2/300 и 3 и ФМ-1322-300 (МРТУ 6-02-275-63), применяемые в качестве смазки и основы

высокотемпературных пластичных смазок и теплопроводящих сред (температура кипения 360°C); ПМС-6 (ТУ П-89-67) — основа масел и смазок; ФМ-5,6 АП (МРТУ 6-02-347-65) — смазка для фреоновых холодильных компрессоров; ФМ-5 и ФМ-6 (МРТУ 6-02-358-66) — низкотемпературные масла и смазки; ПМС-2/5Л (МРТУ 6-02-414-67) — рабочая жидкость пароструйных высоковакуумных насосов; ПМС-10Д (ТУП-35-63) и ПМС-400Д (ТУП-101-67) — жидкие диэлектрики.

Полигалогидроганоилоксановые жидкости бесцветны, прозрачны, нерастворимы в воде, растворимы в ароматических и хлорированных углеводородах, не корродируют металлы. Выпускают жидкости ФС-5 и ФС-16 (ТУ П-79-66) — неподвижная фаза в газожидкостной хроматографии; ФС-Т-5 (МРТУ 6-02-421-67), ФС-169/300 (ТУ П-94-67), 169 (ТУ П-45-64), ФС-328/300 (ТУ П-94-67) — основы смазок и масел; ХС-2-1 (ТУ П-94-67) — жидкость для гидросистем; ХС-2-1ВВ, ПМС-50ВВ и ФМ-6ВВ (ТУ П-58-64) — дисперсионная среда пластичных смазок и масел; ХС-2-1М (ТУ П-106-67) — основа термостойких масел.

Полноганогидроилоксановые жидкости легко растворимы в ароматических и хлорированных углеводородах и в высших спиртах, нерастворимы в воде и низших спиртах, нетоксичны. Выпускают жидкости ГЖ-94 (ГОСТ 10834-76), ГЖ-94М (ТУ П-21-63), ЭДЭ-31 (ТУ П-86-67), ДХЗ-2 (ВТУ ДХС-2-66), силтан (ТУ П-76-65), применяемые в качестве гидрообъемных жидкостей. Изделия и материалы, обработанные данными жидкостями, сохраняют массу, не изменяют внешнего вида газопроницаемости, но отталкивают воду.

Некоторые кремнийорганические жидкости, имеющие узкое целевое назначение, приведены в других параграфах настоящего раздела например жидкости марки 132-12Д в составе электроизоляционных масел и жидкостей. Другие жидкости, применяемые с нефтяными маслами, описаны в соответствующих подразделах.

Фторуглеродные жидкости (фторуглеродные масла) — продукт фторирования углеводородов, керосиновых и других нефтяных фракций, а также легких смазочных масел.

Нефтяные масла

Минеральные (нефтяные) масла по условиям изготовления подразделяют на дестиллятные, получаемые путем очистки отдельных погонов (дистиллятов), образующихся в процессе перегонки нефти; остаточные, получаемые очисткой остатков перегонки (полугудронов и концентратов); смешанные (комбинированные), образуемые при сочетании двух первых. Способы очистки масла обычно указывают в характеристике масла. **Кислотно-контактная** очистка заключается в обработке дистиллятов или остатков серной кислотой с последующим очищением адсорбентами — отбеливающими землями. **Кислотно-щелочная** очистка — обработка серной кислотой с последующей промывкой раствором щелочи. **Контактная** очистка — обработка отбеливающими землями или глинами. **Селективная** очистка заключается в обработке избирательными растворителями для удаления нежелательных примесей. В качестве селективных растворителей применяют нитробензол, фурфурол, фенол, пропан, крезол и другие вещества; тогда очистку называют соответственно нитробензольной, фенольной и т. п.

Нефтяные масла используют в качестве смазочного вещества, обеспечивающего гидродинамичное смазывание и интенсивный отвод тепла из зоны трения. В зависимости от различных условий работы узлов трения нефтяные масла специализируются применительно к данным условиям. Они являются также основой для составления смазочных, консервационных, уплотняющих и других композиций, в том числе в сочетании с синтетическими жидкостями.

Для повышения рабочих свойств масел (и смазок) к ним добавляют в небольших дозах легирующие добавки, называемые присадками, для различного

целевого функционального облагораживания масел. Присадки описаны в другом разделе, так как они применяются и для легирования консистентных смазок.

Моторные масла

Общей особенностью моторных масел является достаточная стойкость к воздействию высокой температуры и продуктов сгорания, моющая способность и малое изменение вязкости в температурном интервале запуска и установившегося режима работы двигателя внутреннего сгорания. Существуют моторные масла двух групп: 1) для автомобильных, тракторных, судовых, а также стационарных двигателей (табл. 4) и 2) для авиационных двигателей, в которую наряду с маслами для турбореактивных двигателей входят масла для газовых наземных турбин.

4. Классификация смазочных масел для автомобильных, тракторных, сельскохозяйственных, судовых, тепловозных и стационарных двигателей (ГОСТ 17479—72)

Группа	Вид двигателей
А	Нефорсированные, карбюраторные и дизельные
Б ₁	Малофорсированные карбюраторные
Б ₂	Малофорсированные дизельные
В ₁	Среднефорсированные карбюраторные
В ₂	Среднефорсированные дизельные
Г ₁	Высокофорсированные карбюраторные
Г ₂	Высокофорсированные дизельные
Д	Высокофорсированные дизельные работающие в тяжелых условиях
Е	Дизельные малооборотные, с лубрикативной системой смазки, работающие на тяжелом топливе, с содержанием серы до 3,5%

Авиационные масла (ГОСТ 21743—76) — минеральные масла селективной и сернокислотной очистки без присадок. Масла МС-14, МС-20 и МК-22 вырабатывают из малосернистых парафиновых и малопарафиновых нефтей. Масло МС-20С получают методом селективной очистки из сернистых восточных и западносибирских нефтей. Свойства авиационных масел приведены в табл. 5.

Автомобильные масла для карбюраторных двигателей. Согласно ГОСТ 10541—78 установлены следующие марки масел (в скобках даны старые названия марок): М-8А (АС-8), М-8Б₁ (М-8Б₁У), М-8В₁ (М-8В₁), М-8Г₁ (М-8Г₁), М-6з/10Г₁ (М-6з/10Г₁), М-12Г₁ (М-12Г₁). Основные свойства приведены в табл. 5. Масла всех марок содержат антиокислительные, антикоррозионные, диспергирующие присадки, а также антипенную ПМС — 200А (0,003%).

Дизельные масла. Марки: МТ-14п и МТ-16п (ГОСТ 6360—58*) — нефтяные масла сернокислотной и селективной очистки с присадками, применяемые в мощных быстроходных дизелях; МТ-14п — загущенное полиизобутиленом с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1 (3—4%); МТ-16п — с присадками ЦИАТИМ-339 (3—4%) и АзНИИ-ЦИАТИМ-1 (не менее 0,8%).

Масло М-20Г (ГОСТ 12337—66*) изготовляют из масла МС-20 или МС-20С с присадками ВНИИ НП-370 (11%), ПМС (4%), ДФ-11 (1,2%) и ПМС-200А (0,005%) для смазки форсированных дизелей.

Масла ДС-8, М8В, М8В и ДС-11 (М10Б) (ГОСТ 8581—68) — смесь дистиллятного и остаточного масел фенольной селективной очистки с композициями присадок, указываемых при заказе. Их применяют для смазки быстроходных дизелей.

М-14ГБ (ТУ 38-101447—74) — моторное масло фенольной селективной очистки с присадками для форсированных дизелей.

Масла для реактивных двигателей и газовых турбин. Масла МС-6 (ГОСТ 11552—76), МК-6, МК-8 (ГОСТ 6457—66*), МН-7,5 (ГОСТ 17748—72*) изготовляют на основе нефтяных масел. Масла ВНИИ НП-7 (ГОСТ 12246—66*) и ВНИИ НП-50-1-4ф (ГОСТ 13076—67*) являются синтетическими маслами. Синтетическое масло марки Б-ЗВ с государственным Знаком качества поставляется по ГОСТ 5.566—70. Для турбореактивных двигателей также применяют трансформаторное масло. Масло для судовых газовых турбин (ГОСТ 10289—62*) изготовляют на основе трансформаторного масла (без нормирования электрических свойств) с присадками совол (0,8—1,2%) и покол (0,5—0,8%).

5. Моторные масла

Марка	Плотность при 20 °С, г/см ³	Вязкость, сСт	Коксуемость		Кислотное число, мг КОН на 1 г	Температура, °С		Коррозионность свинца, г/м ² , более
			Зольность без присадки, %, не более	Коксуемость		застывания	выщелки в открытом тигле	
Авиационные масла								
МС-14	0,890	14	0,003	0,45	0,25	—30	200	60
МС-20	0,897	20,5	0,003	0,29	0,03	—18	250	45
МК-22	0,905	22	0,004	0,70	0,10	—14	230	12
МС-20С	0,900	20	0,003	0,45	0,65	—18	250	15
Автомобильные масла								
М-8А	0,900	8	0,45	—	—	—25	200	8
М-8Б ₁	0,900	8	—	—	—	—25	200	10
М-8В ₁	0,900	8	—	—	—	—25	200	10
М-8Г ₁	0,900	8	—	—	—	—30	210	0
М-6з/10Г ₁	0,900	10	—	—	—	—32	210	0
М-12Г ₁	0,900	12	—	—	—	—20	220	0
Дизельные масла								
МТ-14п	—	14	0,005	0,20	0,10	—43	165*1	10
МТ-16п	0,895	16	0,005	0,30	0,15	—25	200	10
М-20Г	—	20	0,003	0,45	0,05	—15	235*1	2
ДС-8	0,895	8	0,005	0,15	0,02	—25	190*1	5—10**
ДС-11	0,905	11	0,005	0,30	0,02	—15	200*1	5—10**
М-14ГБ	—	14	—	—	—	—	200*1	—
Масла для реактивных двигателей и газовых турбин								
МС-6	0,830	6**	0,005	—	0,04	—55	145	5
МК-6	0,900	6—6,5*1	0,005	—	0,04	—60	140	30
МК-8 (МК-8п)	0,835	8,5*1	0,005	—	0,04	—55	140	5
МИ-7,5	0,90	7,5	—	—	0,35	—55	155	—
ВНИИ НП-7	0,913—0,922	7,5—8	—	—	0,30	—60	210*1	—
ВНИИ НП-50-1-4ф	—	3,2	0,1	—	0,22	—60	204*1	—
Б-ЗВ	0,990—0,997	5,0	—	0,45	4,0—5,5	—60	235	—
Для газовых турбин	—	7—9,5*1	0,005	—	0,04	—45	135	—

*1 В открытом тигле.

*2 В зависимости от присадки.

*3 При 50 °С, для остальных — при 100 °С.

Масла для паровых турбин, машин и компрессоров

В паровых турбинах, машинах и компрессорах масла подвергаются воздействию высоких температур и окислительному воздействию воздуха. Основные марки масел описаны ниже, а их свойства приведены в табл. 6.

Масло цилиндрическое 11 легкое (цилиндрическое 2) — дистиллятное масло сернокислотной очистки, коксуемость не более 0,8%. Предназначается в основном для смазывания паровых механизмов, приводимых в движение насыщенным

паром небольшого давления, а также тяжело нагруженных, работающих с небольшими скоростями зубчатых и червячных передач.

Масло цилиндрическое 24 легкое (вязкозип) — дистиллятное масло щелочной очистки. Назначение аналогичное предыдущему.

6. Масла для паровых турбин, машин и компрессоров

Масло	Вязкость кинематическая при температуре, сСт		Температура, °С		Зольность, % не более	Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	Содержание механических примесей, % не более
	100 °С	50 °С	вспышки в открытом тигле, не менее	затвердевания, не более			
Цилиндровое:							
11	9—13	—	215	+5	0,03	0,3	0,007
24	20—28	—	240	—	0,05	—	0,1
38	32—50	—	300	+17	0,015	—	0
52	50—70	—	310	-5	0,010	—	0,007
Турбинное:							
T ₂₂	—	22—23	180	-15	0,005	0,02	—
T _{П-22}	—	22—23	186	-15	0,005	0,05	0
T ₃₀	—	28—32	180	-10	0,005	0,02	0,01
T _{П-30}	—	28—32	190	-10	0,005	0,50	0,01
T ₄₆	—	44—48	195	-10	0,010	0,02	0
T _{П-46}	—	44—48	195	-10	0,005	0,50	0
T ₅₇	—	55—59	195	—	0,030	0,05	0
Компрессорное:							
K-12	11—14	—	216	-25	0,015	0,15	0,007
K-19	17—21	—	245	-5	0,010	0,10	0,007
KC-19	18—22	—	270	-15	0,005	0,02	0
XA	—	11,5—14,5	170	-40	0,010	0,10	0
XA-23	—	22—24	175	-38	0,005	0,07	0
XA-30	—	28—38	185	-38	0,005	0,07	0
XA-30*1	—	28—32	185	-38	—	—	0
XФ12-16*1	—	16	160	-42	—	0,03	0
XФ22-24	—	24,5—28,4	125	-55	—	0,05	0
XФ22c-16	—	16	225	-58	—	0,35	0
ФМ-5,6 АП	—	12—16	200	-110	—	0,03	0

*1 С государственным Знаком качества.

Масла цилиндрические тяжелые (ГОСТ 6411—76) предназначаются для смазывания паровых машин, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих с большими нагрузками и малыми скоростями. В зависимости от кинематической вязкости при 100°С установлены две марки: «Цилиндровое 38» и «Цилиндровое 52» (табл. 6).

Масла турбинные. Нефтяные масла, обладающие высокой стойкостью против окисляющего действия пара и воздуха при повышенных температурах и деэмульгирующими свойствами. Они предназначаются для смазывания и охлаждения паровых и газовых турбин и других подобных машин. Турбинные масла являются основой для производства других специализированных масел и смазок. По ГОСТ 32—74* выпускают масла кислотнo-земельной очистки без присадок четырех марок: T₂₂, T₃₀, T₄₆ и T₅₇ (индекс вязкости 60) и по ГОСТ 9972—74 масла селективной очистки с присадками, улучшающими антиокисли-

* ГОСТ 32—74 действует до 1.07.1979 (ИУС № 6 1978).

тельные, деэмульгирующие, антикоррозионные и антипенные (в масло T_{П-30} входит противозносная присадка) свойства трех марок: T_{П-22}, T_{П-30} и T_{П-46} (индексы вязкости 90, 87 и 85).

Иввиоль (МРТУ 6-08-140—69) — синтетическое высокотемпературостойкое турбинное масло на основе триарилфосфата (продукт синтеза хлорокси фосфора и феполов). Это прозрачная однородная маслянистая жидкость. Плотность 1,3 г/см³, температура вспышки в открытом тигле 240°С, температура самовоспламенения 730°С. Масло предназначено для работы в системах смазки паротурбин, работающих при давлении до 240 кгс/см² и температуре до 570°С.

Масла компрессорные (ГОСТ 1861—73) — нефтяные масла сернокислотной или селективной очистки, вырабатываемые из малосернистых нефтей и применяемые для смазывания поршневых и ротационных компрессоров и воздуходувок. Марки: K-12 — дистиллятное масло (или смесь его с остаточными) с добавлением 1,0% депрессорной присадки; K-19 — остаточное масло. Содержание серы не более 0,3%.

Масло компрессорное KC-19 (ГОСТ 9243—75) изготовляют из сернистых нефтей с содержанием серы не более 1,0%.

Масла для компрессоров холодильных машин (ГОСТ 5546—66*). Марки: XA (фригус) — дистиллятное масло с добавкой 0,3% депрессора; XA-23, XA-30 и XA-30 с государственным Знаком качества — смеси дистиллятного и остаточного масел для компрессоров, работающих на аммиаке или углекислоте; XФ12-16 с государственным Знаком качества — нефтяное масло с добавкой 0,2—0,3% антиокислительной присадки дибутилпаракрезола; XФ22-24 — масло, загущенное винилолем; XФ22c-16 — синтетическое масло с антиокислительной присадкой для компрессоров, работающих на фреонах.

Масло ФМ-5,6 АП (ГОСТ 14361—78) применяют для холодильных компрессоров, работающих на хладоне (фреоне) 13 до температуры —110°С. Прозрачная бесцветная жидкость — смесь полиметилфенилсилоксанов с полиметилсилоксановой присадкой. Масло нетоксично, см. табл. 6.

Трансмиссионные масла

К трансмиссионным относят масла, предназначенные для смазывания зубчатых передач и подшипников путем заполнения коробок скоростей и рулевого управления, картера дифференциала и других агрегатов трансмиссии автомобилей, тракторов, троллейбусов и других машин. Характерным условием для работы масла в данных узлах смазывания является нестационарность нагрузок, скоростей и температур. Поэтому к трансмиссионным маслам предъявляют повышенные требования в части вязкости, индекса вязкости и прочности пленки для исключения выдавливания смазки при максимальных нагрузках. К данной группе также относят масла для смазывания подвижного железнодорожного состава и др. Трансмиссионные масла описаны ниже, а стандартные показатели приведены в табл. 7.

Для коробки передач и рулевого управления (ГОСТ 4002—53) применяют смесь экстракта после селективной очистки масел, веретенного дистиллята и осерненного растительного с добавкой депрессора.

Масло для гипоидных передач (ГОСТ 4003—53) — осерненная смесь экстракта после селективной очистки масел и веретенного дистиллята с добавкой депрессора.

Трансмиссионное автомобильное с присадкой — смесь летнего автотракторного с маловязким дистиллятом и присадкой ЛЗ-6/9. Выпускается двух марок: ТАп-10 для работы в северных районах и ТАп-15 — в средних районах.

Трансмиссионные с присадкой (ТУ 38-1-01-230—72) — смесь осерненного остатка эмбенских нефтей с индустриальными маслами И-12 и И-20 и присадками. Марка Л (летнее) и З (зимнее) — для редукторов троллейбусов.

Масла осевые (ГОСТ 610—72) — нефтяные масла, полученные из любых месторождений нефти, для смазки подшипников скольжения (букс), шкворней тележек, возвращающих механизмов и других ходов устройств

железнодорожных вагонов и локомотивов. Марки: Л (летнее), З (для зимних условий) и С (северное) для зимних условий в особо холодных районах.

7. Трансмиссионные масла

Масло	Вязкость кинематическая при 100 °С, сСт	Температура, °С		Механические примеси, %, не более
		вспышки *1	застывания	
Для передач и рулевого управления	20,5—32,4	170	—20	0,10
	20,5—32,4	180	—20	0,10
Для гидравлических передач	10	95	—37	0,007
ТАп-10	15	95	—28	0,007
ТАп-15	28—38	—	—5	—
Троллейбусное Л	20—28	—	—10	—
» З	42—60*2	135	—	0,07
Осевое Л	22*2	125	—40	0,05
» З	12—14*2	125	—55	0,04
» С	9,8	135	—54	0
ВНИИ НП-25	18—25*2	140	—	0,10
Полугудрон	14—15	180	—25	0,01
ТСп14	9	160	—30	—
ТСЗп-9-ГИП	17,5	200	—25	—
ТАД-17	15	170	—38	—
ТСЗп-16А				

*1 В открытом титле.

*2 При 50°.

*3 Вязкость условная ВУ₅₀.

Масло ВНИИ НП-25 (ГОСТ 11122—65*) применяют для смазывания шарниров, подшипников трения, работающих в качательном режиме длительное время при температуре от —50 до +40°С.

Масло ТСп14 (ТУ 38-1-01-488—74) для гипоидных и спирально-конических передач грузовых автомобилей. Смесь дистиллятного и остаточного масел селективной очистки.

Трансмиссионное арктическое масло ТСЗп-9-ГИП (ТУ 38-1-260—69) — смесь масла МС-8 и трансформаторного с остаточным маслом МС-20 с присадками — предназначено для смазки трансмиссий грузовых автомобилей ГАЗ, эксплуатируемых в северных районах.

Трансмиссионное масло ТАД-17 (ТУ 38-1-274—69) — масло селективной очистки с набором присадок — используют для смазки трансмиссии автомобиля ВАЗ.

Трансмиссионное масло ТСЗп-16А (ТУ 38-401106—75) — смесь остаточного дистиллятного и остаточного масел, с загущающей и другими присадками. Предназначено для смазки тяжело нагруженных зубчатых передач колесных и гусеничных машин.

Индустриальные масла

К данной группе относят масла, предназначенные для смазки производственного технологического оборудования, которое в основном работает в закрытых отапливаемых помещениях с более или менее постоянными нагрузками и скоростями и без воздействия агрессивных сред.

Масла индустриальные общего назначения (ГОСТ 20799—75) представляют собой очищенные дистиллятные и остаточные масла или их смеси, не содержащие присадок. Их используют для смазки машинного оборудования, когда не требуются специальные масла с присадками, а также в качестве базовых масел для изготовления масел с присадками. Зольность не более 0,005%. Кислотное число не более 0,05 мг КОН на 1 г масла. Наличие воды, водорастворимых кислот и щелочей и механических примесей не допускается.

Выпускают масла следующих марок (в скобках указаны старые названия масел; свойства см. табл. 8): И-5А (велосит); И-8А (вазелиновое масло, швейное масло); И-12А (И-12, ИС-12); И-12А с государственным Знаком качества; И-20А и И-20А с государственным Знаком качества (И-20, ИС-20); И-25А (ИС-25); И-30А (И-30, ИС-30); И-40А и И-40А с государственным Знаком качества (И-45, ИС-45, ИС-40); И-50А (И-50) (СУ, ИС-50, ИС-48); И-70А (ИС-65); И-100А (ИСТ-11, ИС-110).

Масло ВНИИ НП-401 (ГОСТ 11058—75) — минеральное масло с добавкой антискачковой присадки — стеарата алюминия и антипенной присадки ПМС-200А. Оно предназначено для смазывания направляющих скольжения станков с целью обеспечения равномерности медленных движений и точности установочных перемещений суппортов и других узлов.

Масло И-28 (ГОСТ 6480—78)* — остаточное, высоковязкое масло глубокой кислотно-контактной очистки.

Его используют для смазки станков и другого тяжело нагруженного металлургического оборудования при централизованной системе смазки с большой протяженностью маслопроводов.

Масло ИС-28 (ГОСТ 12672—77) — масло селективной очистки из деасфальтированных гудронов сернистых нефтей. Содержание серы не более 1,5%. Назначение аналогично маслу И-28.

8. Марка и свойства индустриальных масел

Марка	Плотность, г/см ³	Вязкость кинематическая при 50 °С, сСт	Индекс вязкости, не менее	Температура, °С		Коксуемость, %, не более
				застывания (минус), не более	вспышки в открытом титле, не менее	
И-5А И-8А И-12А И-12А*1	0,89 0,90 0,88 0,88	4—5 6—8 10—14 10—14	— — — 95	25	120	—
				20	130	
				30	165	
				30	170	
И-20А И-20А	0,885 0,885	17—23 17—23	85 100	15	180	0,15
					190	
И-25А И-30А И-40А	0,89 0,89 0,895	24—27 28—33 35—45	85	15	180	0,15
					190	
					200	
И-40А	0,895	35—45	97	15	210	0,20
					20	
И-50А	0,91	47—55	85	10	200	0,40
					210	
И-70А	0,91	65—75	85	10	210	0,45
И-100А	0,92	90—118				

*1 С государственным Знаком качества.

Масло сепараторное (марки Л и Т, ГОСТ 176—50*) — смесь масел серно-кислотной очистки с сурепным или горчиным маслом, кислотное число 0,35. Его используют для смазки подшипников, подшипников или фовальных станков и других механизмов. Кинематическая вязкость при 50°С масла марки Л6 10 сСт и марки Т-14 17 сСт.

Электронизоляционные масла и жидкости

Все нефтяные масла являются диэлектриками. К электронизоляционным маслам относят масла, прошедшие наилучшую очистку, в результате которой наиболее отчетливо выявляются их натуральные диэлектрические и другие свойства. Благодаря высокой чистоте электронизоляционные масла применяют не только в качестве рабочих сред в трансформаторах, конденсаторах, кабелях, но и для смазывания (трансформаторное масло) турбореактивных двигателей, в чистом виде и в качестве основы для изготовления смазочных и других композиций, а также в качестве конструкционных жидкостей и для заполнения гидросистем. Общие свойства масел указаны в табл. 9.

Трансформаторные масла. Характерными свойствами данных масел, удовлетворяющими условиям их работы в трансформаторах, реостатах, выключателях и других электрических аппаратах в качестве электронизолирующей и теплоотводящей среды, являются: высокая устойчивость против окисления, отсутствие воды и механических примесей, низкая температура застывания, позволяющая применять их в неотапливаемых помещениях. Их теплофизическими показателями являются коэффициент теплопроводности при 20—90°С 0,0015—0,0021 Вт/(см·град), теплоемкость 0,43—0,58 ккал/(кг·град), коэффициент теплового расширения 0,00063—0,00070 1/°С.

9. Свойства электронизоляционных масел и жидкостей

Показатель	Трансформаторные				Кабельное С-220
	ТКп	ТК	Селективной очистки	АТМ-65	
Плотность, г/см ³	—	—	—	—	—
Вязкость кинематическая, сСт:					
при 20°С, не более	—	30,1	28	—	800
» 50°С, не менее	9,0	9,6	9	3,5	50
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	135	135	150	115	180
Температура застывания, °С, не выше	—45	—45	—45	—65	—30
Кислотное число, мг КОН на 1 г	0,02	0,05	0,02	0,015	0,02
Зольность, %, не более	0,05	0,05	0,005	—	0,001
Тангенс угла диэлектрических потерь при 70°С и 50 Гц, %	1,5	2,5	2,6 (0,5)* ³	0,5 при 90°С	0,002* ⁴

Показатель	Конденсаторные				132-12Д
	а	б	в	Вазелин	
Плотность, г/см ³	—	0,86—0,865	0,86—0,865	—	1,0
Вязкость кинематическая, сСт:					
при 20°С, не более	37—45	30	30	—	70—140
» 50°С, не менее	9—12	9	9	28* ¹	—
Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	135	150	150	—	150
Температура застывания, °С, не выше	—45	—45	—45	43* ¹	—60
Кислотное число, мг КОН на 1 г	0,02	0,02	0,015	0,05	—
Зольность, %, не более	0,0015	0,005	0,005	0,004	—
Тангенс угла диэлектрических потерь при 70°С и 50 Гц, %	0,005	0,005	0,005	0,2* ²	0,0008 при 100°С

*¹ При 60°С.*² Температура каплепадения.*³ При 90°С, в скобках дано значение для масла.*⁴ С государственным Знаком качества.*⁵ При 1000 Гц.

Масло трансформаторное ТКп и ТК (ГОСТ 982—68*) вырабатывается из малосернистых беспарафинистых нефтей кислотнo-щелочной очистки; ТКп — с антиокислительной присадкой; ТК — без присадки (по заказам).

Масло трансформаторное селективной очистки с 0,2% антиокислительной присадки. Согласно ГОСТ 10121—76 выпускают масло двух сортов — обычное и с государственным Знаком качества с содержанием серы соответственно 0,6 и 0,35%.

Масло трансформаторное АТМ-65 (ТУ 38-1-225—69) глубокой кислотнo-щелочной и контактной очистки с 0,5% антиокислительной очистки, предназначенное для работы в северных районах («арктическое»).

Кабельные масла — масла высокой очистки, применяемые для пропитки бумажной изоляции силовых кабелей и заполнения маслонаполняемых кабелей. По ГОСТ 8463—76 выпускают масло марки С-220 (см. табл. 9).

Конденсаторные масла, предназначенные для пропитки и заливки конденсаторов, поставляют по ГОСТ 5775—68* сернокислотной очистки из малосернистых нефтей, фенольной очистки из сернистых нефтей с 0,2% антиокислительной присадки (дибутилпаракрезол) и с государственным Знаком качества.

Вазелин конденсаторный (ГОСТ 5774—76) — однородная мазь от белого до светло-желтого цвета, предназначенная для пропитки и заливки конденсаторов; электрическая прочность при 50 Гц и 20°С не менее 200 кВ/см.

Жидкость кремнийорганическая электронизоляционная 132-12Д (ПЭС-Д) — смесь полиэтилсилоксанов линейной и циклической структуры, предназначенная для пропитки и заливки конденсаторов и других устройств, работающих в интервале температур от —60 до +100°С. Плотность 0,96—1,00 г/см³; коэффициент теплопроводности (при 20°С) 0,147 ккал/(м·ч·°С); температурный коэффициент объемного расширения 0,0006 1/°С; средняя теплоемкость (при 20—51°С) 0,415 кал/ч. Поставляется по ГОСТ 10916—74 1-го и 2-го сортов, различающихся удельным объемным электрическим сопротивлением (2,5·10¹⁴ и 2,5·10¹³ Ом·см).

Масло электронизоляционное синтетическое октол (ГОСТ 12869—77). Прозрачная вязкая жидкость плотностью при 20°С 0,86—0,875 г/см³. Вязкость кинематическая при 100°С 75—115 сСт. Содержание воды, сульфатов, хлоридов и механических примесей не допускается. Температура вспышки в открытом тигле 165°С, температура застывания —12°С. По электрофизическим показателям подразделяется на две марки А и Б. Электрическая прочность при 50 Гц не менее соответственно 220 и 200 кВ/см. Тангенс угла диэлектрических потерь при 50 Гц и 100°С 1·10⁻³ и 1·10⁻³. Удельное объемное электрическое сопротивление при 120°С 1·10¹⁴ и 1·10¹³ Ом·см.

СМАЗКИ

Смазки являются продуктами загущения смазочных нефтяных или синтетических масел загустителями и введения в них присадок, придающих им коллоидную структуру и дополнительные свойства, определяющие назначение и качество. По внешнему виду пластичные смазки представляют собой мази различных консистенций и цвета (светло-желтые, темно-коричневые, синие, зеленые, черные и др.). По текстуре их условно подразделяют на зернистые, волокнистые (т. е. тянущиеся) и гладкие (или мягкие). Ввиду многокомпонентного состава смазок большое значение имеет стабильность (коллоидная и химическая) и тиксотропия, т. е. обратимость — способность несколько разжижаться при работе в узлах смазки и восстанавливаться в покое.

По виду применяемых загустителей (обычно 10—20%) смазки подразделяют на мыльные, загущаемые солями высших жирных кислот (мыла) различных металлов (барий, кальций, литий, натрий и др.); углеводородные, загущаемые твердыми углеводородами (парафин, церезин и др.); неорганические, загущаемые продуктами обработки неорганических веществ (известь, силикагель, бентонит, графит, дисульфид молибдена и др.); органические, загущаемые продуктами обработки органических веществ и полимерами.

По назначению смазки подразделяют на антифрикционные (составляющие 84% всего выпуска), консервационные, или защитные (14%) и уплотнительные или герметизирующие (2%). В известной мере эти виды взаимозаменяемы, антифрикционные смазки могут выполнять защитные и герметизирующие функции, консервационные и уплотнительные — антифрикционные.

АНТИФРИКЦИОННЫЕ СМАЗКИ

Антифрикционные смазки применяют для смазывания трущихся и контактирующих поверхностей при повышенных удельных нагрузках, в случаях, когда трудно осуществить централизованную или проточную смазку. Их преимущественно применяют в нестационарных машинах (тракторах и автомобилях, железнодорожных вагонах, сельскохозяйственных, строительных, подъемно-транспортных и других машинах), а также в электродвигателях, рольгангах и других устройствах, обеспечивая длительную автономность работы отдельных узлов трения, не требуя особой их герметизации. Смазки по сравнению с маслами более прочно держатся на смазываемых поверхностях, лучше заполняют и тем самым герметизируют объем смазываемого узла и не требуют частой смены и непрерывного наблюдения. Смазки вводят в узлы трения в момент изготовления. В некоторых случаях их не заменяют в течение всего времени эксплуатации машины.

Закрытые подшипники качения заполняют преимущественно смазкой ЦИАТИМ-201; при заполнении другими видами смазок, на торце подшипника, правее его номера, ставят дополнительные индексы С1 — С18, которые соответствуют определенным маркам смазок:

С1 — ОКБ-422-7	С7 — ВНИИ НП-214	С11 — ВНИИ НП-262	С16 — ВНИИ НП-246
С2 — ЦИАТИМ-221	С8 — ВНИИ НП-235	С12 — ВНИИ НП-235	С17 — Литол-24
С4 — ЦИАТИМ-221С	С9 — ЛЗ-31	С13 — ВНИИ НП-281	С18 — ВНИИ НП-238
С5 — ЦИАТИМ-202	С10 — № 158	С14 — ЛЗ-31-3К	
С6 — ПФМС-4С		С15 — ВНИИ НП-207	

Ниже приведены марки наиболее распространенных антифрикционных смазок в последовательности их цифрового и алфавитного возрастания.

1-13 жировая (ГОСТ 1631—61). Состав: касторовое масло 21%, известь строительная 5%, натр едкий — по расчету до омыления, смесь масел минеральных — до 100%. Для подшипников электродвигателей и других узлов трения при температурах до 80—90°С. Заменяется раз в 3 года.

№ 137 (ГОСТ 9974—62). Индустриальная металлургическая смазка — продукт загущения смеси вязких масел натриевыми мылами касторового масла. Температура каплепадения 145°С. Предназначена для смазывания узлов металлургического оборудования, не соприкасающихся с водой, работающих при повышенных температурах и нагрузках.

№ 158 (ТУ 38-101320—72). Мазь синего цвета — масло МС-20, загущенное литиевыми (16%) и калиевыми (4%) мылами стеариновой кислоты с пигментом — фталоцианином меди (2%). Температура каплепадения 145—160°С. Работоспособна при 90—100°С длительное время, в течение нескольких лет не требует замены и предназначена для автотракторного электрооборудования.

Автомобильная ЯНЗ (ГОСТ 9432—60). Продукт загущения индустриального масла 12 натриевыми жирными кислотами. Гладкая коричневая или черная мазь. Применяют для смазки ступиц колес автомобилей при температуре не выше 90—100°С.

Аэрол (ТУ 38-201171—74) — высокотемпературная смазка, продукт загущения масла МС-20 гидрофобизированным силикагелем с присадкой 17% дисульфидомолибдена. Температура работоспособности от —15 до +160°С. Применяют для смазывания подшипников тяговых цепей подвесных конвейеров в сушильных камерах и других узлах, работающих при повышенных температурах.

БНЗ-3 для горного оборудования (ГОСТ 5.1343—72). Литневая смазка, содержащая осерненное касторовое масло. Основное назначение — смазка поли-

ковых опор конвейеров горного оборудования, применяется также в механизмах экскаваторов, буровых станков, бульдозеров и др. В герметических узлах трения работает без смены в течение 3—5 лет.

ВНИИ НП-207 (ГОСТ 19774—74*) — однородная высокотемпературная мазь от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, продукт загущения смеси кремнийорганической смазки 135—25 (ГОСТ 10957—74) и синтетического углеводородного масла МАС-35 комплексным кальциевым мылом синтетических жирных кислот с антиокислительной присадкой. Предназначена для работы в подшипниках качения при температуре от —60 до +200°С.

ВНИИ НП-223 (ГОСТ 12030—66) — мягкая мазь коричневого цвета. Температура каплепадения 175°С, работоспособна при температурах от —50 до +130°С. Предназначена для смазки подшипников качения с частотой вращения до 60 тыс. об/мин.

ВНИИ НП-225 (ГОСТ 19782—74) — однородная паста черного цвета на основе молибдена высокой чистоты МВ41 и кремнийорганической жидкости ПФМС-4. Предназначена для защиты резьбовых соединений при температуре от —60 до +250°С, для алюминиевых анодированных сплавов и до +350°С для нержавеющих сплавов, а также для смазки тяжело нагруженных механизмов, работающих при температуре от —40 до +300°С.

ВНИИ НП-228 (ГОСТ 12330—77) — однородная мягкая мазь светло-коричневого цвета, натриевая комплексная малоиспаряющаяся смазка для скоростных шарикоподшипников (до 60 000 об/мин) при температуре от минус 40 до 150°С.

ВНИИ НП-231 (ТУ 38-401173—71) — мягкая мазь черного цвета, продукт загущения полиэтилоксановой жидкости ПЭС-С-2 газовой сажей. Обладает высоким противозащитным свойством, применяется в тяжело нагруженных узлах и тихоходных подшипниках и работоспособна при температурах от минус 60 до 250°С.

ВНИИ НП-232 (ГОСТ 14068—68) — пластичная уплотнительная и антифрикционная смазка, продукт загущения индустриального масла И-20 литиевым мылом стеариновой кислоты (3%) с содержанием дисульфида молибдена до 60%. Свойства и назначения соответствуют Липолу. Эти смазки взаимозаменяемы, но ВНИИ НП-232 почти в 3 раза дороже Лимола.

ВНИИ НП-242 — однородная мягкая черная мазь, продукт загущения индустриального масла 50 или машинного СУ из волгоградских нефтей стеаратом лития с добавлением дисульфида молибдена и дифениламина. Коллоидная стабильность — не более 10% выделившегося масла за 30 мин при 20°С; предел прочности при 80°С не менее 1 гс/см²; вязкость эффективная не более 18 000 П. Поставляют по ГОСТ 20421—75; предназначается для смазывания подшипников качения при температурах от —40 до +100°С при влажности окружающей среды до 98%.

ВНИИ НП-246. Однородная пластичная мазь, продукт загущения кремнийорганической жидкости пигментом, антифрикционная высокотемпературная высоковакуумная смазка (ГОСТ 18852—72). Предназначена для смазывания подшипников качения и зубчатых передач, работающих в интервале температур от —60 до +250°С, в вакууме 10⁻⁶ мм рт. ст. Вязкость, определяемая капиллярным вискозиметром при —40°С и среднем градиенте скорости деформации 10 с⁻¹, не более 5000 П. Предел прочности при 80°С 0,7—2,5 гс/см².

ВНИИ НП-257 (ГОСТ 16105—70) — мягкая мазь черного цвета, продукт загущения смеси полисилоксановой жидкости и сложного эфира комплексным натриевым мылом стеариновой кислоты и нитрита натрия с содержанием дисульфида молибдена (3%) и антиокислительной присадки и до 0,1% щелочей. Температура каплепадения 190°С. Работоспособность при температуре от —60 до +150°С и остаточном давлении до 10⁻⁸ мм рт. ст. В вакууме смазка работоспособна в течение около 150 ч, при атмосферном давлении и комнатной температуре — до 5000 ч. Применяется для смазывания высокоскоростных малогабаритных подшипников качения.

ВНИИ НП-260 (ГОСТ 19832—74) — нефтяное вязкое масло, загущенное натриевым мылом. Температура каплепадения 200°С, предел прочности при

50°С 0,5—1,8 гс/см², пенетрация при 25°С 310—360. Смазка предназначена для смазывания скоростных шарикоподшипников, работающих при температурах от —50 до +180°С.

ВНИИ НП-263 (ГОСТ 16862—71). Пластичная мазь, прозрачная в тонком слое. Является антифрикционной, консервационной и уплотнительной смазкой, предназначенной для применения в резьбовых соединениях при температуре от —50 до +100°С.

ВНИИ НП-279 (ГОСТ 14296—78). Светлая однородная прозрачная мазь гладкой структуры. Предназначена для смазывания узлов трения, работающих в контакте с агрессивными средами при температуре от —50 до +50°С и с воздухом при температуре до +150°С.

Графитная УССа (ГОСТ 3333—55*) — пластичная, водостойкая, грубая, плотная смазка черного цвета с серебристым отливом. Продукт загущения цилиндрического масла П гидратированным кальциевым мылом синтетических жирных кислот (12%), содержит 10% графита П. Температура каплепадения 77°С, пенетрация при 25°С 250. Смазка предназначена для смазывания грубых механизмов, листов рессор, открытых шестерен и т. д. Для смазывания подшипников качения и других точных механизмов не следует применять.

Графитол (ТУ 38-201172—74) — высокотемпературная мягкая пластичная смазка черного цвета, продукт загущения авиационного масла МС-20 гидрофобизированным силикагелем с присадкой 10% графита. Температура плавления 250°С. Смазка обладает низкой испаряемостью и достаточной водостойкостью, применяется для смазки узлов трения, работающих при повышенных температурах (до 160°С).

ЖА (смазка Зуевского) (ТУ 32-ЦТ-004—68). Антиаварийная вагонная смазка — густая липкая мазь темно-коричневого цвета. Продукт загущения индустриального масла натриевыми мылами асидол-мылонафта (40%). Содержит 5—7% графита П и обладает высокими приработочными свойствами, способствует уничтожению цапаина на цапфе и подшипнике. Ее закладывают в греющиеся буксы дополнительно к имеющейся смазке.

Железнодорожная 1-ЛЗ. Состав (массовые доли, %): масло касторовое 18—22; известь 1,4—6,0; дифениламин 0,4—0,6; смесь масла веретенного АУ и индустриального И-50 до определенной вязкости; натр едкий по расчету до омыления.

Вязкость смазки при 0°С и среднем градиенте скорости деформации 10 с⁻¹ не более 5000 П. Пенетрация при 25°С 220—260. Температура каплепадения 125°С. Предназначена для смазки роликовых подшипников подвижного железнодорожного состава. Усовершенствованная смазка 1-ЛЗ выпускается под маркой ЛЗ-ЦНИИ.

Железнодорожная ЛЗ-ЦНИИ (ГОСТ 19791—74). Состав (массовые доли в %): масло касторовое 17—21; известь 0,4—0,6; дифениламин 0,7—1,0; присадка ДФ-11 0,4—0,6; масло веретенное АУ до 100.

Это однородная мазь от светло-желтого до темно-желтого цвета. Предназначена для смазки роликовых подшипников вагонов при температуре до 100°С.

ЖРО (ТУ 32-ЦТ 520—73). Железнодорожная водостойкая и морозостойкая смазка, гладкая мазь коричневого цвета, продукт загущения веретенного масла АУ литиевыми мылами стеариновой (11%) и олеиновой (1,5%) кислот и осеренного касторового масла (6,0%). Работоспособна при температурах от —40 до +120°С. Предназначена для заправки букс подшипников качения локомотивов и электросекций, в тяговых электродвигателях и др. Смазка ЖРО обеспечивает бесшумный пробег вагонов и локомотивов 300—400 тыс. км.

ЖТ-72 (ЦИАТИМ-221Д) (ТУ 38-101345—73). Однородная мазь гладкой структуры от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Смазка является модификацией смазки ЦИАТИМ-221 (см. с. 461) путем введения дибутилфталата для сохранения свойств резины, соприкасающейся со смазкой ЖТ-72. Предназначена для смазывания автотормозных приборов подвижного железнодорожного состава, а также в случаях трения металла и резины.

ИП-1 (ГОСТ 3257—74*) — однородная мазь от светло-желтого до темно-коричневого цвета, пластичная водостойкая смазка, продукт загущения ци-

линдрического масла 11 кальциево-натриевыми мылами хлопкового масла и саломаса. Является основной смазкой для металлургического оборудования при централизованной ее подаче. Выпускается смазка двух марок: ИП-1-Л (летняя) и ИП-1-З (зимняя); температура каплепадения соответственно 85 и —80°С.

ТИ — текстильная смазка, получаемая загущением парфюмерного масла натриевым мылом саломаса (12%). Содержит до 0,05% щелочи; работоспособна при температуре от —30 до +80°С. Особенностью смазки является растворимость в воде, дающая возможность смыть следы смазки на текстильных изделиях.

КСБ (ТУ 38 УССР 201115—71) — продукт загущения индустриального масла И-50 натриевыми мылами саломаса (7%) и стеариновой кислоты (12%) с пигментами серы (3%) и меди чешуйчатой (10%) и антиокислительной присадкой. Температура каплепадения 150—190°С. Смазка токопроводящая и применяется для смазывания электроконтактов в автотракторном электрооборудовании для предотвращения искрения.

ЛЗ-31 (ГОСТ 5.575—70) — продукт загущения синтетического масла литиевым мылом стеариновой кислоты (19%). Температура каплепадения 180—200°С. Смазка содержит антиокислительную и антикоррозионную присадки. Работоспособна при температуре от —40 до 130°С. Применяется для закладки в выжимной подшипник сцепления автомобилей ЗИЛ и ГАЗ.

ЛЗ-ЦНИИ — см. Железнодорожная 1-ЛЗ.

Литол-24 (ГОСТ 21150—75) — многоцелевая антифрикционная водостойкая смазка, продукт загущения смеси нефтяных масел литиевым мылом 12-оксистеариновой кислоты с антиокислительной присадкой. Однородная мазь от светло-желтого до коричневого цвета. Выпускают также с государственным Знаком качества. Смазка предназначена для узлов трения колесных и гусеничных транспортных машин и промышленного оборудования, работающих при температуре от —40 до +130°С. Литол-24 можно применять во всех тех случаях, когда используют смазки: солидол С, солидол УС-1, 1-13, жировая и ЯНЗ-2. Она позволяет увеличить сроки замены и пополнения смазки в узлах трения в 2—4 раза.

ЛС-1п (ТУ 38 УССР 201145—73) — противозадирная водостойкая смазка, получаемая загущением равномерной смеси веретенного АУ и индустриального И-50 масел литиевым мылом 12-оксистеариновой и стеариновой кислот; содержит композицию противозадирных присадок. Работоспособна при температуре от —40 до +120°С. Применяют для смазывания тяжело нагруженных узлов кузнечно-прессовых и литейных машин.

ЛСЦ-15 (ТУ 38-101140—71) — водостойкая антифрикционная и консервационная смазка, продукт загущения равномерной смеси веретенного АУ и индустриального И-50 масел литиевым мылом гидрированного касторового масла с содержанием дифениламина и полиизобутилена и 12% окиси цинка. Смазка работоспособна при температуре от —40 до +130°С. Применяют в шарнирах, осях педали, рычагах включения и других механизмах автомобиля ВАЗ.

Металлоплакирующие смазки — пластичные смазки, содержащие мелкодисперсные порошки пластичных металлов или сплавов, например свинца или бронзы. Их называют соответственно свинцоль, бронзоль и т. п. Металлоплакирующие смазки созданы для реализации эффекта избирательного переноса при трении скольжения, т. е. для обеспечения безыносной работы узла трения за счет химико-механического непрерывного восстановления износа более слабой стороны рассматриваемой пары трения. При использовании данных смазок на 20—30% снижается коэффициент трения и повышается противозадирная стойкость [12].

МС-70 (ГОСТ 9762—76) — пластичная антифрикционная консервационная низкотемпературная водостойкая смазка, мягкая гладкая мазь, от светло-коричневого до темно-коричневого цвета; продукт загущения масла МВП бариевым (8%) и алюминиевым (5%) мылом стеариновой кислоты и перцином (5%). Температура каплепадения 80°С, работоспособность при температуре от —50 до +65°С. Смазка предназначена для смазывания механизмов, соприкасающихся

с морской водой, для забортного оборудования. Она обеспечивает бесшумную работу в течение 10 лет и сочетает антифрикционные и консервационные свойства.

МУС-3А (ТУ 38-10171—70) — универсальная морская низкотемпературная смазка. Является модификацией смазки МС-70 и получается путем введения в нее 5% дисульфида молибдена и 1—1,5% ингибитора коррозии — нитрита дициклогексилamina. Смазка работоспособна при температурах от —50 до +65°С и применяется для смазывания механизмов морских судов.

ПФМС-4С (МРТУ 6-02-531—69) — высокотемпературная и противозадирная смазка — плотная черная паста, продукт загущения кремнийорганической жидкости ПФМС-4 термографитом С-1 (32%). Смазка работоспособна при температуре от —30 до +300°С, а одновременно (5 ч) до 400°С. Ее применяют в подшипниках качения, шариковых и винтовых передачах и др.

Северол-1 (ТУ 38-4038—72) — низкотемпературная водостойкая мягкая смазка от желтого до светло-коричневого цвета, продукт загущения равной смеси индустриального масла И-12А и полиэтилсилоксановой жидкости ПЭС-5 литневым мылом 12-окстеариновой кислоты с антиокислительной и противозадирной присадкой. Температура каплепадения 190°С. Смазка работоспособна при температурах от —50 до +120°С и применяется в качестве универсальной всесезонной смазки автомобилей, тракторов, горных, дорожных и других машин, эксплуатируемых в условиях Крайнего Севера.

Силикол (ТУ 38 УССР 201149—73) — высокотемпературная водостойкая малоспаяющаяся смазка, продукт загущения полиэтилсилоксановой жидкости ПЭС-5 гидрофобизированным силикагелем с присадкой 5% осеренного касторового масла. Работоспособна в интервале температур от —40 до +160°С. Смазка предназначена для смазки малонагруженных подшипников качения, работающих при повышенных температурах.

Сиол (ТУ 38-10152—70) — пластичная водостойкая и теплостойкая (до 130°С) смазка, продукт загущения смеси веретенного АУ и индустриального И-50 масел аэросилом. Предназначена для смазывания скоростных подшипников качения электроверетен.

Солидол синтетический (ГОСТ 4366—76) — однородная мазь без комков коричневого цвета, продукт загущения индустриального или веретенного масла или их смеси гидратированными кальциевыми мылами жирных кислот. Водостойкая, общего назначения смазка для узлов трения и качения, работающих при температуре от —20 до +65°С; в мощных механизмах — до —50°С. В зависимости от условий применения устанавливают две марки смазки:

Солидол С — для заправки в разбираемые узлы (до —50°С) с помощью ручных солидолонагнетателей (до —20°С).

Пресс-солидол С — для заправки в узлы трения ручными солидолонагнетателями при температуре ниже —20°С.

Тугоплавкая самолетомоторная СТ (смазка НК-50) (ГОСТ 5573—67*) — высокотемпературная пластичная смазка, плотная мазь темно-зеленого цвета; продукт загущения масла МК-22 или эмбисских нефтей натриевыми мылами (31%) саломаса и технического сала. Содержит 0,5% коллоидного графита и 0,4% щелочи. Температура каплепадения 200°С. Смазка работоспособна при температуре от —15 до +200°С, недостаточно водостойка, предназначена для смазывания подшипников шасси и других узлов самолета.

Универсальная среднеплавкая УС (солидол жировой) (ГОСТ 1033—73) — водостойкая антифрикционная и консервационная смазка, продукт загущения нефтяного масла кальциевыми мылами жирных кислот. Выпускают двух марок: УС-1 (пресс-солидол жировой) и УС-2 (солидол жировой). Смазка УС-1 предназначена для узлов трения шасси автомобилей; УС-2 — для подшипников качения, зубчатых редукторов и др. Работоспособны в интервале температур соответственно от —40 до +50°С и от —40 до +70°С.

Универсальная тугоплавкая УТ (консталин жировой) (ГОСТ 1957—73*) — однородная мазь без комков от светло-желтого до темно-коричневого цвета, продукт загущения минерального масла. Смазка выпускается двух марок: УТ-1

(кинематическая вязкость при 50°С 19—45 сСт, температура каплепадения 130°С); УТ-2 (кинематическая вязкость 19—53 сСт, температура каплепадения 150°С).

Униол-1 (ТУ 38 УССР 201150—73) — антифрикционная, противозадирная, высокотемпературная, водостойкая смазка темно-коричневого цвета, продукт загущения нефтяного масла комплексным кальциевым мылом синтетических жирных кислот и уксусной кислоты с присадками. Температура каплепадения 230—260°С. Смазка работоспособна при температуре от —30°С до +150°С и одновременно при 200°С; широко применяется в различных механизмах.

Униол-3 и **Униол-3М** (ТУ 38-4017—72) — низкотемпературные водостойкие смазки, продукты загущения равной смеси масла МС-20 и полисилоксановой жидкости № 7 комплексным кальциевым мылом синтетических жирных кислот и уксусной кислоты с антиокислительной присадкой; в смазке Униол-3М имеется небольшое количество дисульфида молибдена. Смазки работоспособны при температуре от —50 до +140°С. Применяют в качестве универсальной смазки для автомобилей и других машин, эксплуатируемых в арктических условиях.

Фиолы — антифрикционные и консервационные водостойкие смазки, получаемые загущением равномерной смеси веретенного АУ и индустриального И-50 масла литневым мылом 12-окстеариновой кислоты.

Фиол-1 (ТУ 38-101141—71) — мягкая смазка. Содержит 10% загустителя. Применяется для смазки некоторых узлов автомобилей ВАЗ через пресс-масленки.

Фиол-2 (ТУ 38-101142—71) — мягкая смазка. Содержит 12% загустителя. Применяют для смазывания разнообразных узлов индустриальных механизмов, работающих при малых и средних нагрузках и температуре до 100°С.

Фиол-3 (ТУ 38-101143—71) — мягкая смазка зеленого цвета. Содержит 14% загустителя. Применяют в тех же областях, что и Фиол-2, с учетом ее более плотной консистенции.

Фиол-3М (ТУ 38-101233—72) — мягкая смазка серебристо-черного цвета. Содержит 12% загустителя и вязкостную антиокислительную и адгезионную присадки и 2% дисилицида молибдена. Применяют во многих узлах трения, где необходимо участие дисилицида молибдена.

ЦИАТИМ-202 (ГОСТ 11110—75) — однородная мягкая мазь от желтого до светло-коричневого цвета, продукт загущения смеси трансформаторного и авиационного масел литневыми мылами высших жирных кислот с добавлением антиокислительной присадки. Предназначена для смазывания подшипников качения, работающих в интервале температур от —5 до +120°С.

ЦИАТИМ-203 (ГОСТ 8773—73)* — пластичная антифрикционная смазка, однородная мазь темно-коричневого цвета. Состав (в %):

Стеарины	6	Литий едкий аккумуляторный	По расчету
Жир кашалотовый гидрированный, осеренный	4	Трифенилфосфит	0,5
Асидол осеренный	3	Масло трансформаторное	Остальное

Температура каплепадения 150°С. Предназначена для смазывания механизмов, работающих при высоких удельных нагрузках и температуре от —50 до +90°С.

ЦИАТИМ-208 — однородная вязкая жидкость черного цвета, применяемая для смазки тяжело нагруженных зубчатых редукторов гусеничной техники, а также для смазки и консервации высоконагруженных механизмов, экскаваторов, комбайнов, гусеничных кранов и др. Пенетрация при —15°С 300—360, вязкость при —30°С не более 18 000 П. Поставляют по ГОСТ 16422—70*.

ЦИАТИМ-221 (ГОСТ 9433—60*) — высокотемпературная водостойкая смазка, мягкая мазь белого или светло-серого цвета, продукт загущения кремнийорганической жидкости 132—24 (ПЭС-С-1) комплексным кальциевым мылом (16%) стеариновой и уксусных кислот. Работоспособна при температуре от —60 до 150°С. Предназначена для смазывания узлов трения и сопряженных поверхностей металлов — металлы и металл — резина, работающих в агрессивных средах.

ПРБ-4 (ТУ 38 УССР 201143—72) — водостойкая смазка волокнистой текстуры, продукт загущения индустриального масла комплексным бариевым мылом высших жирных кислот и уксусной кислоты. Содержит 0,5% дифениламина и 0,5% α -нафтиламина. Работоспособна при температуре от -40 до 150°C . Предназначена для смазывания шаровых шарниров передней подвески, наконечников тяг рулевого управления автомобиля ВАЗ. При хорошей герметизации узлов может работать без замены до 100 тыс. км пробега.

ПРИБОРНЫЕ И ЧАСОВЫЕ СМАЗКИ И МАСЛА

В часовых, оптических, электроаппаратных, приборных и других тому подобных механизмах вследствие их миниатюрности узлы трения являются открытыми и малодоступными для регулярного обслуживания или осуществления централизованной смазки. Поэтому к приборным маслам и смазкам предъявляют дополнительные требования для минимизации испаряемости, растекаемости*¹ и ненарадания вязкости при окисляемости в тонком слое. Они должны обладать невысокой вязкостью, чтобы не тормозить перемещения частей приборов. Вязкость должна быть постоянной при смене температур. Однако ни одно чистое нефтяное масло таким требованиям не удовлетворяет, поэтому в состав приборных масел вводят компоненты в виде растительных и животных жиров и других легирующих добавок. По составу они соответствуют синтетическим смазкам и отличаются от них только вязкостью. Это обстоятельство служит достаточным основанием для выделения такой характерной группы масел и смазок в отдельную группу. Все масла и смазки данной группы характеризуются отсутствием механических примесей, воды, водорастворимых кислот и щелочей и выдерживают испытание на коррозию. Ниже описаны эти масла, а в табл. 10 приведены их наиболее общие свойства.

10. Приборные и часовые масла

Марка	Кинематическая вязкость, сСт	Температура застывания, $^\circ\text{C}$, не выше	Испаряемость, %, не более	Краевой угол смачивания, градусы	Кислотное число, мР КОН
МБП-12	19—24* ¹	—24	0,15	15	0,15
МЗП-6	23—28* ¹	—24	0,15	15	0,15
МЦ-3	27—32* ¹	—24	0,10	15	0,15
МН-30	21—24* ¹	—40	0,25	1,0* ²	0,3
МН-45	14—17* ¹	—52	0,25	1,5* ²	0,3
МН-60	10—15* ¹	—67	0,25	1,5* ²	0,3
МВП	6,5—8* ¹	—60	—	—	0,05
ВНИИ НП-1-ЧМО	4,5—5* ³	—60	4,5	—	0,02
132-08	47—55* ⁴	—70	—	—	0,15
ПС-4	15—18* ⁵	—	0,45	—	0,35
Телеграфное	21—25* ¹	—	—	—	0,5

*¹ При 50°C .

*² Растекаемость, %.

*³ При 100°C .

*⁴ При 20°C .

*⁵ При 70°C .

Масла часовые и приборные

Масла часовые общего назначения (ГОСТ 7935—74) — смесь костного масла с диоктилсебацатом или с фракцией вакуумной перегонки нефтяных масел, прозрачная от желтого до светло-коричневого цвета жидкость. Предна-

*¹ Для уменьшения растекания масел и смазок приборные детали обрабатывают специальными жидкостями (эпилами).

значены для работы при температуре от -10 до $+50^\circ\text{C}$. Масло марки МБП-12 применяют для смазывания баланса и палет наручных и карманных часов; МЗП-6 — для смазки опор зубчатых передач; МЦ-3 — узла барабана и опор будильников и других аналогичных приборов. Свойства масел приведены в табл. 10.

Масла часовые низкотемпературные (ГОСТ 8781—71*) предназначены для смазки часовых механизмов, работающих при температуре от $+60$ до -60°C . В обозначении марки, например МН-30, МН-45 и МН-60, цифры указывают предел низких температур, при которых масло сохраняет работоспособность.

Приборное масло МВП (ГОСТ 1805—76) — дистиллятное минеральное масло сернокислотной очистки плотностью $0,90\text{ г/см}^3$. Температура вспышки в закрытом тигле не ниже 125°C . Предназначено для смазки контрольно-измерительных приборов, работающих при температуре от -60 до $+110^\circ\text{C}$, а также для наполнения масляно-пневматических амортизаторов и изготовления смазок.

Приборное масло ВНИИ НП-1-ЧМО (ГОСТ 13374—67) — синтетический продукт с присадками. Масло используют для смазки точных приборных механизмов, работающих длительное время при температуре от -35 до $+175^\circ\text{C}$.

Масло 132-08 (бывш. ОКБ-122-5) (ГОСТ 18375—73*) — смесь полиэтилсилоксановой жидкости ПЭС-4 и нефтяного авиационного масла. Плотность при 20°C $0,95—0,97\text{ г/см}^3$. Работоспособно при температуре от -65 до $+70^\circ\text{C}$.

Масло часовое загущенное ПС-4 (смазка часовая) (ГОСТ 7936—76) — смесь фракций вакуумной перегонки нефтяных масел, костного масла и твердых углеводородов. Это однородная густая жидкость от желтого до светло-коричневого цвета. Вязкость при 70°C $15—18\text{ сСт}$. Масло работоспособно при температуре от -10 до $+50^\circ\text{C}$. Применяют для смазывания пружин будильников, часов и других приборов.

Телеграфное масло (ГОСТ 7916—56) — смесь масла турбинного 22 (95%) и горючего жирного масла (5%). Применяют для смазки телеграфных аппаратов.

Смазки часовые и приборные

Смазка РСТ-3 (СТУ 25-734—62) предназначена для смазывания механизмов, работающих в условиях тропического климата. Это нефтяное масло с добавлением костного масла. Смазка микробиологически устойчива при 30°C не менее 21 суток.

Коллоидальная смазка НИИчаспрома (ВТУ 1212—62) — 15%-ные суспензии дисульфида молибдена MoS_2 в силоксановой жидкости (марка КС-20) и в минеральном масле (КС-22 и КС-25). Это черная маслянистая жидкость. Допускается расслаивание ее при условии восстановления однородности при перемешивании.

ОКБ-122-7 (ГОСТ 18179—72*) — антифрикционная и консервационная смазка, мягкая гладкая мазь желтого или светло-коричневого цвета, продукт загущения смеси жидкости ПЭС-4 (80%) и масла МС-14 (20%) керезином (18%) и литиевым мылом стеариновой кислоты (6%) с антиокислительной присадкой. Работоспособна при температуре от -60 до $+120^\circ\text{C}$. При благоприятных условиях не требует замены в течение 10 лет.

ВНИИ НП-274Н и ВНИИ НП-274Ф (ГОСТ 19337—73) — мягкие светлые мази гладкой структуры, продукты загущения полихлорсилоксановой жидкости литиевым мылом. Работоспособны при температуре от -80 до 130°C , обладают низкой испаряемостью и хорошо работают в высоком вакууме (до 10^{-7} мм рт. ст.). Предназначены для смазки миниатюрных подшипников с частотой вращения до 30 000 об/мин. Смазки этих марок отличаются главным образом степенью очистки; индексы Н и Ф соответственно обозначают нефiltroванная и фильтрованная смазка.

ЦИАТИМ-20 (ГОСТ 6267—74) — низкотемпературная смазка, мягкая желтая или светло-коричневая мазь, состоящая из стеарина (12%), гидрата окиси лития (по расчету до полного омыления), дифениламина (0,3%) и масла приборного (до 100%). Температура каплепадения 175°C . Смазка работоспособна

при температуре от -60 до $+90^{\circ}\text{C}$. Предназначена для смазки приборов и механизмов, работающих с малым усилием сдвига.

Часовая смазка РС-1 (ГОСТ 24532—76) — смесь фракций вакуумной перегонки нефтяных масел, костного масла и твердых углеводородов. Однородная мазь от желтого до светло-коричневого цвета, не содержащая механических примесей, воды, водорастворимых кислот и щелочей. Предназначена для смазки узла завода и перевода стрелок наружных и карманных часов и рычажных систем приборов, работающих при температуре от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$.

ГОИ-54п (ГОСТ 3276—74) — низкотемпературная антифрикционная и консервационная водостойкая смазка, мягкий вазелин от желтого до темно-коричневого цвета; продукт загущения масла МВП церезином (26—30%) с антикоррозионной присадкой МНИИ-7 (1,0—1,4%). Температура каплепадения 60°C . Смазка работоспособна при температуре от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$. Применяется для консервации (до 5 лет) и смазки точных механизмов и приборов.

АЦ-1, АЦ-2 и АЦ-3 (ТУ 38-101383—73). Антифрикционные водостойкие приборные смазки (взамен марок 4ЦКП, 3ЦКП и 2ЦКП), продукт загущения смеси масла МС-6 и диоктилсебацата церезином 80 и алюминиевым мылом СЖК с антиокислительной присадкой. Работоспособны при температуре от -50 до $+65^{\circ}\text{C}$ (АЦ-1) и от -60 до $+65^{\circ}\text{C}$ (АЦ-2 и АЦ-3) длительное время. Применяют для смазывания трущихся поверхностей точных механизмов, резьбовых соединений наводящих винтов, зубчатых и червячных передач оптических приборов. При смазывании узлов трения с повышенными удельными нагрузками в смазку вводят коллоидный графит. В обозначении смазки указывают его содержание; например, в марке АЦ-1-5Г цифра 5 означает, что в смазке содержится 5% графита.

СОТ (ТУ 38-101382—73) — смазка, аналогичная по характеристике смазкам серии АЦ, но предназначена для смазывания приборов в тропическом исполнении.

Крон 1, 2 и 3 (ТУ 38 101425—74) — приборные смазки, аналогичные по характеристикам смазкам серии АЦ, но с лучшими противоизносными и противозадирными свойствами.

Смазка для декадно-шаговых искателей АТС (смазка АТС) 7-ЛПИ изготавливается на основе индустриального масла И-50, загущенного моностеаритом и пластифицированного препаратом ВСФ. Температура каплепадения $90—105^{\circ}\text{C}$. Смазка влагостойка, хорошо прилипает и удерживается на металле при температуре от -40 до $+80^{\circ}\text{C}$.

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ СМАЗКИ (УПЛОТНИТЕЛИ)

Смазки данной группы служат для заполнения зазоров неподвижных разборных соединений (резьбовых, фланцевых, прессовых и др.) и периодических подвижных (кранов, задвижек и т. д.) в целях герметизации, предохранения их деталей от коррозии и, в частности, от воздействия агрессивных сред и обеспечения подвижности или разбираемости. Для этой цели также широко применяют смазки с графитом и дисульфидом молибдена. Герметизирующие составы с другими свойствами изготавливают на основе каучуков и лакокрасочных материалов.

Бензиоупорная смазка — плотная вязкая мазь темно-коричневого цвета, продукт загущения окисленного касторового масла с добавкой 4% глицерина цинковым мылом касторового масла (30%). Температура каплепадения 55°C . Смазка работоспособна при температуре от 10 до 40°C , малорастворима в нефтепродуктах и применяется для уплотнения неподвижных резьбовых и других соединений и ограниченно для подвижных соединений в системах бензомаслопроводов. Поставляется по ГОСТ 7171—78.

Вакуумная замазка — однородная пластичная масса, продукт загущения тяжелой фракции вазелинового медицинского масла вакуумной смазкой (11%) и церезином (9%) с добавлением 40% косметического каолина. Температура каплепадения 240°C , пенетрация при 25°C 70. Смазка работоспособна в интер-

вале температур от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$ и применяется для герметизации разборных, но неподвижных соединений вакуумных установок.

Вакуумная смазка (смазка Рамзая) — герметизирующая липкая каучукоподобная мазь желтого или темно-коричневого цвета, продукт загущения тяжелой фракции вазелинового медицинского масла церезином (20%) и натуральным каучуком (15%). Температура каплепадения 50°C . Смазка работоспособна при температуре от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$ и применяется для уплотнения стеклянных и металлических подвижных соединений вакуумных установок.

ВНИИ НП-225. Пластичная уплотнительная и антифрикционная высоко-температурная смазка — см. Антифрикционные смазки.

ВНИИ НП-263 (ГОСТ 16862—71) — уплотнительная консервационная и антифрикционная пластичная водостойкая смазка, продукт загущения турбинного масла 22 гидрофобизированным силикагелем (9%) с антиокислительными присадками. Смазка работоспособна при температуре от -50 до $+100^{\circ}\text{C}$ и применяется вместо сварной смазки для оптимизации разбираемости и герметизации резьбовых соединений.

Газовокранная смазка (смазка для газовых кранов) — плотная масса темно-желтого цвета, почти нерастворимая в нефтепродуктах. Ее получают загущением касторового масла кальциевым мылом (25%). Температура каплепадения 60°C , пенетрация при 25°C 35—70. Смазка работоспособна в диапазоне температур от -15 до $+50^{\circ}\text{C}$ и применяется для уплотнения арматуры газовых магистралей и распределительных станций при давлениях $40—50$ кгс/см². Поставляют по ТУ 101316—72.

Графитная БВН-1 (ГОСТ 5656—60) — полужидкая однородная уплотнительная мазь. В ее состав входят 70% — веретенное масло АУ, 6,3 — церезин 75 или 80, 0,3 — присадка МНИИ-7 и остальное — до 100% масло приборное МВП. Применяется для смазывания резьб и сопряжений стальных труб.

Замазка ЗЗК-3у — однородная плотная темно-коричневая клейкая мазь, продукт загущения масла цилиндрового 52 (Вапор) алюминиевым мылом синтетических жирных кислот, петролатумом и синтетическим каучуком. Температура каплепадения 115°C , пенетрация 40—80 при 25°C . Поставляется по ГОСТ 19538—74 для герметизации щелей в люках, крышках, дверцах и других неплотностей транспортных и других машин при их длительной консервации.

Кремнийорганическая паста теплопроводная (КПТ-8) (ГОСТ 19783—74) — однородная масса белого цвета без механических примесей. Плотность 2,6—3,0 г/см³, пенетрация 100—175, коэффициент теплопроводности при -50°C 1,0 Вт/(м·град), при 20°C — 0,7; при 100°C — 0,65. Смазка применяется для обеспечения эффективного теплового контакта между двумя соприкасающимися или сближенными поверхностями в аппаратуре и оборудовании для уменьшения теплового сопротивления.

Лейнерная (смазка ВЛ) (ГОСТ 5078—49*) — плотная уплотнительная антифрикционная смазка черного цвета, продукт загущения индустриального масла И-20 натриевым мылом саломаса (16%) и графитом П (17%). Температура каплепадения 150°C , пенетрация при 25°C 5. Смазка применяется для оптимизации и герметизации резьбовых соединений.

ЛЗ-162 (ТУ 38-101315—72) — уплотнительная смазка темно-коричневого цвета — продукт загущения веретенного масла литиевым и цинковым мылами синтетических жирных кислот (25%).

Содержит 12% молотой слюды; 0,7% канифоли; 0,15% окиси алюминия. Температура каплепадения 140°C , пенетрация при 25°C 210. Смазка работоспособна при температурах от -25 до 150°C , растворима в нефтепродуктах и нерастворима в воде. Предназначена для уплотнения прямооточных задвижек, пробковых кранов и другой нефтяной и газовой арматуры при давлении до 500 кгс/см².

Лимол (ТУ 38 УССР 201146—73) — пластичная уплотнительная антифрикционная смазка темно-серого цвета, продукт загущения масла типа МС-20 силикагелем. Содержит 60% дисульфид молибдена. Температура каплепадения 240°C . Смазка работоспособна при 120°C , имеет высокие противозадирные свойства и применяется при монтаже узлов трения с высокой нагрузкой, так как

способствует их приработке, а также для смазки прессовых и резьбовых соединений.

Насосная (ТУ 38-101311—72). Уплотнительная пластичная смазка темно-серого или черного цвета, продукт загущения окисленного рапсового масла коллоидным графитом С-1 или С-2 (42%) и стеаратом лития (0,3%). Температура каплепадения 140°С, пенетрация при 25°С 300—350. Смазка нерастворима в нефтепродуктах, воде, спирте, глицерине, работоспособна при 120°С. Предназначена для сальниковых уплотнений нефтяных и грязевых насосов высокого давления и др.

Резьбовая (смазка Р-2) (ТУ 38-101332—73). Пластичная уплотнительная антифрикционная водостойкая смазка, продукт загущения смеси масла МВН и индустриального И-45 или И-50 алюминиевым мылом стеариновой кислоты (4,6%). Содержит 18% графита П, 29% порошка свинца и 12% цинка и 4% медной пудры. Температура каплепадения 80—100°С. Смазка работоспособна при температуре от —40 до 100°С. Предназначена для облегчения свинчивания и развинчивания обсадных и насосно-компрессорных труб и сохранности резьбовых соединений на длительное время. Обеспечивает герметичность при давлении до 700 кгс/см².

Резьбовая 113 (ТУ 101330—73) — пластичная уплотнительная антифрикционная водостойкая смазка, аналогичная по составу резьбовой — 402, но наполнителями являются порошок свинца (60%), окись свинца (3%) и сернистый свинец (7%). Температура каплепадения 130—145°С. Работоспособна при температуре от —30 до +200°С. Назначение то же, что и резьбовой-402, при большей надежности.

Резьбовая Р-402 (ТУ 101330—73) — пластичная уплотнительная антифрикционная водостойкая смазка, продукт загущения смеси индустриального масла И-50 и полисилоксановой жидкости ПЭС-С-2 алюминиевым (1%) и литиевым (6%) мылами стеариновой кислоты. Содержит наполнители: 21% графита П, 23% порошка свинца и 14% цинка и 5% медной пудры. Температура каплепадения 130—150°С. Работоспособна при температуре от —50 до +200°С и применяется для уплотнения резьб обсадных труб.

Резьбовая Р-416 (ТУ 101385—73) — пластичная уплотнительная антифрикционная смазка, продукт загущения веретенного масла цинковыми и литиевыми мылами стеариновой кислоты, монтажно-воском. Содержит 59% порошка свинца, 2,5% окиси свинца и 0,4% присадки триэтиленгликоля. Температура каплепадения 130°С. Смазка работоспособна при температуре от —30 до +100°С. Назначение ее то же, что и других резьбовых смазок, с несколькими ограниченными эксплуатационными свойствами, но она почти в 2 раза дешевле их.

Снарядная ВС (ГОСТ 3260—75) — однородная мазь без комков, от светло-желтого до светло-коричневого цвета. В ее состав входят масло рапсовое (8%), саломас (8%), известь (до полного омыления жиров), масло Л (остальное). Предназначена для смазки резьбы очков снарядов и др. Температура каплепадения 70°С, пенетрация при 25°С 230—280.

ЦИАТИМ-205 (ГОСТ 8551—74) — пластичная уплотнительная смазка, продукт загущения смеси вазелинового медицинского и парфюмерного масла церезином. Температура каплепадения 65°С, пенетрация при 25°С 165. Смазка предназначена для предохранения неподвижных резьбовых соединений в интервале температур от —60 до +50°С.

ЗАЩИТНЫЕ (КОНСЕРВАЦИОННЫЕ) МАСЛА И СМАЗКИ

Наилучшей защитой машинной техники от коррозии являются загущенные масла и пластичные смазки, которые обладают хорошими защитными свойствами и позволяют ввести в действие соответствующие объекты без их разконсервации и заправки рабочей (антифрикционной) смазки. Это имеет особое значение для защиты оборудования различных аварийных служб, военной техники и сельскохозяйственных машин, используемых периодически (или се-

зонно). Примером такой смазки является смазка ГОИ-54, применяемая для защиты и смазки артиллерийских приборов. В защитных смазках допускается незначительное количество механических примесей (от 0,01 до 0,1%); как правило, не допускается наличие воды, водорастворимых кислот; их реакция нейтральна или слабощелочная.

АМС-1 и АМС-3 (ГОСТ 2712—75) — консервационные и антифрикционные водостойкие (в морской воде) мыльные лишние смазки черного с зеленоватым отливом цвета, продукт загущения цилиндрического масла паром алюминиевым мылом стеариновой и олеиновой кислот (12% для АМС-1 и 20% для АМС-3). Температура каплепадения соответственно 90 и 100°С, пенетрация при 25°С 300—350 и 200—250. Применяют для защиты и смазки механизмов, работающих в морской воде или соприкасающихся с ней. Консервация сохраняется 5—10 лет.

Вазелин кремнийорганический КВ-3/10Э (КВ-3) (ГОСТ 15975—70) — высоковязкая однородная паста от светло-серого до серо-голубоватого цвета, получаемая загущением диметилсилоксановой жидкости аэросилом. Вазелин гидрофобен, химически инертен, является хорошим диэлектриком, его пластические и другие свойства фактически не изменяются в интервале температур от —60 до +200°С. Используют для защиты полупроводниковых приборов, а также в качестве диэлектриков и демпфера в приборах.

Вазелин технический волокнистый (ВТВ-1) (ТУ 38-101180—71) — консервационная углеводородная смазка, сплав веретенного масла АУ с церезином и парафином (6:2:1). Содержит присадки МНИ-7 и полиизобутилен П-85. Свойства его сходны со смазкой ПВК. Основное назначение — смазка клемм аккумуляторов автомобилей ВАЗ.

ВНИИСТ-2 (ТУ 38-101379—73). Пластичная консервационная водостойкая углеводородная смазка, близкая по составу и свойствам к смазке ПВК, однако значительно дороже ее. Основное назначение — защита открытых трубопроводов в северных районах.

ГОИ-54п — см. Приборные и часовые масла и смазки (с. 462).

Е-1 и Е-1Т (ГОСТ 15037—69) — смазка для пропитки органических сердечников стальных канатов, однородная мазь черного цвета, сплав нигрола зимнего и нефтяного церезина (6,5:2,5) с присадкой нафтената меди (20%) и серы (3%). Температура каплепадения 35—55°С. Смазка Е-1Т предназначена для работы в тропиках.

Е-9 (ТУ 38-1 УССР 44—68) — смазка для пропитки органических сердечников стальных канатов, смазываемых смазкой Торсиол-55.

ЗЭС (защитная электросетевая) (МТРУ 38-1-206—66) защитная водостойкая мягкая вязкая черная мазь. Продукт загущения цилиндрического масла паром алюминиевым мылом фракции синтетических жирных кислот (4%) и петролатумом (6%). Температура каплепадения 105°С, пенетрация при 25°С 270—335. Основное назначение — защита от коррозии грозозащитных тросов и арматуры высоковольтных линий электропередач и машин и металлических изделий, хранящихся или работающих на открытом воздухе, а также в контакте с морской водой и в тропиках. Консервация сохраняется 5—10 лет.

К-17 масло консервационное (смазка К-17). Состав (в %):

Петролатум	2,5
Литий едкий аккумуляторный	По расчету
Каучук синтетический СКВ-45	1
Присадка ЦИАТИМ-339	2,5
Присадка ПШС	10
Дифениламин	0,3
Масло трансформаторное	40
Масло авиационное МС-20	До 100%

Это вязкая маслянистая жидкость темно-коричневого цвета. Вязкость при 100°С 15,5—22 сСт, температура застывания —20°С. Масло предназначено для долговременной защиты от атмосферной коррозии изделий и механизмов, хранящихся под укрытием.

Канатная 39у (ГОСТ 5570—69) — консервационно-смазочная плотная липкая мазь черного цвета, сплав пигмента зимнего (40%), гудрона масляного (25%), нефтяного церезина (20%) и фракции синтетических жирных кислот (15%); содержит триэтаноламин. Температура каплепадения 65—75°С; вязкость условная при 100°С не менее 4,5; термическая стабильность и испаряемость (не более 0,2%) при 100°С в течение 7 ч. Применяют для смазки стальных канатов при температуре от -25 до +50°С.

Кожевенная эмульгирующая паста (ГОСТ 5344—75) — продукт загущения индустриального И-20А или веретенного 3В масла натровыми мылами СЖК, однородная густая масса от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Предназначена для эмульгирования жировой смеси, применяемой для жирования кож и кожаных изделий. Вязкая 5%-ная эмульсия имеет цвет от белого до кремового.

МС-70 — антифрикционная смазка, обладающая хорошими защитными свойствами (см. с. 459).

НГ-203 (смазка Нефтегаз-203) (ГОСТ 12328—77) — масляный раствор сульфоната кальция и окисленного петролатума. Смазка НГ-203-А применяется для долговременной защиты от коррозии наружных поверхностей изделий и механизмов, хранящихся в условиях повышенной влажности; НГ-203-Б — для защиты наружных и внутренних поверхностей; НГ-203-В — для защиты внутренних поверхностей. Вязкость (соответственно маркам) 25—60 сСт при 100°С, 10—15 сСт при 100°С и 25—33 сСт при 50°С.

НГ-204у (смазка Нефтегаз-204у) (ГОСТ 18974—73*). Масло консервационное — смесь пированного масла, окисленного петролатума, парафина, СЖК и алюмокалиевых квасцов. Однородная маслянистая жидкость от коричневого до черного цвета, прозрачная в тонком слое. Вязкость при 100°С 15—35 сСт. Смазка предназначена для долговременной защиты от атмосферной коррозии наружных и внутренних поверхностей сельскохозяйственных машин и запчастей к ним, а также изделий станкоинструментальной и машиностроительной промышленности из черных и цветных металлов и сплавов в условиях эксплуатации, транспортирования и хранения.

ПВК (ГОСТ 19537—74*). Густая липкая водостойкая углеводородная консервационная смазка темно-коричневого цвета. Продукт сплавления петролатума (60—70%), масла ДС-11 (25—35%) и церезина (3—5%) с присадкой МНИ-7 (1%). Температура каплепадения 60°С. При -10°С смазка теряет пластичность, и при резких перепадах температур (-50°С) в пленке появляются трещины. Она введена вместо душевных смазок ПВК, УНЗ и СХК. Предназначена (при защите от прямых лучей солнца) для длительной (до 10 лет) консервации машин и изделий из черных и цветных металлов при температурах от -50 до +50°С.

Предохранительный состав (смазка ПП-95/5) (ГОСТ 4113—48*). В него входят петролатум (95%), парафин (5%) и натр едкий (0,02%). Температура каплепадения 55°С. Предназначен для покрытия боеприпасов с целью предохранения от коррозии.

Протекторный состав ХВ-036 (МРТУ 6-10-564—69) — композиция перхлорвинилового смолы, органических растворителей, пигментов и наполнителей. Это желтая жидкость; вязкость по ВЗ-4 при 20°С не менее 25 с, высыхание при 18—23°С не более 1 ч.

Применяют для защиты металлических изделий при складском хранении. Пленка легко снимается при расконсервации.

Профилактический состав ПС-6 (МРТУ 6-10-547—67) — композиция вазелина, церезина и уайт-спирита, мягкая мажеобразная паста. Вязкость (ВУ) при 40°С 1,2—1,6 град, рабочая после разбавления уайт-спиритом 1,2—1,4 град. Состав применяют для защиты кузовов и оперения легковых автомобилей при транспортировке. Удаляют его мягкими тампонами, смоченными в уайт-спирите или эмульсии с водой при 45—50°С. Расход 150—200 г/м².

Ружейная смазка ВО (ГОСТ 3045—51*). В состав входят масло цилиндрическое 11 (97,5—98,0%), церезин (2,0—2,5%) и натр едкий (0,02%). Применяют для смазывания механизмов и кратковременной защиты металлических по-

верхностей от коррозии летом, весной и осенью. Вязкость кинематическая при 50°С $\nu_{50}=64$ сСт.

Ружейная смазка РЖ (ГОСТ 9811—61*). В состав входят масло индустриальное (45%), топливо Т-1 (50%), винипол (3,5%), присадка МНИ-5 или МНИ-3 (1,25%). Применяют для смазки стрелкового оружия в зимнее время (до -50°С). Температура застывания -60°С.

Торсинол-35 (ТУ 38 4020—73) — консервационная пластичная смазка. Однородная мягкая мазь бурого цвета, сплав индустриального масла ИС-20, экстракта фенольной очистки и нефтяного церезина. Температура каплепадения 60—80°С, морозостойкость до -35°С. Предназначена для смазки стальных канатов при их изготовлении и эксплуатации.

Торсинол-55 (ГОСТ 20458—75). Однородная пластичная мазь. Температура вспышки в открытом тигле 160°С. Термическая стабильность при 120°С 7 ч, испаряемость не более 1,0% при той же температуре и выдержке. Применяют для смазывания стальных и оцинкованных канатов при работе от -50 до +50°С.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАСЛА И ЖИДКОСТИ

К данной группе относят масла и жидкости, применяемые в качестве рабочих жидких тел в прессах, гидротрансферах, вакуумных насосах, амортизаторах, противоткатных цилиндрах орудий, холодильных, охлаждающих и др. системах. В зависимости от назначения они обладают специфическими свойствами (несжимаемостью или сжимаемостью, испаряемостью или неиспаряемостью, теплоемкостью, незамерзаемостью и т. д.), но должны быть нейтральными, защищать системы от коррозии, обладать смазывающими свойствами, стабильностью под влиянием сред, нагрузок и времени.

Кроме описанных ниже специализированных масел и жидкостей, для указанных выше целей применяют смазочные масла и, в частности, индустриальные, турбинные и др.

В качестве конструкционных жидкостей широко используют синтетические жидкости. Данные об их видах приведены ниже.

132-10 и 132-10Д (ВПС) (ГОСТ 18613—73). Прозрачные жидкости — смеси полиэтилсилоксановой жидкости СТС и масла МВИ. Плотность 0,89—0,96 г/см³, температура кипения 230°С, температура застывания -70°С, температура вспышки в открытом тигле 130°С. Вязкость при 50°С 10 сСт, а при -50°С 1100 сСт. Они горючи и взрывоопасны. Жидкость 132-10 предназначена для работы в гидросистемах в интервале температур от -70 до +100°С, 132-10Д — в электрических изолированных системах в том же интервале температур.

7-50С-3 (ГОСТ 20734—75*). Прозрачная жидкость желтого цвета, изготавливаемая из смеси полисилоксановой жидкости и органического эфира с добавками противозносной присадки и ингибитора окисления. Предназначена для применения в гидроагрегатах и гидросистемах при температурах от -60 до +200°С. Плотность 0,93—0,94 г/см³, кинематическая вязкость после термоокисления при -60°С 4500 сСт, при 20°С — 26 сСт, при 200°С — 1,5 сСт. Температура застывания -70°С, температура вспышки в открытом тигле 190°С.

Адгезивы (адгезионные активаторы) — вещества, обладающие высокой адгезией к двум материалам (изделиям), отличающимся малой взаимной адгезией. Поэтому адгезивы применяют в качестве промежуточной соединительной прослойки для образования прочного соединения материалов, не обладающих достаточной взаимной адгезией. К адгезивам относятся клеи, грунтовки, связующие для красок и формовочных смесей и другие жидкие материалы.

Адгезионный подслои АПС (МРТУ 6-02-48—68) — прозрачная, слегка желтоватая жидкость. Плотность 0,95—0,99 г/см³, вязкость при 20°С 5—10 сСт. Композиция полиметилсилоксана, продукта ГВС-9 и толуола. Предназначена в качестве подслоя под кремнийорганические герметики.

АЖ-12т — амортизаторная жидкость (ГОСТ 23008—78). Прозрачная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Вязкость при 50°С не менее 12 сСт, температура вспышки в закрытом тигле не ниже 165°С, температура застывания не выше —52°С. Предназначена в качестве всесезонной рабочей жидкости в телескопических и рычажно-кулачковых амортизаторах автомобилей.

АМГ-10 (ГОСТ 6794—75) — дистиллятное масло, загущенное вязкостной присадкой, прозрачная красная жидкость. Плотность 0,85 г/см³, вязкость при 50°С 10 сСт, при —50°С — 1250 сСт. Температура вспышки в открытом тигле 92°С, температура застывания —70°С. Предназначена для гидравлических устройств.

Антифризы 40 и 65 — водные растворы этиленгликоля с незначительной примесью пропиленгликоля и полигликолей с добавкой антикоррозионной присадки-декстрина картофельного и натрия фосфорнокислого двухзамещенного. Температура замерзания антифриза 65 не выше —65°С, плотность 1,085—1,090 г/см³. По внешнему виду это слабомутная оранжевая жидкость. Температура замерзания антифриза 40 —40°С, плотность 1,0675—1,0725 г/см³; слабомутная желтоватая жидкость. Применяют для заполнения жидкостных систем охлаждения автомобильных, тракторных и других двигателей в морозную погоду, спринклерных противопожарных установок в неотопляемых помещениях, а также в качестве холодоносителя в промышленных холодильниках. Поставляют в железных бочках. Ядовиты; хранить следует в соответствии с действующими инструкциями.

АУ (веретенное масло) (ГОСТ 1642—75*) — дистиллятное нефтяное масло высокой степени очистки. Плотность 0,884—0,894 г/см³, вязкость при 20°С 49 сСт, при 50°С 12—24 сСт. Температура вспышки в открытом тигле 163°С. Температура застывания —45°С. Масло используют для заполнения гидросистем, заливки противооткатных цилиндров орудий, для разжижения смазок в зимнее время, смазывания компрессоров холодильных систем, механизмов прицепа и других, а также в качестве закалочной жидкости.

Вакуумные масла (ГОСТ 23013—78), применяемые в качестве рабочей жидкости в вакуумных насосах, изготавливают из нефтяных масел следующих марок.

ВМ-1 — для высоковакуумных пароструйных насосов. Бесцветная жидкость; плотность 0,887 г/см³, вязкость при 50°С 65—69 сСт, температура вспышки в открытом тигле 235—248°С.

ВМ-3 — для высокопроизводительных паромасляных бустерных насосов. Плотность 0,88 г/см³, вязкость при 50°С 8—11 сСт, температура вспышки в открытом тигле 150—180°С.

ВМ-4 — для форвакуумных насосов. Плотность 0,9 г/см³, вязкость при 50°С 47—57 сСт, температура вспышки в открытом тигле 206—213°С.

ВМ-5 — для пароструйных вакуумных насосов (для создания сверхвысокого вакуума). Плотность 0,885 г/см³, вязкость при 50°С 64—67 сСт, температура вспышки в открытом тигле не ниже 230°С.

ВМ-6 — для механических вакуумных насосов с масляным уплотнением. Плотность 0,895 г/см³, вязкость при 50°С 40 сСт, температура вспышки в открытом тигле 170—185°С.

Масло для вспомогательных пароструйных насосов. Плотность 0,89 г/см³, вязкость при 50°С 12,5—15,3 сСт, температура вспышки в открытом тигле 170—185°С.

Висциновое масло (ГОСТ 7611—75) — смесь масел из малосернистых нефтей. Применяют для смачивания фильтрующих материалов вентиляционных фильтров для улавливания пыли из воздуха. Температура вспышки в открытом тигле 165°С, температура застывания —20°С. Вязкость при 50°С 19—24 сСт.

ВНИИ НП-403 (ГОСТ 16728—78) — масло сернистых нефтей селективной очистки с присадками. Плотность 0,85 г/см³, вязкость при 50°С 25—35 сСт, температура вспышки в открытом тигле 200°С, температура застывания —20°С. Масло предназначено для гидроприводов станков, прессов и автоматических

линий, а также для циркуляционных смазочных систем станков и других машин.

ВПС (МРТУ 6-02-288—64) — композиция полиэтилсилоксанов с минеральными маслами. Плотность 0,89—0,96 г/см³, вязкость при 50°С 10 сСт, температура вспышки 120°С, температура застывания —70°С. Применяют в гидравлических системах.

Демпфирующие жидкости 132—30 (ГОСТ 10887—75) — кремнеорганические жидкости, смеси полиэтилсилоксанов от бесцветного до светло-желтого цвета без механических примесей, предназначенные для демпфирования в изделиях приборостроения в пределах температур от —60 до +100°С. Инертны и нетоксичны, но пожаро- и взрывоопасны. В зависимости от вязкости выпускают жидкости девяти типов: I (10), II (20), III (65), IV (100), V (200), VI (250), VII (350), VIII (500) и IX (1000). Указанные в скобках значения кинематической вязкости в сСт (при 20°С) могут изменяться в пределах ±10%.

Дифтордихлорметан (хладон-12, фреон-12) CF2Cl2, молекулярная масса 120,93 (ГОСТ 19212—73*). Бесцветный газ со слабым запахом четыреххлористого водорода, сжиженный под давлением. Жидкий дифтордихлорметан хранится в герметических сосудах, выдерживающих избыточное давление не менее 12 кгс/см², с заполнением не более 1,1 кг жидкости на 1 л объема сосуда. Применяют в качестве хладагента и пропеллента.

Дифторхлорметан (фреон-22) CHClF2, молекулярная масса 88,47 (ГОСТ 8502—73*). Бесцветный газ со слабым запахом хлороформа, сжиженный под давлением. Жидкий дифторхлорметан хранится в герметических сосудах, рассчитанных на давление 20 кгс/см², с заполнением не более 1 кг жидкости на 1 л объема сосуда. Применяют в качестве хладагента, а также в органическом синтезе.

Для механизмов опрокидывания вагонов-самосвалов — трансформаторное масло с вязкостной присадкой. Вязкость $\nu_{50} = 13,5 + 20,5$; температура застывания —45°С.

ИГСп-18 и ИГСп-38 (ТУ 101238—74) — индустриальные масла, полученные из сернистых нефтей глубокой селективной очисткой. Содержат противоизносную, противозадирную, антикоррозионную и антипенную присадки. Марки в основном отличаются значением вязкости (16,5—20,5 и 35—40 сСт), температурой вспышки в открытом тигле (180 и 210°С). Предназначены для заполнения гидравлических приводов станков и смазки направляющих скольжения.

Иммерсионное масло (ГОСТ 13739—78) — прозрачная жидкость, слабо окрашенная в желтый цвет, обладающая определенными оптическими свойствами, регламентированными ГОСТ 13739—78. Вязкость при 20°С 200—600 сСт. Предназначено для заполнения пространства между препаратом и объективом микроскопа.

Лигроин приборный (ГОСТ 8863—76) — фракция прямой перегонки нефти. Применяют в качестве наполнителя жидкостных приборов. Плотность 0,785—0,795 г/см³; вязкость при 20°С 1,1 сСт. Температура начала перегонки 120°С, температура кипения 235°С.

МГЕ-10А (ТУ 38-1-307—69) — низкозастывающее нефтяное масло с присадками винилола (8%), МНИ-5 (1—1,5%) и ионола (0,5%). Используют в качестве рабочей жидкости для гидросистем, работающих в интервале температур от —55 до +90°С.

МЗ-52 (ГОСТ 21748—76) — головная фракция основы масла АМГ-10. Предназначено в качестве рабочей жидкости в спиральных потенциометрах типа ПСМ-18. Вязкость при 40°С 46 сСт, температура вспышки в закрытом тигле 78°С, кислотное число 0,03 мг КОН на 1 г масла.

Промгидрол — негорючая гидравлическая жидкость для гидроприводов и аналогичных устройств. Плотность 1,150—1,175 г/см³. Вязкость при 20°С 43—95 сСт, при 50°С — 12—25 сСт. Температура замерзания —20°С.

ПМС-5, ПМС-6, ПМС-10... — полиметилсилоксановые жидкости широкого целевого назначения. Применяют также в качестве демпфирующих, теплоносителей и др. Описание см. с. 445.

ПЭС-В (ВКЖ-94) (ГОСТ 16480—70) — кремнийорганическая жидкость ПЭС-В, применяемая в качестве рабочей жидкости для диффузионных насосов и в жидкостной хроматографии. Свойства см. с. 443.

РМ и РМЦ (ГОСТ 15819—76*). Дистиллятное масло РМ и дистиллятное загущенное РМЦ изготовляют из балаханской масляной нефти. Плотность 0,845 г/см³, температура застывания —60°С, температура вспышки в закрытом тигле 125°С. Вязкость при —40°С и +50°С для РМ 350 и 4 сСт, для РМЦ 915 и 8,3 сСт. Предназначены для использования в качестве рабочих жидкостей.

СП-3 — смазка технологическая. Применяют также в качестве рабочей жидкости гидросистем (см. стр. 476).

Стеол-М (ГОСТ 5020—75) — прозрачная жидкость без осадка от желтого до зеленого цвета, раствор глицерина (46,3%), этилового спирта (19,2%) и воды с содержанием антикоррозионной присадки. Плотность 1,084—1,08 г/см³, температура замерзания —66°С, вязкость при 50°С 3,38 сСт. Предназначена для заполнения гидравлических систем. Огнеопасна.

ЭШ (ГОСТ 10363—78). Минеральное масло, загущенное виниполом (2%). Вязкость при 50°С 20 сСт, температура вспышки в открытом тигле 155°С. Предназначено для гидросистем шагающих экскаваторов и подобных машин.

Гидрофобизаторы — жидкости, образующие жидкие или твердые газопроницаемые пленки, несмачиваемые водой и обладающие достаточной адгезией к укрываемому материалу (изделию), придающие ему гидрофобные (водоотталкивающие) свойства.

Жидкость гидрофобизирующая 136-41 (ГОСТ 10834—76). Бесцветная или слабо-желтая жидкость. Плотность 0,995—1,003 г/см³, вязкость при 20°С 50—165 сСт, температура застывания —60°С. Предназначена для придания водоотталкивающих свойств тканям, бумаге, коже, строительным и другим материалам, в частности для получения гидростойкого прочного бетона.

Гидрофобизирующие жидкости на основе полиорганогидросилоксанов: ЭДЭ-31 (плотность 0,18—1,0 г/см³, вязкость при 20°С 200 сСт), ДХЗ-2 (вязкость 200—1000 сСт); силтан (плотность 0,77—0,78 г/см³). Применяют для придания водоотталкивающих свойств тканям, бумаге и другим материалам. Пленки выдерживают температуру до 300°С. Жидкости не смешиваются с водой, спиртами и органическими растворителями.

Гидрофобизирующие жидкости на основе водно-спиртовых растворов алкилсиликолатов натрия: ГКЖ-10 и ГКЖ-11 (МРТУ 6-02-271—63) плотностью 1,2 г/см³ и ГКЖ-11Ф (МРТУ 6-02-322—65) плотностью 1,17—1,21 г/см³. Товарная их концентрация 30%, рабочая 3—5%. Они понижают температуру замерзания воды и уменьшают сцепление льда с бетоном. Применяют для придания гидрофобных свойств тканям, стеклянному волокну, бетону и керамике.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ И СМАЗКИ

К технологическим жидкостям и смазкам относятся вспомогательные вещества, которые, являясь нейтральными к конструкционным материалам, расширяют возможности повышения качества изделий и ускорения технологических операций.

Антиадгезионные смазки (разделительные составы)

В ряде технологических процессов требуется не усиление адгезии между различными материалами, а, наоборот, уменьшение ее, например между моделью и литейной формой, пресс-формой и формируемым изделием, в качестве защиты от обледенения или влаги, и др., а также для избирательного устранения адгезионных взаимодействий, например при избирательном травлении, нанесении гальванических покрытий, изготовления печатных плат и т. п.

Антиадгезионная смазка К-21 (МРТУ 6-02-457—68) — композиция с содержанием полиметилсилоксанов не менее 80%. Прозрачная бесцветная жидкость

с допустимой опалесценцией и изменением цвета до коричневого. Товарный продукт для пользования разбавляется бензином до концентрации 1—5% и в таком виде наносится на рабочую фигуру пресс-форм с последующим прогревом при 200°С в течение 2 ч.

Разделительные смазки КЭ-10-01, КЭ-10-14, КЭ-20-03 (ТУ 6-02-587—70) — концентрированные водные эмульсии кремнийорганических жидкостей ПМС-400, ПМС-200А, ПЭС-5 с содержанием селконона 70%. Однородные белые жидкости, нетоксичные и невзрывоопасные, термостойкие, несовместимые с органическими полимерами; обладают низкой летучестью и химической инертностью к металлам. Применяют в качестве разделительной смазки при производстве резиновых и пластмассовых изделий, при изготовлении литейных форм и стержней. Перед употреблением их разбавляют водой до рабочей концентрации 1—5%; стабильность раствора до 24 ч.

Эмульсия КМ-11/70 (ТУ П-88—67) — водная эмульсия композиции жидкости ПМС-400 и эмульгатора ОП-7. Однородная жидкость белого цвета, нетоксична. Применяется в качестве разделительной смазки при производстве резинотехнических изделий и пластмасс.

Закалочные масла

В качестве закалочных масел применяют нефтяные масла различного назначения: трансформаторное, веретенное, машинное и др. Созданы специальные закалочные масла, обладающие специфическими свойствами.

МЗМ-16, МЗМ-26 и МЗМ-120 (ТУ 38-101135—73). Масла указанных марок получают путем введения в нефтяные масла присадок: алкилсалицилата кальция и ионола. Применяют в качестве охлаждающих сред и химических сред при химико-термической обработке (нитроцементации) стальных изделий при 820—880°С и рабочих температурах масел 30—40°С, 80—120°С и 160—200°С. Основные свойства приведены в табл. 11.

11. Свойства закалочных масел [4]

Показатель	МЗМ-16	МЗМ-26	МЗМ-120
Вязкость при 50°С, сСт	17,49	25,72	117,54
Температура вспышки в тигле, °С:			
открытом	175	206	286
закрытом	162	198	256
Конусность, %	0,10	0,13	0,40
Зольность, %	0,07	0,013	0,16
Кислотное число, мг КОН/г	0	0	0
Число омыления, мг КОН/г	0,24	0,12	0,28
Испытание на окисление:			
потеря массы, %	1,54	1,13	0,51
вязкость при 50°С, сСт	18,32	26,80	127,89
изменение температуры вспышки в закрытом тигле, °С	3	10	4
конусность, %	0,11	0,14	0,64
Длительность охлаждения, с:			
от 700 до 550°С	3,66	1,88	1,25
» 550 » 350°С	2,11	3,24	11,10
» 700 » 350°С	5,77	5,22	12,39

Моющие жидкости

Составы жидкостей, применяемых для промывки деталей и узлов машин в процессе их производства и ремонта машин, подразделяют на три группы.

1. Водные щелочные растворы с некоторыми улучшающими добавками. В их состав входят кальцинированная или каустическая сода, тринатрийфосфат, калиевый или натриевый хромик, моющие присадки, эмульгаторы и др.

2. Ацетон, бензин, спирт, бензол, четыреххлористый углерод и другие органические растворители и их композиции — разбавители (см. с. 305 «Лакокрасочные материалы и композиции»).

3. Специальные концентрированные смеси, например креолин, предназначенный для отмывки гидроприводов и других гидросистем и деталей двигателей внутреннего сгорания от пригара и других углеродистых отложений.

Состав креолина в %:

Масло для креолина	49	Мыло хозяйственное	14
Фенолы каменноугольные	11	Раствор 15%-ной соды каустической	до омыления компонентов мыла
Канифоль	17		

Креолин применяют обычно в виде водной эмульсии (1:1), подогретой до 60—70° С. Он токсичен и пожароопасен.

Масло для креолина — смесь каменноугольных масел и фенолов, выкипающая в интервале 150—300° С. В зависимости от назначения выпускают масла марок А, Б. Содержание фенола и нафталина в них соответственно 1 и 18%, 5 и 19%, 5 и 20%, 18 и 20%.

Месный состав 1120 (ТУ МХП 271—51) — прозрачная жидкость состоящая из фосфорной кислоты (30—35%), бутилового (5%) и этилового (20%) спиртов, гидрохинона (1%) и воды (до 100%). Плотность 1,12—1,17 г/см³. Предназначен для удаления ржавчины и масляных следов с металлических поверхностей перед окрашиванием с последующей обработкой нейтрализующим составом 107.

Нейтрализующий состав 107 (ТУ МХП 274—71) — водная смесь этилового спирта (40%) с аммиаком (не менее 0,5%) для нейтрализации металлической поверхности после очистки ее моечным составом 1120.

Основной, определяющей моющие свойства жидкостей, являются поверхностно-активные вещества, которые в водных растворах образуют моющие жидкости, широко применяемые в промышленности и в быту.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Вещества, способные из слабоконцентрированных растворов адсорбироваться — образовывать мономолекулярный слой (монослой) на поверхности соприкосновения двух тел (раздела фаз) и понижать ее энергию (поверхностное натяжение). Это явление лежит в основе многих технологических процессов — ускорения разрушения твердых тел (эффект Ребиндера), в частности резания и шлифования металлов, мойки деталей, получения эмульсий и других дисперсных систем, борьбы со статическим электричеством, разделения дисперсных систем (флотация и др.) и др.

Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)

СОЖ являются технологическими вспомогательными веществами, улучшающими процессы обработки металлов резанием или давлением за счет создания масляной пленки между инструментом и обрабатываемым изделием, обеспечения отвода тепла, образующегося в результате деформации и разрушения металла, и уменьшающими вероятность заедания и задира и возможности вследствие этого вести обработку с повышенными режимами и скоростями при одновременном улучшении качества образуемых поверхностей.

В качестве СОЖ применяют керосин, нефтяные и растительные масла, синтетические жидкости. Вследствие многообразия предъявляемых к СОЖ требований (прочность смазочной пленки, поверхностная активность, высокая теплоемкость, противозадирная способность, антикоррозийность и др.) основное значение занимают специально создаваемые комозитные жидкости, дифференцированные по назначению.

Индустриальные масла применяют также при обработке резанием (описание см. на с. 452).

Сульфозрезол (ГОСТ 122—54) — смесь нефтяных масел, активированных серой (1,7%) и применяемых при обработке черных металлов резанием и давлением. Содержание воды и водорастворимых осадков не допускается, механи-

ческих примесей должно быть не более 0,04%, в том числе нестораемых 0,02%. Вязкость кинематическая при 50° С 20—25 сСт. Температура вспышки не ниже 160° С. Температура застывания масла (основы сульфозрезола) не выше —10° С. Выдерживает испытание на коррозионное влияние сульфозрезола на сталь и стабильность в части выпадания осадка.

Эмульсолы (ГОСТ 1975—75) — эмульгирующие составы, предназначенные для приготовления водных эмульсий, применяемых при обработке металлов резанием и давлением. Изготавливают на основе смеси индустриальных масел и их дистиллятов с добавлением масляных асидолов и масляных щелочных отходов, твердого технического едкого натра, технического ректифицированного этилового спирта или этилгликоля, или полигликолей. Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета. Выпускают эмульсол двух марок: Э-2(Б) и Э-3(В) с содержанием воды и спирта соответственно не более 10 и 8%, органических кислот 7—10% и 4—7%; кислотное число 6 и 3.

Эмульсолы ИХП-45Э и ИХП-130Э. Разработаны в Институте химии присадок АН Уз. ССР для шлифования колец подшипников качения из стали ШХ15. ИХП-45Э — вязкая однородная жидкость соломенного цвета плотностью 1,0—1,1 г/см³, стойкая до —15° С. Рабочая водная эмульсия содержит 5% концентрата. ИХП-130Э — вязкая однородная жидкость темно-коричневого цвета плотностью 0,9—1,0 г/см³; при —15° С отмечается незначительное выделение воды. Рабочая водная эмульсия содержит 10% концентрата.

ОСМ-3 (ТУ 38 УССР 2-01-152—73). Маслянистая жидкость от желтого до коричневого цвета, основой которой является чистое нефтяное масло, активированное противозадирными и противозадирными присадками. Плотность 0,8—0,9 г/см³, вязкость кинематическая при 50° С 6—8 сСт, температура вспышки в открытом тигле 140° С. Используют при развертывании, сверлении стальных и металлокерамических изделий, шлифовании и хонинговании стальных и алюминиевых деталей.

МР-1 (ТУ 38-101-247—73). Светло-коричневая маслянистая жидкость, основой которой является высокоочищенное нефтяное масло, активированное для условий высоких контактных нагрузок и температур противозадирными и противозадирными присадками. Плотность 0,8—0,93 г/см³, вязкость кинематическая при 50° С 14—19 сСт, температура вспышки в открытом тигле 160° С. Применяют при точении, резьбо- и зубонарезании конструкционных сталей и сверлении коррозионно-стойких сталей.

Большая группа специализированных эмульсолов и СОЖ разработана в СССР.

Украинол-1 (ТУ 38-101197—72) — эмульгируемое масло, применяемое в виде 1,5—3,0%-ной водной эмульсии при шлифовании и 3—5%-ной эмульсии при резании металлов.

Украинол-2 (ТУ 38-101198—72) — маслянистая жидкость, применяемая в виде 8%-ной водной эмульсии при штамповке колец.

Украинол-3 (ТУ 38-10111—73) — эмульгируемое масло, применяемое при штамповке латунных и стальных освинцованных листов и в виде 15%-ной эмульсии при протяжке шатунов.

Украинол-4 (ТУ 38-101199—79) — минеральное масло с противозадирными и противозадирными присадками, предназначенное при профилировании декоративных накладок кузова автомобилей.

Украинол-5/5 (ТУ 38-101389—73) — минеральное масло с высоким содержанием противозадирных и противозадирных присадок, применяемое при высадке.

Украинол-6 (ТУ 38-101163—71) — минеральное масло, содержащее эмульгаторы. В виде суспензии с абразивным порошком применяется при хонинговании.

Украинол-7 (ТУ 38-7-47—71) — пастообразный продукт, маслографитовая смесь, используемая при горячем выдавливании клапанов.

Украинол-8 (ТУ 38-101201—72) — минеральное масло, содержащее эмульгаторы и присадки. Применяют при листовой штамповке. Наносят разбрызгиванием, удаляют смыванием водой.

Укринол-9 (ТУ 38-101202—72) — минеральное масло с добавками жировых компонентов и эмульгаторов. Применяют при глубокой штамповке изделий из листовой стали.

Укринол-10 (ТУ 38-101203—72) — то же, что и Укринол-9, но предназначено для использования при очень глубокой штамповке стального листа.

Укринол-11 (ТУ 38-101331—73) — эмульгируемое масло, используемое в виде 5%-ной водной эмульсии при профилировании трубок радиаторов.

Укринол-13 (ТУ 38-101411—73) — минеральное масло с большим содержанием противозадирных присадок, применяемое при тепловой высадке стальных деталей.

Аквол-2 (ТУ 38-4-01-10—70) — эмульсол, применяемый в качестве 7%-ной водной эмульсии молочного цвета при шлифовании колец подшипников качения.

В-31 (ТУ 38-10189—70) — масло, содержащее серу, хлор и фосфор и органические соединения, применяемое при точении, сверлении и фрезеровании алюминиевых сплавов.

В-296, В-32к, В-35 (ТУ 37-10188—70) — масла, содержащие серу, хлор и фосфорорганические соединения, применяемые при обработке резанием высокопрочных, жаропрочных и тугоплавких и коррозионно-стойких сталей и сплавов и титановых сплавов.

СП-3 (технологическая смазка) (ГОСТ 5702—75). В ее состав входят: кислота олеиновая (10—12%), триэтанолламин (4,5—6,0%), остальное — трансформаторное масло без присадки. Однородная маслянистая жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета. Применяют при прокатке цветных металлов, а также в качестве рабочей жидкости гидросистем.

Коллоидно-графитовый препарат ВКГС-0 (ГОСТ 5.1385—72) — суспензия высокодисперсного графита (20%) в воде, стабилизированная аммиачным раствором сульфитно-спиртовой барды. Препарат предназначен в качестве смазки при горячем волочении проволоки из тугоплавких металлов.

Проникающая жидкость К (МРТУ 6-10-750—68) — однородная прозрачная темно-красная жидкость.

Проникающая жидкость Ф (МРТУ 6-10-768—68) — однородная прозрачная жидкость фиолетового цвета. Жидкости применяют при контроле (цветной дефектоскопии) деталей на наличие поверхностных дефектов. Проникающая способность (в сочетании с белой проявляющей краской М) глубиной 0,01—0,03 мм и шириной раскрытия от 0,001—0,002 мм и более.

Твердые технологические смазки. В качестве твердых технологических смазок применяют порошки графита и дисульфид молибдена.

Твердыми технологическими смазками разового использования являются составы на силикатно-керамической основе, применяемые при нагреве и горячей обработке металлов.

ПРИСАДКИ

Присадками называют легирующие добавки, вводимые в небольших количествах в масла, смазки и синтетические жидкости*¹ для улучшения их качества и придания новых свойств, не присущих исходному продукту.

В зависимости от назначения присадки подразделяют на **вязкостные** (повышающие вязкость), **депрессорные** (понижающие температуру застывания), **диспергирующие** (уменьшающие осадки), **противозадирные** (уменьшающие износ контактирующих поверхностей), **антиокислительные** (замедляющие окисление масла и смазок), **антикоррозионные** (снижающие коррозирующее действие масел и смазок и повышающие сохранность смазываемых узлов), **моющие** (уменьшающие лакообразование), **маслянистые** (понижающие коэффициент трения), **обкаточные**, или **приработочные** (сокращающие время и повышающие

* Присадки, применяемые для легирования жидких топлив, в справочник не включены.

качество первоначальной приработки), **противозадирные** (предупреждающие заедание и схватывание трущихся поверхностей при больших удельных нагрузках), **антипенные** и др., а также **комплексные** или **многофункциональные** (одновременно повышающие свойства масел и смазок по нескольким показателям).

АзНИИ-8у — смесь присадок АзНИИ-7 (50%) и СБ-3 (50%). Моющая и противозадирная присадка к моторным маслам. Зольность 7,5%; содержание бария 4,4%, кальция 1,8%.

АзНИИ-ЦИАТИМ-1 (ГОСТ 7189—54) — продукт взаимодействия хлорированного парафина с фенолом с дополнительной обработкой. Многофункциональная (депрессорная, антикоррозионная и моющая) присадка к моторным маслам (до 3%). Вязкость при 100°С 32—60 сСт; зольность 4,0—5,5%; содержание бария 2,0%, серы 3—4,5%, хлора 2%.

АКОР-1 (ГОСТ 15171—70) — маслянистая жидкость от темно-коричневого до черного цвета. Изготавливают на основе селективноочищенных нитрованных масел АС-9,5 или ДС-8 и ДС-11 из сернистых нефтей с добавлением при защелачивании 10% стеарина. Присадка предназначена для улучшения защитных от коррозии свойств различных масел, а также как самостоятельный продукт для консервации изделий. Вязкость при 100°С 30—50 сСт.

Антиокислительная (ГОСТ 10894-76) — белый кристаллический однородный порошок — технический 4-метил, 6-дитретичный бутилфенол, применяемый в качестве антиокислительной присадки смазочных масел. Выпускают присадки высшего и 1-го сортов; температура плавления соответственно 69,8—70,0°С и 69,5—69,7°С.

АСК (МРТУ 38-1-168—65) — присадка для повышения моющих и антиокислительных свойств масел; 50%-ный раствор алкилсалицилата в масле-разбавителе.

АСМ (ВТУ НП 241—66) — присадка для повышения моющих и антиокислительных свойств моторных масел. 50%-ный раствор алкилсалицилата магния в масле АС-6. Выпускают присадки двух марок: АСМ-40 (нейтральная) и АСМ-50 (щелочная).

АФО (ГОСТ 12261—66) — депрессорная присадка к моторным маслам, снижающая температуру их застывания.

АФК (ГОСТ 12261—66) — алкифенолат кальция с примесью алкифенола, получаемый взаимодействием хлорированного парафина с фенолом, с последующей нейтрализацией гидратом окиси кальция. Применяется присадка для понижения температуры застывания. При добавке 1% АФК к маслу ИС-45 температура застывания снижается на 20°С. Жидкость темно-коричневого цвета, $\nu_{100}=8,5$ сСт. Кислотное число 0,3 мг КОН на 1 г присадки; содержание хлора 1,6%; зольность 0,6—1,1%.

Вянипол ВВ-2 (ТУ 2590—53) — продукт полимеризации винил-н-бутилового эфира. Прозрачная жидкость от желтого до светло-коричневого цвета. Применяется как вязкостная загущающая присадка для гидравлических масел.

ВНИИ НП-360 (ГОСТ 9899—78) — присадка алкифенольного типа моющая, противокислительная и противозадирная для моторных масел (3—8%). Зольность 13,5%; содержание бария 7,8%; цинка 0,6%; фосфора 0,8%; серы 1,4%. Вязкость $\nu_{100}=13 \div 20$ сСт.

ВНИИ НП-379 (ГОСТ 12262—76) — кальциевая соль продуктов конденсации алкифенола с формальдегидом. Улучшает моющие и антикоррозионные свойства дизельных масел. Вязкость $\nu_{100}=30 \div 40$ сСт; зольность 7%; содержание кальция 2%; механических примесей 0,02%.

ДФ-1 (ГОСТ 10644—77) — диалкилдитиофосфат бария. Многофункциональная (моющая, антикоррозионная, антиокислительная, депрессорная) присадка. Зольность 9—10,5%; содержание бария 3,6%; фосфора 1,6—2%.

Жидкость ПМС-200А (МРТУ 6-02-260—63) — кремнийорганическое соединение с содержанием кремния 36—39%. Противопенная присадка. Вязкость $\nu_{100}=350$ сСт.

Монол (2,6-ди-трет-бутил-п-крезол, ДБНК) (ГОСТ 10894—76). Антиокислительная присадка марок ДБК-69 (температура плавления 69,5—69,7°С) и ДКК-70 (69,8—70°С).

ЛЗ-23К (ГОСТ 11883—77) — диизопротилксанат этилена. Противозадирная и противоизносная присадка для моторных и трансмиссионных масел. Кристаллическое вещество от белого до желтого или светло-серого цвета. Содержание серы 38—43%; хлора 0,2%; летучих веществ 2%. Температура плавления 41°С.

МНИИ-3 (ГОСТ 10584—63) — продукт окисления петролатума. Антикоррозионная (защитная) и противоизносная присадка для консервационных смазок.

МНИИ-5 (ГОСТ 10584—63) — высокомолекулярные эфиры и кислоты, получаемые экстрагированием присадки МНИИ-3. Антикоррозионная (защитная) и противоизносная присадка для гидравлических масел.

МНИИ-7 (ГОСТ 10584—63) — продукт окисления церезина. Антикоррозионная (защитная) и противоизносная присадка для консервационных масел и смазок; повышает их адгезию.

МНИ-ИИ-22к (ГОСТ 9832—74) — кальциевая соль дизфтордифосфорной кислоты на основе актилфенола. Многофункциональная (моющая, противоокислительная и противоизносная) присадка моторных масел. Вязкость $\nu_{100} = 16 \div 25$ сСт; зольность 10—14%; содержание кальция 4%; фосфора 1,7%; серы 9—11%.

ПМСя (ГОСТ 12418—66*) — многозольный сульфонат кальция. Улучшающая моющие свойства присадка моторных масел. Вязкость 18—25 сСт; зольность 15—20%; содержание кальция 4,3—6,0%; механических примесей 0,03%; воды 0,1%.

Полиизобутилен (ТУ МХП 1761—54) — продукт низкотемпературной полимеризации изобутилена. Слаботекучая липкая масса плотностью 0,88 г/см³, вязкостная, загущающая присадка.

СВ-3 (ГОСТ 10534—78) — бариевая соль сульфокислот. Моющая противоизносная и противоизносная присадка для моторных масел. Вязкость 6,5%; содержание серы 0,9%; бария 3,7%; вязкость $\nu_{100} = 14 \div 20$ сСт.

СК-3 (ГОСТ 10534—78) — кальциевая соль сульфокислот. Моющая, противоизносная и противоизносная присадка для моторных масел. Вязкость 2,4%; содержание серы 0,9%; кальция 0,7%; вязкость $\nu_{100} = 14 \div 20$ сСт.

ЦИАТИМ-339 (ГОСТ 8312—77) — дисульфидалькилфенолат бария. Многофункциональная (моющая, антиокислительная и антикоррозионная) присадка к моторным маслам. Вязкость $\nu_{100} = 15$ сСт; зольность 8,5%; содержание бария 4,7%, серы 4—4,5%; хлора 0,3%; механических примесей 0,15%; воды 0,1%.

ЭФО (ГОСТ 14625—78) — противоизносная присадка трансмиссионных масел. Темно-коричневая прозрачная однородная жидкость, продукт взаимодействия экстракта фенольной очистки остаточных масел с пентасернистым фосфором с последующей обработкой окисью цинка и гидратом окиси бария. Серы 2,5%; бария 2%; цинка 1,1% и фосфора 1,4—1,7%. Вязкость при 100°С 30—50 сСт.

КОМПОНЕНТЫ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И РОДСТВЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Асидол (ГОСТ 13302—77*) — нерастворимая в воде нефтяная кислота, получаемая при щелочной очистке масляных и соляных дистиллятов. Темно-коричневая масляная жидкость с содержанием нефтяных кислот: 42 (марка А-1), 50 (А-2) и 96% (дистиллированный продукт); соответственно кислотное число в мг КОН: 185, 210 и 230—260. Асидол применяют в качестве эмульгатора, древопропиточного консервационного материала, растворителя смол и др.

Асидол-мылонафт (ГОСТ 13302—77*) — смесь свободных, нерастворимых в воде нефтяных кислот (70%) и их натриевых солей (мыл) с содержанием сульфатов 0,7% и хлоридов 0,3%. Мылонафт.

Битумы нефтяные — твердые или жидкие водонерастворимые смеси углеводородов и их сернистых, кислородных и азотистых производных. Получают из остатков от перегонки смолистых нефтей, крекинга и очистки масел.

Битумы широко применяют в качестве гидроизоляционных материалов (марки БНИ-IV-3, БНИ-IV и БНИ-V ГОСТ 9812—74) в строительстве (марки БН 50/50, БН 70/30 и БН 90/10 ГОСТ 6617—76), строительстве дорог и в виде специализированных продуктов, рубракс (ГОСТ 781—78) для резиновой промышленности, для аккумуляторных заливочных мастик (ГОСТ 3771—76) и др. Битумы используют в качестве основного компонента при изготовлении битумных лаков (см. с. 321) и битуминозных пластиков.

Восковые продукты — смеси эфиров высокомолекулярных жирных кислот и одноатомных высших спиртов различного происхождения. Воск пчелиный отличается высокой стойкостью к окислению. Монтан-воск — продукт перегонки бурых углей. Воск, шерстяной продукт промывания шерсти овец. Очищенный и обезвоженный воск называют ланолином. Он может связывать 300% воды и устойчив при длительном хранении. Некоторые свойства восков приведены в табл. 12.

12. Свойства восковых продуктов

Показатель	Воск пчелиный	Монтан-воск	Воск шерстяной	
			Сырой	Ланолин
Плотность при 20°С, г/см ³	0,96—0,97	0,8* ¹	0,93—0,94	—
Температура плавления, °С	62—67	78,9	38—39	35—37
Кислотное число, мг КОН на 1 г	18—22	—	10—11	1—2
Иодное число	7—11	10—19	22—24	15—18
Число омыления, мг КОН на 1 г	87—107	60—105	До 146	85—100

*¹ При 100°С.

Глицерин — простейший трехатомный спирт. Сиропообразная бесцветная сладкая нетоксичная жидкость без запаха, смешивающаяся с водой и спиртом. Температура кипения 290°С; переохлаждаясь при —100°С, переходит в стекловидную массу. Сырой глицерин (ГОСТ 6823—77) служит сырьем для дистиллированного. Выпускают (ГОСТ 6824—76) дистиллированный глицерин (плотность 1,258 г/см³, с содержанием чистого глицерина не менее 98%), высшего (1,248 г/см³, 94%), первого (1,248 г/см³, 94%) и второго сорта (1,232 г/см³, 88%). Первые два сорта выпускают также с государственным Знаком качества. Глицерин применяют для изготовления низкотемпературных жидкостей, гидротормозных жидкостей, разделительных составов суспензий, а также для покрытия выплавляемых моделей и т. д.

Графиты применяют в качестве компонентов смазок. В связи с широким использованием графитов в технике их описание приведено самостоятельно в разделе «Минеральные материалы» (с. 390).

Дисульфид молибдена применяют в качестве компонента смазок. Его описание проведено на с. 411.

Животные жиры за исключением костного масла (см. ниже) и кашалотового жира (см. ниже) утрачивают свое значение в качестве компонентов современных смазок.

Касторовое масло — продукт, выделяемый из семян клещевины прессованием или экстракцией. Прозрачная жидкость плотностью 0,947—0,970 г/см³; условная вязкость при 20°С 200—250 град, температура застывания —16°С. В зависимости от способа производства выпускают (ГОСТ 6757—73) рафинированное отбеленное, рафинированное неотбеленное (1-го и 2-го сортов), нерафинированное масло.

Кашалотовый жир подразделяется на полостной (спермацет) плотностью 0,875—0,890 г/см³ и с температурой застывания 7—15°С, туловищный плотностью 0,89 г/см³ и с температурой застывания 15—20°С и выделяющийся (амбра) воскообразный продукт плотностью 0,90—0,92 г/см³ и с температурой застывания 60°С.

Кислота стеариновая техническая (стеарин) — продукт, получаемый из гидрогенизированных растительных масел, животных жиров и синтетических жирных кислот. По внешнему виду — чешуйки, хлопья, порошок белого цвета. В зависимости от показателей различают следующие сорта: особый А и Б, I и II. Температура застывания — от 65 до 53° С. При 70° С продукт становится совершенно прозрачным.

Кислоты синтетические жирные для производства смазок (СЖКС) — продукты окисления парафина. Выпускают фракции С₁₇ — С₂₁ двух марок: СЖКС-Т (для изготовления тугоплавких смазок) и СЖКС-С (для среднеплавких смазок). Продукт твердой консистенции от кремового до светло-желтого цвета. Кислотное число 195—230 и 180—240 мг КОН на 1 г продукта; содержание неомыляемых веществ 5 и 7%. Выпускают кислоты с фракциями С₅ — С₆; С₇ — С₉ (прозрачная маслянистая жидкость) и С₂₀ и выше (продукт от твердой до мазиобразной консистенции); соответственно кислотное число не менее 100; 370—410 и 420—500 мг КОН на 1 г продукта.

Композиция озокеритовая (ГОСТ 780—76) — сплав озокерита, парафина и нефтяного церезина. Температура каплепадения не ниже 64° С. Содержание воды, водорастворимых кислот и щелочей не допускается. Содержание механических примесей не более 2%.

Композиция церезиновая (ГОСТ 3677—76) — сплав церезина марок 67 или 57 или их смеси (40—50%) и парафина марки Т (остальное). Температура каплепадения не ниже 56° С. Содержание воды и водорастворимых кислот и щелочей не допускается. Содержание механических примесей не более 0,05%.

Костное масло (ГОСТ 4593—75) — продукт прессования закристаллизованного костного жира. Прозрачная бледно-желтая маслянистая жидкость. Масло выпускают высшего сорта (из первых фракций переработки костного жира) и первого (из отходов при изготовлении масла высшего сорта). Температура вспышки 300 и 293° С, температура застывания —18 и —2° С. Масло обладает высокой смазывающей способностью, адгезией к металлам и малой испаряемостью. Применяют в качестве смазки и главным образом как легирующий компонент часовых и приборных масел и смазок.

Масло каменноугольное для пропитки древесины (ГОСТ 2770—74) — продукт переработки фракций каменноугольной смолы. Плотность 1,09—1,13 г/см³. Содержание веществ, нерастворимых в толуоле, не более 0,3%. Перегонка при 210° С не более 3%, при 275° С не менее 10—35% и при 360° С — 70%.

Нафтенат меди (ГОСТ 9549—60*) — медная соль нафтенных кислот. Вязкая лишкая масса зеленого цвета с содержанием меди 9%. Применяют в качестве антисептика в противогнилостных составах для пропитки органических материалов.

Масло парафиновое синтетическое — смесь жидких углеводородов метанового ряда. Продукт бесцветного до светло-желтого цвета. Перегонка до 270° С не более 10% и до 320° С — не менее 90%. Кислотное число 1 мг КОН на 1 г масла.

Мыла жирных кислот — основные загущающие компоненты большинства пластичных смазок. Представляют собой соли высших жирных кислот и различных металлов, а также нафтенных и смоляных кислот. В производстве смазок применяют натриевые, литиевые, калиевые, кальциевые, бариевые, алюминиевые, цинковые, свинцовые, магниевые и другие мыла стеариновой, олеиновой, нафтенных и других кислот.

Олеиновая кислота (олеин) С₁₇Н₃₃СООН. Выделяется из смеси жирных кислот, полученных при расщеплении животного жира и растительных масел. Техническая олеиновая кислота имеет плотность 0,898 г/см³, температуру застывания 10—34° С. Цвет олеина дистилляционного желто-красный, сапонификата — темно-красный; в расплавленном состоянии олеин прозрачный. Олеин поставляют в деревянных бочках и железных барабанах. В машиностроении олеин применяют для изготовления полировальных и притирочных паст. Реактив — по ГОСТ 10475—75.

Парафины нефтяные (ГОСТ 16960—71*) получают из дистиллятов парафиновых и высокопарафиновых нефтей. Это твердый нефтепродукт кристал-

лического строения белого и желтого цвета. Парафин растворяется в бензине, бензоле и нефтяных маслах; в воде и спирте нерастворим. Плотность парафина в жидком и твердом состоянии различна, при застывании он дает усадку 10—15%. Парафин выпускают высокоочищенный четырех марок: В₁ 50—52, В₂ 52—54, В₃ 54—56 и В₄ 56—58 (числа означают температуру застывания, °С), технически очищенный Т (50° С) и Т с государственным Знаком качества (52° С), С — для производства синтетических жирных кислот (45—52° С), неочищенный спичечный Нс, неочищенный высокоплавкий Нв для различного применения.

Петролатум — смесь парафинов и церезинов, получаемая при дегарфинизации масел сернокислотной и селективной очистки. Соответственно установлены три марки петролатума: ПК (сернокислотный), ПС (селективный) и ПСС (селективный сернокислотный, 0,6% серы). Температура каплепадения 55° С, температура вспышки в открытом тигле 230—250° С, кислотное число 0,1 мг КОН на 1 г.

Растительные масла. Для легирования смазочных композиций применяют пальмовое, хлопковое, подсолнечное, сурепное, соевое и оливковое масла, а также касторовое, описание которого приведено на стр. 479.

Саломас технический — продукт гидрогенизации растительных масел. Температура застывания 40—54° С.

Смола сосновая — продукт сухой перегонки смолистой сосновой древесины. Применяют для просмаливания канатов и сердечников стальных тросов, деревянных конструкций, а также в производстве смоляных масел, колесной мази и т. п. Плотность 1,05—1,08 г/см³. Различают три марки смолы: А (уваренная — галипот), Б (частично обезвоженная) и В (ситаз).

Церезин (ГОСТ 2488—73) — смесь твердых углеводородов метанового ряда, получающаяся в результате переработки и очистки озокерита или парафинистой пробки и др. Похож на воск — однородная масса с содержанием механических примесей не более 0,05%. При температуре каплепадения различают следующие марки церезина: 80, 75, 67 и 57.

Церезин неочищенный — смесь твердых углеводородов метанового ряда, выделенных из петролатума. Однородная масса от светло-желтого до темно-коричневого цвета; температура каплепадения 65° С. Содержание серы 0,4%; механических примесей 0,1%; воды 0,3%; водорастворимые кислоты, щелочи и фенол отсутствуют.

Церезин синтетический высокоплавкий (ГОСТ 7658—74) — продукт синтеза окиси углерода и водорода, используемый для защиты металлов от кислот и щелочей, как электроизоляционный материал, в качестве компонентов твердых смазок и т. д. Однородная масса светло-желтого цвета. По температуре каплепадения различают две марки: конденсаторный и 100 (температура каплепадения 100° С).

ГОРЮЧИЕ ЖИДКОСТИ (ЖИДКОЕ ТОПЛИВО)

Бензины — смесь углеводородов различного строения с разнообразными свойствами. Плотность 0,70—0,78 г/см³; температура кипения 30—205° С; температура замерзания ниже —60° С. В зависимости от назначения выпускают (основная масса) бензин, который используют в качестве жидкого топлива для карбюраторных двигателей внутреннего сгорания и в качестве растворяющих (моющих) жидкостей.

Авиационные бензины (ГОСТ 1012—72*) выпускают четырех марок: Б-100/130, Б-95/130, Б-91/115 и Б-70 [первые числа обозначают октановое число, вторые (в знаменателе) — сортность]. Бензин первых трех марок выпускают также с государственным Знаком качества. Теплота сгорания 10 300 ккал/ч (табл. 13).

Автомобильные бензины в зависимости от октанового числа подразделяют на четыре марки, три из которых выпускают также с государственным Знаком качества. Автомобильные бензины, за исключением марки АИ-98, подразделяют на летний — для применения во всех районах, кроме северных и северо-восточ-

ных, с 1 апреля до 1 октября; в южных районах допускается применять летний вид бензина в течение всех сезонов; *северный* — для применения в течение всех сезонов в северных и северо-восточных районах и остальных районах с 1 октября до 1 апреля. Бензин выпускают по ТУ ГОСТ 2084-77 (табл. 14). Температура начала перегонки 35°С и конца кипения 195°С за исключением марки АИ-93ГЗк — 205°С. Давление насыщенных паров 500 мм рт. ст.

13. Бензины авиационные

Марка	Содержание тетраэтилсвинца, г/кг, не более	Октановое число (по моторному методу), не более	Температура, °С		Давление насыщенных паров, мм рт. ст.	Кислотность мг КОИ на 100 мл бензина, не более	Цвет этилированного бензина
			начала перегонки	конца кипения			
Б-100/130*1 Б-100/130	2,7	98,6	40	180	240	0,3	Оранжево-красный
Б-95/130*1 Б-95/130	3,3	95,0				1,0	
Б-91/115*1 Б-91/115	2,5				220-360	0,3	Желтый
Б-70	0	70,0			1,0	Зеленый	

*1 С государственным Знаком качества.

14. Автомобильные бензины

Марка	Масса свинца, г на 1 кг бензина	Октановое число		Массовая доля серы, %, не более	Концентрация смол*, мг на 100 мл бензина	Кислотность, мг КОИ на 100 мл бензина	Цвет
		Моторный метод	Испытательный метод				
А-72	—	72	—	0,12	10	3,0	—
А-76*1	—	76	—	0,02	8	1,0	—
А-76	0,24	76	—	0,10	10	3,0	Желтый
АИ-93*1	0,50	85	93	0,01	7	0,3	
АИ-93		85	93	0,10	7	3,0	Оранжево-красный
АИ-98*1	0,50	89	98	0,05	5	1,0	
АИ-98		89	98	0,10	7	3,0	Синий

*1 С государственным Знаком качества.
*2 На месте потребления.

Бензины технологические, применяемые в качестве растворителей и моющих жидкостей, по традиции приведены в подразделе «Растворители», с. 304. Дизельное топливо — продукт перегонки нефти. По фракционному составу и вязкости различают несколько видов и марок дизельного топлива (табл. 15). Для *быстроходных дизелей* (ГОСТ 4749-73*) выпускают топливо пяти марок: ДЛ — дизельное легкое для дизелей и газовых турбин, эксплуатируемых при температуре воздушной среды выше 0°С. ДЗ — дизельное зимнее для дизелей, работающих при температуре воздушной среды выше -30°С.

15. Дизельное топливо

Марка	Цетановое число	Вязкость кинематическая		Температура, °С		Кислотность, мг КОИ на 100 мл топлива	Зольность, %
		сСт	°С	вспышки в закрытом тигле	застывания		
ДЛ	45	3,5-6	20	65	-10	5	0,01
ДЗ	45	3,5-6		50	-45		
ДА	45	1,5-4		35	-60		
ДС	50	4,5-8	50	90	-15	—	0,02
ДС*1	52	4,5-8		90	-15		
ДТ**	—	20	20	70	-5	—	0,04
ДТ	—	36		65	-5		
ДМ	—	150	20	85	-10	—	0,15
Л	45	3-6		40	-10		
З	45	1,8-3,2	20	35	-35	5	0,01
ЗС	45	1,8-3,2			20		
А	45	1,5	20	30	-55	—	—

*1 Высший сорт.

** С государственным Знаком качества.

ДА — дизельное арктическое (при температуре не ниже -30°С).

ДС — дизельное специальное и высшей категории качества.

Для *средне- и малозоборотных дизелей* (ГОСТ 1667-68*) выпускают топливо ДТ и ДМ с государственным Знаком качества, для судовых малооборотных дизелей — топливо ДМ.

Топливо *общего назначения* (ГОСТ 305-73*) для автотракторных, тепловозных и судовых дизелей выпускают следующих марок: З (зимнее для эксплуатации при -20°С); ЗС (зимнее, северное при -30°С); А (арктическое — при 50°С).

Топливо для реактивных двигателей и газовых турбин, получаемое различными процессами из нефти, подразделяется по назначению.

Топливо РТ (ГОСТ 16564-71*) предназначено для реактивных двигателей для дозвуковой и сверхзвуковой авиации. Плотность 0,775 г/см³; вязкость кинематическая при 20°С 1,25 сСт; теплота сгорания низшая 43 120 кДж/кг; температура вспышки в закрытом тигле не ниже 28°С. Температура начала кристаллизации -60°С.

Для газотурбинных установок (ГОСТ 10433-75) выпускают нефтяное топливо ТГ и ТГВК (высшего качества). Плотность 0,935 г/см³; вязкость условная при 50°С 3,0 град.; теплота сгорания 39 800 кДж/кг; температура вспышки в закрытом тигле 61 и 65°С; температура застывания 5°С.

Мазуты — тяжелые остатки прямой перегонки нефти; крекинг-остатки, продукты термической переработки каменных углей и горючих сланцев, сырые тяжелые нефти, не имеющие легких фракций. Мазуты применяют в судовых и стационарных котельных агрегатах, в мартеновских, нагревательных и других промышленных печах.

Мазут для мартеновских печей (ГОСТ 14298-69*) подразделяется на малосернистое топливо (марки МП и МП с государственным Знаком качества) и сернистое (МПС). Плотность 0,94-1,0 г/см³; вязкость условная 5-16 градусусов; температура вспышки в открытом тигле не ниже 110°С, застывания не выше 25°С; теплота сгорания в пересчете на сухое топливо не менее 40 460 кДж/кг. Содержание серы в мазуте марки МП не более 0,5% и МПС — 1,5%.

Мазут общего назначения поставляется по ГОСТ 10585—75.

Керосин технический (18499—73)* предназначен для производственно-технических целей. Фракционный состав: 10% перегоняется при температуре 110—180°С, 50% — при 190°С, 90% — при 240—275°С и 98% — при 300°С. Кислотность не более 4,5 мг КОН на 100 мл керосина. Зольность не более 0,005%. Содержание смол не более 40 мг/100 мл, серы не более 1,0%. Температура вспышки в закрытом тигле не ниже 28°С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по применению и нормам расхода смазочных материалов / Под ред. Е. А. Эминова. Изд. 4-е М., Химия, 1977. 384 с.
2. Смазка металлорежущих станков. Справочное пособие под ред. акад. В. И. Дикуншина. М., Машгиз, 1956.
3. Нефтепродукты, свойства, качество, применение. Справочник под ред. Б. В. Лосикова. М., Химия, 1966.
4. Папок К. К., Рагозин Н. А. Технический словарь-справочник по топливу и маслам. Изд. 4-е М., Химия, 1975.
5. Сентюринкина Л. Н., Опарина Е. М. Твердые дисульфидомolibденовые смазки. М., Химия, 1966.
6. Таблицы значений индекса вязкости смазочных масел. Стандартгиз, 1960.
7. Резников М. Е. Топливо и смазочные материалы для летательных аппаратов. Под ред. В. Г. Столярова. Военное издательство МО, 1973.
8. Курчик Н. Н., Вайншток В. В., Шехтер Ю. Н. Смазочные материалы для обработки металлов резанием. М., Химия, 1972.
9. Алцыбаева А. И. Ингибиторы коррозии металлов. Справочник. Л., 1968.
10. Спицын В. В. Подбор и применение пластических смазок. М., Химия, 1974.
11. Огнестойкие турбинные масла / К. И. Иванов, Г. Д. Вилянская и др. М., Химия, 1974.
12. Лозовский В. Н. Надежность гидравлических агрегатов. М., Машиностроение, 1974.
13. Аксенов А. Ф., Лигвинов А. А. Применение авиационных технических жидкостей. Транспорт, 1974.
14. Пуркан И. Г., Казарновский С. Н., Колотухин И. Н. Смазочные и защитные материалы. М., Транспорт, 1974.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СООТНОШЕНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЙ

В справочнике свойства материалов описаны в единицах измерения в соответствии с тем, как это приведено в первоисточниках (ГОСТ, ТУ). Для перевода различных единиц измерения, имеющих распространение в научно-технической литературе, ниже приведены краткие справочные таблицы, составленные на основе работ [1, 2, 3]

1. Соотношение единиц длины

Единица измерения		А	нм	мкм	мм	см	м	дм (in)
Название	Обозначение							
Ангстрем	Å	1	0,1	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰	0,39·10 ⁻⁸
Нанометр (миллимикрон)	нм	10	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁹	0,39·10 ⁻⁶
Микрометр (микрон)	мкм	10 000	1000	1	0,001	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	0,000393
Миллиметр	мм	10 ⁷	10 ⁶	1000	1	0,1	0,001	0,0393
Сантиметр	см	10 ⁸	10 ⁷	10 ⁴	10	1	0,001	0,3933
Метр	м	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁶	1000	100	1	39,3307
Дюйм	дм (in)	2,54·10 ⁸	2,54·10 ⁷	2,54·10 ⁴	25,4	2,54	25,4·10 ⁻²	1

2. Соотношение единиц площади

Единица измерения		б	мкм ²	мм ²	см ²	м ²
Название	Обозначение					
Барн	б	1	10 ⁻¹⁶	10 ⁻²²	10 ⁻²⁴	10 ⁻²⁸
Квадратный микрометр	мкм ²	10 ⁻¹⁶	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻¹²
Квадратный миллиметр	мм ²	10 ⁻²²	10 ⁶	1	10 ⁻²	10 ⁻⁶
Квадратный сантиметр	см ²	10 ⁻²⁴	10 ⁸	10 ²	1	10 ⁻⁴
Квадратный метр	м ²	10 ⁻²⁸	10 ¹²	10 ⁶	10 ⁴	1

3. Соотношение единиц объема

Единица измерения		мкм ³	мм ³	см ³	л	м ³
Название	Обозначение					
Кубический микрометр	мкм ³	1	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
Кубический миллиметр	мм ³	10 ⁹	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹
Кубический сантиметр	см ³	10 ¹²	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶
Литр (кубический дециметр)	л	10 ¹⁵	10 ⁶	10 ³	1	10 ⁻³
Кубический метр	м ³	10 ¹⁸	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	1

4. Соотношение единиц массы

Единица измерения		мкг	мг	г	кг	т	кар
Название	Обозначение						
Микрограмм	мкг	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	2·10 ⁻⁵
Миллиграмм	мг	1000	1	0,001	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	200
Грамм	г	10 ⁶	1000	1	0,001	10 ⁻⁶	5
Килограмм	кг	10 ⁹	10 ⁶	1000	1	0,001	5000
Тонна	т	10 ¹²	10 ⁹	10 ⁶	1000	1	5·10 ⁶
Карат	кар	2·10 ⁵	2·10 ²	0,2	2·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁷	1

5. Соотношение единиц плотности

Единица измерения		г/см ³	кг/л	кг/м ³	т/м ³
Определение	Обозначение				
Грамм на кубический сантиметр	г/см ³	1	1	0,001	1
Килограмм на литр	кг/л	1	1	0,001	1
Килограмм на кубический метр	кг/м ³	1000	1000	1	0,001
Тонна на кубический метр	т/м ³	1	1	1000	1

6. Соотношение единиц силы

Единицы измерения		Дина	Н	сн	кгс
Название и определение	Обозначение				
Дина — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 см в секунду в квадрате	дина (кг·см/с ²)	1	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	1,0197·10 ⁻⁶
Ньютон — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м в секунду в квадрате	Н (кг·м/с ²)	10 ⁵	1	10 ⁻³	0,10197
Сен — сила, сообщающая телу массой 1 т ускорение 1 м в секунду в квадрате	сн (т·м/с ²)	10 ⁸	10 ³	1	101,97
Килограмм-сила — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 9,8066 м в секунду в квадрате	кгс (кг·9,8066·м/с ²)	9,8067·10 ⁵	9,807	9,807·10 ⁻³	1

7. Соотношение единиц скорости

Единицы измерения		мм/мин	см/с	м/с	м/мин	км/ч
Определение	Обозначение					
Миллиметр в минуту	мм/мин	1	16,666...	0,0000166...	0,001	0
Сантиметр в секунду	см/с	0,166...	1	0,01	0,6	0,036
Метр в секунду	м/с	16,66...	100	1	60	3,6
Метр в минуту	м/мин	1000	0,166...	0,0166...	1	
Километр в час	км/ч	6·10 ⁷	27,778	0,278	0,0463...	1

8. Соотношение единиц давления (напряжения)

Единицы измерения		Па, Н/м ²	Млбар дин/см ²	кгс/м ² (мм вод. ст.)	бар	атм	атм	кгс/см ²	торр, мм рт. ст.
Название и определение	Обозначение								
Нескаль-ньютон на квадратный метр	Па, Н/м ²	1	10	0,10197	10 ⁻³	10 ⁻³	9,80672·10 ⁻⁶	1,0137·10 ⁻⁵	7,50·10 ⁻³
Миллибар — дина на квадратный сантиметр	миллбар дин/см ²	0,1	1	1,0197·10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	9,80672·10 ⁻⁵	1,0197·10 ⁻⁶	7,50·10 ⁻⁴
Килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м ² (мм вод. ст.)	9,8066	98,066	1	9,8066·10 ⁻³	9,8066·10 ⁻³	9,8066·10 ⁻³	10 ⁻⁴	7,356·10 ⁻²
Бар (тензиометра)	бар	10 ⁵	10 ⁶	1,0197·10 ⁴	1	10 ²	0,980665	1,0197	7,50·10 ²
Атмосфера физическая	атм	1,0133·10 ⁵	1,0133·10 ⁶	1,0197·10 ⁴	0,0133	1	0,980665	1,0197·10 ⁻²	7,50·10 ²
Атмосфера техническая (килограмм-сила на квадратный сантиметр)	ат, кгс/см ²	9,8066·10 ⁴	9,8066·10 ⁵	10 ⁴	0,98066	98,066	0,98066	1,0133	7,50·10 ²
Торр — миллиметр ртутного столба	торр, мм рт. ст.	1,3332·10 ²	1,3332·10 ³	13,595	1,3332·10 ⁻²	0,13332	1,3157·10 ⁻³	1,359·10 ⁻³	1
Килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм ²	9,8066 ³	9,8066 ⁷	10 ⁶	98,066	9806,6	101,33	100	7,356·10 ³

9. Соотношение единиц работы и энергии

Единицы измерения		эрг <th rowspan="2">Джк (Вт·с) <th rowspan="2">Вт·ч <th rowspan="2">кВт·ч <th rowspan="2">ккал </th></th></th></th>	Джк (Вт·с) <th rowspan="2">Вт·ч <th rowspan="2">кВт·ч <th rowspan="2">ккал </th></th></th>	Вт·ч <th rowspan="2">кВт·ч <th rowspan="2">ккал </th></th>	кВт·ч <th rowspan="2">ккал </th>	ккал
Название и определение	Обозначение					
Эрг	эрг	1	1,0197·10 ⁻⁸	1,0197·10 ⁻¹¹	2,778·10 ⁻¹⁴	2,3884·10 ⁻⁹
Джоуль (ватт-секунда)	Джк (Вт·с)	10 ⁷	1,0197	2,778·10 ⁻⁴	0,23889	2,3884·10 ⁻⁴
Килограмм-сила на метр	кгс·м	9,8066·10 ⁷	0,10197	2,778·10 ⁻³	0,23889	2,3884·10 ⁻³
Ватт-час	Вт·ч	3,6·10 ¹⁰	3,6709·10 ³	1	8,6001·10 ²	8,6001
Калория	кал	4,1868·10 ⁷	0,42885	1,1628·10 ³	2,778·10 ³	2,778·10 ³
Электрон-вольт — энергия, перемещенная между двумя точками с разностью потенциалов в 1 вольт	эВ	1,6021·10 ⁻¹⁹	1,634·10 ⁻²⁰	4,45·10 ⁻²³	3,8276·10 ⁻²⁰	3,8276·10 ⁻²³
Киловатт-час	кВт·ч	3,6·10 ¹³	3,6709·10 ⁶	1000	8,6·10 ⁵	8,6·10 ⁵
Килокалория	ккал	4,1868·10 ¹⁰	426,85	1,1628	1000	1,028·10 ³

10. Соотношение единиц мощности

Единицы измерения		эрг/с	Вт	кгс·м/с	л. с.	кал/с
Название и определение	Обозначение					
Эрг в секунду	эрг/с	1	10 ⁻⁷	1,0197·10 ⁻⁸	1,3596·10 ⁻¹⁰	2,3884·10 ⁻⁸
Ватт (джоуль в секунду)	Вт (Дж/с)	10 ⁷	1	0,10197	1,3596·10 ⁻³	2,3884·10 ⁻⁴
Килограмм-сила на метр в секунду	кгс·м/с	9,8066·10 ⁷	9,8066	1	1,3333·10 ⁻²	2,3427
Лошадиная сила	л. с.	7,355·10 ⁹	7,355·10 ²	75	1	175,67
Калория в секунду	кал/с	4,1868·10 ⁷	4,1868	0,42693	5,6924·10 ⁻³	1

11. Соотношение единиц кинематической вязкости

Единицы измерения		м ² /с	Ст	сСт	м ² /ч
Название и определение	Обозначение				
Квадратный метр на секунду	м ² /с	1	10 ⁴	10 ⁶	3600
Стокс	Ст	10 ⁻⁴	1	100	0,36
Сантистокс	сСт	10 ⁻⁶	0,01	1	3,6·10 ⁻³
Квадратный метр на час	м ² /ч	2,778·10 ⁻⁴	2,778	277,8	1

12. Соотношение единиц динамической вязкости

Единицы измерения		Па·с	П	кгс·с/м ²
Название и определение	Обозначение			
Паскаль-секунда	Па·с	1	10	0,102
Пуаз	П	0,1	1	1,02·10 ⁻²
Килограмм-сила на секунду на квадратный метр	кгс·с/м ²	9,81	98,1	1

13. Соотношение температурных шкал и единиц (градусов и кельвинов)

Шкала (название единицы)	Обозначение	Точка таяния льда	Точка кипения воды	Интервал
Цельсия (градус)	°C	0°	100°	100°
Абсолютная (кельвин)	К	273,16	373,16	100 К
Реомюра (градус)	°R	0°	80°	80°
Фаренгейта (градус)	°F	32°	212°	180°

$$1^{\circ}\text{C} = 1\text{K} = 0,8^{\circ}\text{R} = 1,8^{\circ}\text{F}$$

14. Соотношение единиц количества теплоты

Единицы измерения		Дж	кал	кал ₁₅	кал (термохим.)
Название, определение	Обозначение				
Джоуль	Дж	1	0,238846	0,238920	0,239006
Калория (международная)	кал	4,1868	1	1,00031	1,00067
Калория 15-градусная	кал ₁₅	4,1855	0,99969	1	1,00036
Калория (термохимическая)	кал (термохим.)	4,1840	0,99933	0,99964	1

15. Соотношение единиц удельной теплоемкости

Единицы измерения		Дж/(кг·К)	эрг/(г·°C)	ккал/(кг·°C)	кал/(г·°C)
Определение	Обозначение				
Джоуль на килограмм на кельвин	Дж/(кг·К)	1	10 ⁴	2,39·10 ⁻⁴	2,39·10 ⁴
Эрг на грамм на градус Цельсия	эрг/(г·°C)	10 ⁻⁴	1	2,39·10 ⁻⁸	2,39·10 ⁸
Килокалория на килограмм на градус Цельсия	ккал/(кг·°C)	4,187·10 ³	4,187·20 ⁷	1	1
Калория на грамм на градус Цельсия	кал/(г·°C)	4,187·10 ³	4,187·10 ⁷	1	1

16. Соотношение коэффициентов теплопередачи

Коэффициенты		Вт/(м ² ·К)	эрг/(с·см ² ·°C)	ккал/(ч·м ² ·°C)	кал/(с·см ² ·°C)
Определение	Обозначение				
Ватт на квадратный метр на кельвин	Вт/(м ² ·К)	1	10 ⁸	0,86	2,39·10 ⁻⁵
Эрг в секунду на квадратный сантиметр на градус Цельсия	эрг/(с·см ² ·°C)	10 ⁻³	1	8,6·10 ⁴	2,39·10 ⁻⁸
Килокалория в час на квадратный метр на градус Цельсия	ккал/(ч·м ² ·°C)	1,16	1,16·10 ³	1	2,78·10 ⁻⁵
Калория в секунду на квадратный сантиметр на градус Цельсия	кал/(с·см ² ·°C)	4,187	4,187·10 ³	3,6·10 ⁴	1

17. Соотношение единиц теплопроводности

Единицы измерения		Вт/(м·К)	эрг/(с·см·°С)	ккал/(г·м·°С)	кал/(с·см·°С)
Определение	Обозначение				
Ватт на метр на Кельвин	Вт/(м·К)	1	10 ⁵	0,86	2,39·10 ⁻³
Эрг на секунду на сантиметр на градус Цельсия	эрг/(с·см·°С)	10 ⁻⁵	1	8,6·10 ⁻⁶	2,39·10 ⁻⁸
Килокалория в час на метр на градус Цельсия	ккал/(ч·м·°С)	1,163	1,163·10 ⁵	1	2,78·10 ⁻³
Калория в секунду на сантиметр на градус Цельсия	кал/(с·см·°С)	4,187·10 ²	4,187·10 ⁷	3,6·10 ²	1

18. Соотношение единиц удельного электросопротивления

Единицы измерения		Ом·м	См·см	Ом·мм ² /м
Определение	Обозначение			
Ом на метр	Ом·м	1	10 ²	10 ⁶
Ом на сантиметр	Ом·см	10 ⁻²	1	10 ⁴
Ом на квадратный миллиметр на метр	Ом·мм ² /м	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бурдун Г. Д. Справочник по международной системе единиц. М., Изд. стандартов, 1977.
- Таблицы физических величин. Справочник. Под ред. акад. И. К. Кикоина. М., Атомиздат, 1976.
- Чертов А. Г. Единицы физических величин. М., Высшая школа, 1977.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАНДАРТОВ

С целью повышения ретро- и перспективности и информативности перечня стандартов в него включены некоторые отмененные или подлежащие отмене стандарты, считая, что читателям такая информация будет полезна, так как отмененный номер еще долго будет встречаться в технической документации и литературе. С этой же целью приведены новые стандарты, намечаемые к введению.

В графе «ГОСТ» вслед за номером в скобках приводится условное обозначение изменения, если оно имеется. Например, (2.2.78) означает: первое число — номер изменения, второе число — номер официального ежемесячника «Информационный указатель стандартов» (ИУС) и третье число — год его издания.

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
5.1—67 (1.7.72)	149, 151	32—74 (1.12.76)	450
5.303—69, см. изменение	189	33—66 (1.4.69)	440
1.11.78 к 17746—72		36—78	432
5.418—70 (2.12.78)	407	61—75 (1.3.78)	435
5.427—70	96	64—77	324
5.566—70	449	82—70 (1.12.78)	91
5.573—70	459	87—77	389, 430
5.657—70 (1.7.77)	151	89—73 (1.10.77)	172
5.718—71	177	99—75	340
5.808—71 (1.9.77)	189	102—75 (1.10.78)	344
5.868—71	445	103—76	35, 48, 50, 56, 78, 80
5.892—71 (1.12.73)	345	111—78	407
5.960—71 заменен 9572—77	308	122—54	474
5.961—71, с 1.1.80 заменен	310	123—67, заменен 123—78	179
14710—78		125—70	388
5.1073—71	151	127—76	432
5.1132—71, с 1.1.80 заменен	435	138—74	435
23519—79		176—50 (1.8.77)	453
5.1124—71 с 1.7.79 включен в	105	177—77	422
3232—75		131—67	310
5.1184—71 (1.4.77)	103	167—69	172
5.1174—71	436	193—67 (1.9.69)	151
5.1212—72, заменен 1407—77	169	195—77	430
5.1213—72	177	201—76 (1.11.78)	434
5.1316—72	93	202—76 (1.12.78)	399
5.1317—72 (1.9.75)	93	209—75 (1.10.78)	271
5.1343—72	456	210—75	270
5.1385—72	391, 475	211—75	272
5.1405—72 (1.12.72)	133	236—68 (1.8.72), с 1.1.80 заменен 23519—79	435
5.1456—72	411	244—76	434
5.1489—72	195	246—76 j	422
5.1496—72	326	250—78	355
5.1534—72 (1.8.74)	117	252—75	270, 271
5.1667—72	139	254—53, с 1.1.80 заменен	274
5.1752—72 (2.4.76)	42	4670—77	
5.1799—73, заменен 12766.1—77	75	255—75	271
5.1958—73 (1.3.77)	282	258—75	274
5.2056—73 (2.7.76)	103	261—74	274
9—77	418	262—73 (1.2.77)	271
9.002—72	273	263—75	258, 273
9.003—72	11	265—66	272
9.011—73	145	266—67, с 1.7.80 заменен	269
9.016—74 (1.11.77)	148	266—78	
9.024—74	273	267—73	271
9.026—74	272	269—66	269
9.029—74	273	270—75	274
9.033—74	10	288—72 (1.8.78)	374
9.082—75	273	295—73	133
9.083—76	272	305—73 (4.2.79)	201, 483
9.080—77	441	312—73, с 1.7.80 заменен	321
23.092—78	213	312—79	
4—75 (2.8.78)	310	334—73	355
5—78	221		
20—76	280		

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
344-74	234	844-73 (2.1.78)	429
380-71 (2.6.74)	22, 28, 35, 97, 39, 40, 41, 49, 83, 93, 97, 105, 119, 111, 114, 115, 116	849-70 (2.1.2.77)	186
390-69 (2.12.78)	399	855-74	403
408-78	270	857-78	428
409-77	237, 270	859-66, заменен 859-78	149
411-69	271	860-75	171
412-76	269	892-70 (2.8.78)	355
426-77	272	896-69	298
429-76	433	901-78	235, 259
443-76	305	903-76 (1.6.79)	433
445-75	509	926-63 (3.4.77)	325
450-70	425	931-70, заменен 931-78	155
454-76	421	949-73 (1.11.76)	419, 422, 427, 428, 434
478-75	400	968-68 (1.11.78)	340
481-71	387	977-75 (1.5.77)	124, 125
482-77	319	981-75 (1.7.78)	443
483-75	369, 370	982-68 (3.6.77)	454
489-66 (1.4.75)	354	1003-73	304
492-73 (2.4.79)	86, 115, 136	1012-72	481
493-54 (1.3.60), с 1.1.80 заме- нен 493-79	53, 162	1020-77	153
494-76	160	1033-73	460
495-77	152	1036-75	443
499-70 (1.5.74)	27	1048-70 (2.2.76)	53, 165
503-71 (1.5.74)	71, 103	1049-74	186
511-66 (1.9.69)	441	1050-74 (1.5.77)	23, 35, 39, 48, 49, 51, 52, 73, 83, 86, 94, 97, 102, 105, 114, 115, 116
515-77	364	1051-73 (1.5.77)	35, 41, 73
529-78	108	1060-76 (1.10.78)	39, 106
535-79	78, 111	1066-75	158, 160, 385
536-70	39	1071-67 (1.5.71)	52
545-76	423	1088-71 (1.3.73)	370
546-67 (2.7.75)	151	1089-73 (2.11.78)	172
550-75 (1.10.76)	39	1104-69 (1.1.78)	374
596-78	420	1119-70 (1.7.74)	367, 385
597-73 (1.5.79)	355	1123-79	426
598-71	173	1127-72	102, 114
610-72	451	1131-76 2 раза	135
613-65, с 1.1.80 заменен 613-79	161	1133-71	46, 48, 56, 75, 78, 80
614-73	161	1150-72 (1.1.82)	173
618-73	164	1173-77	152
642-77	372	1180-71 (1.1.82)	173
645-67 (3.6.78)	359	1198-69, с 1.1.80 заменен 1198-78	224, 225
646-73	310	1209-78	215, 216
667-73	433	1216-75	389
695-77	320	1224-71 (1.3.78)	407
701-78	418	1277-75	433
740-76	434	1284-68 (1.9.75)	281
742-78	421	1292-74 (1.1.80)	172
745-73	134	1320-74 (1.3.78)	215, 216
767-70	151	1335-70 (2.11.75)	284
769-63 (3.12.77)	572	1341-74 (1.9.78)	365
780-76	480	1347-77	322
781-78	479	1381-73	435
792-67	83	1382-77	423
800-55 (2.9.64), с 1.1.80 заме- нен 800-78	48	1391-70 (1.9.73)	353
801-60 (1.12.68), с 1.1.80 заме- нен 801-78	47	1412-70	119
803-66 (2.7.74)	39	1414-75	35, 36
804-72 (1.1.78)	165	1415-78	183
805-69	117	1431-64	443
806-78	114	1435-74	42, 43, 51, 103
807-78	114	1440-76	425
808-70	48	1461-73	440
828-77	430	1467-77	169
		1468-71	170

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
1497-73 (1.8.75)	6	2205-71	158
1508-78	427	2208-75	157
1521-76	135	2210-73 (1.5.77)	419
1525-75	167	2222-78	309
1530-78	96	2226-75 (1.5.78)	365
1535-71	152	2228-75	365
1542-71	96, 99	2246-70 (2.8.78)	62, 63, 64
1545-63	17	2263-71 (1.10.75)	429
1548-42	443	2283-69 (3.5.73), с 1.1.80 заме- нен 2283-79, 23522-79	51, 103
1571-76	309	2284-79	103
1577-70 (1.7.73)	94	2290-76	420
1579-63	16	2333-57	83
1581-78	389	2346-78	322
1583 (1.2.77)	134	2347-78	322
1585-70	164	2350-73 (1.5.75)	368
1595-71	435	2379-77	46
1625-75	108, 165	2407-73	426, 427
1628-78	456	2424-75	384
1631-61 (1.3.79)	132	2447-76	384
1639-71, с 1.1.80 заменен 1639-78	366	2456-75	384
1641-75	470	2464-75	384
1642-75 (2.3.79)	483	2477-65	443
1667-68 (2.10.78)	423	2478-74	443
1692-38	429	2488-73	481
1706-78	322	2548-77	419
1709-78 (1.2.78)	420	2567-73	436
1713-79	351	2581-78	145
1720-76	365	2590-71 (1.7.78)	46, 50, 56, 75, 78, 83
1760-68	163, 196	2591-71 (1.7.78)	46, 48, 50, 56, 78
1761-70 (2.2.76), с 1.1.80 заме- нен 1761-79	386	2603-79	305
1779-72	225, 226	2622-75	108
1786-74 (1.9.76)	164	2630-69	385
1789-70	463	2631-79	288
1805-76	119	2645-71	296
1855-55	451	2646-71	339
1861-73	359	2647-74	350
1908-77	309	2651-78	421
1928-67	439	2652-78	424
1929-51	359	2665-73	431
1931-75 (2.11.78)	363	2671-70	48, 67, 124
1933-73	308	2685-75 (1.10.78)	134
1942-74	108	2695-71	338
1945-79	460	2707-75	259
1957-73 (1.4.76)	475	2712-75 (1.9.78)	467
1975-75	132	2713-74	433
1993-73 (1.1.80)	119	2715-75	86
2009-55	430	2718-74	360
2053-77	108, 154	2748-77	279
2060-73 (1.4.76)	280	2768-69 (2.1.75)	305
2068-70 (3.9.78)	426	2799-78	437
2081-75 (1.2.78)	482	2770-74	351, 480
2084-77	152	2771-57	51, 83, 158
2112-71 (3.6.78)	407	2787-75	117
2113-58 (2.2.76)	416	2789-73	82, 97, 349
2138-74 (1.6.74)	338	2820-73 (2.3.78)	433
2140-71	420	2824-75 (2.2.78)	359, 360
2149-75	430	2850-75	386
2156-76 (1.1.79)	280	2851-45	86
2162-78	181	2856-68 (2.4.74)	146
2169-69	186	2860-65	6
2170-73 (1.12.77)	132	2871-75	350, 430
2171-73	62, 124, 126	2874-73	421
2176-77	186	2879-69	78, 80
2179-75 (1.1.82)	433	2912-79	401
2184-77 (1.6.79)	404	2917-76	441
2196-75	387	2918-79	419
2198-76	293	2936-75	108
2199-78			

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
2977-77	340	4108-72	421
2995-73	365	4113-48 (1.7.52)	468
2996-70	340	4116-75	184
2999-75	8	4134-75	133
3022-70 (1.3.75)	421	4147-74	423
3028-78	403	4158-72	420
3045-51 (2.5.78)	468	4172-78	430
3110-74	86	4194-76	360
3118-77	428	4197-74	431
3122-67 (1.9.72)	444	4201-79	430
3134-73	303	4204-77	433
3180-68 (1.6.69)	358	4206-75	424
3187-76	86, 89	4207-75	424
3191-75	350	4231-70	83
3193-74	178	4255-75	443
3213-71 (1.10.74)	395	4268-75	404
3241-66 (1.5.71)	89	4328-77	430
3242-69	17	4366-76	460
3246-74	308	4385-68	398
3257-74 (1.4.77), 1.7.80 заме- нен 23510-79	458	4405-75	46, 56, 73, 81
3260-75	466	4415-75	413
3262-75 (2.2.79)	105	4416-73	413
3273-75	170	4417-75	412
3276-74	464	4418-75	412
3282-74 (2.1.79)	83	4421-73	414
3333-55 (1.5.77)	458	4442-72 (1.9.77)	158
3338-68 (1.8.72)	441	4448-71	310
3339-74 (1.1.78)	86, 89	4453-74 (1.1.78)	434
3357-72	373	4460-77	425
3436-69 (2.6.73)	390	4461-77	413, 425
3441-77 (1.3.79)	359	4463-76	431
3443-77	12	4465-74 (1.9.75)	431
3514-76	405	4470-79	429
3553-73 (1.9.78)	359	4523-77	429
3560-73 (1.9.73)	103	4529-78	436
3632-69 (1.11.78)	429	4543-71 (1.5.77)	31, 35, 39, 49, 94, 100, 105, 112, 114
3585-58	6		
3588-70 (2.9.77)	153	4559-78	259
3584-73 (1.11.73)	86, 90	4568-74 (1.8.73)	425
3632-73	103	4593-75	480
3640-75	172	4593-75	391
3647-71	579	4598-74 (1.7.76)	346
3677-76	480	4601-73	89
3685-71 (1.7.73)	110	4605-72	48
3686-77	404	4640-76	396
3710-68	112	4647-69 (1.9.72)	241
3717-70	377	4648-71	235
3728-78	134	4650-73	234
3747-78	280	4651-78	239
3758-75	418	4658-73 (1.10.75)	171
3760-64 (1.9.71)	418	4665-62	304
3773-72	419	4670-77	240
3776-78	419	4671-76 (1.1.78)	222, 294
3777-76	420	4689-74 (1.2.78)	399
3778-77		4693-77	128
22861-77	172	4727-67	48
3808-75	338	4748-70 (2.2.76)	482
3836-73 (1.7.75)	71, 72, 224	4749-73 (1.10.76)	286
3845-75	104	4750-74 (1.7.77)	286
3882-71 (1.12.78)	204	4754-74 (2.4.78)	134
3885-73	417	4755-70 (1.9.73)	134
3913-69	344	4756-77	86
3924-74 (1.10.76)	86	4757-79	190
3934-71	340	4759-69	185
3956-76	413	4760-49 (отменен)	179
4002-53 (2.7.78)	451	4761-67 (2.6.77)	190
4003-53 (1.7.78)	451	4762-71	170
4041-71 (1.10.74)	37, 93	4765-73	500
4056-63 (1.12.72)	315	4780-78	432

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
4784-74 (1.12.78)	134, 135, 139, 140, 144	5889-73 (1.7.75), с 1.1.80 за- менен 5889-79	240, 242, 259, 262
4794-75 (1.1.78)	395	5896-74	424
4873-71 (1.12.78)	399	5702-75	476
4960-75	149	5726-53 (1.2.76)	441
4986-79	103	5727-75 (1.2.77)	407
4997-75 (1.2.78)	280	5728-76 (1.10.78)	303
5017-74 (1.4.79)	86, 162	5734-76, с 1.1.80 заменен	443, 444
5020-75	472	23175-78	
5040-68 (2.11.77), с 1.1.80 за- менен 5040-78	399	5744-74 (1.5.77)	383
5050-69	389	5774-76	455
5063-73	167	5775-68 (2.8.77)	455
5170-73 (1.5.77)	287	5777-71 (2.3.75)	424
5078-49 (1.12.56)	465	5781-75	114
5100-73 (2.2.77)	433	5813-76 (1.4.77)	281
5152-77	386	5848-73	429
5155-74	418	5883-76Е	285
5187-70 (2.9.77)	167	5905-67 (1.9.69)	180
5189-75	167	5937-68	409
5208-76	308	5949-75	57, 58
5210-67 (1.5.71)	47	5950-75 (1.2.78)	43, 131
5220-78	167	5955-75	308
5221-77	54, 163	5960-72 (3.11.77)	251
5222-72 (1.12.77)	53, 165	5962-67	310
5233-67	361	5963-67	310
5235-74	171	5971-78	325, 327
5244-73	340	5985-59	440
5267.0-5267.15-78	42, 112	6006-75	308
5279-74	391	6008-75	183
5282-75 (1.6.79)	296	6009-74	103
5336-67 (4.3.78)	86	6032-75	11
5344-75	468	6034-74 (1.9.77)	422
5346-78	441	6037-75	442
5353-52	112	6102-67 заменен 6102-78	387
5361-72	399	6120-75	404
5398-76	282	6121-75	404
5406-73	328	6122-75	11
5420-74	391	6130-71	11
5422-73 (продлен до 1.1.84)	49, 112	6132-71 (1.5.75)	144
5437-75	420	6138-75	357
5438-73 (1.7.77)	397	6217-74	424
5470-75 (1.4.76)	325	6221-75	418
5482-59	300	6235-73	185
5494-71	134	6267-74	463
5496-78	285	6271-77	350
5513-75	288	6286-73 (2.5.79)	283
5520-69 (2.7.76), с 1.1.80 за- менен 5520-79	37, 39, 92,	6307-75	443
5521-76	115	6308-71 (1.9.78)	374
5535-76	40	6309-73 (2.4.76)	368
5546-66 (2.10.74)	427	6331-78	427
5570-69 (1.1.79)	451	6360-58 (1.7.70)	448
5573-67 (2.4.79)	468	6370-59	443
5582-75	480	6411-73 (1.12.73)	450
5583-78	96, 100, 101	6418-67 (1.12.76)	374
5631-70 (1.12.74), с 1.1.80 за- менен 5631-79	427	6422-76	35
5632-72 (1.9.75)	322	6433-71	242
	47, 52-57, 85, 100, 103,	6449-76	349
	115	6437-66 (2.7.77)	449
5635-73	406	6465-76 (1.3.79)	325
5638-75	152	6479-73 (1.6.77)	443
5639-65	12	6480-78	453
5640-68	12	6511-60	163
5644-75	430	6552-58 (1.11.71)	432
5652-78	285	6572-75 (1.6.79)	296
5654-76	39	6586-77	520
5656-60 (1.6.78)	465	6589-74	300
5657-69	17	6613-73 (1.1.78)	86
		6617-75	479
		6631-74	328
		6636-76	354

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
6659-73 (1.6.78)	363	7376-77	363
6678-72 (2.10.78)	290	7409-73 (2.3.79)	296
6688-75	154	7417-75	46, 48, 56, 78, 81
6691-77	426		
6707-76	440	7419.0-78	50
6713-75 (1.7.78)	39, 41, 93	7419.1-78-7419.8-78	50, 51
6718-68	436	7482-73 (1.4.79)	528
6722-75	363	7483-75 (2.5.79)	285
6738-71	196	7478-75	391
6745-72 (продл. до 1.1.80 ИУС 3.79)	324	7505-74	131
6737-73	303, 479	7512-75	17
6765-75	49, 115	7564-73	15, 18
6768-75	271	7585-74	352
6782-75 (1.7.81)	335, 339	7593-70 (1.10.74)	296
6782.2-75 (1.7.81)	335, 339	7611-75	470
6793-74	443	7618-70 (1.6.74)	414
6794-75	470	7629-77	553
6806-73	299	7657-74	434, 435
6816-79	424	7658-74	481
6823-77	479	7691-75	365
6824-76	479	7717-75	358
6835-72	177	7730-74 (1.3.76)	265
6836-72	177	7738-65	275
6848-73	422	7749-65	395
6862-71	73	7759-73	429
6902-75	177	7789-75	121
6904-70 (1.7.74)	367	7821-78	355
6912-74 (3.5.78)	411	7822-75	443
6926-75	364	7826-75	358
6948-70	432	7827-74 (1.11.76)	311
6968-76	435	7829-70	131
6969-54 (1.10.69)	290	7831-71	131
6980-76 (1.1.81)	279	7850-74 (2.11.78)	426
6981-75	428	7871-75	144
6992-68	298	7877-75	284
6993-70	329	7897-71	339
6996-66	17	7912-74	274
6999-68	353	7916-56	433
7016-75	349	7950-73	328
7017-76	345	7934.1-74	440
7030-75 (1.9.78)	413	7934.2-74	441
7031-75	412	7934.3-74	441
7032-75	411	7934.4-74	441
7032-67 (1.7.76)	131	7934.5-74	441
7072-71	349	7935-74	462
7118-78	115	7936-76	463
7119-77	419	8017-74	322
7134-64 (2.5.73)	403	8013-71 (1.6.75)	401
7137-78	410	8047-78	352
7142-74	440	8049-62	352
7143-73 (1.3.79)	442, 444	8050-76	422, 434
7163-63	439, 444	8075-56 (1.4.63)	101
7171-78	464	8135-74	401
7189-54	477	8226-66 (1.9.69)	441
7199-77	222, 294	8233-56	42
7221-54	177	8239-72 (1.3.76)	112
7222-75	177	8240-74	111, 239
7259-77	373	8253-79	413
7268-67 (1.4.75)	6	8270-77	371
7270-74	363	8272-69 (2.11.78)	362
7293-70	119	8273-75	335
7307-75	349	8278-75 (1.4.77)	109
7313-75 (1.7.77)	323, 330	8281-69 (1.10.76)	110
7319-74	338	8282-76	110
7338-77	274, 277, 278	8283-77	110
7345-78	436	8292-75	319
7350-77	57	8295-73	390
7362-78	357	8303-76	359
7372-66 (2.5.75)	85, 86, 89	8312-77	478
		8313-76	310

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
8319.0-75	114	8871-74 (1.5.77)	367
8319.1-75	114	8874-72	352
8319.2-75	114	8896-76	411
8319.13-75	114	8898-78	411
8320.0-78 (1.2.77)	114	8899-68	411
8320.1-73 - 8320.8-73	114	8981-78	303, 310
8320.9-73 (1.2.77)	114	8986-75	435
8320.10-73 - 8320.13-73	114	9007-74	355
8325-78	355, 408	9008-64	349
8400-57	177	9012-59 (1.6.63)	7
8401-57	177	9013-59	8
8420-74	299	9014.0-75 (1.1.79)	338
8429-77	421	9070-75	299
8430-76	285	9074-71 (2.7.74)	86
8448-78	308	9077-59	401
8465-76	455	9087-69 (4.1.78)	415
8464-69	451	9109-76	313
8465-69	425	9124-59 (1.1.69)	73, 74
8473-66	86	9127-59 (1.5.78)	440, 442, 444
8479-70 (1.5.77)	130	9151-75	324
8481-75	408	9170-78	224
8486-66	338	9179-77	388
8502-73 (1.5.77)	471	9198-76	328
8505-57	305	9206-70 (2.4.78)	378, 380, 381,
8509-72	111		382
9510-72	111	9235-76	112
9531-78	49	9236-74 (1.10.78)	371
9537-72 (3.11.78)	372	9243-75 (1.5.79)	451
9551-74	466	9270-59	443
9559-75	56, 78, 81	9285-78	425
9560-78	56, 78, 81	9293-74	417
9581-63, заменен 8581-78	448	9298-77	279
9595-75	429	9327-60 (2.8.67)	354
9617-75 (1.7.77)	103, 144	9340-71 (1.8.74)	224
9618-75	31	9347-74	363
9639-68	108	9352-60, с 1.1.80 заменен	444
9642-68	108	23175-73	
9644-68	108	9355-60	329, 330
9645-68	108	9356-75 (1.7.78)	284
9655-75 (1.8.77)	435	9359-73 (1.4.74)	240, 242
9673-77	345	9377-74 (2.4.77)	389
9688-77	407	9389-75	51
9693-58 (1.11.76)	134	9391-67 (1.11.76)	12, 200
9694-75	194	9394-76	367
9695-75	104	9410-78	309
9696-74 (1.10.77)	105	9421-60	364
8703-74	434	9426-75 (1.2.79)	385
8723-75	428	9432-60	456
8727-78	404	9433-60 (2.1.76)	461
8728-77	303	9438-73 (1.3.76)	250
8731-74 (2.4.76)	105	9439-73 (1.3.77)	250
8732-78	39, 106	9450-76	8
8733-74 (1.4.76)	105	9454-78	6
8734-75 (1.3.78)	39, 106	9462-71 (1.7.76)	338
8752-79	289	9463-72 (1.7.76)	338
		9466-75	64, 65
8771-76	479	9467-75	64, 65, 66
8773-73 (2.7.78)	461	9490-75 (1.12.78)	442
8774-75	170	9529-75	309
8781-71 (1.10.76)	463	9541-75	407
8784-75	302	9549-60 (1.1.62)	351, 430
8785-68	83	9550-71	236
8787-68 (1.12.71)	82	9559-75	172
8817-73	16	9566-74	440
8818-73	18	9567-75	39, 105, 106
8828-75 (1.4.77)	364	9569-65 (1.5.77)	365
8832-76	299	9572-77	308
8832-74 (1.3.78)	440	9582-75	353
8863-76	471	9590-76	243
8866-76	319	9599-61 (1.2.65)	370

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
9629-75 (1.8.77)	342	10243-75	12
9639-71 (3.6.79)	250, 251	10263-78	276
9640-75	330	10269-75	273
9651-73	6	10273-72	390
9656-75	427	10274-79	381
9685-61	339	10277-76	317, 318
971-71 (1.12.76)	179	10286-75	282
9722-71 (1.12.76), с 1.1.80 за- менен 9722-79	183	10289-62 (1.6.77)	449
9723-73	171	10293-77	370
9754-76	327	10297-75	194
9762-76 (1.12.78)	459	10306-75	440
9784-75	247	10330-76 (1.9.78)	367
9805-78	308	10362-78	283
9808-75	400	10363-78	472
9811-61 (1.1.65)	469	10375-63	388
9812-74	479	10379-76	367
9825-73 (1.2.79)	297	10389-63	383
9827-75	443	10385-75 (1.6.78)	362
9832-74	478	10397-66	350
9833-73 (1.4.79)	290	10400-75	250
9835-77	389	10402-75	259
9849-74 (1.9.76)	27	10433-75	483
9857-70 (1.12.78)	372	10437-71 (1.7.74)	319
9858-75	374	10446-63	6
9880-78	309	10447-63	17
9889-78	477	10456-69	239
993-61	115	10475-75	480
9940-72 (1.1.74)	105	10497-63	443
9941-72 (1.1.74)	105	10498-63 (2.8.75)	62, 105
9942-75	309	10503-71 (2.9.75)	31
9968-73 (1.2.78)	309	10510-74	17
9972-74 (2.5.79)	450	10534-78	478
9974-62, с 1.7.80 заменен 2310-79	456	10541-78	448
9976-70	310	10543-75	63
9980-75	333	10551-75 (1.6.78)	110
9982-76	271	10558-72	417
9983-74	279	10564-75	276
9993-74	367	10584-63 (1.10.78)	478
10004-72	231	10585-75 (1.3.77)	484
10003-73	6, 104	10587-76 (1.9.77)	265
10007-72	262	10588-75	170
10018-73	49	10589-73	247
10025-78	183	10632-77	346
10038-75	401	10637-73	346
10051-75	64, 67	10644-77	477
10052-75	64, 66, 203	10647-74 (1.8.75)	239, 247
10063-77	367	10678-76 (1.4.78)	452
10073-74 (1.7.78)	367	10684-75	376
10093-73	133, 203	10687-76	144
1110-73	383	10689-75	433
10111-74	380	10690-73 (1.8.76)	425
10121-78 (1.4.79)	455	10698-71 (2.3.76)	403
10127-75	362	10702-78	37
10144-74	330	10704-76	105
10145-62	6, 17	10706-76	195
10146-74 (1.11.78)	409	10711-74	353
10153-70	399	10715-76 (1.10.77)	404
10155-75	167	10720-75	395
10156-78	469	10722-76	269
10157-73 (2.2.77)	419	10724-64 (1.9.78)	332
10180-75	75, 76	10727-73 (2.8.78)	367, 408
10178-76	389	10730-76	432
10182-62 (1.8.67)	116	10734-64 (1.4.79)	441
10200-73 (1.6.77)	395	10749-72	319
10261-75	270	10751-74	360
10219-77	428	10758-75	250
10234-77	103	10760-78	259
		10779-69, с 1.1.80 заменен	249
		10779-73	
		10828-75	269, 270

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
10834-76	447, 472	11803-75 (1.2.77)	407
10835-78	951	11808-76	276
10851-73	226	11849-66	124, 126
10860-68	356, 357	11849-76	114, 126
10873-73 (1.2.79)	418	11850-72	52
10884-71	114	11861-77	192
10885-75	57, 115	11878-66 (1.10.74)	12
10887-75	445, 471	11880-78	130
10894-76	477	11893-77 (1.7.78)	478
10916-74	455	11949-73	406
10928-75 (1.11.78)	169	11964-66 (1.8.70)	124
10937-64	200	12004-66	6
10952-75	274	12020-72 (1.9.73)	242
10957-74	445, 457	12021-75	271
10968-72	402	12026-76 (1.6.78)	362
10982-75	313	12030-66	437
10994-74 (2.8.78)	53, 75, 105	12034-77	327
11012-69	234	12035-74	539
11035-64	237	12085-73 (1.9.77)	413
11036-75	71	12099-75	251
11052-74	389	12127-78	404
11053-75	274	12132-66 (1.1.74)	106
11054-64, с 1.1.81 заменен 9.064-76	273	12162-77	422
11058-75	453	12172-74	267
11063-64	443	12246-66 (1.10.77)	449
11066-74 (1.8.77)	326	12251-77	272
11068-64 (2.2.78)	105	12254-66	273
11069-74 (1.10.76)	153, 134	12261-66 (1.3.79)	477
11070-74 (1.9.75)	133	12262-76	477
11078-78	430	12271-76	255
11086-76	431	12275-66 (1.5.79)	438
11110-75	461	12285-77	367
11122-65 (2.3.78)	452	12286-77	319
11125-78	418	12287-77	318
11138-72 (2.11.76)	275	12288-77	468
11150-75	6	12330-77	457
11153-75	419	12336-66	109
11159-76	423	12338-66 (2.11.76)	178
11214-65 (3.7.73)	407	12339-66 (1.11.71)	173
11234-65	241	12340-66 (3.10.77)	178
11262-76	298	12341-66 (3.10.77)	178
11268-76	37, 95, 100	12342-66 (2.11.76)	178
11269-76	37, 95	12343-66 (2.11.71)	178
11302-78	374	12348-66 (1.9.75)	478
11311-76 (1.9.78)	435	12423-66	235
11362-76	440	12431-72	340
11368-69 (1.3.75), с 1.1.80 за- менен 11368-79	340, 346	12432-77	353
11380-74	420	12456-67	361
11383-75	160	12492.0-72 (1.4.75)	42, 112
11474-76	109	12492.1-72 (1.3.76)	42, 112
11519-77	345	12492.21-72	42, 112
11539-73 (1.4.79)	344	12501-67	104
11546-75	67	12502-67	19
11547-76	310	12508-73	262
11552-76	449	12534-67	273
11595-65	273	12549-67 (2.8.71)	296
11598-65	371	12580-67	271
11604-73 (1.1.77)	276	12601-76	173
11629-75	236	12615-67	410
11645-73	240	12672-77	453
11679.1-76 (1.6.79)	294	12707-77	315
11679.2-76 (1.6.79)	294	12708-77	312
11680-76	373	12766.1-77	75
11701-66	6	12766.2-77	75
11706-78	104	12766.3-77	75
11721-78	277	12766.4-77	75
11722-78	274	12766.5-77	75
11736-78	239	12769-76	359
		12779-67 (1.5.71)	251
		12785-77	359

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
12795-78	352	13664-68	108
12797-77	169	13665-68	108
12812-72 (1.12.76)	275	13666-68	108
12855-77	278	13667-68	108
12856-75	387	13668-68	108
12865-67	402	13715-68 заменен 13715-78	345
12869-77	455	13726-78	139
12871-67 (1.9.74)	384	13737-68	145
12920-67 (1.12.76)	158	13738-68	108, 145
12921-67	352	13739-78	471
12966-75	418	13744-76	263
12967-67	270	13751-78	403
12998-73 (1.3.79)	257	13752-78	403
13004-77 (1.2.79)	445	13753-78	403
13032-77	446	13808-68 (1.11.76)	270
13070-67	389	13813-68	15
13073-77	173	13814-68	17
13078-67 (1.11.77)	449	13819-68	11
13078-67 (1.4.70)	389	13835-73	275
13083-77	186	13867-68	417
13095-67	178	13913-78	348
13099-67	178	13916-68	238
13145-67 (1.5.73)	414	13920-68	442
13168-69 (1.8.76)	10, 423, 439	13927-74 (1.2.77)	210, 397
13184-78	404	14007-68	296
13199-67 (2.10.77)	353	14019-68	15, 17
13222-67, с 1.1.80 заменен	132	14022-78	422
1639-78		14039-78	250
13229-78	110	14041-68	241
13240-67 (1.1.71), с 1.1.80 за- менен 13240-78	405	14042-77	239
13297-76	380	14043-78	239
13302-77	478	14053-78	276
13319-67	403	14068-68 с 1.1.80 заменен	457
13327-73	351	14068-79	
13333-75 (1.1.77)	210	14080-78 (1.1.79)	76, 103
13345-67 (1.2.70), с 1.1.80 за- менен 13345-78	115	14081-78	76
13374-67	463	14082-78	76
13403-77	204	14085-68, с 1.1.81 заменен	83
13462-68	178	14085-79	
13489-68 (2.9.78)	291	14113-78	214
13498-68	178	14117-69 (3.6.79)	76
13518-68	240	14118-69 (2.4.79)	76
13521-68 (1.10.71)	406	14119-69 (1.5.71)	76
13525.1-68	353	14162-79 (1.1.78)	105
13525.2-68	353	14183-78	247
13525.3-78	353	14198-78	310
13525.4-68 (1.5.78)	352	14201-73 (1.9.78)	426
13525.6-68 (1.3.78)	353	14218-69	276
13525.7-68	353	14235-69	241
13525.8-68	353	14236-69	238
13525.16-69 (1.11.77)	353	14243-78	300, 301
13525.19-71	353	14256-78	387
13537-68	239	14296-78	458
13558-68 (1.1.74)	373	14298-69 (3.4.78) с 1.1.80 за- менен 14298-79	483
13585-68	17	14327-69 (1.3.75)	403
13610-79	72	14332-78	250
13616-78	108, 145	14359-69 (1.5.78)	236
13617-68	145	14361-78	451
13618-68	145	14613-69 (1.2.78)	361
13619-68	145	14625-78	478
13620-68	145	14635-69 (1.8.72)	42
13621-68	145	14637-69 (2.10.75)	93
13622-68	145	14647-69	350
13623-68	145	14648-69	350
13624-68	108, 145	14649-69	351
13643-68	435	14680-69, с 1.7.80 заменен	275
13659-78	406	14680-79	
13663-68 (1.1.74)	105, 108	14689-69, с 1.7.80 заменен	322
		14689-79	

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
14690-69	322	16153-70 (1.5.71)	193
14710-78	309	16154-70	193
14759-69	265	16167-79 (1.1.72)	383
14760-69	265	16180-70 (1.1.72)	383
14784-72	135	16181-70 (1.7.73)	383
14833-69	271	16185-70	242
14882-69 (1.6.72)	39	16214-70 (2.6.73)	251
14896-74	289	16272-70	251
14906-77	263	16295-77	364, 423
14918-69	115	16302-70 (1.9.75)	315
14922-77	420	16331-70, с 1.7.80 заменен	357
14926-69	236	12413-79	
14942-69 (1.4.73)	296	16337-77	253
14955-77	46, 78, 81	16338-70	253
14957-76	147, 148	16358-70 (1.12.73)	152
14958-69	152	16361-70 (2.7.78)	340
14959-69	49, 51	16398-70	250
14960-78	368	16400-70	189
14961-77 (1.8.78)	368	16412.0-70	200
14963-78	51, 52	16412.1-70	200
14964-69 (1.5.74)	85, 89	16412.2-70	200
15037-69	467	16412.3-70	200
15065-69 (1.9.75)	240	16412.4-70	200
15081-78	325	16412.5-70	200
15088-69 (1.2.78)	240	16412.6-70	200
15130-69 (1.8.77)	405	16412.7-70	200
15140-78	298	16412.8-70	200
15152-69 (2.1.76)	274	16422-70 (1.5.73)	461
15156-69	439	16426-70	413
15187-69	269	16455-70	367
15171-70, с 1.1.80 заменен	477	16480-70	445, 472
15171-78		16483.0-78	334, 335
15173-70	236	16483.1-73 (1.10.77)	336
15183-70	238	16483.2-70 (1.2.78)	336
15171-77	152	16483.3-73	336
15519-70 (1.11.72)	410	16483.4-73 (1.8.77)	336
15527-70	86, 154	16483.5-73 (1.8.77)	336
15580-70	115	16483.7-71 (1.2.78)	334
15588-70 (1.12.75)	255	16483.8-71	355
15612-78	349	16483.9-73	336
15627-70 (1.5.75)	275	16483.10-73	336
15628-70	275	16483.11-72	336
15669-70 (2.4.78)	238, 259, 246	16483.12-72	336
15615-70 (2.12.78)	340	16483.13-72	336
15819-70 (2.10.78)	472	16483.14-72	336
15825-70	389	16483.15-72	336
15834-77	53, 165	16483.16-72	336
15835-70	165, 225	16483.17-72	336
15834-70	374	16483.19-72	338
15886-70 (1.2.74)	446	16483.20-72	336
15873-70 (1.8.78)	238	16483.21-72	335
15875-70	235	16483.22-73	336
15882-70	241	16483.23-73	336
15886-70 (1.6.78)	443	16483.24-73	336
15889-70	371	16483.25-73	336
15891-70	49, 115	16483.26-73	336
15907-70	324	16483.27-73	336
15960-70	225, 226	16483.28-73	336
15973-70	235	16483.29-73	336
15975-70 (1.2.78)	467	16508-70 (3.11.76)	326
15978-70	251	16523-76 (1.6.73)	96, 97, 99, 101, 115
16099-70	188		
16100-70	188	16564-71 (3.6.78)	483
16105-70 (2.7.78)	457	16728-78	470
16106-70 (2.6.76)	431	16763-71	401
16107-70	430	16773-71	188
16109-70	412	16781-71	241
16129-70	433	16782-71 (1.1.77)	240
16135-70 (1.3.79)	31	16783-71 (1.1.77)	240
16138-78	172	16862-71	458, 465

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
16943-71, с 1.1.81	309	18186-72, с 1.1.80	313
16943-79		18186-79	
16976-71 (1.4.78)	300	18187-72 (2.3.79)	312
16992-78	436	18188-72 (3.9.78)	311
17033-71, с 1.7.80	357	18191-70 (1.10.76), с 1.1.80 за-	391
12413-79		менен 18191-78	
17022-76	390	18197-72 (1.3.79)	237
17035-71	241	18221-72	260
17036-71	235	18228-72	290
17050-71	233, 234, 239	18268-72 (1.3.79)	237
17053-71	294	18270-72	435
17066-71	96, 99	18277-72	362
17087-71	400	18299-72	300
17088-71	234	18300-72 (1.3.74)	310
17170-71	239	18307-78	401
17171-71	239	18317-73	260
17216-71	438	18318-73	200
17217-71 (1.9.75)	167	18327-73	173
17232-71 (1.6.77)	139	18335-73 (1.4.79)	328
17293-71	179	18336-73	256
17299-78	310	18337-73	195
17302-71	238	18351-73 (1.6.78)	108
17305-71 (2.4.78)	83	18374-73, с 1.1.80	329, 330
17328-78	172	18374-79	
17332-71	10	18375-73 (1.7.75)	463
17332-71	441	18394-73	171, 172
17367-71	8	18395-73	351
17368-79	380	18407-73 (1.8.77)	336
17370-71	238	18408-73 (1.8.77)	336
17410-78	104	18428-73	196
17443-72	271	18475-73 (1.2.76)	145
17479-72	448	18482-79	145
17495-72	412	18492-73	434
17537-72 (1.6.73)	301	18493-73 (1.5.78)	434
17564-72	380	18499-73 (1.1.77)	484
17575-72	108, 145	18510-73 (2.10.78)	353
17576-72	108, 145	18504-73	235
17604-72	443	18596-73	320
17607-72	431	18613-73	469
17617-72	251	18615-73	236
17622-72 (2.9.76)	245	18616-73 (1.10.74)	242
17646-72 (1.8.73)	167	18623-73	404
17648-72	248	18671-73 (1.10.79)	428
17711-72	153	18694-73 (2.12.76)	258
17715-72	161, 115	18697-73	377
17718-72 (1.3.75)	114	18698-73 (1.9.76)	283
17746-72 (1.11.73)	189	18704-78	427
17748-72 (1.2.76)	449	18726-73	421
17809-72	73	18829-73	299
17818.6-72	390	18835-73 (продлен до 1.1.84, ИУС 3.79)	8
17818.7-75	399	18846-73 (1.4.79)	173
17818.8-75	390	18852-72	457
17818.9-75	399	18897-73	260
17818.10-75	390	18898-73	280
17818.11-75	390	18899-73	179
17818.12-75	390	18905-73	185
17818.13-75	390	18961-73	380
17818.14-75	390	18968-73 (2.1.79)	57
17818.15-75	390	19874-73 (1.9.76)	438
18059-72	235	18990-73 (1.11.76)	404
18060-72	235	18992-73 (2.9.79)	249
18093-72 (1.9.75)	404	18999-73	262
18099-78	327	19007-73	298
18118-79	384	19038-73	399
18136-72	443	19039-73 (1.12.75)	51, 103
18172-72 (1.1.75)	400	19040-73	104
18175-78	53, 162	19109-73	241
18178-72 (1.4.79)	102, 115	19113-73	426
18179-72 (1.11.75)	463		

Продолжение

ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
19151-73 (1.12.76)	401	19904-74	71, 75, 95, 99
19170-73 (2.9.77)	409	19905-74	11
19196-73 (1.2.75)	373	19906-74	431
19193-73	277	19927-74	238
19199-73	439	19932-74	440
19202-73	384	20013-74	272
19212-73 (1.5.77)	471	20014-74	272
19213-73	309	20015-74 (1.6.75)	310
19214-73 (2.1.77)	323	20018-74	260
19240-73	112	20019-74	260
19241-73	156	20022.2-74	330
19249-73	17	20072-74	39, 55, 56
19263-73 (1.8.77)	46	20080-74	412
19268-73, с 1.1.80	299, 302	20282-74 (1.3.76)	254
19268-79		20287-74 (1.7.78)	443
19277-73 (1.1.79)	106	20295-74 (2.2.78)	106
19281-73	28, 30, 35,	20298-74 (2.5.79)	424
	39, 111	20301-74 (2.5.79)	424
19282-73	29, 30, 37, 39,	20302-74	441, 442
	40, 111, 105,	20354-74	140
	108, 115	20358-78	393
19284-79	414	20363-74 (2.3.79)	335
19285-73	412	20370-74	437
19295-73 (1.6.79)	443	20376-74	363
19297-73	371	20403-75	223, 273
19337-73	463	20419-75 (1.3.78)	397
19344-73 (2.6.77)	357	20421-75 (1.2.78)	457
19347-74	428	20449-75	441
19424-74 (1.11.78)	173	20457-75	439
19425-74 (1.1.78)	112	20458-75	439
19457-74 (1.12.76)	133	20468-76 (1.5.76)	313
19449-74	199	20481-75 (1.4.77)	327
19442-74	57	20495-75	11
19459-74 (1.4.76)	248	20502-75 (1.7.78)	441
19523-74 (1.3.75)	262	20545-75	412
19533-74	6	20706-75	114
19537-74 (1.8.77)	468	20707-75	152, 157
19538-74	465	20727-75	148
19571-74 (1.8.79)	403	20734-75 (2.10.78)	469
19599-74	242	20799-75 (2.4.79)	432
19667-74	412	20804-75	110
19698-74	412	20806-75	363
19823-74 (1.3.77)	558	20811-75	239
19857-74	103, 148	20812-75	235
19858-74	131	20824-75	330
19871-74	179	20833-75	323
19884-74	70	20835-75	240
19898-74	160	20836-75	377
19708-74	436	20847-75 (1.2.79)	13, 14
19719-74 (1.1.77)	414	20869-75	234
19729-74	175	20870-75	239
19738-74	175	20899-75	190, 290
19739-74	175	20900-75	152
19746-74	404	20907-75 (1.6.77)	258
19758-74 (2.2.78)	404	20910-75	399
19759-74	404	20966-75	348
19760-73 (1.3.77)	110	20989-75	239
19771-74 (2.4.77)	110	20990-75	242
19772-74 (2.7.78)	437	20991-75	442
19774-74 (2.3.79)	457	20993-75	285
19782-74	405	20994-75	442
19789-74	255	21014-75 (1.3.79)	13
19784-74	432	21022-75 (1.1.78)	21, 47
19790-74	458	21039-75	419
19791-74 (1.1.78)	130	21046-75 (1.5.77)	439
19807-74 (1.8.78)	435	21058-75	442
19814-74	437	21064-75	301
19832-74 (2.7.77)	103	21065-75	301
19831-74	37, 57, 71, 91,	21073.0-75 - 21073.4-75	12
19903-74	93, 94, 95, 99,	21095-75	110
	100		

Продолжение			
ГОСТ	Страница	ГОСТ	Страница
21119.2-75	298	21826-76	301
2119.4-75	302	21903-76	301
2119.8-75	299	21907-76 (1.2.79)	402
21121-75	400	21910-76	11
21150-75 (1.4.79)	459	21930-76	174
21178-75	345	21931-76	174
21247-75	257	21937-76	40
21215-75	360	21981-76	271
21227-75	325	21982-76 (1.8.77)	421
21228-75	265	21983-76 (1.2.77)	421
21234-75	414	21984-76 (1.8.78)	421
21235-75	414	21985-76	421
21285-55	412	21986-76 (1.2.78)	421
21286-75 (1.3.77)	412	21987-76	421
21287-75	412	21988-76 (1.9.78)	421
21288-75	412	21989-76	421
21318-75	8	21990-76	148
21341-75	241	21996-76	103
21353-75	271	22025-76	182
21357-75	48, 126	22028-76	410
21400-75	417	22029-76	410
21427.0-75 (1.6.78)	72, 96	22133-76	296
21427.1-75 (1.3.79)	72, 96	22187-76	239
21427.2-75	72, 96	22242-76	345
21427.3-75	72, 96	22265-76	210
21437-75	216	22266-76	589
21438-75	217	22279-76	407
21448-75	67	22323-77	360
21449-75	67	22366-77	253
21466-76	442	22551-77	412
21472-76	237	22564-77	326
21473-76	302	22848-77	6
21484-76	10	22880-77	169
21488-76 (1.3.78)	139	22881-77	172
21513-76	298	22896-77	296
21532-76	464	23068-78	470
21533-76	240	23013-78	470
21559-76	73, 209	23016-78	271
21631-76	139	23101-78	326
21639.6-76 - 21639.11-76	415	23175-78	444
21646-76 (1.2.78)	160	23401-78	200
2179-76	106	23402-78	230
21743-76 (1.4.79)	448	23620-78	274
21748-76 (1.3.79)	471		83
21793-76	235	ОСТ 1023 (2.7.59)	83
21823-76	300, 301	ОСТ 1024 (2.7.59)	83
		ОСТ 10885-39	301, 302

МАРКИ МЕДИ ПО ГОСТ 859-78 (СТ СЭВ 226-75)

Способ изготовления меди	Обозначения марок		Химический состав, %						
	по СТ СЭВ 226-75	по настоящему стандарту	Примесей, не более						
			Cu + Ag, не менее	Bi	Sb	As	Fe	Ni	
Катодная	—	МВЧК	99,993	0,0002	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006
	Cu 99,99к	М00к	99,99	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Cu 99,97к	М0ку	99,97	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Cu 99,95к	М0к	99,95	0,001	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
	Cu 99,9к	М1к	99,9	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002
Бескислородная	Cu 99,99б	М00б	99,99	0,0005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	Cu 99,97б	М0б	99,97	0,001	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
	Cu 99,95б	М1б	99,95	0,001	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
	—	М1у	99,9	0,0005	0,002	0,001	0,001	0,005	0,002
	Cu 99,9	М1	99,9	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002
Катодная переплавленная	Cu 99,9р	М1р	99,9	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002
	Cu 99,85р	М1ф	99,9	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002
	Cu 99,7р	М2р	99,7	0,002	0,005	0,01	0,01	0,05	0,2
	Cu 99,5р	М3р	99,5	0,003	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2
	Cu 99,7	М2	99,7	0,002	0,005	0,01	0,01	0,05	0,2
Раскисленная	—	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2
	Cu 99,5	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2
	—	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2
Огневого рафинирования	—	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2
	Cu 99,5	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2
	—	М3	99,5	0,003	0,05	0,01	0,01	0,05	0,2

Способ изготовления меди	Обозначения марок		Химический состав, %						
	по СТ СЭВ 224-73	по настоящему стандарту	Примесей, не более						
			Pb	Sn	S	O	Zn	P	
<i>Катоды</i>									
Катодная	—	МВЧк М00к	0,0005 0,001	0,0005 0,001	0,002 0,002	—	—	0,0007 0,001	0,0005 0,001
	Сп 99,99к	М0ку	0,002	0,001	0,002	0,015	—	0,001	0,001
	Сп 99,97к	М0н	0,003	0,002	0,004	0,02	—	0,003	0,002
	Сп 99,95к	М1н	0,005	0,002	0,004	0,05	—	0,004	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бескислородная	Сп 99,99б	М00б	0,001	0,001	0,002	0,001	—	0,001	0,0005
	Сп 99,97б	М0б	0,003	0,002	0,003	0,001	—	0,003	0,002
	Сп 99,95б	М1б	0,004	0,002	0,004	0,003	—	0,003	0,002
	—	М1у	0,004	0,001	0,004	0,01	—	0,004	—
	Сп 99,9	М1	0,005	0,002	0,004	—	—	0,004	—
Раскисленная	Сп 99,9р	М1р	0,005	0,002	0,005	0,01	—	0,005	Св. 0,002 до 0,012
	Сп 99,85	М1ф	0,005	0,002	0,005	0,01	—	0,005	» 0,012 » 0,06
	Сп 99,7р	М2р	0,01	0,05	0,01	0,07	—	—	» 0,005 » 0,06
	Сп 99,5р	М3р	0,03	0,05	0,01	0,08	—	—	» 0,005 » 0,06
	Сп 99,7	М2	0,01	0,05	0,01	—	—	—	—
Огневого рафинирования	Сп 99,5	М3	0,05	0,05	0,01	—	—	—	—

*Слитки и полуфабрикаты***Примечания**

1. Содержание окисных примесей, не указанных в таблице, в меди марок МВЧк, М00к и М00б, а также содержание газов в меди марки М00б устанавливается по соглашению изготовителя с потребителем.
2. Массовая доля серебра в меди марок М0к, М1к, М0б, М1у и М1 не должна превышать 0,003%, а в меди марки М0ку — 0,002%. По требованию потребителя медь марок М0б, М1у и М1 изготовляют с массовой долей серебра не более 0,0025%.
3. В марках меди, предназначенных для электротехнических целей, определяют только содержание меди и электрическое сопротивление (электропроводность). Содержание нормируемых примесей в этих марках изготовитель определяет по требованию потребителя. В марках меди, предназначенных для длительного хранения, определяют все примеси, указанные в таблице.
4. По соглашению изготовителя с потребителем допускается изготовление меди марки М0б с массовой долей кислорода не более 0,002%.
5. Содержание кислорода в меди марок М1 и М1у по ГОСТ 193-67 и ГОСТ 5.1073-71.
6. Норма кислорода в меди марок М0к и М1к является факультативной до 01.01.1981 г.
7. По требованию заводов по обработке цветных металлов и электротехнической промышленности медь марки М0к изготовляют с массовой долей серы не более 0,003%.
8. Для электротехнической промышленности в меди марки М1у массовая доля серы не должна превышать 0,003%, а в меди марки М0б для эмальпроводов массовая доля серы не должна превышать 0,002%.
9. Знак «гире» в таблице означает, что данная примесь не нормируется.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3	Магнитные стали и сплавы	70
I. СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛОВ	5	Сплавы с высоким электрическим сопротивлением	75
Определение механических свойств металлов	5	Прецизионные сплавы	75
Химические свойства металлов и сплавов	9	Список литературы	77
Структура металлов	11	III. ПРОКАТ И РОДСТВЕННЫЕ ПОЛУФАБРИКАТНЫЕ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЯ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ	78
Технологические испытания металлов	10	Сортовой горячекатаный и калиброванный стальной прокат	78
Отбор проб и образцов для анализа испытания металлов	18	Проволока и проволочные изделия	83
Основные правила поставки и приемки металлов	15	Проволока	83
Сопроводительная документация	18	Сетки	86
Список литературы	20	Канаты	89
II. СТАЛЬ И СПЛАВЫ	21	Металлический лист	91
Общие сведения и классификация	21	Сортамент листового проката	91
Углеродистая сталь общего назначения	22	Толстолистовая сталь	92
Легированная сталь	29	Тонколистовая сталь	95
Сталь повышенной обрабатываемости резанием	35	Жесть и подлочная сталь	101
Сталь для холодной штамповки и высадки	37	Лента стальная	103
Котельные стали	37	Трубы	104
Стали и сплавы для северных и криогенных машин	39	Испытание труб	104
Корпусные стали	39	Круглые трубы	105
Износостойкие стали и сплавы	42	Трубы фасонного профиля	105
Инструментальные стали и сплавы	42	Прессованные профили	108
Шарикоподшипниковые стали	47	Профили холодногнутые стальные	109
Абразивостойкие стали и сплавы	48	Фасонные горячекатаные профили	111
Пружинные стали и сплавы	49	Горячекатаная сталь периодического профиля	112
Коррозионно-стойкие, жаростойкие, жаропрочные и теплоустойчивые стали и сплавы	54	Биметаллы	114
Сварочные и наплавочные стали и сплавы	62	Список литературы	116
		IV. ЗАГОТОВКИ	117
		Шихтовые металлы	117
		Точность отливок	119
		Чугунные отливки	119
		Стальные отливки	124

Стальная кузнечная заготовка	128	Углеродные (углеграфитные) антифрикционные материалы	218
Поковки и штамповки стальные	128	Твердые антифрикционные покрытия (твердые смазки)	220
Список литературы	130	Антифрикционные полимеры и пластмассы	221
V. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ	131	Резиновые подшипники	222
Вторичные цветные металлы	132	Металлофторопластовые подшипники	223
Алюминий и алюминиевые сплавы	132	Материалы опор с газовой смазкой	223
Проволока алюминиевая	144	Вкладыши подшипниковые	224
Магний и его сплавы	145	Фрикционные материалы	224
Медь и медные сплавы	149	Асбофрикционные материалы	224
Латуни	153	Металлокерамические фрикционные материалы	227
Бронзы	161	Список литературы	229
Медноникелевые сплавы	165	VIII. ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	230
Легкоплавкие металлы и сплавы	165	Полимеры и сополимеры	230
Припой	174	Свойства и методы испытания полимеров и пластмасс	234
Благородные (драгоценные) металлы и сплавы	176	Аминоласты	242
Тугоплавкие металлы, кремний и сплавы на их основе	179	Кремнийорганические полимеры	244
Редкие металлы	193	Ненасыщенные полиэферы	245
Список литературы	197	Пентапласт	247
VI. МЕТАЛЛОКЕРАМИКА	198	Полиамиды	247
Критерии оценки и методы испытания порошков и металлокерамики	199	Полиакрилаты	249
Компактная металлокерамика (спеченные металлы и сплавы)	201	Поливинилацетат, поливиниловый спирт, поливинилацетаты	249
Пористая металлокерамика	201	Поливинилхлориды	250
Металлокерамика, упроченная дисперсными включениями	203	Полиимиды	252
Твердые металлокерамические сплавы	204	Поликарбонаты	252
Ферриты	209	Полиолефины	253
Керметы (тугоплавкая металлокерамика)	209	Технология обработки и переработки полиолефинов	254
Металлокерамика с особыми свойствами	210	Полиформальдегид	257
Волокнистая (войлочная) металлокерамика	210	Полиэтилентерефталат	257
Список литературы	211	Фенилон	257
VII. ПОДШИПНИКОВЫЕ И ТОРМОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	212	Фенопласты	258
Основные определения	212	Фторопласты	262
Фрикционные свойства материалов	213	Целлюлозные пластики	264
Подшипниковые сплавы	214	Эпоксидные композиции	265
Антифрикционная металлокерамика	218	Синтетические клеи	265
		Список литературы	267
		IX. РЕЗИНА И РЕЗИНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ	269
		Свойства и методы испытания резины	269
		Каучуки, латексы и разновидности резин	275

Резиновые смеси	276	Полиуретановые лаки и эмали	331
Резина общего назначения . .	277	Лакокрасочные материалы с особыми свойствами	332
Губчатая резина	279	Список литературы	333
Эбонит	279	XI. ДРЕВЕСИНА И ДРЕВЕСНЫЕ ПЛАСТИКИ	334
Диэлектрические резины	280	Влажность и усушка натуральной древесины	334
Резины электропроводные и магнитные	280	Свойства древесины	335
Ленты и плоские ремни	280	Пороки древесины	337
Ремни приводные клиновые		Лесоматериалы круглые	338
Рукава и трубки	281	Пиломатериалы	338
Шины и материалы для их восстановления	282	Заготовки из натуральной древесины для машиностроения	339
Уплотняющие детали	285	Древесные полуфабрикатные материалы	340
Резиновые герметики	289	Прессованная древесина	342
Резиновые (каучуковые) клеи	290	Клееная древесина	343
Резинометаллические детали	293	Древопластики	346
Список литературы	294	Детали машин из древесины и древесных материалов	349
X. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОМПОЗИЦИИ	294	Консервирование и антисептики древесины	350
Состав и свойства лакокрасочных покрытий	296	Список литературы	351
Свойства и методы испытания лакокрасочных материалов, композиций и покрытий	298	XII. БУМАГА И КАРТОН	352
Компоненты лакокрасочных композиций	293	Свойства и методы испытания	255
Растворители и разбавители	304	Писчая бумага	335
Основные растворители (растворяющие вещества)	305	Чертежная бумага	356
Комбинированные растворители	311	Бумага-программно счетель	335
Красители, пигменты и наполнители	312	Бумага и картон электроизоляционные	359
Грунтовки	313	Конструкционная бумага и картон	350
Шпатлевки и грунтшпатлевки	317	Фильтровальная бумага и картон	362
Масляные и алкидные густотерты краски	318	Картон термо-, шумо- и влагоизоляционный	363
Масляные лаки, краски и эмали	320	Картон технический	363
Битумные лакокрасочные материалы	321	Бумага техническая	364
Водоземельсионные краски (аквалиты)	323	Упаковка и маркировка бумаги и картона	366
Алкидные лаки и эмали	324	Список литературы	366
Кремнийорганические лаки и эмали	325	XIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОЖА	367
Мочевинно- и меламиноформальдегидные эмали	327	Волокна	367
Нитроцеллюлозные лаки и эмали	327	Пряжа	367
Перхлорвиниловые лаки и эмали	328	Нитки	367
Эпоксидные лаки и эмали	330	Канаты	369
Этилолевые лаки и краски	331	Ткани	370
Фенолоформальдегидные лаки и эмали	331		

Невоспламеняющиеся ткани и кожзаменители	370	XV. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ	417
Кордные ткани	371	Список литературы	437
Рукавные ткани	372	XVI. ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ	438
Шлифовальные и полировальные ткани	373	Общие определения и классификация по чистоте	438
Прокладочные ткани	374	Свойства технических жидкостей и паст	439
Войлок технический	374	Смазочные масла и жидкости	445
Кожа техническая	376	Синтетические жидкости	445
Нефтяные масла	447	Нефтяные масла	447
Моторные масла	448	Масла для паровых турбин, машин и компрессоров	449
Трансмиссионные масла	451	Индустриальные масла	452
Электроизоляционные масла и жидкости	454	Смазки	455
Антифрикционные смазки	456	Приборные и часовые смазки и масла	462
Масла часовые и приборные	462	Смазки часовые и приборные	463
Герметизирующие смазки (уплотнители)	464	Защитные (консервационные) масла и смазки	466
Конструкционные масла и жидкости	469	Технологические жидкости и смазки	472
Антиадгезионные смазки (разделительные составы)	472	Закалочные масла	473
Моющие жидкости	473	Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)	474
Присадки	476	Компоненты смазочных композиций и родственные материалы	478
Горючие жидкости (жидкое топливо)	481	Список литературы	484
Список литературы	484	Приложение	484
Список литературы	490	Перечень стандартов	491

XIV. МИНЕРАЛЫ И МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Абразивы	378
Алмазы	380
Эльбор (боразон)	383
Другие абразивные материалы	383
Абразивные инструменты	384
Асбест и асбестовые изделия	384
Вязущие материалы	388
Графитоуглеродные материалы	390
Графит природный и доменный	390
Углеродистые материалы и изделия	392
Каменное литье	395
Керамика	396
Огнеупоры	398
Пигменты и наполнители	399
Слюда и изделия на ее основе	402
Слюда природная и синтетическая	402
Изделия из слюды	404
Стекло	404
Кварцевое стекло	405
Оптическое стекло	405
Светотехническое стекло	406
Стекло листовое	406
Стекло с особыми свойствами	407
Упаковка и маркировка бумаги и картона	407
Волокна и ткани стеклянные	408
Ситаллы	409
Твердые материалы	410
Прочие минеральные материалы	411

Список литературы

ИБ № 985

Вячеслав Михайлович Раскатов,
Владимир Семенович Чуенков,
Нина Федоровна Бессонова,
Дмитрий Андреевич Вейс

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Редакторы *И. С. Форстен, Т. С. Грачева,*
З. Э. Акчурина
Художественный редактор *П. П. Розачев*
Технический редактор *Л. П. Гордеева*
Корректор *В. А. Воробьева*
Переплет художника *А. Я. Михайлова*

Слано в набор 11.04.79. Подписано в печать
26.02.80. Т-00863. Формат 60×90^{1/16}. Бумага ти-
пографская № 1. Гарнитура обыкновенная но-
вая. Печать высокая. Усл. печ. л. 32,0. Уч-
изд. л. 50,0. Тираж 100 000 экз. Заказ 602.
Цена 2 р. 80 к.

Издательство «Машиностроение», 107885,
ГСП-6, 1-й Басманный пер., д. 3

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудо-
вого Красного Знамени Ленинградское произ-
водственно-техническое объединение «Печат-
ный Двор» имени А. М. Горького «Союзполи-
графпрома» при Государственном комитете
СССР по делам издательств, полиграфии и
книжной торговле, 197136, Ленинград, П-136,
Чкаловский пр., 15