

О. С.
МОЛЧАНОВА

ЧИСТКА ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1972

УДК 666.1.05.004.55

Брошюра О. С. Молчановой «Чистка оптических деталей» предназначена для инженеров, техников и рабочих, занимающихся промывкой и чисткой оптических деталей на предприятиях оптико-механической промышленности. В ней даются сведения о природе полированной поверхности силикатных стекол, налетах, которые могут на ней образовываться. Описываются процессы и приемы промывки стеклянных деталей в оптических цехах и чистки при сборке приборов. Рекомендуются оборудование рабочих мест для чистки и характеризуются применяемые материалы, даются краткие указания по промывке и чистке деталей из несиликатных стекол и кристаллов.

Первое издание брошюры вышло в 1947 г. под редакцией академика И В Гребенщикова, дополнительное второе – в 1950 г.

Настоящее, третье издание, в значительной степени переработано и несколько дополнено.

ВВЕДЕНИЕ

Качество оптических приборов в значительной степени определяется чистотой и прозрачностью оптических деталей. Поэтому операции промывки и чистки, цель которых – удаление с поверхности мельчайших загрязнений, пылинок, следов разрушения и т. п., – очень важные звенья производственного процесса оптико-механических заводов.

При изготовлении оптических приборов их стеклянные детали многократно промывают и чистят. Вначале их отмывают в оптических цехах от наклеечных смол и защитных лаков, затем чистят перед просмотром на контроле, перед нанесением различных покрытий, на предварительной сборке, сборке отдельных узлов, и наконец, при окончательной сборке прибора в целом.

Таким образом, на процессы промывки и чистки затрачивается очень много рабочего времени. Трудоемкость каждой последующей операции, качество наносимых на стекло покрытий, окончательная степень чистоты поверхности – все это зависит от правильного проведения работы на предшествующих стадиях, каждой стадии в отдельности и всей их совокупности. При этом, чем ближе к окончательной сборке, тем труднее исправлять брак, выяснять его причины, тем тоньше и кропотливее становится чистка деталей, тем строже требования к состоянию их поверхности.

При сложности современного производства и разобщенности отдельных операций, проводимых в разных цехах или на различных участках, часто бывает трудно осознать, насколько связаны все стадии производства. К тому же многие дефекты часто обнаруживаются лишь при выполнении последних операций.

Например, появление пятен на деталях из тяжелых флинтв иногда приписывают процессу просветления. На самом деле пятна образуются раньше, при центрировке, и только обнаруживаются после нанесения покрытия, снижающего коэффициент отражения. Причины появления пятен – неравномерное выщелачивание стекла при смачивании водой замаслен-

поверхности. Если большая часть технологических процессов и оборудования в оптико-механической промышленности за последние десять-пятнадцать лет значительно модернизированы, то технология промывки и чистки практически не прогрессирует. Операции чистки и сборки за редким исключением почти не механизированы, оборудование рабочих мест требует улучшения. Нельзя не отметить, что неправильная организация чистки, неувязка ее с остальными технологическими процессами сборки приборов, ставка на терпение и навыки рабочих могут привести к тому, что чистка станет слабым звеном всего цикла производства, тормозящим последнее и требующим затрат рабочего времени, которые не оправдываются достигаемыми результатами.

В дальнейшем излагаются принципиальные основы, из которых следует исходить при разумном построении процессов промывки и чистки, а также описываются приемы и оборудование, далеко не идеальные, но позволяющие получить достаточно хорошие результаты.

СТЕКЛО И ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ

Наиболее распространенный материал для изготовления оптических деталей – это силикатные стекла. Их основная составная часть – кремнезем, вводимый в шихту * в виде песка или молотого кварца. Кроме того, в оптической промышленности используются другие виды стекол: боратные, фосфатные, бескислородные. Значительную долю составляют также детали из различных кристаллов.

В этом разделе рассматриваются свойства стекол (в основном силикатных) и преимущественно свойства их поверхности.

Привычные житейские представления о силикатном стекле как веществе химически малоактивном, почти не изменяющемся под влиянием внешних химических воздействий, сложились в результате того, что обычно на практике мы сталкиваемся с теми свойствами, которые присущи поверхности стекла, уже измененной в результате или взаимодействия с атмосферой, или шлифования и полирования водными суспензиями. На самом же деле, свежая поверхность стекла достаточно активно взаимодействует с водой и растворами кислот, щелочей и солей.

* Шихтой называется смесь сырых материалов для варки стекла.

В состав силикатных стекол входят, кроме кремнезема, щелочи – окиси калия или натрия, и другие окислы, обуславливающие оптические и термические свойства стекла и придающие ему достаточную устойчивость в отношении химических реагентов. В числе компонентов стекла встречаются окислы почти всех металлов, а также борный, мышьяковистый, фосфорный ангидриды и т. д. Разнообразие составных частей стекла и возможность варьировать их количественные соотношения дает длинный ряд стекол, начинающийся термически и химически стойким кварцевым стеклом, состоящим из чистого кремнезема, и кончающийся растворимым в воде стеклом, сплавленным из кремнезема и окиси натрия, с цепью промежуточных членов, которые часто образуют десяток или более компонентов.

При всем, казалось бы, разнообразии химического состава силикатных стекол их общую основу составляют кремнезем и его соединения и они определяют в большинстве случаев степень воздействия на стекло таких реагентов, как вода, кислоты и щелочи. Вода и кислоты весьма активно реагируют со свежеступленной поверхностью стекла, разрушая силикаты, извлекая щелочи и другие окислы, растворимые в этих средах *. Кремнезем остается нерастворенным и образует тонкий пористый слой на поверхности стекла. Слой этот в зависимости от состава исходного стекла содержит, помимо кремнезема, и некоторые другие компоненты. Его структура и плотность различны в зависимости от условий образования: состава стекла, концентрации кислоты, температуры.

Разрушение поверхности подавляющего большинства изделий из промышленных стекол происходит и практически заканчивается во время их механической обработки – резки и обдирки, шлифовки и полировки. Во всех этих операциях, не говоря уже о последующей промывке, широко используется вода, взаимодействующая с поверхностью силикатного стекла. В процессе полирования, идущем с помощью водных суспензий, по мнению академика И. В. Гребенщикова, вода играет главную химическую роль [1]. Он писал: «Вода действует на шлифованную поверхность стекла и покрывает ее защитной пленкой. Крокус, применяемый для полировки, адсорбируется поверхностью стекла и связывает ее с поверхностью полировальника, как бы склеивает обе поверхности между собой. Полировальник при своем движении срывает с выступов оставшуюся при процессе шлифовки коллоидную

* Такое же действие на первых стадиях оказывает влага воздуха.

пленку и обнажает свежую поверхность стекла; применяемая при полировке вода вновь действует на обнажившиеся части стекла и покрывает их защитной пленкой. Перечисленные процессы повторяются, и из сказанного видно, что первыми вполне отполированными будут все наиболее выступающие точки поверхности. Толщина пленки определяет и предельную точность полировки стеклянных изделий.

В последующие годы высказывалась и защищалась иная точка зрения на процесс полировки. Считалось, что исключительная роль принадлежит механическим абразивным воздействиям. Эта роль, конечно, чрезвычайно велика, но нельзя отрицать взаимодействия воды со свежей поверхностью шлифуемого и полируемого стекла, т. е. самого факта образования измененного поверхностного слоя.

Общеизвестно, что полировка в неводных средах идет медленно и не дает того качества поверхности, какое можно достичь при полировке с использованием воды.

Если свежестополитованная поверхность стекла подвергается действию воды или растворов кислот, то рост поверхностной пленки, интенсивный в первые моменты, в дальнейшем замедляется, так как по мере увеличения ее толщины она все сильнее и сильнее затрудняет доступ разрушающего агента к нетронутым слоям стекла. Если соприкосновение стекла с водой или кислотами продолжается непрерывно так, как это имеет место при некоторых специальных обработках, то поверхностная пленка, продолжая расти с убывающей скоростью, может достичь толщины порядка одной десятитысячной сантиметра; все же в подавляющем большинстве случаев она оказывается несоизмеримо тонкой по сравнению с толщиной неразложенного стекла.

В обычных условиях, на воздухе, рост пленки практически прекращается уже при достижении ею толщины в несколько десятимиллионных долей сантиметра. Этот тончайший слой – надежная защита стекла от дальнейшего разрушения, если действие воды или кислоты на стекло прерывается и пленка успевает подсохнуть. Если подсыхание сопровождается нагреванием, то защитное действие усиливается до такой степени, что практически исключает дальнейшее воздействие воды и кислот на стекла многих марок. Образование такой «выщелоченной» пленки идет с неодинаковой скоростью на стеклах разных составов.

Именно наличие этой пленки обуславливает некоторые оптические свойства стекла: количество отражаемого света (коэффициент отражения), его поляризацию, цвет поверхно-

6

сти в отраженном свете. Все эти свойства зависят от толщины и показателя преломления поверхностного слоя (как и от показателя преломления самого стекла). Окраска поверхности в отраженном свете появляется по мере приближения толщины пленки к $1/4$ длины волны света, и пройдя ряд цветов, от желтого через коричневый, фиолетовый, синий до зеленого, снова и снова повторяется, становясь все бледнее и бледнее или до прекращения роста пленки, или до тех пор, пока толщина пленки перестанет быть сравнимой с длиной световой волны и явления интерференции уже не будет.

Коэффициент отражения с ростом толщины пленки периодически падает и снова возрастает до исходной величины. Минимальное значение коэффициента отражения для волн средней части видимого спектра будет при коричнево-фиолетовом цвете пленки.

Механические свойства стекла частично тоже обуславливаются наличием поверхностной пленки. При резании стекла алмазом он должен прорезать поверхностный слой и образовать под ним микротрещины. После этого достаточно легкого усилия (при небольшом смачивании), чтобы разломить стекло, так как влага проникает в свежую трещину и активно взаимодействует со стеклом; выделяющаяся кремневая кислота расклинивает трещину, способствуя разламыванию.

Пленка, как губка, вся пронизана мельчайшими порами. Диаметры этих пор всего около 8 – 40 стомиллионных долей сантиметра. Поэтому истинная поверхность такой губки гораздо больше внешней, геометрической. Поверхностная пленка может поглощать и удерживать (адсорбировать) самые разнообразные вещества, попадающие на стекло: жидкости, газы, растворенные соли, коллоидные частицы. Наиболее энергично адсорбируется вода, последние следы которой удаляются с поверхности стекла только при сильном нагревании.

Известно, что поверхность стекла удерживает жиры и многие органические вещества, мешающие его смачиванию и удаляемые полностью лишь при нагревании свыше 400° , а также при обработке ионной бомбардировкой или тлеющим разрядом. Высокая химическая активность и адсорбционная способность поверхности стекла обуславливают образование так называемых «налетов». С этим связаны трудности, возникающие при чистке оптических деталей.

В фосфатных и боратных стеклах содержится очень мало кремнезема или совсем его не содержится, и их разрушение происходит иначе. В воде и растворах кислот и щелочей, а также во влажном воздухе стекла эти или просто раство-

7

ряются, начиная с поверхности, или покрываются белыми, мутными пятнами нерастворимых в воде соединений.

К числу несиликатных стекол, неустойчивых к действию влажной атмосферы, относятся, например, стекла марок ОФЗ, ФКЗ, ФК4 и ряд других.

На некоторые несиликатные стекла кислоты почти не действуют, но растворы щелочей их разрушают.

Но и силикатные стекла в некоторых случаях могут разрушаться без образования поверхностной пленки. Например, такая кислота, как плавиковая (HF) растворяет стекло как целое, не оставляя защитной пленки.

По-разному происходит разрушение стекла водой, это зависит от условий реакции. При обработке жидкой водой растворимые составные части стекла полностью удаляются из его поверхностного слоя. Если же на стекло действуют водяные пары, то продукты его разрушения остаются на поверхности, могут реагировать с углекислым газом или снова со стеклом и образовывать новые вещества, в том числе кристаллические.

Интересные сведения о взаимодействии поверхности стекла с водой дали исследования под электронным микроскопом. На снимках, сделанных И. Заржицким [3], отчетливо видно разбухание стеклянного волокна после впуска паров воды в полость электронного микроскопа, из которой ранее воздух был откачен. На фотографиях В. И. Шелюбского [4] видно, что на огненно-полированной поверхности разрушение начинается в отдельных точках.

Действие щелочи на силикатные стекла отличается от действия воды и кислот. Роль щелочи сводится к растворению кремнезема, к снятию поверхностной пленки и разъеданию лежащего под ней стекла, причем только некоторые окислы, входящие в состав стекла (например, окислы лантана, тантала), остаются нерастворимыми, образуя цветные или мутные пятна.

Скорость разрушения стекол теми или иными реагентами можно определить различными методами. Она измеряется глубиной разрушенного слоя, толщиной поверхностной пленки или количеством извлеченного растворившегося вещества в единицу времени при определенных условиях испытания. Числа, обратные этим величинам, характеризуют химическую устойчивость стекла, т. е. его способность противостоять разрушению в данной среде. Методы определения химической устойчивости оптических стекол к действию влажной атмосферы и кислот стандартизованы, и марки стекол классифицированы по устойчивости к кислотным растворам

8

(к пятнению) [5] и по так называемой «налетоопасности» [6]. Устойчивость к щелочам для оптических стекол пока не включена в число обязательных показателей, но с нею приходится считаться при щелочной промывке деталей, иногда применяемой в оптических цехах. Многие стекла сильнее разрушаются растворами соды или фосфатов натрия, чем эквивалентными растворами щелочей [7].

Какой-либо один из показателей химической устойчивости не может характеризовать отношения стекла ко всем возможным реагентам. Обращаясь к нормалам и стандартам, следует выбрать ту из характеристик, которая отвечает условиям данной обработки или эксплуатации и характеру веществ, реагирующих со стеклом.

НАЛЕТЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

На производстве словом «налет»* часто называют различные образования на поверхности оптических деталей, не имеющие ничего общего, но так или иначе изменяющие вид поверхности детали, ее прозрачность и чистоту.

На основании многих исследований, проведенных в СССР и за рубежом, принята следующая классификация и терминология инородных образований на поверхностях стеклянных оптических деталей:

1) посторонние стеклу частицы: а) пыль – твердые частицы, осевшие на поверхности стекла из воздуха; б) осыпка – твердые пылеобразные частицы, отделившиеся от поверхности механических деталей прибора, продукты коррозии металла или разрушения покрытий; в) мазки – случайно попавшие капли смазки, следы пальцев и т. п.;

2) биологические обрастания;

3) пятна;

4) капельные налеты: а) гигроскопические (нежировые), б) жировые.

В дальнейшем отдельные виды этих образований будут рассмотрены более подробно, пока же необходимо подчеркнуть, что термин «налет», строго говоря, следует применять только к образованию, напоминающему мельчайшую росу на полированных поверхностях, к налетам «капельным», но не к пятнам, часто образующимся на химически нестойких стеклах, или следам легкой недополировки.

* В английской и американской литературе «film», в немецкой «Beilage», французской «voile».

Распознать пыль и осыпку на оптических деталях, как правило, нетрудно. Исключения составляют отдельные случаи. К ним относится, например, эпизодически наблюдавшееся образование тонких, легких слоев мельчайшей пыли, притягиваемой поверхностью детали, наэлектризованной во время чистки. Слои пыли были очень однородными и при рассмотрении невооруженным глазом напоминали капельные налеты. Под микроскопом было отчетливо видно, что слой состоит из частиц неправильной формы, не растворившихся ни в воде, ни в органических жидкостях. Снять его можно было сухой ваткой. Это явление наблюдалось в очень сухие зимние дни на деталях, подвергавшихся значительному трению.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБРАСТАНИЯ

В тридцатые годы разрастания плесени на поверхности оптических деталей были названы «биологическим налетом». Теперь предпочитают термин «биологические обрастания».

Плесень очень часто начинает расти с краев деталей, от оправ, прокладок и стелется дальше по полированной поверхности детали (рис. 1).

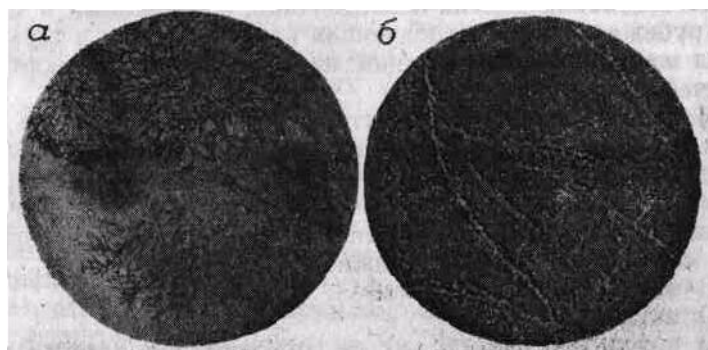


Рис. 1: *a* – разрастание пленки на поверхности оптической детали; *б* – разрушение поверхности стекла под плесенью (увеличение 120×. По наблюдениям М. С. Родионовой).

В первые годы существования нашей оптической промышленности биологические обрастания встречались довольно часто [8]. В результате их исследования и принятых мер они практически перестали появляться в приборах, эксплуатируемых в умеренных, а тем более в северных широтах.

10

После Второй мировой войны, когда оптические приборы стали широко использоваться во влажных тропиках, снова встал вопрос о борьбе с разрастаниями плесени и появились новые посвященные этому вопросу исследования [9 – 13].

Прорастание спор плесневых грибов происходит только в условиях высокой относительной влажности воздуха (80% и более) и при достаточно высокой температуре. Колебания температуры, вызывая периодическую конденсацию влаги на стекле и стенках приборов, еще более способствуют росту плесневых грибов. Споры их постоянно находятся в воздухе, однако, для развития плесени необходима питательная среда. Такой средой могут служить картонные и кожаные прокладки, пылинки органического происхождения (например, крошки хлеба) и даже смазки. Недостаточное количество питательных веществ, по-видимому, заставляет плесень вытягиваться, расстилаться по поверхности стекла. Иногда плесень покрывает деталь плотным слоем, и приборы становятся совершенно непригодными. Выделяемые плесенью продукты имеют кислую реакцию, поэтому стекло под плесенью слегка разрушается и на нем остается ясно видимый в отраженном свете узор, удалить который можно только переполировкой (рис. 1,б). Плесень развивается в меньшей степени на химически нестойких стеклах, которые во влажной атмосфере имеют щелочную реакцию поверхности.

Чтобы избежать появления плесени в умеренном климате, достаточно соблюдать элементарную чистоту при сборке приборов и хранить их в сухих складских помещениях, но при изготовлении приборов, предназначенных для эксплуатации во влажных тропиках, необходимы особые меры.

В условиях повышенной влажности и температуры начинают прорастать как покоящиеся споры, занесенные внутрь приборов во время сборки, так и вновь попадающие свежие споры. Поэтому в полости приборов и на поверхность стекол вводятся фунгистиды, т. е. вещества, прекращающие жизнедеятельность плесневых грибов. Выбор таких веществ достаточно труден. Они должны иметь ряд свойств, которые иногда просто невозможно

сочетать: быть токсичными для грибов и безвредными для людей, длительно сохранять свои свойства, быть безвредными для стекла, покрытий, металла и т. д., быть универсальными, так как оптические стекла поражаются многими видами и родами плесени (преимущественно распространены виды *Penicillium*, *Mucor*, *Fungi*, *Imperfecti*).

Наиболее радикально на плесень действуют фунгисиды, содержащие ртуть. Эти вещества непосредственно наносят на

11

стекло или помещают в полости приборов. Для смазок в качестве фунгисидов предложены гексил-резорцин, 4-капроил-резорцин, которые вводятся прямо в смазку [14]. Были попытки предохранения от плесени облучением поверхности деталей ультрафиолетовыми лучами или прогреванием инфракрасными лучами лампы накаливания [15].

ПЯТНА

В предыдущей главе говорилось о появлении окраски поверхности стекол при воздействии кислот и воды. Если такому воздействию подвергаются отдельные участки поверхности, то образуются пятна. Пятна эти обычно прозрачны в проходящем свете, а при рассматривании под некоторым углом в отраженном свете отливают радужными цветами, обусловленным явлением интерференции, и отличаются от остальных участков поверхности величиной коэффициента отражения. На очень неустойчивых стеклах могут образовываться непрозрачные пятна, белые или белесоватые.

Для достижения необходимых качеств приборов (особенно фотообъективов) в их оптические системы приходится вводить детали из химически нестойких пятнающихся стекол таких, как тяжелые кроны, тяжелые флинты, некоторые баритовые кроны и флинты, сверхтяжелые кроны и др. Пятна могут образовываться на них при обработке в оптических цехах и при промывке, преимущественно в местах прикосновения пальцев, под надписями, сделанными восковым карандашом, при хранении в папиросной бумаге, в сырых помещениях.

Устойчивость разных марок стекол к пятнению определяется временем, необходимым для образования на их свежеполированной поверхности пленки, имеющей оптическую толщину 135 *нм* [5]. Такая пленка вызывает интерференционную окраску коричнево-фиолетового цвета. Испытания проводятся в 0,1 н. растворе уксусной кислоты при температуре 50° С.

КАПЕЛЬНЫЕ НАЛЕТЫ

Капельные налеты всех видов состоят из мельчайших жидких капелек. Начальные стадии образования налетов просматриваются лишь под микроскопом на темном фоне при освещении несколько сбоку как мельчайшие точки. На дальнейших стадиях налет, становится видимым в приборе также в особых условиях освещения (рис. 2) и, наконец, резко выраженные налеты видны в проходящем свете в виде мельчайших темных точек.

12

Капельные налеты на оптических деталях действующих астрономических приборов были описаны еще в прошлом веке. По мере увеличения видов и количества оптических приборов налеты встречались все чаще, особенно во время и после Первой мировой войны, когда во многих странах интенсивно стала развиваться оптическая промышленность.

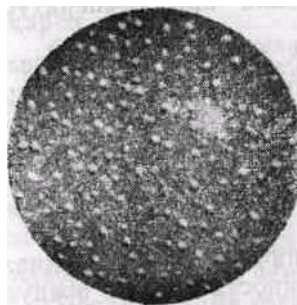


Рис. 2. Капельный налет (увеличение 80×).



Рис. 3. Кристаллы на поверхности стекла КФ3. (По наблюдениям Т. М. Макаровой).

В США, Англии и Франции был проведен ряд исследований по этому вопросу, среди которых необходимо отметить работы Райленда [16], Мартина и Гриффитса [17], Меригу [18], Эльсдена [19] и Морея [20].

В тридцатые годы вопрос о налетах встал перед молодой советской оптической промышленностью. В первый же год существования журнала «Оптико-механическая промышленность» в нем была опубликована статья В. В. Петрова [21], посвященная этому вопросу. Затем, начиная с 1934 г., велась большая систематическая работа по изучению налетов в научно-исследовательских и заводских лабораториях. Сейчас природа налетов известна нам с достаточной полнотой. Отдельные конкретные случаи могут помочь добавить какие-либо детали, но трудно ожидать существенного изменения принципиальных воззрений в этой области, кроме, может быть, уточнения представлений о самом механизме возникновения капельных налетов. В

13

период интенсивных исследований и даже позже существовала некоторая путаница в «диагностике» налетов, но в настоящее время различают два основных типа налетов – гигроскопические и жировые [22].

Гигроскопические капельные налеты образованы мельчайшими каплями растворов веществ щелочного характера, извлекаемых из стекла при разрушении его влагой воздуха. С течением времени на месте капель могут образовываться группы кристаллов. На некоторых стеклах гигроскопический налет появляется сразу в виде кристалликов (рис. 3). Впервые эти налеты серьезно изучались Е. Циммером [23], выдерживавшим полированные оптические стекла при температуре 80° С во влажном воздухе.

В 1919 г. А. Эльсден, О. Робертс и Х. Джонс [19] провели испытания английских оптических стекол при температуре 50° С и 100% относительной влажности. Цель их работы – характеризовать стекла в отношении образования гигроскопического налета.

Советские оптические стекла оценивались по тому же свойству при помощи прямого наблюдения за образованием гигроскопических капельных налетов сначала при выдерживании образцов в течение тридцати – девяти суток в воздухе при 100% относительной влажности и температуре 20° С. Затем в результате тщательных исследований были выработаны стандартные условия так называемой «микроскопической пробы» (ГОСТ 13917-68). Испытываемые стекла полируются, тщательно промываются в органических растворителях, чистятся от жиров и пыли, после чего выдерживаются до 20 часов при температуре 50° в атмосфере 73% относительной влажности.

Интересно отметить, что первые стадии разрушения, невидимые в микроскоп, можно обнаружить, слегка дохнув на стекло, лежащее на столике микроскопа, и вызвав на нем конденсацию влаги. На местах будущих капелек налета образуются при этом более крупные капли, выделяющиеся на общем фоне мелкой росы.

Имеются наблюдения, показывающие, что, например, зеркальные слои, получаемые на стеклах испарением алюминия в вакууме, очень чувствительны к гигроскопичности стекол и к присутствию жировых загрязнений [24]. В зависимости от способа очистки поверхности стекла и условий, в которых наносится алюминий, понижается сцепление его слоя со стеклом или образуются мелкие вздутия, иногда даже лопающиеся. При полном обезжиривании поверхности стекла и после того, как она некоторое время соприкасается с

14

атмосферной влагой, качество алюминиевого слоя может служить показателем поражаемости данного сорта стекла гигроскопическим налетом.

Сопоставление наблюдений образования гигроскопических налетов показывает, что, как правило, они свойственны стеклам, в состав которых входит более 15 – 17% щелочных окислов. Но существуют исключения, так как влияние щелочей может компенсироваться влиянием других компонентов стекла, таких, например, как

B_2O_3 .

В настоящее время в каталоге и ГОСТе [5] «Бесцветные оптические стекла» содержится очень мало налетоопасных марок.

Силикатные стекла делятся на три группы:

1. Группа А – стекла, на которых при микропробе гигроскопический налет не появляется после двадцати часов испытания.

2. Группа Б – стекла, на которых налет возникает в тех же условиях в течение двадцати часов и не появляется после пяти часов.

3. Группа В – налетоопасные стекла, на которых налет образуется быстрее, чем через пять часов испытаний*.

Несиликатные стекла также классифицированы по налетоопасности, но продукты их взаимодействия с влажной атмосферой имеют разнообразный вид и не всегда образуются капельки. На поверхности стекол чаще наблюдаются белые пятна кристаллических продуктов разрушения, трещины и своеобразное сморщивание. Термин «налетоопасность» можно применить к несиликатным стеклам только условно; их также делят на три группы.

1. Группа «а». Стекла, на которых под микроскопом при увеличении 80× не наблюдается признаков разрушения после десяти часов выдерживания при относительной влажности 73% и, температуре 80° С.

2. Группа «у». Стекла, на которых в тех же условиях разрушение поверхности обнаруживается только под микроскопом.

3. Группа «д». Стекла, на которых в тех же условиях испытания разрушение замечается при просмотре невооруженным глазом в отраженном свете.

Среди цветных стекол налетоопасные марки составляют большую часть, так как для них часто использовались стекла-основы, весьма богатые щелочами. В эти основные составы вводятся в небольших количествах окрашивающие добавки, не влияющие на химическую устойчивость.

* При комнатной температуре сроки испытания соответственно удлиняются от тридцати до девяноста суток.

15

Гигроскопические налеты можно также разделить на непрогрессирующие и прогрессирующие.

Налеты первой подгруппы появляются в виде мелких точек капелек или кристалликов и не обнаруживают тенденцию к дальнейшему росту. Мелкие капельки или скопления кристаллов налетов второй подгруппы с течением времени увеличиваются, доходя в некоторых случаях до размеров, видимых невооруженным глазом. Период роста имеет определенную длительность. Опыты, поставленные для выяснения пределов роста налета на стекле К9*, показали, что примерно после трех-четырёх месяцев выдерживания деталей в атмосфере 100% относительной влажности капли налета дошли до предельной величины (диаметром около 0,05 мм) и затем стали превращаться в скопления кристалликов. В течение последующих двух лет хранения не произошло никаких изменений вида и размеров налета. Примерно то же наблюдалось на деталях из стекла К9 при хранении их в течение восьми лет, из которых четыре года приборы лежали в неотапливаемом помещении.

Наблюдалась некоторая разница в поведении стекла одной и той же марки в зависимости от незначительных различий условий опыта. Например, баритовый крон, находясь в стандартных условиях испытания, т. е. в более или менее свободном пространстве, и выносимый для просмотра в комнатный воздух, покрывался через месяц налетом в виде мелких бледных пятнышек. На стекле той же марки, поставленном в закрытую трубку, не вынимавшемся из нее и хранившемся вместе с трубкой над большим объемом воды, образовывался в тот же срок жидкий капельный налет.

Условия подобного испытания, конечно, крайне жестки. Оптические приборы не постоянно находятся при 100% относительной влажности. При меньшей влажности (60 – 70%) налеты образуются медленнее и на стекле группы Б могут совсем отсутствовать.

Очевидно, большую роль в возникновении гигроскопического налета играет незначительная конденсация влаги, вызываемая колебаниями температуры, при которых достигается точка росы. При отсутствии же перехода через точку росы вся поверхность стекла вследствие притягивания и поглощения

* В действующем ГОСТе этой марки уже нет.

16

(адсорбции) водяного пара разрушается более равномерно с образованием защитной пленки. Поэтому чем дольше существует прибор, тем меньше вероятность развития видимого гигроскопического налета на стеклах группы Б до крайних пределов возможной величины. На худших из налетоопасных стекол (группа В) такая

вероятность сохраняется независимо от возраста полированной поверхности.

Если происходят значительная попеременная конденсация и испарение влаги, то на всех стеклах, вплоть до кварцевого, остаются более или менее заметные следы высохших капель. По-видимому, эти следы состоят из кристаллических продуктов разрушения самого стекла или нанесенных на него покрытий, а также из пылинок или иных загрязнений.

Поверхность стекла, на которой существует защитная пленка, созданная путем обработки растворами кислот, становится более стойкой к воздействию паров воды, и образование гигроскопического налета в этих случаях или замедляется, или совсем исключено. Однако такое «облагораживание» применимо далеко не ко всем стеклам. При содержании в стекле менее 60 мол.% кремнезема защитные свойства пленки травления крайне слабы или она совсем не образуется. Кроме того, практика показала, что при «освежении» полированной поверхности в растворах щелочи перед обработкой кислотой проявляются заполированные царапины и класс чистоты деталей значительно понижается. Это обстоятельство – одна из причин отказа от так называемого кислотного просветления и кислотной защиты.

Однако применяя другие защитные покрытия, можно во много раз повысить химическую устойчивость, стекла по отношению к действию паров воды [26, 27].

На стекло могут воздействовать, кроме воды, и другие вещества, вызывающие появление различных разновидностей налетов, связанных с химической природой этих веществ. Так, например, при действии на стекла паров соляной кислоты был получен вначале кристаллический налет. Через один-два часа налет расплывался в капли (даже при влажности 60 – 70%) и снова кристаллизовался в течение нескольких дней. При этом на кронах были обнаружены кристаллы хлористого натрия или калия, на флинтах же – хлористого свинца. Конечно, на заводах и во время эксплуатации приборов чрезвычайно редко может иметь место воздействие паров кислот на поверхность стекла, но полностью такая возможность не исключена.

Наблюдалась еще одна разновидность гигроскопического налета, который был назван «околоштриховым» (рис. 4).

17

Капли его располагались вплотную к штрихам сеток и являлись результатом расплывания кристалликов солей. Кристаллики эти, по-видимому, были образованы продуктами реакции стекла и травящей смеси, или жидкого стекла запуска и свежепротравленной поверхности штриха. Околоштрихованные капли наблюдались на стекле, которое само по себе неналетоопасно. Эти налеты не являются типичными и описываются в качестве примера образования, обусловленного природой нанесенного на стекло постороннего материала.

Между склонностью стекол к образованию гигроскопического налета и их пятнаемостью нет параллелизма, и в очень многих случаях легкопятающиеся стекла [5] негигроскопичны и по налетоопасности относятся к группам А и Б.

Жировые капельные налеты могут иметь внешнее сходство с гигроскопичными налетами, но, в отличие от первых, образующие их капельки очень часто располагаются на следах протирания или в виде отдельных мазков. Однако, если жировое загрязнение при чистке равномерно растирается по поверхности детали, жировой налет может также распределяться по всей поверхности стекла.

Какие же жиры и масла образуют капельные налеты и какими путями эти вещества попадают на стекло? Сведения по этому вопросу обобщены в брошюре Т. М. Макаровой [28].

Источником попадающих на стекло жировых веществ являются смазки, замазки, жиры человеческой кожи, жиры, содержащиеся в вате и салфетках, применяемых при чистке.

Жир, нанесенный на стекло тонким слоем, вначале невидим. Под влиянием влаги жир вытесняется из поверхностного слоя стекла (тончайшей пленки продуктов его разрушения) и собирается в капельки. Такой механизм образования капельного жирового налета подтверждают, во-первых, опыты, поставленные с целью изучения поведения пленок жира, наносимых на стекло из растворов жиров и масел в чистом петролейном эфире (при этом разрывы сплошной пленки жира начинаются от пылинок), во-вторых, вытеснение вазелинового масла водяным паром из пористого стекла.

18

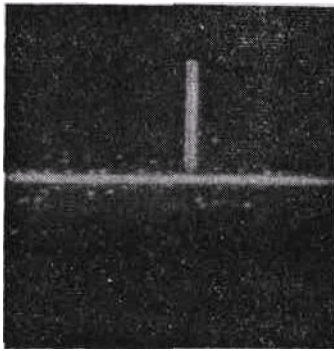


Рис. 4. Околоштриховой налет.

Пористое стекло – это скелет, состоящий, главным образом, из кремнезема и остающийся после разложения кислотами некоторых натриево-боросиликатных стекол. Это стекло ставится в осушительные патроны в качестве перегородки, не пропускающей пыли. Структура поверхностного слоя обычных стекол аналогична структуре пористого стекла. Оно легко пропитывается вазелиновым маслом и неопределенно долго удерживает его при нормальной влажности. Если же поместить пористое стекло, пропитанное маслом, в атмосферу 90 – 100% относительной влажности, то через несколько часов (в зависимости от температуры) масло выделяется из пор в виде капелек и стекает на дно сосуда, в котором находится пористая деталь.

Подтверждение такого представления о механизме образования налета можно найти также в работе Бальклея и Снайдера [29], где описаны опыты по смачиванию различных порошков маслами и водой и показано преимущественное смачивание стеклянных порошков водой и вытеснение ею минеральных масел с поверхности стекла.

На производстве жировой налет образуется в основном вследствие несовершенной чистки оптических деталей. Смазки и жиры могут быть случайно нанесены на детали руками рабочего, кисточками, тампонами ваты и даже прямым затеканием или разбрызгиванием.

Жир, остающийся от одной капли раствора, концентрация которого меньше 0,03%, может быть растерт по поверхности детали сплошным невидимым слоем. Поверхностная пленка обычных стекол, имеющая толщину от 10 – 15 до нескольких тысяч Å ($1\text{Å} = 0,00000001\text{ см}$), может удержать это крайне малое количество жира, достаточное для образования со временем видимого налета. Однако после того, как налет образовался, нет основания опасаться его дальнейшего роста. Само его образование, распадение слоя на капли, может быть замедленно при малой влажности воздуха, но сильное увеличение размеров жировых капелек со временем маловероятно.

Кроме занесения механическим путем, жировые вещества загрязняют стекло, перемещаясь или «расползаясь» с металлических деталей приборов (оправы, корпуса) на стеклянные детали (по механизму молекулярной поверхностной диффузии); за жиривание стеклянных деталей может происходить и путем конденсации на них возогнанных составных частей смазок.

«Переползание» и расплывание масел по металлу и стеклу – явление вполне реальное. Известно, что по металлу сильнее расплзаются минеральные масла, чем животные жиры. Расползание масел по металлу – серьезное затруднение при изготовлении точных механизмов. Для его предотвращения металлические

детали погружают в растворы некоторых высших спиртов в четыреххлористом углероде или толуоле. По испарении растворителя поверхность металла оказывается покрытой слоем молекул твердого спирта, препятствующим расплзанию масла. Может быть взят, например, 0,25% раствор октодецилового спирта в четыреххлористом углероде.

А. П. Буин и Т. С. Дедова [30] провели исследование ползучести большого количества смазок, употребляющихся в оптических приборах. Т. М. Макарова [28] пришла к выводу о том, что переползание смазки – основная причина образования жировых налетов при хранении и эксплуатации приборов; затем следует назвать недочистку и только потом возгонку летучих компонентов смазок, главным образом, вазелинового масла. Налет, образующийся вследствие расплзания смазки, может расти с течением времени.

Если прибор нагревается целиком, а затем весь одновременно охлаждается, то пары масла конденсируются в первую очередь на металлических стенках, охлаждающихся быстрее, чем малотеплопроводное стекло. Только в результате длительного или постоянного перепада температур между отдельными частями прибора может возникнуть сохраняющийся конденсационный налет. Очевидно по этой причине он наблюдается в приборах сравнительно редко. Известен случай массового появления жирового налета в результате явной конденсации

паров масла на линзах фотообъектива. Масло испарялось с диафрагмы, смазанной жидкой, летучей смазкой.

Многочисленные наблюдения свидетельствуют о возможности существования комбинированного налета, состоящего из капелек воды или водного раствора в оболочке из жира или масла. Очень редко образуются своеобразные налеты вследствие осаждения на стеклах веществ нежирового характера, с какой-либо целью вносимых в прибор. Так, зарегистрирован случай осаждения на оптических деталях игольчатых кристаллов некоторых компонентов обволакивающего вещества («липкой смолы»).

Сейчас появилось много новых материалов, в том числе полимерных. Использование их в оптических приборах недопустимо без проверки летучести, так как может привести к образованию налетов новых видов.

Как можно видеть, капельные налеты делятся на две группы; одни из них зависят от природы стекла, вещество других наносится извне. Борьба с первыми заключается в употреблении достаточно устойчивых стекол, не подверженных гигроскопическим налетам, или в «облагораживании» поверхности стекла там, где это возможно, нанесением тем или иным способом защитных пленок, а также в герметизации и осушке полостей приборов, для того, чтобы избежать запотевания стекол.

20

Борьба с налетами второй группы сводится к строгому контролю за чистотой всех применяемых при этом материалов: ваты, салфеток, растворителей и т. д., к продуманности процесса сборки, созданию культурной обстановки в цехе и в особенности к выработке у рабочих элементарных представлений о причинах появления налетов и навыков правильного обращения с оптическими деталями.

Возникает еще один вопрос: какой вред приносит присутствие капельных налетов, мешают ли они работе приборов, действительно ли снижают их качество?

Капли налета рассеивают свет, тем самым уменьшая полезное пропускание, снижая контрастность изображения и разрешающую силу. Капли налета на деталях, установленных в фокальной плоскости прибора, бывают отчетливо видны и мешают наблюдать.

Количественно вред капельных налетов можно характеризовать следующими примерами: каждая отражающая поверхность призмы, покрытая налетом, вызывает снижение пропускания света прибором на 4 – 7%; присутствие гигроскопического налета на одной поверхности линзы фотообъектива «Индустар» оказалось причиной уменьшения полезного пропускания на 14%, а разрешающей способности – с 20 до 14 штрихов на миллиметр. Подобные примеры достаточно многочисленны и убеждают в необходимости исключения гигроскопических и жировых капельных налетов.

ПРОМЫВКА И ЧИСТКА ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Существуют предварительная очистка оптических деталей и окончательная. К предварительной очистке может быть отнесена вся промывка в оптических цехах и часть операций в сборочном цехе, где при окончательной сборке производится и окончательная чистка.

Некоторые операции, проводимые обычно в оптическом цехе, требуют чистоты поверхности стекла, сравнимой с чистотой, достигаемой лишь окончательной чисткой. Это – операции просветления, серебрения, алюминирования и т. п., требующие, кроме очистки поверхности стекла от жиров и пыли, еще и особой подготовки к нанесению диэлектрического или металлического слоя.

21

ПРОМЫВКА ДЕТАЛЕЙ В ОПТИЧЕСКИХ ЦЕХАХ

Основная цель промывки стеклянных деталей в оптических цехах – удаление остатков наклеечных смол и защитных лаков.

В состав наклеечных смол обязательно входят древесный или каменноугольный пек и, кроме того, канифоль и канифольные мыла, машинное масло, воск, парафин, минеральные наполнители (мел, тальк, гипс). Защитные лаки могут содержать нитроцеллюлозу, канифоль, льняное масло, шеллак и цветные наполнители (сажу, окись хрома, сурик, окись цинка и т. п.).

Перечисленные вещества, кроме наполнителей, растворимы в тех или иных органических растворителях: бензине, ацетоне, амилacetate, толуоле, дихлорэтane и т. д. Канифоль и шеллак растворимы в спирте.

Достаточная универсальность и относительная дешевизна таких растворителей, как бензин и ацетон, привели к повсеместному их применению для промывки. Однако в зависимости от состава смол и лаков иногда приходится применять и другие растворители или их смеси.

Органические растворители неудобны в использовании из-за горючести, большей или меньшей токсичности

при вдыхании и вредного воздействия на кожу рук работниц при ручной промывке.

Элементарные требования для уменьшения вредности и облегчения работы (даже при ручной промывке) следующие:

1. Участки промывки должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией.
2. Промываемые детали следует помещать в металлические ящики с растворителем на сетках или иных приспособлениях, позволяющих сразу переносить детали из загрязненного растворителя в более чистый, а не перекладывать каждую деталь. Необходимо, чтобы ящики имели крышки и накрывались ими пока детали выдерживаются в очередной порции растворителя (рис. 5 и 6).

22

3. Работницам, протирающим детали, следует работать в биологических перчатках *.

В принципе, вполне возможна промывка больших партий в установках, построенных по принципу экстракционных аппаратов с одновременной регенерацией растворителей и даже с последовательной подачей разных растворителей (одного

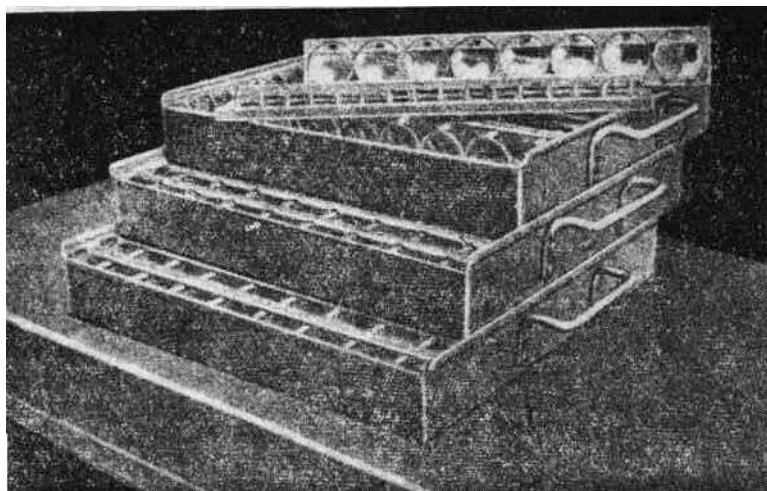


Рис. 5. Сосуды для массовой промывки деталей.

для смол, другого для лаков), либо с переносом из одного аппарата в другой сеток с деталями. Однако такие установки практически не применяются. Протирка в конце такого процесса не исключается.

* Приводим один из рецептов биологических перчаток:

Казеин	100 ч.
Аммиак 25%	15 ч.
Глицерин	100 ч.
Спирт-ректификат	283 ч.
Вода	284 ч.

Казеин замачивается в воде при 60 – 70° С на три часа при перемешивании. Затем постепенно вводится аммиак и масса размешивается до консистенции клея, после чего добавляются понемногу глицерин, а за ним спирт при тщательном перемешивании. Масса может использоваться в течение восьми-десяти дней. Ею мажут руки так, чтобы не было просветов и трещин. На защитный слой не действуют органические растворители, но кислоты и щелочи его разрушают. Смывается масса водой с мылом.

23

Процесс отмывания смол и лаков значительно ускоряется и облегчается под действием ультразвука. Для промывки используются и однокамерные установки, и агрегаты, в которых детали последовательно автоматически перемещаются из одной ванны в другую.

После нескольких циклов загрязненная первая ванна удаляется, на ее место передвигается вторая и т. д., а последняя наполняется чистым растворителем.

При такой последовательности не исключается трудоемкий процесс окончательного протирания деталей, занимающий достаточно много времени. Большие объемы заливаемые растворителей вызывают необходимость их регенерации или использования для каких-либо грубых операций. В принципе возможна промывка с помощью ультразвука в комбинации с душем и просушкой деталей, позволяющая получить чистые поверхности

без протирания, но конструкции таких агрегатов, разумеется будут сложнее, чем общепринятых и пока не разработаны.



Рис. 6.
24

Ультразвуковые установки можно сконструировать так, чтобы пары растворителей не попадали в помещение, и поэтому применимы эффективные, хотя и токсичные растворители. Так, например, для отмыwania смол, изготавливаемых над древесным пекем, и защитных нитролаков предлагалась обработка сначала четыреххлористым углеродом, затем ацетатом и снова четыреххлористым углеродом. Если же в состав смолы входит каменноугольный пек, то для первой ванны используется дихлорэтан.

Горючесть и токсичность органических растворителей не раз заставляли искать замену – водные растворы щелочей. Из-за того, что в смолах содержится канифоль, они разрушаются щелочью. Проникая в тончайшие зазоры между пленкой лака и деталью, щелочь способствует удалению лаковых пленок. Но для того, чтобы эти процессы шли интенсивно, приходится брать достаточно концентрированные растворы щелочи и повышать их температуру. В таких условиях возможно сильное разрушающее действие щелочи на стекло, ведущее к понижению класса чистоты из-за царапин и точек, а на стеклах типа тяжелых баритовых кронов – еще и к появлению белесых пятен. Кроме того, после действия щелочи детали приходится промывать водой, что еще более усиливает разрушение их поверхности. Щелочная промывка допустима лишь для химически стойких стекол I – II групп пятнаемости при строго установленных режимах и невысоких требованиях к отсутствию дефектов на поверхности деталей.

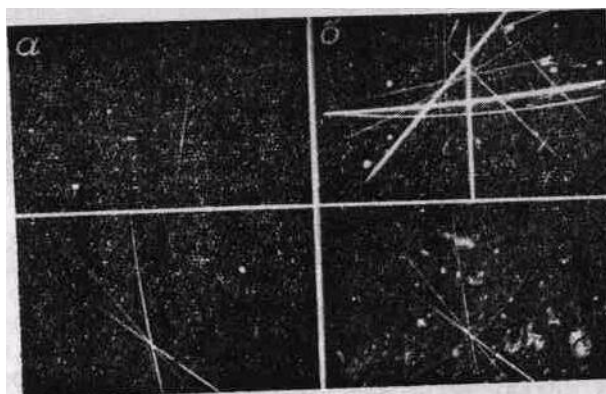


Рис.7. Поверхность стекла ГФ7: а - до воздействия воды; б - после обработки водой в течение 48 часов, $t - 20^\circ$ и 3 часов, $t - 80^\circ$, охлаждение в воде (увеличение $56\times$).

На микрофотографиях (рис. 7–9) при увеличении в пятьдесят шесть раз показаны результаты обработки стекла ТФ7 водой и стеклом К8 и ТФ5 щелочными растворами. Полированные поверхности последних двух стекол обрабатывались в течение одного часа 0,5 норм. раствором едкого натра при температуре 50°C или в течение 10 мин при температуре 90°C. На рисунках показан вид участков поверхности до воздействия воды или щелочи (а) и тех же участков после обработки (б). Отчетливо видно расширение имевшихся царапин, проявление новых, а на стекле ТФ7 – образование пятен [31].



Рис. 8. Поверхность стекла К8 до и после обработки 0,5 норм. щелочью в течение 10 мин, $t = 90^\circ$ (увеличение 56×).



Рис. 9. Поверхность стекла ТФ5 до и после обработки 0,5 норм. щелочью, в течение 1 часа, $t = 50^\circ\text{C}$.

ЧИСТКА ОПТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Цель чистки оптических деталей – удаление жиров, пыли и прочих механических загрязнений. Первые удаляют, чтобы избежать образования в будущем капельных жировых налетов, вторые – с целью сразу получить чистую поверхность. Эти задачи весьма трудны и могут быть решены как вместе, так и раздельно. Достичь хороших результатов – значит не только получить чистую поверхность стекла, но и добиться этого как можно быстрее и проще.

26

Процессы сборки и чистки неразрывно связаны. Приемы чистки определяются конструкцией прибора в целом и отдельных его узлов. При их разнообразии почти невозможно дать готовые рецепты составления инструкции по чистке и технологических карт. Правильная организация чистки возможна лишь при слаженности и четкости всего процесса сборки. Плохая организация этого процесса может лишить смысла многие операции чистки, замедлить их, сделать неудобными, привести к бесчисленным повторениям. Поэтому при построении технологического процесса сборки необходимо учитывать специфику чистки и особенности свойств поверхности стекла.

Затрудняют чистку и сборку:

- а) слишком большие допуски или небрежность при изготовлении оптических и сопрягаемых с ними механических деталей, вызывающие необходимость подбора и подгонки их друг к другу;
- б) плохое качество отделки механических деталей, создающее осыпку;
- в) подача на сборку недостаточно очищенных от жиров, пыли, мелкой стружки и т. п. механических деталей;
- г) низкое качество материалов, используемых в процессе чистки;
- д) плохая изолированность помещения для чистки от основного помещения сборочного цеха, недостаточная чистота на рабочих местах чистильщиц и несоответствие требованиям оборудования этих мест.

На качество чистки влияет организация работы не только в сборочных, но и во всех остальных цехах: оптическом, механическом, отделочном, цехе подсобных материалов и, наконец, в заводской лаборатории.

От степени участия лаборатории в подготовке и контроле подсобных материалов, применяемых при чистке, а также от наблюдения за правильным использованием их в самом процессе чистки в значительной степени зависит успех этого процесса.

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЧИСТКЕ

Органические растворители

1. Петролейный эфир – погоны легкого бензина, кипящие от 40 до 70° С. Растворяет минеральные, животные и растительные жиры, воск, некоторые смолы, вызывает набухание каучука. Получают в готовом виде (ГОСТ 11992-66, фракции 40–70°);

27

2. Спирт этиловый гидролизный ректифицированный высшей очистки по ТУ-3-66-65 содержит 4% воды, кипит при 78–79°. Удаляет со стекла следы «чистых» пальцев, растворяет мыла; плохо растворяет минеральные масла и животные жиры,

3. Спирт этиловый ректификат пищевой. Те же свойства.

4. Спирт этиловый ректификат (пищевой или гидролизный) осушенный. Приготавливается из ректификата 96° путем сушки над безводным медным купоросом и перегонки. Содержание воды в таком спирте 1–2%.

Безводный медный купорос готовят, нагревая кристаллический медный купорос на металлическом противне или в фарфоровой чашке до тех пор, пока все кристаллы не побелеют и не расплытся в порошок. Не следует нагревать кристаллы выше 230° С, так как при более высокой температуре медный купорос начинает разлагаться на окись меди (черного цвета) и серный ангидрид (удушливый белый дым). Обезвоженный медный купорос следует хранить в банке с притертой пробкой или с обычной пробкой, залитой воском, сургучом, парафином и т. п.

Спирт наливают в бутылку с плотной, лучше с притертой пробкой. Туда же всыпают обезвоженный медный купорос (на литр 50 – 100 г) и периодически взбалтывают. Когда порошок медного купороса станет голубым, спирт сливают с помощью сифона в другую бутылку, туда же всыпают новую порцию порошка. Эта операция проводится до тех пор, пока медный купорос не перестанет синеть, находясь в спирте в течение семи-восьми часов, при взбалтывании *. Высушенный спирт перегоняют. При этом приемник должен быть изолирован от влаги воздуха хлоркальциевой трубкой. Бутылку с сухим спиртом хранят тщательно закрытой.

Использованный медный купорос отфильтровывают от остатков спирта (лучше после отстаивания), рассыпают тонким слоем и после испарения основной массы спирта прокалывают и снова используют для осушки**.

5. Смесь петролейного эфира со спиртом. Петролейный эфир, отогнанный на нефтеперегонных заводах, по указанному выше ГОСТу, смешивается со спиртом (96%) в любом отношении. При смешивании тех же фракций, но отгоняемых из бензинов на маленьких установках, часто наблюдалось расслаивание смеси при содержании спирта ниже 12 – 15% (по объему).

* Обычно для осушки спирта, отвечающего ГОСТу или ТУ, т. е. содержащего 4% воды, достаточно одной-двух смен порошка.

** Выпускается также спирт этиловый абсолютный 99,7 – 99,8% по СТУ 57-360-64.

28

Чтобы избежать расслаивания, в смесь вводили осушенный спирт (98%) и увеличивали его содержание до указанного предела.

Используя петролейный эфир по ГОСТ 11992-66, спирт можно было бы не сушить, но практика показала, что осушка полезна, если смесь предназначается для окончательной чистки. Дело в том, что при понижении температуры в цехе не исключается возможность того, что смесь будет «мазать» из-за медленного испарения следов воды, и тогда осушка спирта окажется необходимой.

Совершенно достаточно составлять смесь из 90 – 88% петролейного эфира и 10 – 12% спирта (по объему). При чистке такой смесью поверхность стекла меньше всего электризуется, пылинки снимаются очень легко и смесь полностью улетучивается с поверхности деталей. Это было проверено специальными опытами. Одна и та же плоская деталь в одних и тех же условиях чистилась ватными тампонами, смоченными только петролейным эфиром или одним спиртом, одним этиловым эфиром, либо их смесями разного содержания.

Вычищенную деталь помещали на столик микроскопа, немедленно фотографировали (при темнопольном освещении), оставляли на столике в течение десяти минут и снова фотографировали. На микрофотографиях (рис. 10) отчетливо видна разница, в количестве пыли, осевшей в течение десяти минут. Чище всех была деталь, обработанная описанной выше смесью. Пылинки буквально сыпались дождем на деталь после чистки тампонами, смоченными чистым петролейным эфиром, и почти так же интенсивно – после чистки одним этиловым эфиром.

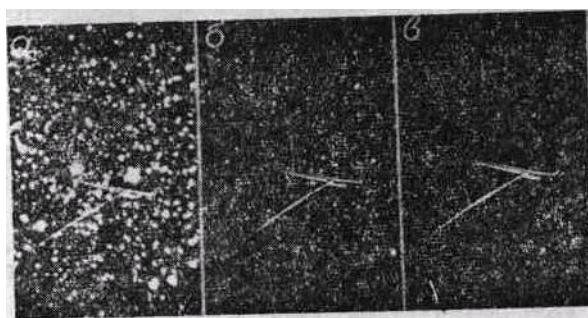


Рис. 10. Осаждение пыли после чистки разными растворителями: 1 – петролейным эфиром, 2 – этиловым эфиром, 3 – смесью петролейного эфира со спиртом (соотношение 9:1).

29

6. Эфир этиловый (серный) по ГОСТ 6265-52 получается в готовом виде; он может быть дополнительно очищен перегонкой, кипит при температуре $34,5^{\circ}\text{C}$, растворяет масла (животные и растительные лучше чем минеральные).

Примесь спирта в товарном продукте не мешает его использованию. Примесь кислот совершенно недопустима, поэтому следует употреблять препараты, в которых отсутствие кислот гарантируется.

К жидкостям, применяемым для окончательной чистки оптических деталей, предъявляются следующие требования:

- а) они не должны содержать таких растворимых примесей, которые могут загрязнить поверхность детали;
- б) не должны содержать взвешенных твердых частиц;
- в) скорость их испарения должна быть такой, чтобы с ними было удобно работать, т. е. не слишком большой, но и не малой. Температуры их кипения должны находиться в пределах $40\text{--}80^{\circ}\text{C}$;
- г) они должны хорошо растворять масла и жиры и способствовать удалению пыли; условия их применения не должны вредить здоровью работающих с ними.

Вот почему с момента получения заводом до момента использования для чистки с растворителями необходимо обращаться с исключительной аккуратностью. Если возникает сомнение в чистоте растворителей или нет в продаже требуемых марок, то растворители рекомендуется перегонять. Металлические перегонные установки следует монтировать в особом помещении с соблюдением всех мер противопожарной предосторожности. Небольшие количества могут быть перегнаны в стеклянной аппаратуре емкостью 1–2 литра на водяной бане. Однако удобнее и выгоднее пользоваться промышленными препаратами, закупаемыми в заводской упаковке.

Если качество таких препаратов гарантировано, то остается только следить за чистотой мелкой тары, в которой растворители выдаются в цеха и на рабочие места. Если же большие количества закупаются в тару потребителя (как, например, спирт), то следует строго контролировать чистоту бочек или бутылей и проверять качество спирта при получении со склада. К чистоте перегонной аппаратуры, сосудов, в которых промываются оптические детали, и сосудов, в которых растворитель выдается на рабочее место, разумеется, предъявляются строжайшие требования.

30

Загрязнить растворитель жировыми веществами чрезвычайно легко. Достаточно ввести в петролейный эфир только 0,001 % вазелина или вазелинового масла, чтобы эти растворы, нанесенные на чистое стекло * в виде одной маленькой капли, оставляли после испарения состоящий из капелек жира кольцевой след, видимый в микроскоп при увеличении $80\times$. Растворы, содержащие 0,03% этих веществ, оставляют пятно, видимое невооруженным глазом. Картина, которую можно наблюдать в микроскоп, представлена на микрофотографии (рис. 11). На 1 см^2 поверхности стекла, покрытой таким пятном, приходится всего около $3,5\cdot 10^{-7}$ жирового вещества.

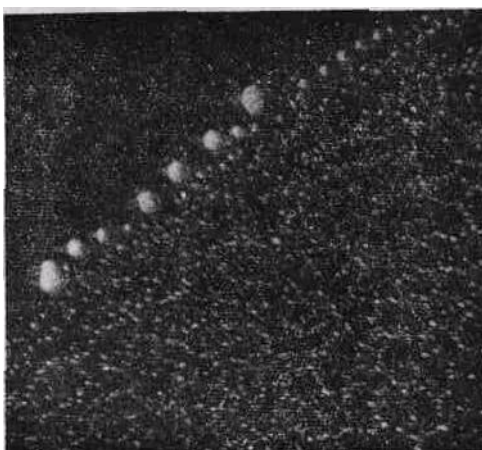


Рис. 11. След края капли раствора вазелинового масла в петролейном эфире, 0,03% увеличение 80х.

* Под «чистым стеклом» имеется в виду стекло, вычищенное как обычно, затем промытое погружением в несколько порций перегнанного петролейного или этилового эфира, и наконец, взятое пинцетом за нерабочие поверхности и облитое растворителем. После такой промывки к рабочей поверхности нельзя прикасаться тампонами, а тем более пальцами.

31

Так как органические растворители летучи, вся посуда, в которой их хранят и используют, должна быть снабжена хорошими пробками или крышками. На рабочие места растворители лучше всего выдавать в небольших количествах в сосудах типа качающихся чайничков (рис. 12) или сифончиков, выбрасывающих струйку при нажатии поршня (рис. 13), или дозаторов какого-либо иного устройства. Сосуды эти должны непременно быть прозрачными (стеклянными) для того, чтобы можно было видеть, чисты ли они или нет, и чтобы органические растворители на них не действовали.

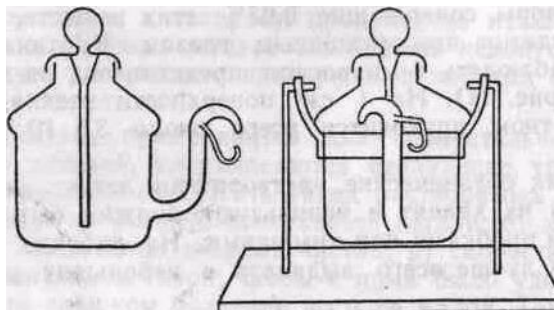


Рис. 12. Капельница-чайничек.

Теоретически, кроме перечисленных растворителей, возможно применение и других органических жидкостей, в особенности для смывания со стекла случайных брызг и мазков. В связи с появлением ряда новых материалов для герметизации, склейки, изоляции и т. д. могут понадобиться совершенно специфические растворители. В каждом отдельном случае приходится считаться с растворимостью в них того или иного материала. Одно условие остается постоянным – растворители должны быть чистыми и проверенными лабораторией.

Итак, выбор растворителя определяется целесообразностью его использования в каждом отдельном случае. Вот почему нельзя считать правильным довольно распространенное применение этилового (серного) эфира или его смесей со спиртом для массовой чистки. Наряду с обезжиривающими свойствами этиловый эфир действует наркотически, легко испаряется и насыщает атмосферу мастерской, сильно охлаждает смоченные им ватные тампоны, кисточки и поверхность деталей. Охлаждение может быть настолько сильным, что на тампонах выпадает роса или даже иней и тампоны начинают «мазать». Однако в ряде случаев для чистки каких-либо особенных деталей или деталей, выпускаемых малыми партиями, применение эфира может оказаться удобным.

32

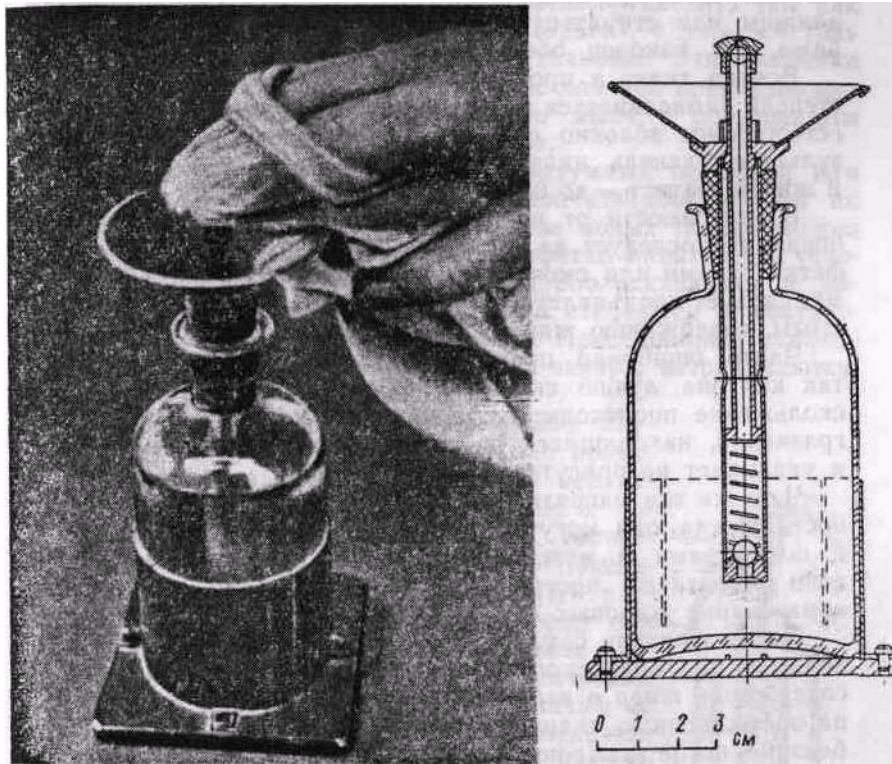


Рис. 13. Сифончик.

Салфетки

Для протирания оптических деталей используются салфетки из фланели, батиста, льняного полотна и прочих мягких тканей *.

* В частности, на таком известном предприятии, как фирма К. Цейсс (ГДР), всегда предпочитали салфетки из ношеного полотна, так как они мягки и не оставляют царапин на полированной поверхности стекла.

33

В настоящее время при окончательной чистке салфетки почти не используются, кроме отдельных случаев. При изготовлении деталей, промывке перед нанесением различных покрытий, салфетки широко используются. В зависимости от того, перед какой операцией протираются детали, салфетки должны или стираться обычным или специальными способами, или, наконец, обезжириваться.

Всякая ткань в процессе изготовления в той или иной степени замасливается минеральными маслами, а кроме того, естественное волокно содержит собственные жиры. В результате фланель, например, может содержать до 3% масел и жиров, батист – до 0,5%, полотно – около 0,3% и т. д.

В зависимости от назначения салфеток, от того, какая операция последует за протиранием, используются ли салфетки сухими или смоченными органическими растворителями, следует предъявлять разные требования к степени их чистоты, содержанию жиров, масел, следов мыла и т. п.

Часто ошибочно предпочитают новую стираную ткань, так как она лучше скользит по поверхности стекла. Это скольжение происходит из-за наличия жиров и других загрязнений, находящихся на ткани и на поверхности стекла, и указывает на присутствие загрязнений.

Чем же эти загрязнения вредны? Переходя на поверхность стекла, они могут ухудшать сцепление между стеклом и покрытиями и между отдельными слоями покрытий, а если салфетками протирают детали на сборке – вызывать образование жировых капельных налетов.

Новая фланель сама по себе оставляет на стекле мазки, видимые под микроскопом при увеличении в 40–80 раз, если содержание жира в ней превышает 1%. В то же время, если на обезжиренную ткань нанести раствор жира или масла в бензине, после испарения которого на ткани останется всего 0,1–0,2% жира, то и этого достаточно, чтобы после протирания такой тканью на стекле мог образоваться жировой налет. Жиры и масла, находящиеся на поверхности волокна, гораздо опаснее, чем собственный жир волокна. Жиры с поверхности сразу растворяются в органических жидкостях (спирте, ацетоне, бензине, эфире), смачивающих салфетки: из во-

локна жир извлекается гораздо труднее.

Салфетками, постиранными обычным способом с мылом, либо щелочными порошками, или с использованием современных моющих средств, можно пользоваться для протирания деталей после отмывания смол и лаков, подстилки под детали или на некоторых операциях предварительной чистки. Салфетки,

34

применяемые для чистки оптических деталей перед «химическим просветлением» или нанесением тем же методом многослойных покрытий, следует стирать более тщательно и особенно хорошо прополаскивать (до отсутствия щелочной реакции на индикатор – фенолфталеин), так как моющие средства типа порошков «Ладога», «Дон», «Астра» и т. п. очень сильно удерживаются тканями. Эти салфетки надо стирать в отдельном, специально для них предназначенном барабане. Не следует применять мыла с повышенным содержанием жиров типа «Детского».

Для чистки перед нанесением вакуумных покрытий или при использовании салфеток для окончательной чистки их следует обезжировать. Обезжиривание новых тканей можно производить с помощью щелочи. Салфетки кипятятся в течение часа в 0,5% растворе щелочи, прополаскиваются в дистиллированной или дождевой воде и стираются в соответствии с существующими нормами. Постищенные салфетки складываются рабочей стороной внутрь, встряхиваются, просушиваются и проглаживаются.

Другой способ обезжиривания (более глубокого) – экстракция. Салфетки (как новые, так и использованные) закладывают неплотно в металлический сетчатый цилиндр и помещают в экстракционный аппарат, сконструированный по принципу аппарата Сокслета (рис. 14). В бак аппарата заливают растворитель – петролейный этиловый эфир или толуол, бензол и т. п. После трех сливов растворителя салфетки отжимают механическим способом и переносят в сушильный шкаф (с вытяжкой). При этом способе обезжиривания в ткани остается минимальное количество жиров и она совершенно не разрушается. Органические растворители расходуются очень экономно, так как одновременно с извлечением жиров идет регенерация растворителя.

Из-за того, что салфетки используются для чистки сравнительно редко, в большинстве случаев можно удовлетвориться хорошей стиркой: если необходимо обезжирить только небольшое количество ткани, можно производить обезжиривание и без специальной аппаратуры. Салфетки заливают в закрытом сосуде тем или

35

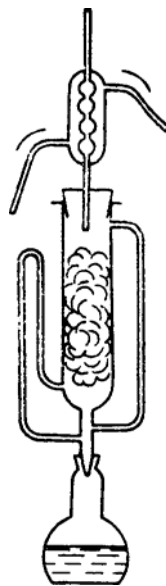


Рис. 14. Экстракционный аппарат Сокслета.

иным растворителем два-три раза и оставляют в каждой порции жидкости в течение одного часа. При этом неизбежны потери растворителя и необходима перегонная аппаратура для регенерации.

Обезжиривание рассматриваемыми способами производится в особом помещении с вытяжной вентиляцией, в котором имеются противопожарные средства.

Вата

В вате различие между наружным жиром и жиром волокна проявляется сильнее, чем в тканях. Протираание стекла ватой, прошедшей обезжиривание, но содержащей еще до 0,2% жира внутри волокна, не вызывает появления налета. Вата же, предварительно полностью обезжиренная, а затем поверхностно за жиренная путем пропитки раствором вазелинового масла в бензине (так, чтобы после испарения бензина на вате осталось 0,01 % масла) наносит на стекло достаточно материала для появления налета после выдерживания детали в течение трех часов при температуре 40° С, во влажном воздухе. Образование налета имеет место, когда стекло протирается поверхностным слоем пропитанного комка ваты. Если же вата берется из внутренней части комка, то она не оставляет следов на стекле даже при нанесении на комок 0,25% жира из раствора его в бензине. Вследствие капиллярных сил при испарении бензина с ваты почти все растворенное в нем вещество поднимается на поверхность комка, внутренние же части оказываются более чистыми. Эти факты заставляют подходить к очистке и обезжириванию ваты, ее расфасовке и хранению на рабочих местах весьма строго так, чтобы гарантировать отсутствие жиров, нанесенных извне, не повышая вместе с тем чрезмерно требований к удалению собственного жира волокна.

Смачиваемость ваты водой зависит от содержания в ней жира и состояния поверхности волокна. Вата, обезжиренная экстракцией эфиром, ведет себя иначе, чем вата, обезжиренная с помощью щелочи. Если степень за жиренности первой в какой-то мере влияет на смачиваемость, то на поверхность второй можно нанести до одного процента жира сверх имеющегося и не изменить смачиваемости ваты. С этой точки зрения оказалась порочной существовавшая качественная проба содержания жира в вате по скорости погружения комка в воду.

36

Для чистки оптических деталей используется вата двух сортов:

- а) вата гигроскопическая глазная, содержащая по ГОСТу не свыше 0,35% жиров, а практически – около 0,25%. Эту вату следует употреблять на предварительных стадиях чистки. Верхние слои крупных свитков ваты рекомендуется снимать. На рабочие места следует выдавать вату в мелкой расфасовке – не более 50 г;
- б) вата «для оптической промышленности» по ГОСТ 10477-63, с содержанием жиров не свыше 0,20% (практически еще меньшим).

Иногда приходится еще сталкиваться с необходимостью обезжиривания ваты на предприятиях, где она используется. Поэтому необходимо остановиться на некоторых способах обезжиривания.

Обезжиривание щелочью

Вату заливают 0,5% раствором щелочи, кипятят в течение часа, вынимают из щелочи щипцами или руками в резиновых перчатках, прополаскивают (обязательно в дистиллированной или дождевой воде), кипятят в 4–5 сменах воды, затем в слегка подкисленной воде и снова прополаскивают. Не отжимая вату, дают стечь воде и высушивают вату в сушильном шкафу. Сухую вату расчесывают или растрепывают руками в резиновых или белых трикотажных перчатках и расфасовывают небольшими порциями.

Количество жира в обработанной таким образом вате может быть доведено до 0,11 – 0,15%, но волокно в значительной степени разрушается щелочью.

Непременным условием является отмывание щелочи дистиллированной или очень мягкой водой; в противном случае на волокне осаждаются соли, образующие после высыхания очень мелкую пыль. Вместе со щелочью отмываются и мыла, образующиеся при обезжиривании. О полноте отмывания щелочи можно судить по реакции раствора с индикатором.

Обезжиривание с помощью моющих средств

Вату, свободно уложенную в марлевый мешок, заливают 0,1% раствором ОП7 или ОП10 с добавкой 6 г гексаметафосфата * на литр раствора. На кг ваты берется 30 – 35 литров раствора. Кипятят в течение получаса, отжимают, многократно прополаскивают водой, полощут в 0,25% растворе уксусной кислоты, снова несколько раз полощут в воде, отжимают окончательно, сушат и расчесывают или растрепывают (этот рецепт подсказан практикой).

* Гексаметафосфат добавляют для предотвращения ресорбции загрязнений, перешедших в раствор.

37

Отсутствие наглядных объективных признаков полноты отмывания моющими средствами типа ОП10 или ОП7 и большая адсорбируемость последних затрудняют использование этого способа обезжиривания в оптической промышленности.

Испытанные автором образцы ваты, обезжиренной по методике, описанной выше, или слегка измененной, давали мазки при чистке смесями как петролейного, так и этилового эфира со спиртом. Специальный анализ (экстракция ваты последовательно этиловым эфиром и спиртом) показал следующее (табл. 1).

Таблица 1

Тип ваты	Содержание извлекаемых веществ в %,		
	эфиром	сухим спиртом	сумма
Вата клиническая хирургическая:			
до обезжиривания	0,24	0,19	0,43
после обезжиривания ОП-10	0,12	0,25	0,37
Длинноволокнистая вата:			
до обезжиривания	0,26	0,11	0,37
после обезжиривания ОП-7	0,12	0,24	0,36

Приведенные данные могут помочь объяснить природу мазков. ОП7 и ОП10 растворимы в спирте и воде и нерастворимы в петролейном и этиловом эфирах. При чистке смесями эти вещества, неотмытые с ваты, извлекаются спиртом и могут оставлять следы на поверхности стекла так же, как и мыла, плохо отмытые при обезжиривании по первому способу.

Обезжиривание путем экстракции

Экстрагирование жира из ваты производится так же, как и из салфеток. Расчесывать вату после этого не надо. Содержание жира может быть снижено до 0,03 – 0,01 % без особого увеличения хрупкости волокна. Недостаток этого метода – опасность возникновения пожара.

38

Контроль содержания жира в салфетках и вате производят в лабораторных аппаратах Сокслета (рис. 14). Навеску ваты берут равной 5–10 г, тканей – 10–20 г. Извлечение жиров производят этиловым эфиром. Рекомендуется делать шесть сливов эфира. После отгонки эфира колбу с оставшимся в ней жиром высушивают до постоянного веса при 100–110° С.

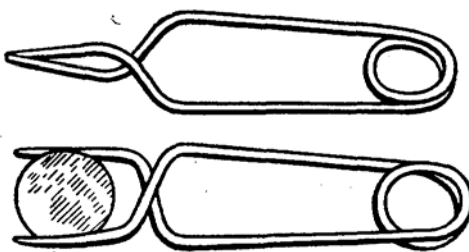


Рис. 15. Образец пинцета для линз.

Мыла экстрагируют спиртом в тех же самых приборах, из тех же навесок, взятых для определения количества жира. После пяти-шести сливов спирта его отгоняют и колбу с мылом просушивают до постоянного веса. Нагревание при экстракции должно быть отрегулировано так, чтобы жидкость спокойно капала из холодильника на вату или ткань. Количество растворителя берется с таким расчетом, чтобы слив происходил не раньше, чем вата полностью покроется жидкостью, а в колбе при этом оставалось бы небольшое количество последней.

Другие материалы для чистки

В некоторых зарубежных, странах для чистки оптических деталей используется специальная бумага из хлопковых волокон типа выпускаемой фирмой «Кодак» в США (Kodak lens cleaning paper) и предлагаемой для

протирки внешних поверхностей линз фотообъективов, фильтров и т. п. Бумага эта очень мягка и гладка, не имеет ворса. Применение ее и подобной ей бумаги для чистки деталей сложных приборов на сборке нам пока неизвестно, но вполне возможно, что ею можно заменить салфетки при чистке перед «просветлением» и т. п. операциями.

39

Все увеличивающееся разнообразие искусственных волокон также открывает перспективы использования их для чистки. Такая искусственная вата может быть непьющей и легкообезжириваемой, так как она не будет содержать жиров в составе волокна.

РАБОЧЕЕ МЕСТО ДЛЯ ЧИСТКИ

Основное требование к рабочему месту, предназначенному для чистки, – безусловная его чистота, исключающая возможность загрязнения вычищенных деталей.

Очистить детали от жира и предотвратить их зажиривание легче, чем бороться с пылью. Борьбу с пылью следует начинать с оборудования помещения для чистки и окончательной сборки. Это помещение должно быть изолировано от остальных участков цеха и снабжено приточно-вытяжной вентиляцией с подачей кондиционированного профильтрованного воздуха. В нем нельзя производить механические операции, которым сопутствует образование стружек, опилок и пыли. Стены и потолок необходимо окрасить светлой масляной краской или покрыть стеклопластиком. Они должны быть гладкими, без карнизов и выступов, на которых может скапливаться пыль. Пол следует покрыть линолеумом, предусмотреть мебель простой формы, без лишних ящиков, лучше всего со стеклянными шкафчиками для инструментов и приспособлений; необходимо окрасить ее светлой масляной краской. Поверхность столов, окрашенная черной матовой краской, покрывается стеклом.

Во многих отраслях современной промышленности радиоэлектронной, полупроводниковой, производстве особо чистых реактивов – предъявляются строжайшие требования к чистоте рабочих помещений [32].

Оптико-механической промышленности следует в разумных пределах позаимствовать опыт оборудования таких помещений и тем самым облегчить труд сборщиков и чистильщиц, повысить его производительность.

Помещение следует тщательно убирать: стены, пол, столы, верстаки и т. д. необходимо мыть и протирать влажной тряпкой. Столы, верстаки и пол следует протирать перед началом каждой смены. Стены, окна, двери и потолки моются реже.

40

Рабочие в помещении окончательной сборки обязательно должны носить чистые халаты и снимать их при выходе на обед или уходе с работы. Волосы следует убирать под платок или колпак. Необходимо менять обувь при входе, для чего перед помещением окончательной чистки должен быть небольшой тамбур или передняя со шкафчиками для хранения халатов и обуви. Прием пищи в мастерской категорически запрещается.

Рабочее место чистки в мастерской окончательной сборки должно быть оборудовано всеми приспособлениями, которые механизуют, облегчают и ускоряют сборку, сокращают время пребывания оптической детали на рабочем месте, предохраняют ее от попадания пыли и жировых веществ. Характер и устройство этих приспособлений могут быть крайне разнообразны, в зависимости от конструкции узлов и габаритов деталей.

В первую очередь рабочее место окончательной сборки следует снабдить пинцетами, раскрывающимися при нажиме (рис. 15), ключами, отвертками и т. д., соответствующими очищаемым деталям и тем операциям, которые проводятся на данном месте, а также палочкой для наматывания тампонов. Предпочтительнее употреблять деревянные палочки из несмолистых пород дерева. Металлические палочки (латунные) меньше пачкаются при работе, их легко очистить, они дольше служат, чем деревянные, но тампоны хуже держатся на них и могут сниматься во время работы. Во избежание этого кончик палочки покрывают насечками или обрабатывают грубым напильником, но тогда затрудняется сбрасывание отработанных тампонов. На деревянных палочках тампоны и держатся лучше, чем на металлических и сбрасываются достаточно легко. Для наматывания тампонов служит специальная подставка, представляющая собой невысокий цилиндр, на открытый конец которого натягивается замша или кусочек белого ситца, мадеполама и т. п. (рис. 16). Перед наматыванием ваты кончик палочки полезно окунуть в спирт, и тогда вата будет хорошо цепляться и наматываться на палочку. В нерабочем состоянии подставку для наматывания ваты защищают от пыли металлическим или стеклянным колпачком. Замшу или материю периодически меняют и моют в мыльной теплой воде.

При отрывании ваты образуется очень много пыли. На одном предприятии пробовали давать на окончательную чистку сеток палочки с ватными тампонами, заготовленными в другом помещении. На самом же

тоненький острый тампон и т. п. Использованные палочки возвращались обратно для наматывания. Само наматывание было организовано в отдельном небольшом помещении. Вата наматывалась на салфетках, лежащих на столе. Заготовленные палочки упаковывались по 10–15 штук в чистую папиросную бумагу и в стеклянных банках передавались в цех. При такой постановке дела в работе находилось до нескольких тысяч палочек, однако затраты на их изготовление окупались ускорением и облегчением чистки.

Кроме перечисленного оборудования, на каждом месте должны быть укладка для ваты – стеклянная или металлическая (рис. 17), коробка для сбрасывания использованных тампонов (рис. 18), колпаки для покрывания вычищенных деталей и собранных узлов.

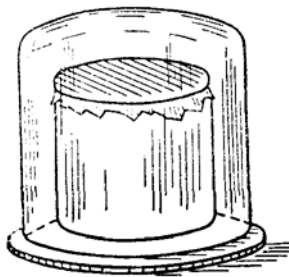


Рис. 16. Подставка для наматывания ваты на палочки.



Рис. 17. Укладка для ваты.

Очень важны сосуды для растворителей. Это могут быть стеклянные сосуды типа капельниц, качающихся чайников или сифонов (рис. 12 и 13).

Часто жидкости для чистки держат в баночках, не имеющих крышек или почти все время открытых. Делать это не рекомендуется, во-первых, потому что растворитель испаряется, а во-вторых, в результате непрерывного окунания тампонов в жидкости копяются мелкие волокна, пыль, а также небольшие количества масел и жиров, извлекаемых из ваты.

Если детали прополаскиваются в органических жидкостях, то на рабочем месте следует иметь сосуды типа широких стаканов с крышками, лучше всего шлифованными. Промывку и обезжиривание механических деталей (прокладных и прижимных колец и т. п.) необходимо вести в специальных сосудах отдельно от оптических деталей.

Следует сделать все, чтобы предотвратить загрязнение оптических деталей смазками и замазками и избежать их соседства. Если последние необходимы на рабочем месте для чистки, то те и другие помещают

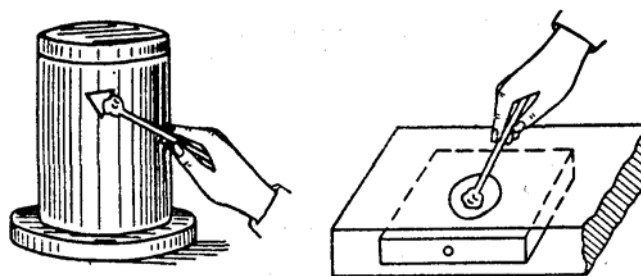


Рис. 18. Коробки для сбрасывания тампонов.

в специальные баночки с крышками, прикрепленные к определенному месту рабочего стола или вмонтированные в стол. Пинцеты, иглы, ключи для зажимных колец, инструменты для задавливания в оправу, палочки, кисти должны находиться в подставках и не касаться поверхности стола. В помещении необходим умывальник с теплой водой, чтобы рабочие могли вымыть руки после работы со смазками, переходя к другим операциям сборки.

Список минимально необходимого оборудования для чистки при окончательной сборке:

1. Верстак или стол с ящиками.
2. Лампа с матовым экраном (подвижным).
3. Укладка для ваты.
4. Коробка для сбрасывания использованной ваты.
5. Подставка с замшей для наматывания ваты со стеклянным или механическим колпачком.
6. Стеклянные сосуды для органических растворителей.
7. Сосуды для промывки деталей путем погружения *.
8. Салфетки *.
9. Набор пинцетов, игл, ключей, отверток и т. п.
10. Двигатель или волчок с набором цанг *.

* Наличие на рабочем месте предметов, обозначенных значком *, зависит от применяемого приема сборки и чистки.

43

11. Стеклянные колпаки для покрывания деталей и узлов,
12. Резиновая груша.
13. Большая мягкая кисть.
14. Лупа.

ПРОЦЕСС ЧИСТКИ ПРИ СБОРКЕ ПРИБОРОВ

Всегда возникает вопрос о последовательности операций сборки и чистки, так как в процессе предварительной сборки прибора, юстировки, подгонки под оправы, завальцовки и т. п. при неправильном и неосторожном обращении с деталями на них легко могут попасть смазки или жир с пальцев.

Возможны следующие варианты последовательности операции чистки и сборки:

1. Предварительное обезжиривание неоправленных оптических деталей партиями: предварительная сборка, завальцовка и т. п., проводимые так, чтобы детали совсем не пачкались смазками или выделениями кожи пальцев; окончательная сборка и чистка от пыли.
2. Предварительная сборка и подгонка с соблюдением предосторожностей против загрязнения оптических деталей, но без полной гарантии чистоты; обезжиривание неоправленных оптических деталей комплектами; окончательная сборка и чистка от пыли.
3. Предварительная сборка и подгонка так же, как во втором варианте, обезжиривание и очистка от пыли как неоправленных, так и оправленных или завальцованных деталей (каждой в отдельности).

Возможны и другие комбинации, например, массовое обезжиривание какого-либо одного вида деталей и индивидуальное – всех прочих и наоборот.

Первый вариант в настоящее время вряд ли может широко применяться. Во-первых, детали, несущие те или иные покрытия, в большинстве случаев передаются в сборочные цеха незагрязненными и относительно малозапыленными.

Однако при работе с такими деталями приходится серьезно опасаться внесения загрязнений при сборке, потому что покрытия в большинстве своем имеют мелкопористую структуру, истинная поверхность слоев очень

велика, и жировые загрязнения удерживаются ею в еще большей степени, чем на поверхности стекла без покрытий. От этого могут изменяться оптические свойства пленок, не говоря уже о внешнем виде изделий. Со временем, если жировые вещества и не выделяются в виде капельного налета, они могут стать питательной

44

средой для плесени. Во-вторых, не всегда возможна полная взаимозаменяемость деталей, а при подгонке исключительно трудно уберечь их от загрязнения.

Второй вариант более реален, но требует организованности и четкости и при подборе комплектов оптических и механических деталей для каждого экземпляра прибора, и при передаче их на предварительное обезжиривание, и при возвращении на окончательную сборку.

Наиболее распространено проведение чистки и сборки по третьему варианту, но, к сожалению, в нем часто отсутствует обезжиривание окуном, а вместо этого проводят трудоемкую, длительную чистку тампонами одновременно от жиров и пыли. Часто чистятся уже оправленные детали или даже поставленные на место в соответствующих узлах.

К третьему варианту приходится обращаться в тех случаях, когда из-за существующей конструкции прибора он неизбежен, а также при сборке единичных приборов. В массовом производстве гораздо экономнее обезжиривать детали партиями.

Предварительное обезжиривание деталей партиями в органических растворителях

Обезжиривание проводят в достаточно больших сосудах с плоским дном (металлических, стеклянных, фарфоровых или эмалированных), снабженных крышками. Детали помещают на специальные вкладные подставки, аналогичные применяемым при промывке, и заливают растворителем: смесью петролейного эфира со спиртом, этиловым эфиром, ацетоном, толуолом и т. п. Сосуды накрывают крышками. Через полчаса детали вынимают вместе с вкладной подставкой, дают стечь жидкости, переносят затем во второй, третий сосуды, после чего протирают обезжиренными салфетками и хранят до момента сборки, когда детали очищаются от пыли.

После промывки некоторого количества деталей, зависящего от их величины и степени загрязненности, жидкость из первого сосуда сливают в бутылку и хранят до регенерации. Жидкость из второго сосуда переливают в первый, из третьего во второй, в третий же наливают свежий растворитель. Вполне возможны установки для промывки деталей в органических растворителях, построенные по типу экстракционных аппаратов с непосредственной регенерацией растворителя. В таких условиях и при той или иной механизации процесса необходима протирка деталей.

45

Предварительное обезжиривание отдельных деталей

Если приходится обезжиривать каждую деталь в отдельности, то детали можно опускать с помощью удобного пинцета типа изображенного на рис. 15 последовательно в три небольших сосуда с растворителем, например, в стеклянные баночки, имеющие крышки, предохраняющие от испарения растворителя в промежутках между работой с ними. В каждом сосуде детали следует слегка прополаскивать и протирать тремя разными обезжиренными салфетками, после чего чистить окончательно. Детали, обезжиренные погружением, могут быть завальцованы без загрязнения. Существуют станочки, на которых завальцовывание проводится совершенно автоматически, без прикосновения рук. При ручной завальцовке стеклянную деталь можно придержать палочкой с сухим тампоном на конце или пальцем в чистом напальчнике.

Обезжиривание погружением недопустимо для деталей клеенных бальзамом или покрытых лаком. Такие детали следует осторожно протирать салфеткой, смоченной растворителем, или чистить тампонами ваты. Оправленные детали также нельзя погружать в растворитель, потому что жидкость может затечь под оправу и туда занесутся смазка и жиры, которые в дальнейшем могут растекаться и расплзаться по стеклу.

Так как при обезжиривании путем погружения расходуется довольно много растворителя, то производственники в целях экономии часто отказываются вводить этот способ в технологический процесс. Однако во многих случаях такая экономия фиктивна. Повышение расхода растворителей компенсируется ускорением процесса чистки, экономией ваты и лучшими результатами. Предварительное обезжиривание при этом можно производить за пределами помещения окончательной сборки.

Окончательная чистка деталей

В зависимости от того, каким способом производилась предварительная чистка деталей, они приходят на

участок окончательной чистки с поверхностью, за жиренной или загрязненной в разной степени.

При окончательной сборке почти неизбежно смазывание резьбовых поверхностей металлических деталей, в то время, как, например, прижимные кольца, наоборот, обезжириваются. Если эти операции проводятся на участке чистки, то их следует всеми возможными способами отделять от процесса чистки, вынося в

46

подсобное помещение, поручая определенному лицу, или разделяя во времени, чтобы работница могла тщательно вымыть руки, переходя к самой чистке.

Как бы хорошо ни была вымыта и вычищена деталь, пыль может попасть на нее в любой момент сборки. В процессе обезжиривания при протирании салфеткой пыль частично снимается, но могут остаться волоски от салфетки. Иногда хорошо промытую деталь достаточно обмахнуть большой мягкой кистью, чтобы удалить видимую пыль. Этот прием применим для призм.

С обезжиренной поверхности пыль снимается также путем протирания ее тампонами ваты, смоченными растворителем и чистки небольшими кисточками (из беличьего волоса). Такая чистка может производиться на ручном волчке или электродвигателе (рис. 19, 20).

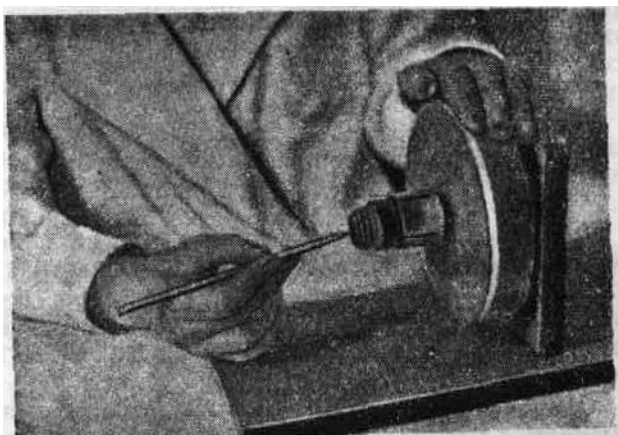


Рис. 19. Чистка на ручном волчке.

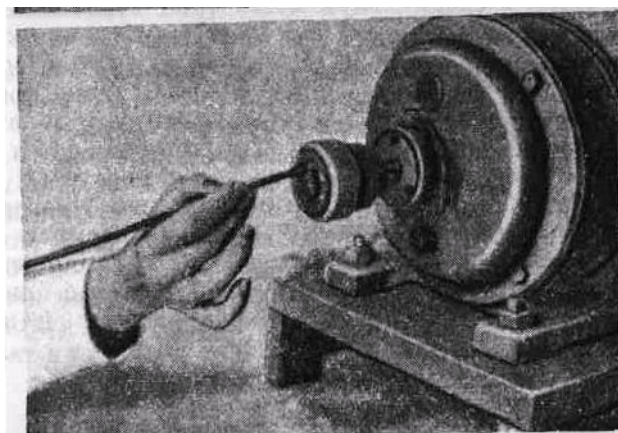


Рис. 20. Чистка на электродвигателе

47

Серьезная помеха при таком способе чистки – электризация поверхности стекла, вследствие натирания ее ватой и, в особенности, сухими волосяными кисточками. Чем суше воздух в помещении и быстрее вращается деталь, тем больше величина приобретаемого заряда и сильнее, притяжение пылинок к поверхности стекла. На необходимость борьбы с электризацией указывалось в работе Н. Г. Королева [33] еще в 1933 г.

Было предложено несколько способов борьбы с электризацией. Уже упоминалось о том, что применение рекомендуемой смеси петролейного эфира со спиртом (соотношение 9:1) способствует удалению пылинок. Полезно также для последнего протирания слегка смочить тампон чистым спиртом. Чрезмерное увлажнение

тампона может дать обратный эффект. Для ослабления трения тампона о стекло рекомендуется применять двигатели с малыми скоростями вращения (не больше 200 оборотов в минуту) и ручные волчки. Испытывалась чистка в струе чистого влажного воздуха. Это способствует снятию заряда со стекла и в то же время создает постоянное обдувание детали.

Имеются сведения о применении для чистки щеточных машинок, сконструированных по принципу миниатюрного пылесоса, при этом деталь либо вращается между щеточками, либо щеточка движется по детали с одной стороны.

Применялась также протирка сухими салфетками, предварительно пропитанными водной суспензией мелкого крокуса. В нашей промышленности этот способ не привился, так как при этом значительно увеличивается запыленность воздуха мастерских, не говоря уже об опасности порчи просветляющих покрытий и т. п.

При чистке на двигателе или волчке круглые детали помещают в специальную цангу (рис. 21). После того, как волчок или мотор начнет двигаться, тампон или кисточку приводят в соприкосновение с деталью между центром и краем, ведут через центр к противоположному краю против направления вращения и быстро отрывают. Таким образом, благодаря вращению детали захватывается и очищается вся ее поверхность (рис. 22). В конце чистки в некоторых случаях могут применяться кисточки, хотя практика многих заводов показала, что пыль можно снять при помощи одной только ваты, во многих случаях даже сухой, не смоченной растворителем. Каждый тампон используют только один раз. Не следует бояться потратить лишние тампоны и потерять много времени.

48

Когда вычищена одна сторона детали, ее переворачивают при помощи пинцета или перекалывают в другую цангу и чистят вторую сторону.

Посеребренные, лакированные, склеенные призмы и другие детали некруглой формы чистят вручную, держа их специальными инструментами – пинцетами и т. п., или по несколько штук в специальных укладках, позволяющих перекалывать их, не касаясь пальцами. После того, как детали вычищены и узел собран, поверхности деталей просматриваются и подчищаются на месте, так как пылинки могут осесть на них в самый последний момент.

Не будет лишним привести для сведения начинающих несколько примеров «индивидуальной» чистки разных деталей.

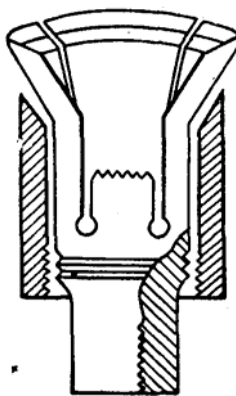


Рис. 21. Цанга для чистки линз на двигателе.

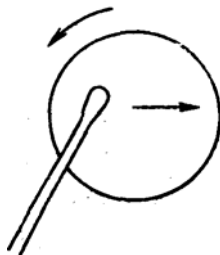


Рис. 22. Направление движения тампона по детали.

Призмы неклееные малых размеров. Призму берут специальным пинцетом. Все поверхности, в том числе и шлифованные, протирают ваткой, смоченной спиртом и смесью, до тех пор, пока не останется ни подтеков, ни полос, замечаемых глазом. Призмы опускают в стакан со смесью, прополаскивают в ней, переносят во второй

стакан, также прополаскивают и протирают салфеткой. Затем полированные поверхности чистят от пыли и ворсинок ваткой, намотанной на палочку и смоченной смесью. Призму обмахивают кистью и ставят на место.

49

Призмы неклееные больших размеров и клееные. Полированные поверхности и края шлифованных поверхностей призм протирают ватой, смоченной спиртом и смесью, до удаления видимых полос, подтеков и протирают салфеткой. Затем полированные поверхности многократно протирают ватой, смоченной смесью. Число меняемых тампончиков и их размеры зависят от величины поверхности. Призму обмахивают кистью и ставят на место.

Круглые детали без оправы. Протирают вручную спиртом (в пинцете), прополаскивают в двух-трех порциях смеси, ставят на двигатель или волчок, чистят тампонами, смоченными смесью. В последний раз проводят тампоном, чуть-чуть смоченным спиртом, и ставят деталь на место.

Круглые неклееные детали в оправках. Оправы и детали перед завальцовкой в отдельности прополаскивают в двух-трех порциях смеси и вытирают салфеткой. Произведя завальцовку, деталь с помощью цанги помещают на двигатель или волчок и чистят как неоправленную, но ватку надо смачивать слегка или отжимать на подставке для наматывания, чтобы жидкость не затекала за оправу.

Клееные круглые детали в оправках. Эти детали чистят только тампончиками ваты вначале вручную, затем на двигателе или волчке. Продолжительность чистки и число тампончиков зависят от величины детали и ее назначения. Наружная сторона объективов и главных линз не требует тщательной чистки, так как ее всегда можно протереть, а кроме того, эти детали часто ставят на замазке.

Если детали склеены веществами, не растворимыми или плохо растворимыми в органических растворителях, например, клеем ОК-50, бальзамином, то их чистку проводят так же, как чистку неклееных деталей.

Примеры сборки узлов с предварительно обезжиренными деталями

Чрезвычайно трудно дать универсальную схему такой сборки вследствие конструктивных различий между оптическими приборами. Можно, однако, привести несколько примеров сборки довольно типичных узлов, проверенной на практике.

Сборка двухлинзового окуляра с прокладными кольцами. Механические детали получали на окончательную сборку чистыми, обезжиренными и тщательно протертыми или просушенными; оптические детали поступали

50

с предварительного обезжиривания. Первую линзу брали пинцетом из ящика, протирали тремя-четырьмя тампонами сухой ваты. Волоски сдували с помощью резиновой груши. На столбик для сборки окуляра (рис. 23, 1) заранее помещали прижимное кольцо, а на него вычищенную линзу и прокладное кольцо. Направляющую трубку поднимали и покрывали стеклом или колпачком. Затем очищали от пыли вторую линзу и помещали на столбик; направляющую трубку поднимали еще выше; на нее ставили оправу окуляра и прижимали, надевая на линзы кольца (рис. 23, 2). Прижимное кольцо завинчивали и затем довертывали ключом.

Если во время сборки на линзу случайно попадала смазка, появлялся след пальца и т. п. (что может произойти лишь при небрежной работе), то такая деталь считалась браком о работе сборщика.

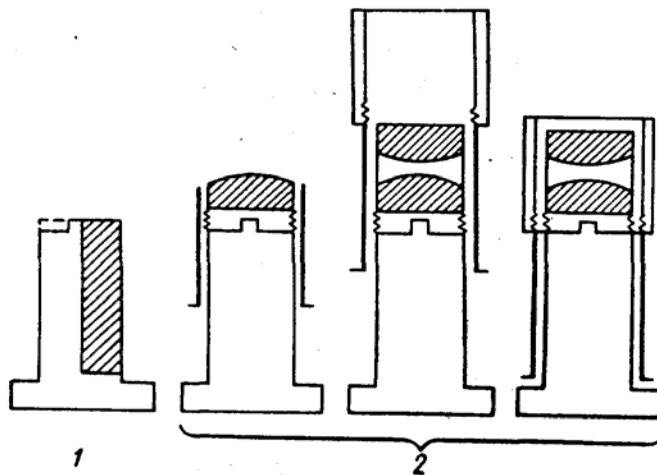


Рис. 23. Схема сборки двухлинзового окуляра.

Загрязненную оптическую деталь или возвращали на массовую промывку, или подчищали на месте органическим растворителем.

Сборка узла с призмой. Призму с одной посеребренной поверхностью брали пинцетом за шлифованные грани, помещали на подставку, смазывали клеящим веществом и вкладывали в оправу, к которой была предварительно приклеена прокладка. Призму прижимали к оправе при помощи пинцета, конец

51

которого, касавшийся стекла, был обклеен замшей или резиной. При контроле качества изображения и прочности вклейки принимались все меры, чтобы не касаться пальцами оптических поверхностей. Например, при проверке прочности вклейки призму вкладывали в специальную подставку, обтянутую замшей или резиной (рис. 24), и держа за штифт, имевшийся на оправе, пытались сдвинуть с места. Перед окончательной сборкой узла призму протирали сухим ватным тампоном и обмахивали кистью или обдували воздухом из груши.

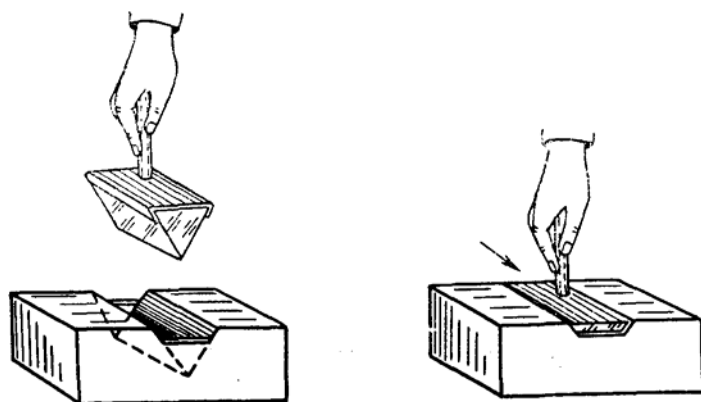


Рис. 24. Приспособление для проверки прочности вклейки призм в оправу.

Для каждого прибора, каждого узла и детали должен быть продуман ход процесса сборки, гарантирующий чистоту обезжиренных деталей.

Каким бы способом ни проводились чистка и сборка, следует твердо помнить, что **запачкать поверхность стекла легко, отчистить же очень трудно**, особенно, если деталь уже оправлена.

У сборщиков должны быть выработаны навыки такого обращения с деталями, которое сводило бы к минимуму возможность их загрязнения.

52

РАЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЧИСТКИ

Особенности чистки деталей, предшествующей некоторым специальным операциям

Недостаточная чистота поверхностей стекол, на которые наносятся просветляющие, отражающие и т. п. покрытия, сильно сказывается на прочности сцепления пленок покрытия со стеклом и может быть причиной шелушения. Обычно на участок просветления подаются хорошо промытые детали, не загрязненные маслами, смазками и т. п. Поэтому пока речь идет об однослойном и двухслойном просветлении, как правило, достаточно протирания детали чистой салфеткой или тампонами обезжиренной ваты, смоченными спиртом, или даже протирания сухим тампоном поверхности вращающейся детали, смывтой несколькими каплями спирта, выпущенными из пипетки. Но уже при трехслойном просветлении присутствие загрязнений нередко дает себя знать. Причиной многих «эпидемий» того или иного брака, чаще всего объясняемого сезонными изменениями влажности в помещениях, на самом деле может быть недостаточное удаление загрязнений при промывке.

Случайные отклонения от режима промывки и протирки после полировки или центрировки, несоблюдение строгого режима стирки салфеток как для участка промывки, так (особенно) и для участка просветления, могут приводить к этим остаточным, зачастую невидимым загрязнениям; чистка спиртом в этих случаях может оказаться недостаточной, и все это вместе взятое приводит к браку (например, к появлению «сыпи» или шелушению покрытий).

Для чистки перед просветлением следует употреблять или тампоны обезжиренной ваты, или мягкие

тщательно постиранные, и главное, хорошо прополосканные салфетки, батистовые или из ношеного полотна. Тонкие салфетки следует вкладывать в салфетки из фланели. Участок просветления должен снабжаться таким количеством салфеток, которое обеспечило бы достаточно частую их смену.

Так же, как и на сборке, недопустимо многократное использование одного и того же тампона ваты. Тампон, которым деталь протерта один раз, должен быть сброшен. Экономия ваты в данном случае бессмысленна и вредна. Так же недопустимо использование загрязненных салфеток. Если такие салфетки легче скользят по стеклу, то только потому, что грязь служит смазкой, и облегчая трение, одновременно пачкает деталь.

53

Недопустима чистка этиловым эфиром (иногда называемым «серный»), даже наркозным, так как в результате его применения покрытия получают мутными.

Чистка деталей перед нанесением покрытий вакуумными методами имеет свои особенности, но описание этого процесса не входит в нашу задачу. Его следует искать в специальных руководствах.

Чистка оптических деталей из кристаллов

Технологические процессы промывки и чистки кристаллических деталей мало разработаны. Из-за большого различия в химическом составе кристаллов, применяемых в приборостроении, в их химических свойствах и растворимости нельзя дать единого рецепта для их промывки и чистки. К тому же их механические свойства (малая твердость, хрупкость) заставляют быть исключительно осторожными при работе с ними. Поэтому следует особое внимание уделять качеству ваты и салфеток, отсутствию в них узелков, твердых частиц – всего, что может поцарапать полированную поверхность; для удаления пыли по возможности необходимо пользоваться мягкими кисточками или резиновыми грушами.

К чистоте обработки кристаллических деталей (по точкам и царапинам) пока предъявляются менее строгие требования, чем к стеклянным деталям, а следовательно, на них допускается большое количество пылинок. Тем не менее приходится по возможности тщательно удалять последние, не говоря о том, что если детали при полировке наклеиваются смолой или смесями воска с канифолью, то необходимо удалять следы этих веществ.

При разработке режимов промывки и чистки деталей из кристаллов необходимо в первую очередь учитывать их растворимость.

Такие вещества, как хлористый натрий (каменная соль), хлористый калий (сильвин), бромистые и йодистые соли щелочных металлов хорошо растворимы в воде. Даже при действии паров воды, находящихся в воздухе, поверхность кристаллов мутнеет, так как на ней образуются мельчайшие кристаллики при повторных увлажнении и высыхании.

Кристаллы фтористого лития очень слабо растворимы в воде, но тем не менее их полированная поверхность при смачивании водой сразу мутнеет. Под микроскопом видно, что мутное пятно представляет собой сеть проявившихся царапин. В табл. 2 и 3 приводятся данные по растворимости кристаллов в воде и некоторых органических жидкостях. Хлористый калий и натрий, бромистый калий, йодистый цезий в той или иной степени растворимы в спирте, но не растворимы в эфире и петролейном эфире, йодистый цезий, в отличие от первых трех веществ, заметно растворяется в ацетоне.

54

Таблица 2 Растворимость общеупотребительных кристаллов в воде

Кристалл	Растворимость в г, на 100 г воды	t °C
Хлористый натрий	35,6	0
Сильвин	34,7	20
Бромистый калий	53,0	0
Йодистый цезий	44,0	0
KRS-5	0,05	20
Квасцы алюминиевые	2,96	0
Фтористый литий	0,27	18
ADP *	22,7	0
KDP *	18,3	20
Флюорит	0.0016	25

Таблица 3

Растворимость солей в органических растворителях, г на 100 г раствора при 20° С [34]

Соль	Растворитель			
	Спирт этиловый абсол.	Спирт метиловый абсол.	Ацетон абсол.	Глицерин абсол. (г на 100 г глицерина)
Хлористый натрий	0,07	1.4	0.0004	8.2
Сильвин	0,21 – 0,34	1,9-0,5	0,0009	6,9
Бромистый калий	0,45	2,5 – 2,04	0.04-0,66	18
Азотнокислый натрий	0,036	0,41	–	–
Йодистый цезий	3,15-3,65**	–	0,22	

* Дигидрофосфаты аммония и калия.

** При температуре 25° С.

55

Таблица 4

Качественное сравнение растворимости общеупотребительных кристаллов в органических растворителях

Кристаллы	Растворители							
	спирт этиловый	эфир этиловый	эфир петролейный	толуол	ацетон	амид-ацетат	четырёхлористый углерод	дихлорэтан
Хлористый натрий	следы	нер.	нер.	нер.	нер.	нер.	следы	нер.
Сильвин	сл. р.*	»	»	»	следы	следы	следы	»
Бромистый калий	раств.	следы	следы	»	сл. р.	нер.	нер.	»
Фтористый литий	следы	нер.	нер.	»	нер.	»	»	»
Флюорит	»	оч. сл. следы	оч. сл. следы	»	сл. сл.	»	сл. сл.	сл.
Йодистый цезий	раств.	нер.	нер.	следы	раств.	нер..	сл.	»
ADP	следы	»	»	нер.	нер.	нер	оч. сл.	нер.
KDP	следы	»	»	»	»	»	»	»
KPS-5	сл. р.	сл. р.	следы	следы	»	»	»	сл. р.

В табл. 4 приведены полученные нами качественные данные, характеризующие опасность порчи полированной поверхности кристаллов при соприкосновении с органическими жидкостями, применяемыми при промывке и чистке.

Сравнивалась интенсивность осадков, оставшихся на часовом стекле после испарения одинаковых объемов жидкости, в которых находились кусочки кристаллов в течение одинакового времени.

Из табл. 4 видно, что отсутствовали в табл. 3 флюорит, фтористый литий, кристаллы KRS, ADP, KDP крайне слабо растворяются в спирте и во всех остальных жидкостях. Таким образом, детали, изготовленные из них, можно чистить без больших помех петролейным или этиловым эфирами и смесями их с осушенным спиртом (содержащими 10% последнего). То же в большей степени относится к более растворимым в спирте хлористому натрию и сильвину. Детали из йодистого цезия и бромистого калия не рекомендуется чистить ацетоном.

сл. р – слабо растворим,
нер. – нерастворим.
сл. сл. – слабые следы,
оч. сл. – очень слабые следы.

56

Другие испытанные растворители менее удобны для применения из-за высокой температуры кипения, т. е. медленного испарения, или вследствие токсичности (дихлорэтан, четыреххлористый углерод).

Промывка и чистка бескислородных стекол

Бескислородные стекла марок от ИКС 23 до ИКС 30 (содержащие в своем составе серу, мышьяк и некоторые другие элементы) нерастворимы в воде и не взаимодействуют с растворами кислот, неналетопасны, нерастворимы в бензине, ацетоне, спирте, этиловом эфире, петролейном эфире и их смесях. Однако эти стекла легко разрушаются щелочными растворами. Кроме того, они значительно мягче силикатных стекол, легче царапаются и менее прочны.

Промывка щелочными растворами совершенно недопустима для таких стекол, промывка же в бензине, ацетоне, спирте и в их смесях может вестись так же, как и промывка обычных стекол. При чистке деталей из таких бескислородных стекол можно пользоваться теми же растворителями, что и при чистке деталей из силикатных стекол, только употребляя отборную вату.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При чистке оптических деталей принципиальны следующие положения:

1. Следует твердо помнить, что загрязнить поверхность оптических деталей очень легко, очистить же – трудно. Особенно трудно поддаются чистке оправленные детали, уже установленные в приборе. Легче и экономнее предупредить загрязнение, чем заниматься бесконечными перечисткой и подчисткой на месте. Вот почему следует стремиться к тому, чтобы приборы собирались в один прием, без переделок и ремонта, так как всякое вскрытие прибора связано с необходимостью перечистки.

2. С той же целью – предупреждения загрязнений и облегчения чистки – следует с большим вниманием относиться к чистоте и удобству рабочего места, к тщательной подготовке и очистке механических деталей, к кондиционности материалов: растворителей, ваты, салфеток, смазок и т. д.

3. Оптические детали, как правило, подаются на сборку очищенными от наклеечных смол лаков и других производственных загрязнений. Часто они несут на себе разные покрытия. С этим связана необходимость осторожного обращения с ними.

4. Цель дополнительной предварительной очистки в сборочных цехах – удаление жиров, следов пальцев и т. д., которые могут попасть на детали во время предварительной сборки. Экономнее и производительнее подавать на детали предварительную чистку партиями.

5. Главная задача окончательной чистки заключается в удалении с поверхности деталей пылинок и других твердых частиц.

6. Чистка занимает значительное место в процессе сборки, отнимает много сил и времени. Поэтому необходимо максимально подчинять конструктивные особенности приборов и ход операций сборки условиям удобства чистки.

7. Основное требование к сборщику – **не касаться пальцами поверхности оптических деталей.**

58

8. Потребность в модернизации технологии чистки и сборки оптических приборов, в создании принципиально новых приемов и подборе новых материалов для чистки давно назрела. Перед технологами и конструкторами в этом направлении – широкое поле деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенщиков И. В., Известия АН СССР, сер. техн., 1937, № 1, стр. 3.
2. Дискуссия о природе полировки стекла. ОМП, 1956, № 1, стр. 4; № 2, стр. 42; № 3, стр. 45.
3. Zarzicki I., Mesard R., Phys. Chem. Glass, 1962, 3, № 5, p. 163.
4. Шелюбский В. И., Стекло и керамика, 1955, № 1, стр. 8.
5. ГОСТы 13917-68, 13659-68.

6. Молчанов В. С., ОМП, 1941, № 2, стр. 3.
7. Молчанов В. С., Прихидько Н. Е., Изв. АН СССР, сер. хим., 1957, № 10, стр. 1157; 1959, № 6, стр. 975.
8. Хозяинов М. И., Иогансон М. М., ОМП, 1935, № 3, стр. 9.
9. Разумовская З. Г., Митюшова Н. М., ОМП, 1957, № 3, стр. 69.
10. Родионова М. С., Трощенко А. Т., ОМП, 1959, № 10, стр. 44; Родионова М. С., ОМП, 1962, № 7, стр. 45.
11. Байгожин А., Родионова М. С. и др., ОМП, 1963, стр. 46, № 7, стр. 40.
12. Родионова М. С., Латынина А. И., ОМП, 1960, № 9, стр. 45.
13. Oberliess P., Pohlman I., Naturwissenschaft, 1958, № 20, стр. 487
14. Родионова М. С. и др., ОМП, 1968, № 11, стр. 60.
15. Umrig-Farkas M., Feingeraietechn., 1966, 15, № 8, s. 336.
16. Ryland H., Trans. Opt. Soc. 1917. 19, p. 178.
17. Martir L., Griffiths C. Trans. Opt. Soc. 1919, 20, p. 135.
18. Merigou R.. Revue d'Optique, 1937, № 9, p. 281. (Сокращ. перевод Суйковской Н. В. ОМП, 1937, № 12, стр. 13).
19. Elsdon A. V., Roberts O., Jones H. S. J., Soc. glass Techn. 1919, 3, p. 52.
20. Morey O.. JOSA, 1922, 6, p. 668,
21. Петров В. В., ОМП, 1931, № 2 – 3, стр. 32.
22. Ястребова Л. С., Молчанов В. С., ОМП, 1946, № 3 – 4, стр. 41; № 5 – 6, стр. 22.
23. Zschimmer E., Ztsch. f. Electrochemie, 1905, S. 639.
24. Рождественский В. Н. ОМП, 1967, № 3, стр. 45.
25. Казанский А. В., Кокорина В. Ф., Молчанов В. С., Макарова Т. М., Ястребова Л. С., ОМП, 1957, № 6, стр. 56.
26. Ястребова Л. С. Защита силикатных оптических стекол от химического разрушения. М., Оборонгиз, 1958.
27. Рождественский В. Н., ОМП, 1962, № 7, стр. 31.
28. Макарова Т. М. Причины образования жировых налетов на оптических деталях. М., «Машиностроение», 1964.
29. Bulkley R., Snyder G., J. Am. Chem. Soc., 1933, 55, 194.
30. Буин А. П., Дедова Т. С., ОМП, 1963, № 4, стр. 43.
31. Мечковская Т. А., Молчанова О. С., ОМП, 1970, № 8, стр. 44.

60

32. Степин Б. Д. и др. Методы получения особо чистых веществ. Л., «Химия», 1969.
33. Королев Н. Г., ОМП, 1933, № 8 – 9, стр. 22.
34. Справочник по растворимости солевых систем под ред. Здановского А. Б. т. 3.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Стекло и его поверхность	4
Налеты на поверхности оптических деталей	9
Промывка и чистка оптических цехах	22
Чистка оптических деталей	22
Основные материалы, применяемые при чистке	27
Рабочее место для чистки	40
Процесс чистки при сборке приборов	44
Разные процессы чистки	52
Заключение	58
Литература	60