

В. Осипов

РУКОВОДСТВО ПО ОБРАБОТКЕ ОПТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Под редакцией проф. А. П. Афанасьева

ЛЕНИНГРАД, РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ ВООМП 1931

1-я тип. издательства Ленинградского Облисполкома и Совета, 2-я
Советская, 7.

Призыв рабочих в научно-техническую литературу.

Решение ЦК ВКП(б) о технической пропаганде, призыв рабочих авторов в техническую литературу нашли широкий отклик в пролетарских массах. Путь рабочему автору в литературу широко открыт и пролетарская творческая мысль неопровержимо доказывает, какой ценный вклад она может сделать в науку и технику.

Книга рабочего Опытного завода ВООМП т. Осипова является важнейшим моментом по пути создания своей пролетарской технической литературы, моментом, имеющим исключительно большое значение для оптико-механической промышленности, почти не имеющей технической литературы на русском языке.

Книга т. Осипова детально освещает вопросы обработки поверхностей оптического стекла и является ценнейшим практическим пособием для рабочих оптико-механической промышленности.

Шаг за шагом, простым понятным языком, книга вводит читателя в процессы обработки поверхностей — от распиловки стекла до точнейшей шлифовки.

В настоящее время т. Осипов прикомандирован для научных работ к Оптическому Институту и обучается в Университете на оптическом отделении.

Призыв рабочих авторов-ударников в техническую и научную литературу особенно увеличивает ценность труда т. Осипова, показывая нашим рабочим-авторам пути, по которым они должны идти в своей работе. Правление и Редакционно-Издательский отдел ВООМП, намечая в дальнейшем самое широкое привлечение авторов с производства к составлению технической и научной книги, обращаются к рабочим и инженерно-техническому персоналу с призывом следовать примеру т. Осипова.

Председатель Объединенного Редакционного Совета ВООМП и ГОИ **И. А. Уваров.**

Технический руководитель

Ред.-издат. отдела ВООМП **Г. Я. Меламед.**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Несмотря на то, что оптическая промышленность зародилась у нас свыше двадцати лет назад, руководств, специально посвященных оптической обработке стекла, до сих пор на русском языке не появлялось. Впрочем, и иностранная литература в этом отношении необыкновенно бедна. По-видимому, это объясняется главным образом тем, что, несмотря на свое широкое развитие, оптическая промышленность за границей по своей организации еще не вышла из стадии кустарной промышленности. На каждом предприятии существует несколько высококвалифицированных рабочих, приобретших путем долголетней практики определенные навыки в работе, которые они ревниво охраняют и не передают другим. Такие рабочие зачастую переманиваются с одного предприятия на другое, и состояние качества продукции данного предприятия обуславливается именно наличием таких рабочих. Только весьма немногие предприятия, как, например, всемирно известная фирма Цейсса в Иене, несомненно, имеют технологически разработанные инструкции в области оптической обработки стекла и занимаются подготовкой новых кадров рабочих. Однако, эти инструкции не публикуются и остаются в недрах данного предприятия. Только за самые последние годы после империалистической войны, Оптический институт, созданный в Париже, начал публиковать как отдельные книги, так и журнальные статьи по данному вопросу.

При нарождении оптической промышленности у нас еще в довоенное время было выпущено несколько иностранных рабочих, от которых и пошли те немногочисленные кадры рабочих-оптиков, обслуживающих нашу оптическую промышленность, которые в значительной мере переняли от своих учителей не только технические навыки, но и неохоту передавать свои навыки другим. Разумеется этого нельзя относить ко всем нашим рабочим-оптикам. В настоящее время, благодаря широкому внедрению у нас форм социалистического построения промышленности, имеется уже немало работников, стремящихся поделиться своими знаниями с другими товарищами.

4

К сожалению, весьма немногие из них делают это в письменной форме, отчасти по причине недостатка времени, а иногда и вследствие отсутствия необходимых навыков в изложении своих мыслей.

К числу немногих относится тов. Осипов, написавший данную книгу и изложивший в ней те знания, которые он приобрел от одного из лучших мастеров-оптиков И. Е. Александрова и проверил их на собственной работе. Тов. Осипов является сам искусным мастером-оптиком, выполняющим в настоящее время в Государственном Оптическом Институте весьма ответственные и высокоточные работы по изготовлению плоскопараллельных пластинок и параболических зеркал.

Книга тов. Осипова не лишена недостатков, из которых можно указать на недостаточное техническое описание станков, на отсутствие описания целого ряда оптических работ как-то: центрировка стекол, изготовление пробных стекол, изготовление плоскопараллельных пластинок и др., и, наконец, на описание только некоторой, хотя и значительной части приемов, применяемых при обработке оптических стекол, а именно тех приемов, которые применяются

на Опытном заводе ВООМП.

Тем не менее книга т. Осипова содержит описание всех тех работ, которые являются основными в оптическом деле и которыми заняты 90% рабочих наших Оптических заводов. Для этих товарищей, а также для учащихся школ ФЗУ, — техникума оптической промышленности и студентов Оптико-Механического Института книга тов. Осипова явится весьма полезным пособием.

При редактировании текста книги я стремился помочь автору в изложении и уточнении описываемых им приемов работы и приспособлений, стараясь по возможности сохранить основной текст и форму изложения.

Профессор **Л. П. Афанасьев.**
6/Х-31 года

5

ОТ АВТОРА.

Вследствие начавшегося развития оптической промышленности в нашем Союзе ощущается острый недостаток в кадрах квалифицированной рабочей силы. Принимая во внимание, что на книжном рынке руководств по практической оптике не имеется, считаю долгом все свои знания по этой части оптики, начиная от распиловки и обдирки и кончая полировкой стекла, изложить в этой книге.

Многочисленные сведения по процессам работ могут представить для ученика и даже рабочего уже квалифицированного большую пользу, так как дадут ему предварительные понятия о приемах работы. Кроме того, все ошибки в работе, ведущие непосредственно к браку изготовляемого предмета, здесь будут подробно изложены, благодаря чему можно, понизив процент брака, увеличить производительность труда.

Ученик, попавший в оптический цех, уже заранее может ознакомиться с методами работ и не будет нуждаться в инструктаже старших товарищей, а тем самым не будет отрывать их от своей работы. Для него основным, после прочтения данного руководства, явится уже непосредственная работа на оптических станках, т. е. практическое применение тех знаний, которые он почерпнет в данном руководстве.

Выражаю глубочайшую благодарность лучшему мастеру оптику **И. Е. Александрову.** Благодаря его ценным советам и указаниям и под его непосредственным руководством я имел возможность детально изучить оптическое производство.

Рабочий Опытного завода ВООМП В. А. Осипов.

6

ГЛАВА ПЕРВАЯ. РАБОТА АЛМАЗНОЙ ПИЛОЙ.

В этой части будет дано первое ознакомление с обработкой стекла. Изложение проведено таким образом, что ученик, ознакомившись со схемой пилы, сможет на ней пилить стекло непосредственно на производстве. Сущность резки стекла состоит в том, чтобы из бесформенного куска получить

сырую заготовку для дальнейшей ее обработки. Кроме того, читатель будет иметь представление о том, как нужно резать стекло и какое должно быть обращение с алмазной пилой в процессе резки стекла.

I. Пила и условия правильной резки.

Пила представляет собой диск, сделанный из железа и привинчивающийся в своем центре к оси, которая, в свою очередь, имеет на одном из концов шкив, благодаря которому при помощи мотора и ременной передачи пускается в ход.

Отдельные части пилы следующие (см. рис. 1, стр. 8): бабка (*F*) с осью (*G*), на которой находится шкив и железный диск (*A*). Тиски (*E*), находящиеся на суппорте (*C*), который передвигается при помощи винтовой резьбы по салазкам (*H*). Суппорт в верхней своей части имеет ось (*D*), на которой тиски могут свободно вращаться в вертикальной плоскости. В нижней своей части суппорт имеет ось (*O*), прикрепленную к салазкам, на которой сам суппорт тоже вращается. Упорный винт (*B*) дает при своем вывинчивании равномерную подачу суппорта при помощи груза (*P*) к диску алмазной пилы (*A*).

Принимая во внимание, что конструкции пил в расположении деталей разнообразны, даю только основную схему, которой будет вполне достаточно, так как принцип резки стекла алмазными пилами при различных конструкциях сохраняется.

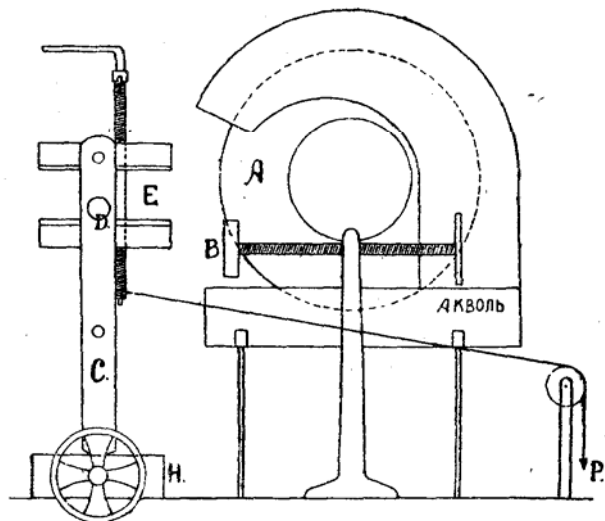
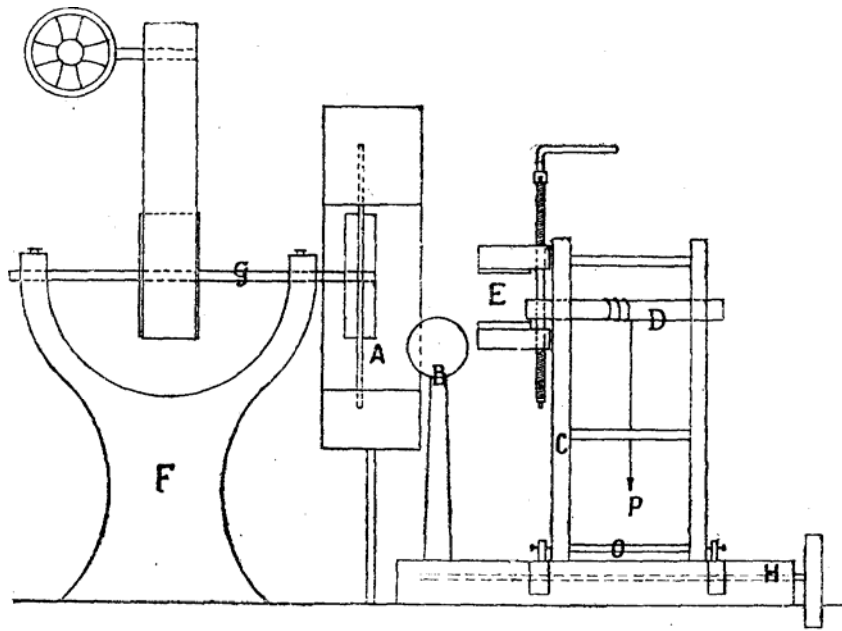
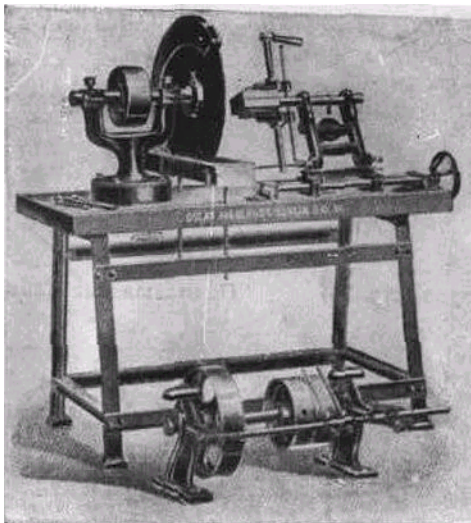


Рис. 1. Алмазная пила для резки стекла.



Алмазная пила (стр. 8)

Процесс резки стекла следующий: в тиски (*E*) зажимается стекло, подлежащее резке, причем губы тисков сделаны деревянными во избежание выкалывания стекла при сильном зажиме, что обязательно будет, если тиски будут иметь металлическую поверхность зажима. Включением мотора диск *A* начинает вращаться против часовой стрелки. Суппорт (*C*) подводим до соприкосновения с упорным винтом (*B*) и, постепенно отворачивая винт, тем самым подводим стекло к диску. Когда диск коснется стекла, рекомендуется подачу суппорта не делать быстрой. Диск врежется в стекло и начнет его пилить, причем, благодаря постоянной смазке (имеющейся непосредственно в коробке из латуни, которая помещается под диском так, что его нижняя часть все время смачивается), стекло не нагревается и довольно быстро и легко пропиливается.

Жидкость, которая все время смачивает вращающийся диск, называется *акволюю*; химический состав ее описывать не будем, да это и излишне, принимая во внимание отсутствие знаний по химии. Кроме акволи, можно употреблять и керосин, но он будет являться более плохой смазывающей жидкостью.

При подаче суппорта к диску упорный винт употребляется для того, чтобы быстрым движением суппорта не ударить стеклом по диску, так как тогда или стекло может заколоться, или диск погнется и начнет бить в горизонтальной плоскости. На суппорт нажимать не надо, т.к. соответствующий груз (*P*) автоматически, по мере пропила, продвигает суппорт вследствие своего веса вплотную к режущему ребру диска.

Перейдем теперь к перечислению всех условий правильной резки стекла.

Режущий диск должен быть хорошо отцентрирован на оси в двух направлениях, как в горизонтальном, так и вертикальном. Это необходимо потому, что если диск бьет в горизонтальной плоскости, то рез получится очень широкий, а если диск бьет в вертикальном направлении, то, вследствие ударов по стеклу, он его не допилит до конца, а на некоторой толщине просто отколет.

Суппорт с зажатым стеклом должен быть перпендикулярен к диску, так как в противном случае рез получится не ровный, а будет иметь отклонение в ту или другую сторону.

Так как диск по мере своего врезания в стекло будет иметь все большую площадь трения, то обыкновенно, пропилив стекло до половины его толщины, его переворачивают и пилят с противоположной стороны. Еслирезы не сходятся, а имеют некоторый угол, как показано на рис. 2, то это и будет являться явным признаком взаимной неперпендикулярности диска к суппорту, чего нужно избегать.

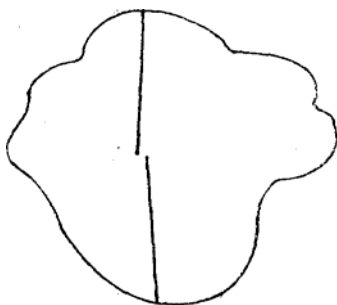


Рис. 2. Неправильный распил стекла алмазной пилой.

9

Если устранить все перечисленные дефекты, то тогда на хорошей пиле удастся пилить пластинки толщиной до 1,5—2 мм, причем параллельность их довести до 0,1 мм сразу же в процессе пилки. Надо обратить особое внимание на то, чтобы пила все время смачивалась аквальной, так как в противном случае пила моментально затупится и будет лететь стеклянный порошок. Стекло начнет очень быстро нагреваться и может лопнуть, при этом наблюдается целый сноп искр, летящих от стекла. Допускать этого нельзя, так как пила немедленно испортится. Часто многие рабочие стараются нажимать на суппорт, не употребляя упорного винта, думая увеличить скорость резки, но дело обстоит далеко не так. Диск просто будет затирать — во-первых, а во-вторых — не допилит до конца, стекло отколется и довольно часто настолько неровно, что кусок уже в работу пущен быть не может.

II. Набивка пилы.

Несмотря на то, что для различных работ употребляются диски различных диаметров и толщин, набивка их одинакова. Набивка пилы производится следующим образом: берется алмазный порошок, а если имеется кристалл алмаза, то он тогда предварительно раздробляется и смешивается с машинным маслом так, чтобы получилась очень густая масса. Зажимаем диск в тиски и соответствующим тоненьким зубильцем производим зарубки по всему - диску, причем глубина зарубок пропорциональна диаметру пилы. Обыкновенная 250 мм диаметром пила имеет глубину зарубок 3—4 мм. Зарубки нужно наносить не по радиусу, а несколько вбок, примерно на 20° как показано на рис. 3. Эти зарубки маленькой плоской лопаточкой заполняем алмазным порошком, смешанным с маслом. Далее, небольшим ручником (его обратной стороной) сбиваем назад те выступы, которые получились от зубила (зубило имеет примерно клин в 15°), тем самым закрепляя алмаз в диске. Когда все зубцы сбиты на прежнее положение, т. е. щели, полученные при нарубании закрыты, тогда, подставляя сбоку плоский металлический предмет, бьем по диску с другого бока, стараясь сгладить те неровности, которые могли получиться при ударах ручником по ребру диска. Эти неровности, которые надо сгладить, для наглядного представления изображены на рис. 3. Если набиваемый диск до набивки уже был в работе, то старые зарубки необходимо удалить при помощи резца до снятия диска с оси пилы. После того, как диск приготовлен, т. е. набит, он укрепляется на ось пилы и центруется в боковом направлении ударами ручника по бьющим частям.

10

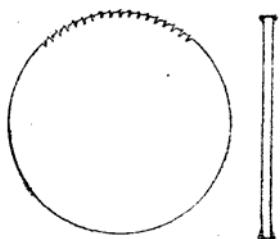


Рис. 3. Набивка алмазной пилы

Первый момент пила режет плохо, но это происходит потому, что забитому в диске алмазу нет доступа до стекла. Как только верхняя часть диска сотрется и алмаз откроется, пила начнет резать нормально. На предварительную распиловку идет не более 5—10 минут. Во время резки стекла, как уже выше было указано, под диском помещается сосуд с акволю, смачивающей диск. Эта акволь обладает разъедающим одеждоу свойством, поэтому надо обратить внимание на то, чтобы брызги не попадали на лицо и одежду. Достигается это тем, что кроме щита, уже имеющегося вокруг диска, надо положить еще сверху тряпку, благодаря которой разбрызгивание акволи не будет велико.

Из практических замечаний еще необходимо отметить, что диск на ось пилы ставится так, чтобы нарубки шли в обратном направлении по отношению к вращению пилы. На рис. 3 диск предполагается вращающимся по часовой стрелке.

Это обуславливается тем, что если поставить диск наоборот, то алмаз быстро выйдет, так как забитые части нарубок по мере резки будут отходить. Диск, поставленный соответствующим образом, т. е. верхней частью нарубок от себя, работает исправно в продолжении 3—5 дней, если будут соблюдаться все вышеуказанные условия при полной рабочей нагрузке.

III. Резка стекла.

Несмотря на различный характер заданий, на пиле можно пилить только пластины, так что указания о том как распиливать будут годиться для всевозможных работ. Допустим нам нужно выпилить из бесформенного куска стекла ряд пластин, причем эти пластины должны иметь в окончательном виде определенную толщину. Кусок стекла зажимается в тиски *E* (см. рис. 1) так, чтобы рукой нельзя было его шатать, но не слишком туго, так как в зависимости от формы куска может получиться выкалывание стекла, несмотря на то, что зажимные губы деревянные. В особенности это часто может случиться, если зажимаемый край острый и сорт стекла из хрупких. Зажав стекло, отпиливаем часть куска, если эта часть в работу не пойдет вследствие малости своего размера, и, отмеря линейкой соответствующую толщину, перемещаем винтом суппорт *C*. Если известен один оборот винта, передвигающего суппорт, то можно, даже не

11

употребляя линейки, сосчитав нужное количество оборотов, передвинуть суппорт на нужное расстояние и производить следующий рез. Отпиливая пластины, нужно учитывать толщину диска и ставить его к стеклу так, чтобы отмер от края до диска был больше на толщину диска. Если пила хорошая, то этим и можно ограничиться, но если ее рез имеет заметные отклонения, как показано на рис. 2, то следует оставить запас на толщину примерно 1,5 мм в среднем, если отклонение малое. Если отклонение большое, то пилить нельзя, т.к. запас надо оставлять очень большой, положим 5 мм, что конечно дает потерю материала и рабочего времени при его дальнейшей обработке. Например, пластина в 10 мм должна после резки иметь запас для следующих операций не менее 1,5 — 2 мм, т. е. быть отпиленной в толщину 12 мм. Очень небольшой запас оставлять не рекомендуется, т.к. в дальнейших процессах

обработки можно не выдержать толщины, и следовательно материал будет испорчен. Если пластинка должна иметь толщину 2—3 мм, то следует особенно тщательно подавать суппорт упорным винтом (В), так как такая пластинка всегда легко может отломиться. Пилка тонких пластин, около 1 мм толщиной, без большого брака на обыкновенных размеров пиле не удастся, пилить их нужно при диске не более 150 мм диаметром при толщине 0,4 мм. При таком диске брак получается не свыше 2%.

Пропилив стекло примерно до половины своей толщины, надо повернуть тиски на 180° и пилить в противоположном направлении. Когда рез подходит к концу, то подачу суппорта нужно вести совсем медленно, так как если даже пила хорошая, то легко может отколоться довольно значительный кусок, причем откол по резу или будет идти вглубь пластины или будет иметь большую высоту по сравнению с общей толщиной вырезаемой стеклянной пластины.

12

ГЛАВА ВТОРАЯ. ОБДИРКА.

В этой части будет изложен процесс изготовления из распиленного стекла всевозможных оптических заготовок. Стеклу при этом придается та окончательная форма, которая в дальнейшей обработке больше не меняется.

С современным развитием техники, устарелые способы обработки стекла уже отходят, но все-таки нужно отметить, что при единичных обработках стекла (не массовое производство), встречающихся довольно часто, эти методы, хотя и устарелые, применять приходится, особенно, когда рабочий должен от начала до конца провести все процессы обработки материалов, необходимые для изготовления какого-либо предмета. Изготовление линз из зеркального и оптического стекла теперь требует уже меньше времени, так как применяется способ штамповки стекла, т.е. будущая линза уже круглая и имеет некоторый радиус. Штамповка имеет то значительное удобство, что рабочему не нужно производить распилку и кругление стекла на диски соответствующих диаметров. Эти операции уже отпадают и можно прямо приступать к обдирке линз.

1. Обдирочный станок. Карборунд. Наждаки и их отмучивание.

Во-первых, существует *обдирочный станок*, представляющий собой вертикальный шпиндель (А) со шкивом (В) и винтовой резьбой (С) (рис. 4). Верхняя часть шпинделя находится над круглым чаном, который имеет в середине отверстие. Станок при помощи мотора вращается против часовой стрелки со средней скоростью в 250 оборотов в минуту. Далее имеется *обдирочная шайба* (рис. 5) плоский диск с винтовой (внутренней) резьбой, которая навинчивается на шпиндель на резьбу (С). Иногда, как изображено на рис. 5, резьба делается внешней. В таком случае крепление чашки на шпинделе станка производится при помощи соединительной муфты или патрона, имеющей две внутренних резьбы, одну—соответствующую резьбе шпинделя станка, и другую, соответствующую резьбе шайбы, гриба или чашки (смотри ниже).

Шайбы по своему диаметру могут быть от 2 см до 50 см в зависимости от работы. Материал шайбы — чугун или латунь.

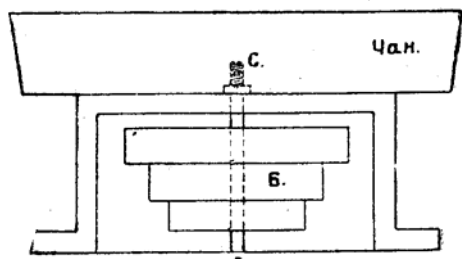
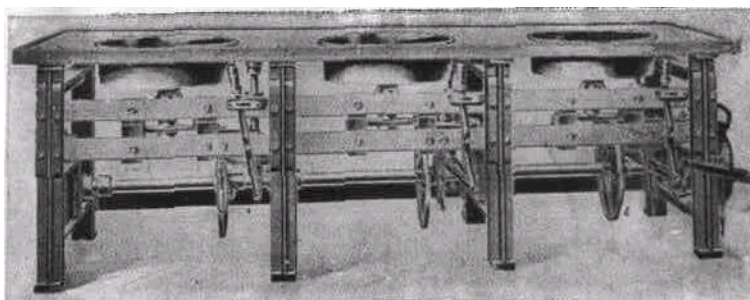


Рис. 4. Схема обдирочного станка.



Обдирочный станок (стр. 13)

13

Далее следует *обдирочная чашка*, имеющая в центре резьбу для навинчивания на шпindel. Как и шайба, она имеет различные диаметры и кроме того радиусы кривизны. И наконец, *гриб*, отличающийся от чашки только тем, что имеет выпуклую поверхность, в противовес чашке, имеющей поверхность вогнутую. Обдирающим материалом служит карборунд. Карборунд есть соединение угля с кремнием, раздробляется в порошок и имеет разную крупность зерен. Для обдирки употребляется № 60, наиболее крупнозернистый, № 80 и № 100, являющийся самым мелким. И наконец, наждак "одноминутный" и "трехминутный".

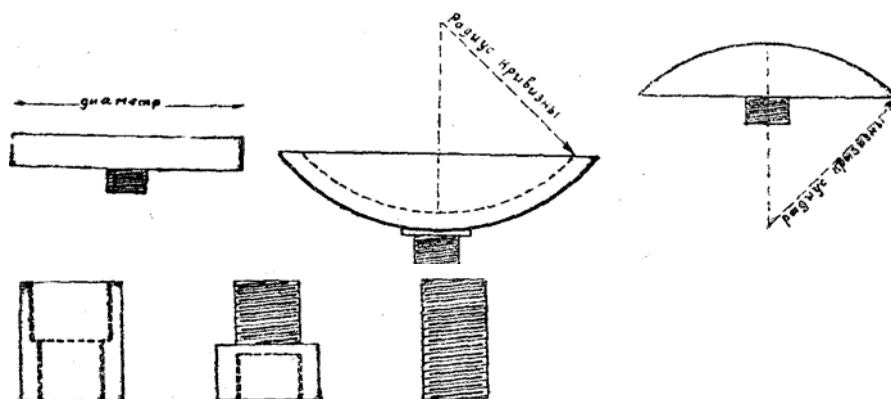


Рис. 5. Шайба, гриб, чашка, переходные патроны для навинчивания на шпindel.

Наждак является измельченным минералом-корундом, представляющим соединение алюминия и кислорода и находимым в природе или

приготавливаемым искусственно. Зерна наждака сортируются по своей величине отмучиванием. Сначала отделяют самые мелкие зерна, представляющие шестидесятиминутный наждак. Для этого неотмученный наждак помещают в высокий сосуд (около метра), наполненный водой и воду сильно взбалтывают. Затем слитой воде дают стоять час спокойно. При этом

14

на дне оседают все зерна, более крупные, чем зерна 60-минутного наждака. Последние же, а равно и более мелкие, остаются в воде. Тогда верхнюю половину воды из сосуда осторожно сливают в особый сосуд и оставляют в нем стоять до тех пор, пока вода не сделается прозрачной. Оставшийся на дне осадок собирают и высушивают. Это и называется шестидесятиминутным наждаком. Между тем высокий сосуд доливают чистой водой доверху и после этого воду опять сильно взбалтывают, а затем дают ей стоять спокойно 30 минут, после чего точно так же, как и раньше, осторожно сливают верхнюю половину воды. Отстоявшийся в этой воде наждак и будет тридцатиминутным наждаком.

Беря промежутки времени между взбалтыванием и сливанием все меньше и меньше, а именно—15, 5, 3 и 1 минуты и поступая точно так же, как и раньше, получают наждаки все более и более крупные, вплоть до трех- и до одноминутного наждака.

Наждаки более мелкие, чем трехминутный, как мы увидим дальше, употребляются при шлифовке.

II. Заготовка линз.

Как уже было сказано выше, из стекла нарезаются пластины соответствующей толщины, которые по одной штуке, отдельно, выравниваются от реза пилы на обдирочной шайбе, сперва карборундом, а затем одно- или трехминутным наждаком. В обыкновенных случаях употребляется карборунд № 80, так как № 60 дает слишком глубокий мат на поверхности. Напилив и ободрав требуемое количество пластин с одной стороны, их наклеивают этой, уже отшлифованной, стороной на шайбу, подогревая и шайбу и пластины до степени плавления воска, в соответствующей пропорции смешанного при варке с канифолью (примерно 1:1). Шайба должна предварительно быть тщательно проверена под стальную линейку, т. е. под эту линейку она не должна иметь просвета. В свою очередь и пластины, наклеенные на шайбу, должны тщательно вытираться перед наклейкой и хорошо притираться к шайбе, чтобы выдавить, весь излишний воск.

После этого, шайба с наклеенными на нее пластинами дают остыть, причем отнюдь не следует ускорять процесса охлаждения, ставя шайбу в воду, так как сильно нагретое стекло от малейшей капли воды может лопнуть. Когда шайба со стеклом остыла, то можно приступить к обдирке, причем измерение толщины пластин можно производить благодаря наклейке пластин на шайбу способом, показанным на рис. 6. Края *a*, *b*, *c* и *d* должны выступать за шайбу, т.к. измерения в противном случае производить невозможно, но следует обратить внимание на то, что если пластины тонкие, 1,5—3 мм, то края не должны сильно выходить за шайбу вследствие того, что есть риск их обломать.

15

Процесс обдирки происходит следующим образом: на диск, быстро вращающийся против часовой стрелки, насыпается карборунд, смешанный с водой в сильной степени, осторожно кладется обдирочный блок (совокупность наклеенных на шайбу пластин) и обдирается посредством сильного нажима, при вращении блока руками в сторону, противоположную вращению диска.

Обдирать стекла коротким штрихом нельзя, т.к. середина блока будет значительно толще. Также и выходить серединой блока на край обдирочной шайбы нельзя, иначе середина будет тоньше краев, а сам обдирочный диск тоже в свою очередь быстрее срабатывается. Штрих при обдирке должен быть таков, чтобы обдираемый блок не выходил более чем на 0,5 своего радиуса за край обдирочной шайбы. Нельзя также на маленькой шайбе обдирать блок большего диаметра, чем шайба. Обдирочная шайба должна быть своим диаметром больше блока не более, чем в два раза и не менее 1.5. При обдирке рабочий должен следить за тем, чтобы при сдирании материала все пластины постепенно приближались к одной и той же заданной ему толщине, т. е. становились плоскопараллельными, а для этого нужно, чтобы толщина пластин со всех четырех углов была бы одна и та же. Это необходимо для того, чтобы, подойдя к окончательной толщине, получить ее равномерной на всей поверхности, так как в противном случае с одной стороны всегда окажутся пластины более тонкие, а следовательно и не годящиеся к дальнейшей обработке. Точность для линз при обдирке колеблется от 0,3 — 0,1 мм, в более редких случаях точнее. Окончательная параллельность может подгоняться уже не карборундом, а крупным наждаком.

Измерение параллельности производится инструментом, называемым толщемером (см. рис. 7). Толщина измеряется концами *ав*. Чтобы исправить неправильность в толщине, надо измерить все четыре стороны и, равномерно вращая блок при обдирке, сильнее нажимать на более толстый край. При этом следует довольно часто, особенно если еще нет навыка, производить измерения, так как можно край перешлифовать и он станет более тонким, чем остальные. При навыке подгонка делается очень быстро, причем следует обратить внимание на то, что нажим после измерения следует сохранять приблизительно тот же, как и перед измерением, т.к. благодаря этому можно довольно точно поймать момент достаточного снятия и закончить блок вполне хорошо.

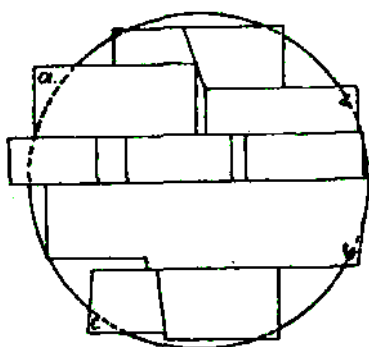


Рис. 6. Пластины, наклеенные на шайбу.

Итак, мы изготовили пластины требуемой толщины. Отклеив их с шайбы и нарезав роликом на соответствующие квадраты, начинаем их общипывать на

кружки. Ролик представляет собой острое стальное колесико, вращающееся на оси. Общипка производится щипцами, имеющими не плоские, а круглые поверхности. Не останавливаясь детально на мелочах, должно отметить, что отламывать большие куски щипцами нельзя, т.к. пластина может расколоться неправильно, да и вообще общипка годна лишь для пластин толщиной не свыше 8 мм.

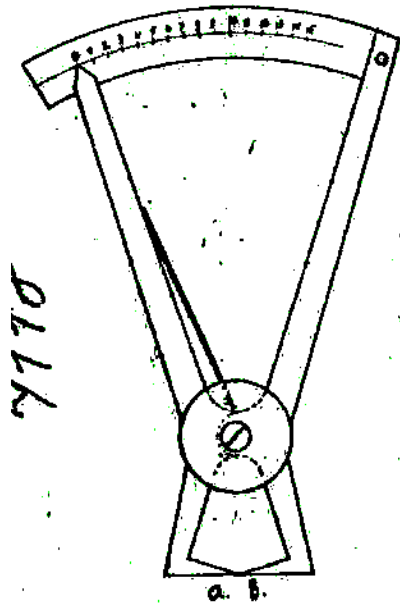


Рис. 7. Толщемер.

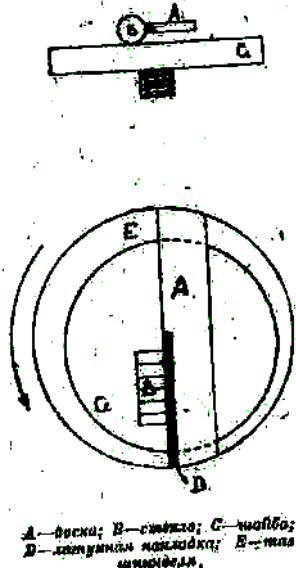


Рис. 8. Схема приспособления для кругления заготовок.
 (А - доска, В - стекло, С - шайба, Д - латунная накладка, Е - таз шпинделя)

Когда пластины общипаны, их склеивают в столбики таким же воском, причем высота столбика по отношению к диаметру не должна превышать 4:1. В противном случае при дальнейшей обработке, вследствие того, что воск не обладает большой склеивающей силой, столбик может расклеиться.

Дальнейшим процессом будет кругление, состоящее в том, что в тазу, в котором вращается обдирочный диск, слева, на расстоянии около одного сантиметра от диска, а иногда и меньше, в зависимости от диаметра округляемого стекла, вставляется доска, в левой своей части на ребре имеющая латунную обшивку (см. рис. 8). Эта доска служит упором для столбика, который при круглении начинаем вращать по вращению диска, причем вращение надо стараться производить равномерно, часто подсыпая карборунд. Если, несмотря на это, столбик не получается круглый, то следует, не давая вращаться столбику, ободрать выдающуюся часть и после этого продолжать кругление по-прежнему. Вследствие того, что быстрота вращения обдирочной шайбы на краю большая, а к центру значительно меньше, то следует тот край столбика, который был у края шайбы, через некоторое время поворачивать к середине шайбы, иначе столбик получится конусом. Кругление является уже более сложной работой, так что, несмотря на эти указания, здесь требуется большая опытность. Начинающий едва ли с первого раза сумеет хорошо округлить.

Измерение столбика по диаметру производится или штангенном или калибром, представляющим собой кольцо определенного диаметра, которое во всех частях столбика должно пройти плотно, не шатаясь, после того как столбик округлен. Штанген употребляют не рекомендуется, т.к. он быстро изнашивается из-за наждака. Принцип измерения таков же, как и калибром.

Расклеив округленный столбик, берут обдирочную чашку или гриб, в зависимости от того будет ли эта линза выпуклой или вогнутой, и начинают обдирать каждый кусок стекла в отдельности, причем схема обдирки такова же, как и для блока, т. е. нужно вращать и двигать линзу по всей поверхности чашки. Вращать линзу надо для того, чтобы у нее один край не получился бы тоньше другого, иначе линза будет косая. Особенно строго за этим приходится следить при обдирке объективов, коллективов и других линз точной оптики. Ободрав линзу так, что в середине еще остается точка, нетронутая карборундом, обдирают вторую сторону тем же способом. Точка снимается уже наждаком, после чего линза считается ободранной окончательно. Следует конечно проверять толщину линз, но вот эта точка и дает возможность делать это сравнительно редко, т. н. размер подгоняемых пластин уже делается с соответствующим расчетом примерно 0,3 мм запаса. Раз точки с обеих сторон сняты, значит линза имеет требуемую толщину. Шлифовать линзу еще после того, как точка снята, нельзя, линза будет тонка.

18

Во время шлифовки линз наждаком одно-, трех- или пятиминутным, требуется взять из отдела мелкой шлифовки ту чашку, к которой эти линзы будут притираться при дальнейшей обработке. Если, положив ободранную линзу на притирочную чашку и потеряв ее на ней (вследствие чего на линзе остается серый след), мы видим, что линза притирается на середине, то следовательно нужно править чашку или гриб, на которых производится обдирка. Если линза притирается серединой, то надо резать у чашки, в которой линза обдирается, края. Если берут у линзы при притирке края, то надо на чашке или грибе резать середину. Обдирочная чашка или гриб считаются хорошо прошлифованными, когда, потеряв линзу о притирочную чашку, мы видим, что только самая середина линзы не притерлась, т.е. осталась белая.

Возвращаясь к обдирке линз, необходимо отметить, что со штампованными заготовками дело обстоит несколько иначе. Основные процессы обдирки

остаются те же, но т.к. довольно часто штамповка значительно толще, чем требуется, то приходится обдирать карборундом, так что никаких точек, облегчающих работу, оставить нельзя. В данном случае запас после обдирки карборундом требуется оставлять такой, чтобы вышлифовать более мелким обдирочным наждаком, одно- или трехминутным, все карборундовые точки. Примерно, при карборунде № 60 запас должен быть 0,3—0,15 мм на сторону. Запас меньший не даст полной гарантии равномерности мата. Могут остаться точки от карборунда, что будет представлять большие неудобства при дальнейшей обработке.

III. Правка грибов, чашек и шайб.

Если один из вышеназванных предметов, безразлично какой, имеет ошибку, т. е. отступление от заданной кривизны, то эта ошибка исправляется следующим образом. Берут шабер, представляющий собой стальной брусок, плоский, имеющий на своем конце острые, слегка закругленные ребра, и ими нажимают на то место чашки, которое требуется срезать. Чашка вращается на шпинделе. Допустим, что надо срезать середину. Эта середина шабером не просто снимается, а равномерно, немного слабее по нажиму, стачивается к краю, причем проверяется под шаблон, или просто шлифуется линза. Если шлифованная линза удовлетворяет теперь требованиям, которые изложены были выше, то, следовательно, чашка подрезана правильно и на ней можно теперь работать. При сильной порче чашки, гриба или шайбы, таковые сдаются в механическую. Латунные чашки после выправления их шабером еще рекомендуется пройти наждачной бумагой, дабы снять неровности, оставшиеся от шабера, так как таковые могут первое время царапать линзы при шлифовке. Соответствующая схема (см. рис. 9) может дать полное представление о положении руки. на шабере и, в свою очередь, шабера на исправляемом предмете.

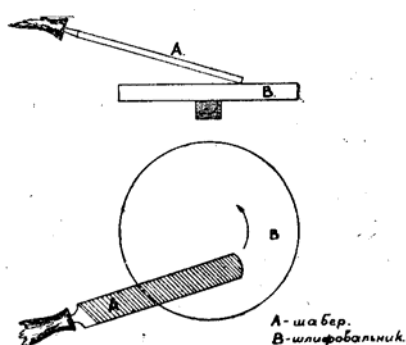


Рис. 9. Схема правки шлифовальников шабером.

Все вышеизложенное не должно пугать начинающего, так, как с этими деталями можно освоиться довольно быстро. Примерно, изготовление партии штук до 30 линз со всеми ограничениями на точность толщин и радиуса кривизны, при диаметре от 20—40 мм, займет не более 8 часов, а при достаточной практике можно ободрать значительно больше. Что касается штампованных линз, то там конечно дело еще более упрощается, и от обдирщика требуется только достаточная сила нажима при обдирке и

нормальная скорость вращения станка. Конечно, если станок будет иметь слишком большое число оборотов, то карборунд вследствие центробежной силы будет сильно разбрасываться и линза не будет тогда хорошо и быстро обдираться. Если же вращение будет медленное, получается сильная расшлифовка карборунда, а вследствие этого и более медленная и неравномерная обдирка линзы.

IV. Заготовка призм.

Разберем наиболее простой случай, когда мы имеем задание изготовит призму, у которой гипотенуза или одна из больших граней довольно мало отступает от квадрата. Первым этапом обработки данной приемы является распилка и заготовка под определенные размеры. Предположим, что у нас имеется кусок стекла неопределенной формы. Как в случае изготовления линзы, так и здесь поступаем таким же образом: зажимаем кусок стекла в тиски алмазной пилы и делаем два реза, расстояние между которыми по величине с соответствующим запасом будут представлять высоту данной призмы. Под соответствующими углами приблизительно срезаем края, как показано на рис. 10 и приступаем к обдирке. Считаем, что призма имеет размеры достаточные для того, чтобы ее можно было при обдирке удержать в руках.



Обдирка призмы (стр. 20)

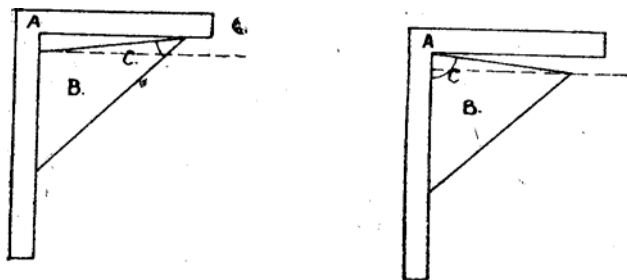


Рис. 10. Вырезание призмы.

20

Обдираем основание призмы и отшлифовываем трехминутным наждаком окончательно. Параллельно отшлифовываем, соблюдая размеры, верхнюю плоскость. Таким образом высота призмы изготовлена. После этого, имея металлический угольник с прямым углом, подшлифовываем гипотенузу так, чтоб при положении угольника одной стороной на основании призмы, а другой на гипотенузу, просвета не было бы видно. Для проверки параллельности изготовленной высоты призмы, проверяем другую сторону призмы таким же способом. Теперь уже приступаем к обдирке катетов, если эта призма прямоугольная и равнобедренная. Берем угольник, имеющий угол 45° , и обдираем катет так, чтобы при наложении одной стороны угольника на уже

отшлифованную гипотенузу, а другой стороны на обдираемый катет, просвета не было бы видно. Берем угольник в 90° и проверяем этот же катет по отношению к параллельным граням, представляющим основания призмы. Если как под угольник в 45° , так и под угольник в 90° просвета видно не будет, то можно приступить к обдирке второго катета. Второй катет обдирается таким же образом, причем здесь вводится еще третье измерение, а именно подгонка сторон под определенные размеры по длине. Нужно заметить что для этого достаточно шлифовать только один катет, соблюдая его правильность под оба вышеуказанные угольника и, тем самым, доводя второй катет и гипотенузу до требуемых размеров, уменьшая поверхность обдираемого катета. Следует обратить внимание на то, чтобы эти оба катета под прямой угольник тоже не давали просвета, т.к. если просвет получится, то следовательно, или угольник в 90° , или угольник в 45° , под который подгонялись катеты, был неверный. Окончательную подгонку призмы, когда размер ее близок к требуемому, следует производить чрезвычайно осторожно, поэтому работать нужно под угольники так, чтобы исправление *шло* одновременно под оба угольника. Это достигается таким



A—угольник, B—призма, C—угол призмы, подлежащий шлифованию.

Рис. 11. Обдирка призмы.

образом: снимается не край, который выдается, а тот угол, который заключен между двумя более выдающимися краями. Под выдающимся краем нужно подразумевать тот край, который при наложении угольника резко выступает кверху, т. е. он соприкасается с угольником и, следовательно, просвет под угольник, виден на противоположном краю (см. рис. 11). Рекомендуется, если это допустимо по заданию, после окончания обдирки и шлифовки трехминутным наждаком, немедленно снимать на краях небольшие фасеты, дабы предохранить края от закалывания.

21

Во все время работы необходимо обращать большое внимание на то, чтобы шайба, на которой обдирается призма, была ровная, т.к. в противном случае под угольник всегда будут просветы на краях или в середине, в зависимости от отступлений от линейки на шайбе.

Необходимо указать на некоторые основные детали в процессе обработки призмы и возможно быстрое и тщательное их выполнение.

Следует, прежде всего, обратить внимание на размеры призмы и, если окажется, что по высоте призма значительно меньше, чем гипотенуза, то такие призмы следует склеить вместе по столько штук, чтобы наибольшая поверхность получилась более близкой к квадрату. В этом случае значительно

ускоряется обработка т.к. симметрия склеенных призм позволит более быстро и равно мерно подогнать их под заданные углы, причем после расклейки точность каждой отдельной призмы делается по высоте во столько раз большей, во сколько раз большее количество призм было склеено вместе.

Если призмы имеют малые размеры, то процесс обдирки их еще ускоряется при помощи следующего способа. Отшлифовав одно основание призмы, все призмочки наклеивают на шайбу, и обработка высоты призмы ведется по методу подгонки параллельности пластин (гл. 2). После склейки этих призм с шайбы, они склеиваются между собой только что отшлифованными плоскостями, причем следует обращать сугубое внимание на то, чтобы призмы не были склеены криво, как показано на рис. 12 вверху.

Склейку призм малого размера производить воском не рекомендуется, т.к. у него небольшая склеивающая сила. Для этого употребляется шеллак.

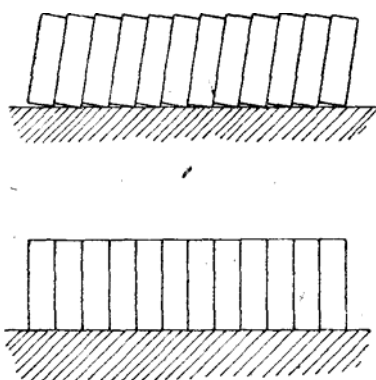


Рис. 12. Склейка призм.

Размер столбика призм не должен быть особенно большим, тем более, если обдирщик недостаточно опытен. Для него очень трудно будет соблюдать размеры и углы. В среднем при высоте призмы в 8 мм и величине катета 15 мм. таких призм можно склеивать не свыше 20 штук.

22

V. Подготовка призм и других заготовок под угольник.

Обдирочный станок, как уже было выше указано, имеет вращение против часовой стрелки, так что шайба, навинченная на шпиндель обдирочного станка, даже при сильном на нее нажиме извне, вывинчиваться не будет. Держа обеими руками призму или столбик из склеенных призм, подсыпав предварительно карборунда на вращающуюся шайбу, и зная более выдающееся место на призме, кладем призму на шайбу и, нажимая средним и указательным пальцами правой руки на толстое место, придерживая призму большим пальцем правой руки и левой рукой, продираем поверхность по шайбе против ее вращения, т. е. уже по часовой стрелке, сделав примерно оборотов пять или более, в зависимости от крепости стекла и тонкости карборунда. После этого, не подымая призмы с шайбы, на ходу меняем ее положение, нажимая теперь уже левой рукой. Нажим идет более сильный на то место призмы, на которое сперва для шлифовки выступа давили правой рукой.

Такие операции происходят во все время обдирки, причем время от времени лишь проверяется поверхность и угол под угольник.

Следует обратить внимание начинающего, что если давление будет слишком сильное, то поверхность может сошлифоваться неравномерно. Тогда, измеряя угол, мы будем иметь вид поверхности, как показано на рис. 13, т. е. угол *A* совсем останется нетронутым, тогда как *B* чрезмерно скошен.

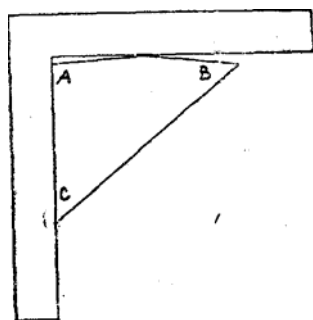


Рис. 13. Неправильно шлифованная грань призмы.

Такой вид поверхности надо немедленно исправить, причем способ исправления следующий: если перекошено так сильно, что угольник ляжет в точке *A*, но в точке *B* будет иметь просвет, то призма переворачивается в руках при каждом обороте и по шайбе слегка нажимается поочередно то левыми, то правыми пальцами на то место, которое будет выступать, т. е. в данном случае на точку *A*. Схема движения призмы при обдирке должна быть примерно такого типа, как указано на рис. 14, причем поворот призмы в руках, т. е. перемена левой части призмы в правую руку должна производиться в точке *C* недалеко от центра вращения, т.к. на краю шайбы призму может вырвать из рук, особенно если наждак сильно расшлифовался. Следует особенное внимание обратить на нажим пальцами и количество штрихов, сделанных призмой по обдирочной шайбе. Этот навык дается довольно быстро, а при продолжительной

23

практике обдирка даже куба с употреблением штангена занимает не свыше 50 минут, если он не обладает слишком большими поверхностями. Подробное описание причин, по которым такой прием считается общеупотребительным, несмотря на многие вопросы, возникающие по этому поводу, излагать не имеет смысла, но в частности выгоду вышепомещенной схемы состоит в том, что и середина шайбы находится в работе, вследствие чего шайба более равномерно срабатывается и ее не придется так часто править, как в том случае, если производить обдирку исключительно на краях. Правка шайбы займет более времени, чем обдирка призмы исключительно вблизи центра, при условии, конечно, что запас на обдирку дан не свыше 3 мм. Кроме того, при такой работе изменение угла призмы идет равномернее.

После того, как призма ободрана, точно теми же приемами она отшлифовывается 3-или 5-минутным наждаком на медной шайбе, преимущество которой перед чугунной то, что она не царапает поверхности. Здесь уже только измерение под угольник производится значительно чаще и нажим на более высокое место очень легкий, но достаточный, чтобы одна сторона сошлифовалась быстрее другой.

Рекомендуется, чтобы наждак не слишком расшлифовывался, т.к. тогда призма начинает сильно притираться к шайбе, вследствие чего при отрыве от шайбы можно посадить выколки, и, кроме того, появятся царапины.

Все вышеизложенные процессы обдирки призмы годны и в том случае, если это многогранник и углы не целые, а с долями градуса.

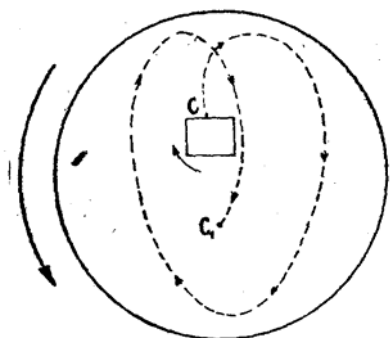


Рис. 14. Схема движений при обдирке.

24

VI. Линзы малого диаметра.

В том случае, когда изготавливаемое изделие по своей величине настолько мало, что при обдирке руками начнут сошлифовываться пальцы или даже просто палец не помещается в обдирочную чашку, существует ряд приспособлений, делающих эту работу не только возможной, но и обеспечивающей точность размеров. Наиболее общеупотребительный — это способ наклейки обдираемой линзы на палочку, имеющую несколько меньший диаметр, чем линза. Он заключается в следующем: варится состав, представляющий собой смесь шеллака и вара, (причем % соотношения не указывается, вследствие различной крепости вара и шеллака; примерно оно будет—шеллака 70%, вара 30%) и еще густой массой налепляется на один конец палочки. Берется заготовка, прогревается на спиртовке до расплавления на ней смолы и насаживается на палочку. Время, потребное для остывания заготовки, вследствие ее небольших размеров, чрезвычайно мало: почти сразу после наклейки можно приступать к обдирке. Вид наклеенной на приспособление заготовки показан на рис. 15. Смола должна держать настолько крепко, чтобы линза не отскакивала от палочки при обдирке. Для этого слой между палочкой и заготовкой не должен быть слишком большим (2—3 мм), а количество шеллака, заключающегося в смоле, таково, чтобы вар мог его как бы связать, т.к. чистый шеллак сам по себе довольно ломок. Если отклейки линзы не происходит, то тогда, следовательно, устранена всякая возможность брака из-за этой причины, т.к. тонкие линзы часто разбиваются вдребезги или довольно сильно закаляются.

Ободрав карборундом заготовку так, чтобы в центре осталась небольшая точка, как и в случае больших линз, затем снимаем эту точку наждаком полностью. Что касается самой заготовки, то она по толщине делается с таким расчетом, чтобы после захвата точки наждаком оставалось еще 0,1—0,5 мм для мелкой шлифовки, если это точные оптические линзы, как например, окуляр теодолита и др.

Техника обработки этих линз следующая: палочка с линзой берется правой или левой рукой, в зависимости от удобства рабочего, большим и средним пальцами, указательный палец ложится на верхний конец палочки для создания нажима на линзу и приводится в движение от себя вперед и несколько в сторону руки, которой линза держится, причем палочка все время прокатывается в

пальцах, дабы не сделать линзу косою, т. е. один бок выше другого. Сильно выводить палочку за чашку нельзя, иначе она коснется края чашки и линза приподнимется и тем самым неравномерно сошлифуется. Сам рабочий это сейчас же почувствует, т.к. будет шлифоваться палочка.

25

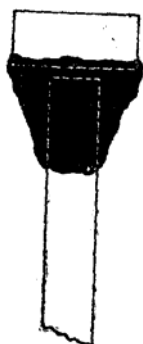


Рис. 15. Наклейка заготовки на держалку.

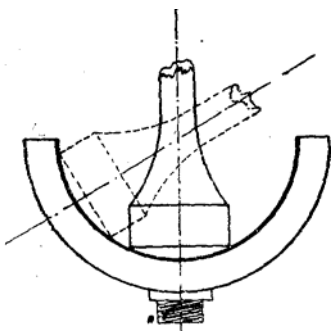


Рис. 16. Обдирка линзы.

Вид обдираемой таким образом линзы таков, как показано на рис. 16. Обдирку следует производить карборундом № 100, т. е. наиболее мелкозернистым, во избежание крупных заколов, т.к. тогда линза будет иметь зубчатые края.

VII. Изготовление пластин под штанген.

Допустим, что мы имеем пластину достаточно толстую, чтобы ее можно было удерживать в руках без шлифовки пальцев. После пилы она имеет в самой тонкой своей части 1 мм запаса. Обдираем и шлифуем одну сторону этой пластины окончательно, соблюдая все правила обдирочной работы, не допуская точек после карборунда и просветов под линейку на отшлифованной плоскости.

Приступаем после этого к обдирке и подготовке параллельности второй плоскости пластины. Слегка ободрав, сейчас же нужно проверить и определить самое толстое место. Метод определения таков: зажимать пластину штангенном в середине и смещать по различным направлениям. Штанген сместится от центра только в сторону наименьшей толщины, следовательно при дальнейшей обдирке, замечая толстый край, производим нажим на него с большей силой, чем на всю поверхность. Если клин еще остался, а запас слишком мал, то тогда немедленно надо перейти на наждак во избежание заправки пластины. Пластины можно испортить, если на более толстый край дать слишком сильный нажим.

Тогда сошлифовывание наиболее толстого края получится неравномерное, тонкий край не шлифуется и получается на поверхности ребро, как в случае призмы на рис. 17, где ребро находится в точке А.

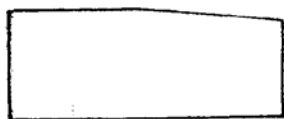


Рис. 17. Неправильная обдирка пластины.

Пластину при подгонке рекомендуется чаще поворачивать в руках и против вращения шайбы. Штангенном водить по стеклу, если оно не вымыто тщательно от карборунда, не рекомендуется, т.к. можно испортить инструмент.

Приходилось наблюдать случаи (Опытн. завод ВООМП'а), что новый штанген после двух декад работы начинал показывать неправильно до 0,3 мм.

26

VIII. Изготовление пластины под толщемер.

Толщемер, уже упомянутый раньше, на стр. 16, показан на рис. 7. Работа с ним значительно облегчается, т.к. меньше попадание грязи между стеклом и толщемером, а следовательно и промеры всегда одинаковы. Процесс обработки пластины тот же, что и со штангенном. Измерения производятся в 4-х противоположных местах пластины. При навыке под толщемер можно подогнать параллельность с точностью до 0,05 мм (из моей практики по обработке кварцевых пьезо-пластин).

Заканчивая на этом краткое описание основных способов обдирочных работ, следует обратить внимание начинающих товарищей на особую важность тщательности при работе под угольник и возможно более точного соблюдения характерных условий, облегчающих эту работу, как, например, смотр на про-свет, тщательное вытирание угольника и измеряемого угла и точность самого угольника, а также ровность шайбы как было указано выше. Учитывая эти факторы, можно без особого труда быстро приучить свои руки к чувствительности степени нажима на поверхность.

27

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. МЕЛКАЯ ШЛИФОВКА (неточная) НА АВТОМАТЕ.

Под неточной шлифовкой подразумевается всякая шлифовка, полировка после которой не требует оптического измерения полируемого предмета. В этой части будут описаны все методы шлифовки линз наждаком на автомате. Будет дано понятие и схема этой машины и управления ею в процессе работы. Кроме того, читатель будет ознакомлен с наждаками различной крупности зерен и влиянием этих наждаков на шлифуемую поверхность. В основном, последующее изложение даст возможность начинающему шлифовать блоки с линзами без какой-либо посторонней помощи. Эти линзы после шлифовки будут уже непосредственно полироваться.

Для мелкой шлифовки общеупотребительными являются три сорта

наждаков: наиболее крупный 5-, далее 15- и мелкий 30-минутный. Существуют, правда, и еще более тонкие наждаки, как например, 60-минутный, но они почти совсем не употребляются.

Выше уже было вкратце объяснено, что представляют и как получаютя отмучиванием так называемые одно, 3-, 5-, 10-минутные и так далее наждаки.

Наждаки германские носят название по времени своего отмучивания. Наждаки американские имеют другую нумерацию, но по существу они мало отличаются от германских. Например, 15-минутный соответствует № 303, а 30-минутный—№ 303-1/2. Правда, разница в крупности зерна имеется, но столь незначительная, что практически результаты получаютя одни и те же.

I. Изготовление чашек (грибов).

При обдирке, как уже было указано в части II, линзы подгоняются под так наз. притирочную или 5-минутную чашку.

Вообще для полной отшлифовки линзы или целого блока требуется иметь три чашки, т. е. 5-, 15- и 30-минутную.

28

Эти чашки имеют различную кривизну сферы. Для шлифовки наждаком должна употребляться отдельная чашка для каждого. Если по техническим обстоятельствам это невозможно, то во всяком случае, в чашке 30-минутной, т. е. для 30-минутного наждака, шлифовать более крупным наждаком нельзя, т.к. это будет сильно исказить чашку. Воспользоваться же 15-минутной чашкой и шлифовать в ней 5-минутными еще можно, при наличии большого радиуса кривизны этой чашки и сравнительно малого диаметра, т.е. чтобы чашка не была близка полушару по своим размерам.

Подгонка чашек начинается с 30-минутной. Делается это следующим образом: берется шаблон, который представляет сегмент, отрезок от круга определенного радиуса, причем довольно толстый для того, чтобы при промеривании чашек он не гнулся, и имеет скошенный по окружности край для лучшей видимости просвета при прикладывании шаблона к чашке, которая правится. Шаблон прикладывается к чашке, и шабером и шкуркой срезаются выдающиеся части чашки по способу, указанному в главе "Правка чашек", до такой степени, чтобы просвета не было видно, а если и существуют выступающие точки, вследствие остатков резки шабером, то количество этих точек равномерное и достаточно большое, примерно 10 на 3 см. Затем чашка слегка прошлифовывается 30-минутным наждаком или одной линзой или целым блоком линз (см. дальше).

Если при этом наждак равномерно въедается в латунь по всей чашке и просвета не получается при наложении шаблона, то следовательно данная чашка изготовлена. Следующая будет 15-минутная чашка. Эта чашка правится так, что при наложении шаблона получаютя на краях просветы. Для определения величины этих просветов, прошлифовываем в 15-минутной чашке 15-минутным наждаком блок линз, как раньше это делали для 30-минутной чашки. После этого берем блок линз, отшлифованных в 30-мин. чашке, и, опустив в 15-мин., должны чувствовать, что блок больше притирается в середине. Блок же, отшлифованный в 15-мин. чашке, должен в 30-мин. иметь притертые края. Притертость краев довольно хорошо будет заметна, если чашка чистая и зашлифована. Величина притертости должна равняться по всей

поверхности, занимая, как на рис. 18, примерно $4/5$ поверхности всей чашки. Это требуется для того, чтобы при шлифовке 30-й чашкой весь блок был отшлифован ровно. Если 15-ая и 30-ая будут иметь одинаковые радиусы, то так как 15-минутный наждак крупнее, он сильнее захватит край, и тогда в 30-й эти края уже отшлифуются только за несколько раз. Тогда как в данном случае, при отшлифовке 15-минутным наждаком дочерна, достаточно только раз отшлифовать в 30-й чашке 30-минутником. Вообще же шлифуется 2 раза, во избежание каких-либо точек, незаметных на глаз, оставшихся после шлифовки 15-минутником. Итак, если 30-ая чашка за один раз возьмет всю поверхность блока, отшлифованного в 15-ой, то следовательно 15-минутная чашка изготовлена безусловно правильно и удовлетворяет всем условиям правильной шлифовки. Таким же способом, как и 1-минутная чашка, изготавливается и 5-минутная чашка или притирочная, т. е. 15-минутная чашка, должна брать отшлифованный блок с краев.

29

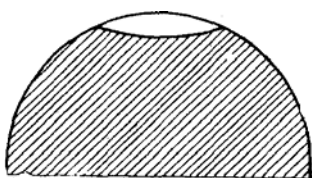


Рис. 18, Притертость краев блока к чашке.

II. Наклейка линз.

Для того, чтобы линзы держались на соответствующем грибе, требуется сварить смолу. Смола представляет собой смесь сургуча с варом; пропорции в зависимости от крепости различные, но сургуча всегда более 50%. Смола будет считаться тогда хорошей когда при резком изменении температуры она не будет отскакивать от линзы. Для этого наклеенную линзу кладут под кран с водой, и если смола отскочила, то начинают понемногу в нее добавлять вара до тех пор, пока смола не будет держать крепко. Делается это для того, чтобы линзы не отскакивали с уже шлифованного блока, когда он промывается от наждака, так как в противном случае нужно иметь тогда бак с водой, нагретой до 15° — 20° . Когда смола удовлетворяет этим требованиям, то обрабатываемые линзы кладем на довольно толстый слой бумаги и начинаем прогревать на примусе, или, что еще лучше, электрической печи. Если линзы тонкие, то можно предварительно наштамповать из смолы кружки одинакового диаметра с линзой, вылив расплавленную смолу на смоченную водой шайбу и раскатав ее металлическим стержнем до толщины 5—8 мм, пока смола еще теплая, продавить кольцом кружки, которые легко потом можно выломать из всей массы. Эти кружки кладутся на горячие линзы и, когда у краев видна расплавленная смола, то линзу снимают с печи, край подравнивают, и ей дается остынуть.

Если линзы толстые, 6—12 мм, то они могут лопнуть. Для избежания этого, нагрев производится очень слабый, и тогда *горячую*, но уже сильно загустевшую смолу приходится брать руками, отрывать кусок определенной величины и, положив на линзу, расправить по всей поверхности линзы, обравнять края и придавить сверху хотя бы куском зеркального стекла. Для того, чтобы

толщина слоя на всех линзах была одинаковая, на еще теплую смолу надавливают, кладя линзу между двумя плашками, как показано на рис. 19.

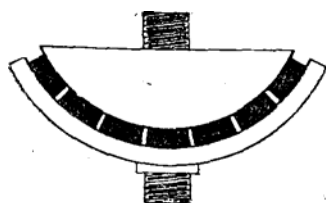
30



Рис. 19. Подгонка толщины слоя смолы.

К горячей смоле руки привыкают довольно быстро, так что здесь дело только навыка в определении на глаз равного количества смолы, накладываемого на линзу. Линзы средних диаметров 30—50 мм наклеиваются довольно быстро—примерно 100 штук в час при наличии практики. После наклейки смолы на линзы следующим процессом будет являться наклейка этих линз на гриб. Берем тряпку, смоченную денатуратом и тщательно вычищаем поверхность линзы, которую будем шлифовать, после этого, поплевав на линзу, притираем в 5-минутной чашке. Рациональное использование сферы чашки дает возможность посадить на нее иногда довольно большое число обрабатываемых линз. Обыкновенно одна линза притирается в центре, шесть линз по следующему радиусу и, наконец, тринадцать на край чашки (если чашка большая, то даже 21 штука). Линзы не должны притираться тесно друг к другу, так как тогда промывка блока от наждака будет очень затруднительна. Кроме того есть еще причины, о которых будет дальнейшее объяснение. Когда линзы притерты, то гриб соответствующего радиуса, на 10 мм меньшего чем 30-ая чашка, нагревается до степени плавления на нем смолы и опускается в чашку с притертыми линзами и держится до тех пор, пока края не заплывут достаточно по поверхности гриба. Если гриб прокален был очень сильно, то немедленно нужно весь блок опустить в воду, иначе гриб, проплавив смолу, коснется линз и они могут лопнуть или кроме того еще поцарапаться, если эта сторона была уже отполирована. При наклейке линз на гриб сразу становится понятным, почему толщина вара должна быть одинаковая, так как если она была бы разная, то тот слой смолы, который был мал по сравнению с другими, может или вовсе не подплавиться грибом, или подплавиться слишком мало, вследствие чего линза, особенно в процессе полировки, может отскочить и перебить весь блок, если отскочившая линза была в центре.

На рис. 20 представлен блок с линзами в разрезе и плане для наглядного представления о наклейке.



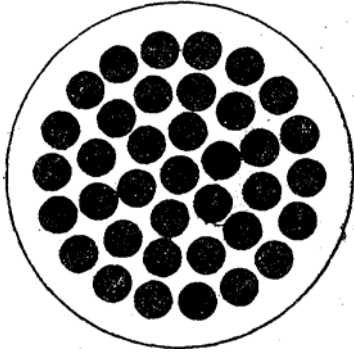


Рис. 20. Блок линз в плане и разрезе.



Обдирка блока (стр. 31)

31

Если гриб окажется слишком холодным, то единственный способ — на остром газовом пламени прогреть гриб до требуемой температуры. В обыкновенном примусе, под действием теплоты, смола начнет сама непосредственно плавиться и тогда вся работа погибла. Вышеизложенные условия дают гарантию, что в дальнейшей обработке никаких аварий не будет.

III. Автоматический шлифовальный станок.

Автомат представляет собой станок, употребляемый в оптической промышленности для шлифовки и полировки плоских и сферических поверхностей. Основные части автомата следующие: вал *A*, получающий вращение от мотора, имеет фрикционную передачу посредством маховиков *B* и *C*, как видно из рис. 21

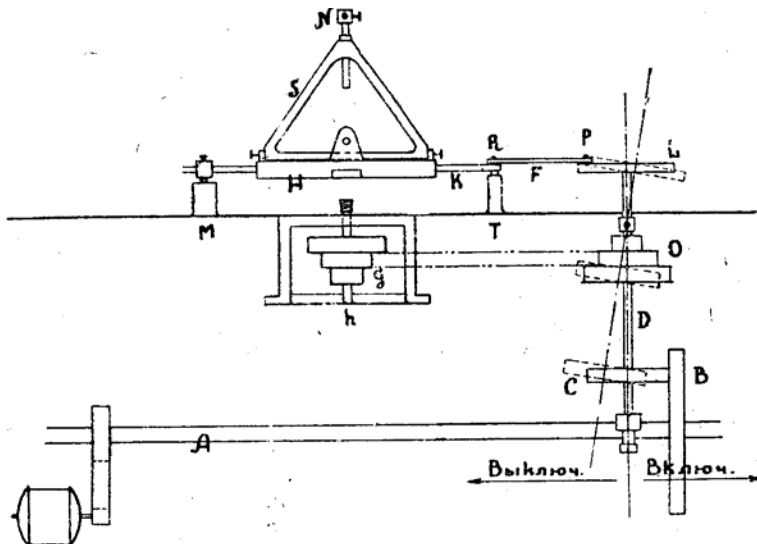
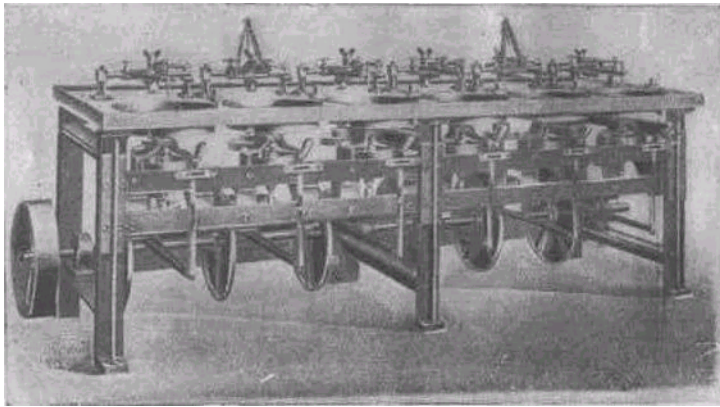


Рис. 21. Автомат—вид спереди.



Автоматический шлифовальный станок (стр. 32)

взаимно перпендикулярных. Маховик C укреплен на оси D , по которой он по винтовой резьбе может передвигаться. Ось D на своем верхнем конце имеет диск L со щелью, прорезанной вдоль одного из диаметров (см. рис. 22). Вдоль этой щели может перемещаться болтик со стерженьком P , могущий быть закрепленным в любом месте щели. Все это (L и P) называется *эксцентрик*ом. Стержень F имеет кольцевые отверстия на своих концах, которыми он одевается на P и R . Стержень R вклепан перпендикулярно к штанге K , которая другим своим концом надета на бабку M , около которой она может вращаться в горизонтальном

32

направлении. Упор T является как бы платформой, по которой первый конец штанги K совершает движение по окружности. Далее имеется каретка H , перемещающаяся по штанге K . На краях этой каретки есть соответствующие центры (конусные), держащие треугольник S , который можно откидывать вверх. В вершине этого треугольника имеется палец N , вдвигающийся или выдвигающийся из треугольника S . Отдельно от всей этой системы имеется бабка, в которой на соответствующих подшипниках укреплена ось h со шкивом g . На верхней своей части ось имеет наружную резьбу. Шкив g со шкивом O скреплен ременной передачей. Включение и выключение автомата производится при помощи особого рычага (не изображенного на рисунках) действующего на нижний конец вертикального вала D . Отодвигая рычаг влево, мы включаем автомат, так как при этом маховик C вплотную подходит к маховику B и получает от него вращение через трение. В результате палец N получает движение влево, вперед, направо и несколько назад.

Управление: поднятием маховика C выше, скорость вращения станка, а вместе с этим и движения пальца N увеличивается и, наоборот, при опускании уменьшается. Кроме этого, скорость вращения шпинделя h можно еще менять перемещением вверх или вниз ремня, соединяющего шкивы g и O . Длина штриха и размах движения пальца N зависит от места закрепления стержня P в щели диска.

Останавливаясь на описании такой системы автоматов вследствие того, что это наиболее простая и новейшего типа. Описывать все типы за краткостью изложений не приходится, да и по принципу они мало будут отличаться.

Обыкновенный автомат имеет таких шпинделей от 6 до 10 штук, причем сверху имеется крышка, над которой находятся части *M*, *K*, *L* и т. д., под нею расположены части *O*, *C*, *g* и др. Крышка имеет вырез для таза, который имеет круглое отверстие в центре, из которого (см. рис 21) выходит винтовая резьба шпинделя *h*.

Окончив краткое описание основных частей автомата перейдем теперь к самой шлифовке блока на автомате.

33

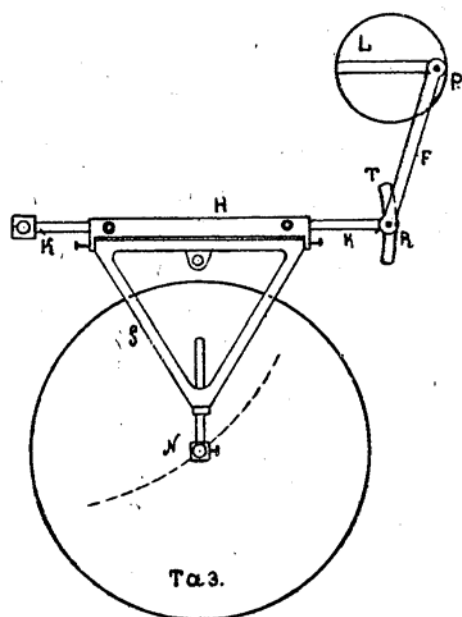


Рис. 22. Автомат — вид сверху.

IV. Шлифовка

Привинтив гриб с наклеенными на него линзами к шпинделю автомата, и намазав 15-минутную чашку мокрым наждаком, накладываем чашку на блок, при этом конец пальца (*N*) вводим в особую ямку, имеющуюся в остротке чашки с винтовой нарезкой (см. рис. 23). При пуске станка в ход, гриб с блоком, навинченный на шпиндель *h*, придет во вращение, а чашка, движимая пальцем *N*, будет совершать движения взад и вперед поперек гриба. Кроме того, увлекаемая трением о вращающийся гриб, она будет вращаться вокруг пальца (*N*). Нужно предварительно только заметить, что если линзы поступают из обдирки прошлифованными 3-минутником, то нужно тогда брать 5-минутную чашку и шлифовать предварительно в ней. Если линзы прошли в обдирке 5-минутный наждак, то тогда непосредственно начинаем с 15-минутного наждака. Теперь все дело заключается в установке автомата. Даем шпинделю (*A*) среднее вращение, отодвигаем каретку (*H*) так, чтобы при своем движении палец (*N*) не выходил бы совсем за блок, так как тогда чашка, движимая им, упадет с блока.



Подмазывание блока на автомате (стр. 34)

Как видно из рис 23, размах стержня (P), приводящего в движение палец, должен быть таков, чтобы палец от центра смещался в сторону примерно на $1/2$ расстояния от центра до края блока. Что же касается быстроты хода шпинделя, то, при шлифовке 5 и 15-минутным наждаками, она берется средней для данного автомата и несколько уменьшается при шлифовке 30-минутником, особенно, если наждак тонкий и легко царапает.

Техника шлифовки на автомате следующая: для 5-минутного наждака на палец кладется груз, свинцовый цилиндр с отверстием в середине, в зависимости от площади шлифовки, от $0,5—5$ кг. При шлифовке наждаку нельзя давать совсем высыхать, для чего кисточкой время от времени подбрызгивается вода на линзы в тот момент, когда их края открываются от чашки. Кисточкой нужно именно подбрызгивать, а не мазать так как иначе для каждого наждака нужно будет иметь свою кисточку, что совершенно излишне. Смочить линзы очень сильно водой также нельзя, т. к. наждак будет быстро вытекать вместе с водой, его останется очень мало и чашка начнет царапать линзы.

34

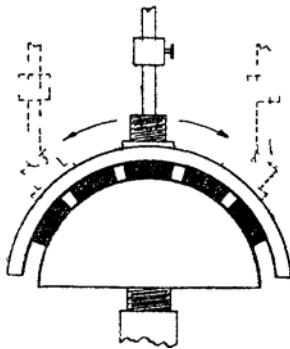


Рис 23 Гриб с наклеенными линзами, над ним шлифующая чашка.

После отшлифовки 5-минутным наждаком и проверки блока на царапины, точки и т. д., причем блок тщательно промывается и досуха вытирается полотенцем, ставим шлифоваться 15-минутным наждаком, соблюдая аналогичные правила и уменьшив давление груза почти вдвое. Если, отшлифовав 15-минутным наждаком, видим оставшиеся от 5-минутника точки, то не следует рассчитывать, что точки сойдут при шлифовке 30-минутником, а надо ставить шлифовать 15-минутником вторично. Расчет на зашлифовку приводит к тому, что часто блок гоняешь 30-минутником раза по четыре, прежде чем выведешь все точки.

Отшлифовав 15-минутным наждаком и не найдя нигде неровности мата,

можно приступить к шлифовке 30-минутником, где уже требуется самое тщательное внимание к чистоте халата, рук и блока, т. к. достаточно одной крупинки более грубого наждака, чтобы перещарапать линзы. Рабочий, имеющий опыт, как-то автоматически выполняет эти условия, несмотря на внешнюю небрежность, и если наждак сам по себе не царапает, то всегда отшлифует блок хорошо, даже, если этот блок имеет значительные размеры. 30-минутник для более быстрой расшлифовки кладется тонким слоем; груз совсем снимается; ход шпинделя дается замедленным для того, чтобы края не так быстро подсыхали. Обыкновенно 30-минутником прошлифовывается два раза, причем вторым разом шлифуется так, чтобы цвет наждака стал совсем черный, что означает, что мат очень мелкий и будет быстро сполнироваться. Поверхность 30-минутной чашки будет тоже черная и по ней очень легко судить о качестве шлифовки, по тонкости мата.

Практический совет при шлифовке 30-минутником еще сводится к тому, чтобы не подбрызгивать кисточкой, которой можно подбрызнуть нечаянно много воды, а слегка подплевывать, особенно если поверхность царапать, вследствие отсутствия запаса на толщину, нельзя.

Итак, если блок царапин не имеет, отшлифован тонко, то на этом и заканчивается процесс шлифовки линз.

Подобным же образом происходит и шлифование вогнутых поверхностей. Разница заключается в том, что заготовки наклеиваются не на гриб, а внутри чашки. При этом гриб по-прежнему оставляется на вращающемся шпинделе и на него наносится наждак, а чашка вместе со стеклами приводится в движение пальцем (*N*).

35

В зависимости от их размера и толщины, плоскости могут наклеиваться на смолу или воск с канифолью, причем, если вторая сторона тоже плоскость, то лучше наклеивать на ровную шайбу воском, а если сферическая, то смолой и на шайбу. Наклейка смолой производится так же, как и наклейка линз, поэтому описания не требуется. Что же касается наклейки воском на шайбу, то здесь нужно, прогрев шайбу и пластинки до степени плавления воска, как и при обдирке, сильно прижать пластинки к шайбе, чтобы воздух, находящийся между шайбой и пластинкой, вышел и эти места заполнились бы воском.

Для шлифовки плоскости достаточно одного плана (плоской шайбы), который навинчивается на шпиндель, а шайба со стеклами помещается сверху, но этот план должен быть не слишком велик, в противном случае, при шлифовке 30-минутником, края будут сразу высыхать, и не мал, т.к. в этом случае 30-минутником не дошлифуются края обрабатываемой поверхности. Примерно, отношение диаметра плоскости к диаметру плана, на котором она будет шлифоваться должно быть равным 1 : 1,5 или даже несколько меньшим.

Отшлифовав пятиминутником с большим грузом, как и в случае линз, эти грузы уменьшаем, причем каждым из наждаков нужно расшлифовать достаточно хорошо, о чем можно судить по цвету наждака, для того, чтобы более тонкий наждак мог зашлифовать края, т.к. одного уменьшения грузов может оказаться недостаточным, если диаметр шлифующейся поверхности очень большой (свыше 250 мм).

Наиболее выгодной схема движения пальца автомата является данная на рис. 24, тогда шлифовочная шайба довольно долго сохраняет хорошую поверхность,

что особенно важно в точной оптике. Как видно из рис. 24, палец ходит по линии AB , равной радиусу шайбы и смещение от центра шайбы на $CD=1/4$ радиуса.

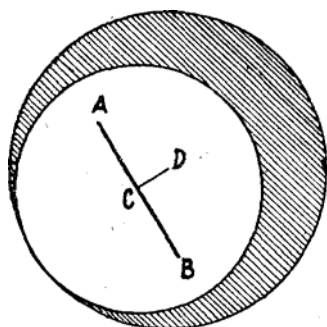


Рис. 24. Схема движения пальца при шлифовании плоскостей.

36

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. ПОЛИРОВКА (суконная).

І. Устройство полировальника.

Разобрав основные принципы шлифовки, перейдем теперь к следующему процессу обработки стекла, а именно полировке. Прежде чем приступить к его изложению, нужно описать устройство полировальника, которым стекло полируется при непосредственном участии крокуса (окиси железа). Так как наилучшим полировальником для работ небольшой точности является суконный, то главным образом дадим его описание и изготовление.

Полировальная чашка нагревается до степени плавления в ней смолы, причем смола берется полировочная из точной оптики пропорцией 3:1, где 3—канифоль и 1—вар. Необходимо сразу же оговориться, что причина, по которой нельзя взять крепкую смолу, заключается в том, что, во-первых, чашку придется сильно нагревать, что является большим неудобством в момент расправления сукна, во-вторых, крепкая смола чрезвычайно быстро застынет и придется нагревать чашку неоднократно.

Чистый вар нельзя брать потому, что при полировке линз, полировальник начнет греться, вар станет мягким и сукно начнет сползать. Смола 3:1 является для наклейки сукна поэтому наиболее подходящей.

37

Намазав смолу по чашке ровным слоем, берем сукно, предварительно промоченное и выжатое так, что оно еще остается сырым, накладываем на чашку, плотно прижимая его к ней. Необходимо проделать это раза три, так как при первом наложении вся горячая смола впитывается в сукно. Распределив сукно пальцами по чашке, причем тщательно расправляем все складки, берем блок с отшлифованными линзами и им тоже еще расправляем сукно. Остудив чашку в воде и промазав сверху сукно чистым фильтрованным воском, причем слой наносится тонкий и равномерный, слегка подогреем полировальную чашку, примерно на 30° , намазываем густо крокусом и, по принципу шлифовки, пускаем в ход автомат, произведя всю уже вышеописанную установку. Если,

прополировав в течение короткого времени, мы видим, что полировка блока идет неравномерно, т. е. берет сильно середину, а края остаются матовые, или наоборот, то для устранения этой неравномерности полировки, необходимо в середину или края полировальника доложить смолы, в зависимости от величины неравномерной полировки, более или менее тонким слоем. Когда полировальник будет окончательно налажен, т. е. он начнет полировать отшлифованный блок совершенно равномерно, то, следовательно, те требования, которые к нему предъявляются, выполнены. Первое время (часов 8) новый полировальник полирует сравнительно плохо, но это будет продолжаться только до тех пор, пока он основательно не пропитается крокусом.

Способ, который довольно часто употребляют, считая, что очень долго возиться с выравниванием полировальника, и состоящий в том, чтобы скалывать те линзы, которые отполировались, рассчитывая на осадку оставшихся линз под сферу полировальника, т.к. в процессе полировки блок иногда довольно сильно нагревается, рекомендовать отнюдь нельзя, т.к. при учете времени оказалось, что время, потраченное на тщательное изготовление полировальника, дает возможность при наличии хорошей шлифовки, полировать довольно большие блоки в среднем часа 2—3, тогда как при плохом полировальнике на такой же блок идет от 3 до 5 часов, что при сдельной работе значительно снижает заработок рабочего. Несколько далее будет указано, как нужно смотреть мат в лупу и когда поверхность считается хорошо отполированной.

Плоский полировальник изготавливается по тому же методу, что и сферический, так что описание методов его изготовления будет излишним.

II. Основные правила полировки.

Из чрезвычайного множества разнообразных случаев неудачной полировки остановимся на наиболее часто встречающихся. Положим, что прополировав блок, причем установка автомата была такая, как уже выше указывалось, мы получили на блоке край полированным, а середину матовой. Чтобы отполировать эту матовую середину, надо увеличить груз, размах эксцентрика по возможности увеличить до максимальных пределов, т.е. чтобы во всяком случае полировальник не мог упасть с блока, скорость оборотов эксцентрика довести до двойного по сравнению с прежним, или во всяком случае больше, чем она была, а шпинделю дать ход медленный. В эти условия еще можно включить и прохождение пальца не около центра, а по центру полируемого блока. Надо отметить, что если блок с наклеенными линзами теплый, то есть возможность осадки линз, т. е. наклеенная смола, немного размягчась, осядет, а т.к. наибольшее давление теперь на середину, то середина, не успев отполироваться, сядет, и будут полироваться только краевые линзы. Вследствие этого, рекомендуется не давать блоку сильно нагреваться, а если он и нагрелся, то немедленно его остудить. Если эти условия учесть, то во всех случаях, будь то выпуклые или вогнутые линзы, а также и плоскость, мат с середины немедленно начнет сходиться, причем быстроту полировки можно увеличить, подмазывая чаще крокусом.

Если середина полированная, а края матовые, то, как и в предыдущем случае, требуется изменить штрихи автомата: дать быстрое вращение шпинделю,

размах эксцентрика значительно уменьшить, груз увеличить только в том случае, если блок холодный. Если этого окажется недостаточным, то сделать смещение всего штриха от центра на $1/3$ — $1/2$ радиуса полируемой поверхности. Подмазка крокусом и в данном случае влияет на быстроту сгонки мата. Что касается быстроты вращения эксцентрика, то иногда ее уменьшают, но при проверке это ощутимых результатов не давало, так что скорость можно оставить прежней. Штрихи автомата в обоих случаях, как видно из чертежа, пропорциональны площади мата в середине блока, если полировальник полирует неодинаково по всем зонам.

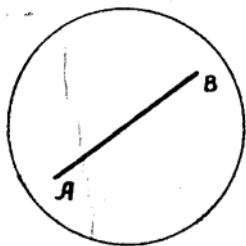


Рис. 25. Установка для сгонки мата со средней части.

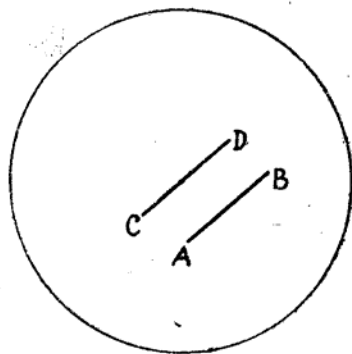


Рис. 26. Установка для сгонки мата с краев.

Рис. 25 изображает установку для сгонки мата с середины, рис. 26—установку для сгонки мата с краев.

39

Необходимо еще остановиться вкратце на одном весьма неприятном явлении, а именно на крокусных царапинах. Причины их появления довольно разнообразны и могут зависеть от самого крокуса (если крокус плохо отмучен), или от попадания на полировальник частиц наждака или просто каких-либо крепких зерен, которые, войдя в полировальник, служат причиной мелких царапин на полированной поверхности. Во всяком случае, если полировальник начал систематически царапать, то его надо тщательно промыть щеткой и пустить полировку исключительно водой, без подмазки крокусом. В большинстве случаев царапины начинают сходить, так как крокус, пропитавший полировальник, будет оказывать все же свое действие в процессе полировки. Если же царапины продолжают появляться на поверхности, то здесь уже трудно что-либо рекомендовать, за исключением единственно рационального средства, а именно — переменить полировальник. Вот почему, как было уже указано, необходимо тщательно промывать блок, а в особенности

после 30-минутника перед полировкой блока, т.к. попадание наждака на полировальник влечет за собой его порчу.

Бывают при полировке еще случаи провала части блока, но не симметрично, а именно левой или правой его части. В этом случае рекомендуется полировать довольно сухо, чтобы блок прогрелся и линзы начали оседать. Осадка, линз будет продолжаться до тех пор, пока полировальник не коснется этих линз, которые после этого начнут тоже в свою очередь полироваться. На практике приходилось сталкиваться с провалом даже одной линзы так, что все остальные линзы кругом уже имеют мало мата и, несмотря на это, такая линза все же отполировывалась, особенно если слегка подогреть на спиртовке, не вывинчивая блока.

Описание всех случаев будет слишком громоздко, но если полировщику, очковщику попадется неизложенный здесь, то можно рекомендовать прочесть части о точной оптике; большинство изложенного в этой части можно применить и при суконной полировке, за исключением только резки полировальников, которая будет здесь неприменима, т.к. изрезанный суконный полировальник работает очень мало и снашивается так, что в резы набиваются крупные частицы крокуса, которые могут начать царапать поверхность полируемого стекла, причем их уже очень трудно отмыть от полировальника.

III. Некоторые сведения о крокусе.

Крокус, являющийся материалом для полировки поверхностей, представляет собой соединение железа с кислородом Fe_2O_3 . Добывается он путем обжига соединения железа со щавелевой кислотой в печи с высокой температурой.

40

Полученная окись железа представляет собой порошок темнокрасного цвета, который еще предварительно обрабатывается перед тем, как его пустить для полировки поверхностей. Налив воды, замешивают крокус и дав немного постоять сливают в чистый сосуд, где дают ему некоторое время отстояться. Отмучивание крокуса производится очень тщательно, т.к. необходимо избежать попадания в крокус каких-либо посторонних твердых частиц, которые в процессе полировки начнут царапать полируемую поверхность. В результате нескольких отмучиваний, получается крокус довольно однородный, который, в зависимости от своей тонкости, называется крокусом *флинтovým*, т.е. таким крокусом, которым можно полировать сорта стекла, называемых флинтowymi, или крокусом *для крона*.

Крокус флинтový наиболее тонкий по своему зерну, далее идет более крупный крокус кронový, и наиболее грубый крокус, употребляемый для полировки стекла на сукне, как, например, очковые стекла, конденсаторы, лупы и др.

Необходимо отметить, что действие крокуса на полируемую поверхность будет различным в зависимости от сорта. Например, если взять флинтové линзы из флинта с большим показателем преломления, такой флинт очень мягок, и его ни в коем случае не отполировать крокусом для крона. Приходилось неоднократно наблюдать, что флинтová поверхность вообще не отполировывается, мат не сходит, или, если она и полируется, мат сходит очень медленно по сравнению с полировкой той же поверхности тонким крокусом (флинтovým).

ГЛАВА ПЯТАЯ. ТОЧНАЯ МЕЛКАЯ ШЛИФОВКА.

I. Определение поверхности под пробу.

Линзы точной оптики, а также и другие точные оптические изделия изготавливаются, настолько точно, что ошибка от данного радиуса, если это, положим, линзы, не превышает 0,5 микрона (микрон = 0,001 мм). Это обыкновенные заводские задания.

Для определения поверхности и изготовления линзы с такой точностью употребляются калибры, называемые *пробами*. Проба представляет собой стеклянный диск (в последнее время начались применяться пирексовые), имеющий соответственную шаровую поверхность, вогнутую для выпуклых линз и выпуклую для вогнутых линз, под которую изготавливаемые линзы и подгоняются. Так как все изложенное идет поразрядно, по степени трудности, то изготовление проб и методы будут приводиться ниже.

Прежде чем приступить к описанию методов шлифовки, необходимо ознакомиться с методом определения цвета (интерференционные картины) и подгонкой под цвет. Возьмем отполированную линзу с наложенной на нее пробой: мы будем видеть цветные кольца, которые являются результатом взаимодействия лучей, отраженных от смежных поверхностей линзы и пробы. Количество и вид колец будет зависеть от характера той чрезвычайно тонкой прослойки воздуха, которая получается между пробой и линзой, вследствие неодинаковости кривизны линзы и пробы. Наложение пробы на линзу надо производить весьма осторожно, чтобы не поцарапать при накладывании ни той, ни другой. Для этого предварительно рекомендуется соответственные поверхности и пробы и линзы протереть чистой бумажной тряпкой, смоченной спиртом, и затем мягкой, чистой, волосяной кистью смахнуть могущие остаться на поверхности ворсинки. Итак, видны кольца, состоящие из разных цветов и концентрически расходящиеся от центра. Возьмем наиболее бросающиеся в глаза кольца, а именно—красные, тогда, сосчитав количество красных колец, можно сказать какова точность поверхности по своей абсолютной величине.

Если мы вводим под пробу четыре кольца, это, грубо говоря, будет соответствовать наибольшей толщине воздушного слоя между линзой и пробой в 2 микрона; каждое лишнее красное кольцо соответствует увеличению толщины воздушной прослойки на половину микрона. Приподняв один конец пробы, будем видеть, что кольца начинают бежать и исчезнут при снятии пробы с линзы. При наложении пробы на линзу, кольца возникают прежде всего около той точки, в которой происходит первое соприкосновение поверхностей. Затем от этой точки кольца бегут дальше и распространяются по всей области прослойки воздуха. По направлению, в котором будут бежать кольца при наложении пробы и можно судить, где слой воздуха будет толще: в середине ли (этот случай называется "ямой" на стекле) или по краям (этот случай называется

"бугром" на стекле). Если при наложении пробы на линзу, прежде всего соприкоснутся их левые края, то кольца побегут слева направо. Положим, что при этом кольца будут изогнуты таким образом, что выпуклость их будет тоже расположена вправо, т.е. выпуклая сторона кольца побежит впереди прямой линии, соединяющей точки пересечения колец с окружностью линзы и пробы, как это показано стрелкой на рис. 27, тогда мы имеем возможность сказать, что линза имеет бугор, величина которого определится количеством колец, когда проба вполне наложена, т. е. кольца идут замкнутыми кругами, с радиусами, уменьшающимися к центру. Схематический вид такой поверхности показан на рис. 27 и 28.

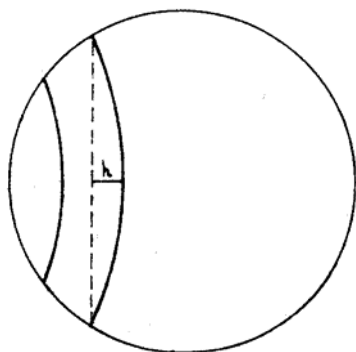


Рис. 27. Изгиб полос в момент наложения пробы.

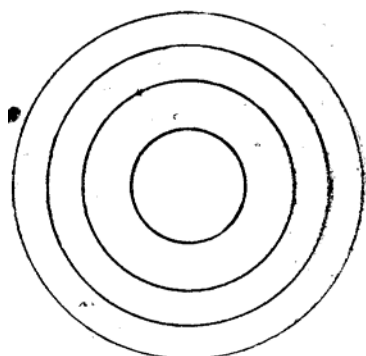


Рис 28. Цветные кольца, образующиеся в случае бугра на линзе.

43

Рис. 27 показывает момент накладывания пробы, видно, что середина идет впереди краев на величину h . Рис. 28 показывает какой величины бугор, считая, хотя бы по красным кольцам. Так как колец три, то полная характеристика поверхности линзы будет бугор в три кольца, цвет ровный, т.е. кольца не искажены и не смещены в какую-либо сторону, а идут совершенно симметрично относительно центра. Отсчет колец вообще говоря можно производить и не по красным кольцам: если источник света будет монохроматический, то кольца будут казаться черными. Монохроматическим или иначе однородным называется такой источник света, который дает лучи только строго одного цвета, например зеленые. Такие лучи можно, например, получить от светящихся в пустоте под влиянием электрического тока паров ртути (ртутная дуга), если еще предварительно эти лучи пропустить через особым образом приготовленное зеленое стекло (зеленый светофильтр).

В этом случае получаются чередующиеся зеленые и черные кольца. Наблюдение в монохроматическом свете имеет между прочим ту выгоду, что можно видеть кольца для гораздо более толстых прослоек воздуха, чем в белом свете. Если же, при накладывании пробного стекла на полированную поверхность линзы, мы будем видеть, что движение колец идет так, что выпуклость колец будет направлена влево и концы колец побегут вправо впереди середины, как показано стрелкой на рис. 29, то в этом случае мы будем иметь на линзе яму. Рис. 29 показывает кривизну полос в момент наложения. В противоположность бугру здесь расстояние h будет уже считаться от середины полосы к прямой.

Рис. 30 показывает, какова яма на поверхности линзы. Имеем здесь два кольца, тогда определение поверхности линзы будет — яма в два кольца, цвет ровный. Разбирать явление искривления колец или так называемого неровного цвета на поверхности линзы мы будем после, т.к. шлифовщику под цвет с подобным явлением в большинстве случаев встречаться не приходится.

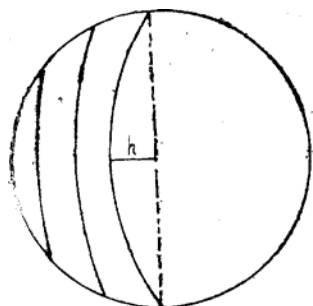


Рис. 29. Цветные кольца в случае ямы.

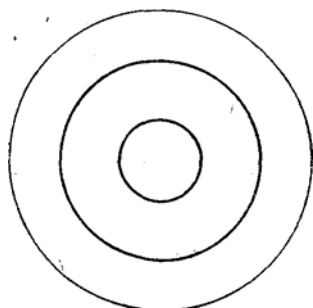


Рис. 30. Полное наложение пробы.

44

Если такой случай будет, то, т.к. все эти явления детально будут разбираться в точной полировке, их можно просмотреть в этом отделе.

II. Подгонка шлифовальников под пробу.

Первоначально, как и в случае простых шлифовальных чашек, первой начинает изготавливаться чашка 30-ая. Изготовление этой чашки будет заключаться в том, что, наклеив на гриб какие-нибудь бракованные линзы, мы их прошлифовываем этой чашкой и, после шлифовки, прополировываем настолько, что при наложении пробы на линзу будет виден цвет. Особой точности подгонки чашек для автомата не требуется, т.к. в большинстве случаев все оптические линзы имеют в среднем поверхности в 1—2 кольца в зависимости от требований. Подгоняемая под цвет 30-ая чашка должна после

прополировки линз дать два кольца под пробу на линзе. Положим, что, прополировывая такой блок, мы получили так называемый *мелкий цвет*, состоящий из едва заметных колец на краях. Исходя из предыдущего, можно заключить, что соприкосновение происходит только по краям, по направлению же от краев к середине толщина воздушной прослойки быстро возрастает, так что кольца перестают быть видимы, т.е. что на поверхности линз имеется яма и при этом очень большого порядка. Отсюда мы заключаем, что чашка работает главным образом серединой, а края ее не прилегают к блоку и не работают, следовательно, необходимо чашку углубить. Начинаем резать середину у 30-ой чашки, примерно рассчитывая продолжительность резки, что может очень пригодиться при окончательной подгонке. Весьма вероятно, что шлифовывание и прополировывание после неоднократной резки чашки, придется повторять раз пять, но, тем не менее, гораздо лучше подходить к требуемому цвету медленнее, чем, срезав сразу сильно середину; после этого резать края, т.к. может на линзах получиться бугор. Когда на линзах получится цвет, примерно от 1-го до 3-х колец, расположенных по всему воздушному слою, а не только у краев или середины, тогда можно считать, что 30-ая чашка готова, и можно приступить к подгонке 15-ой чашки. 15-ая чашка должна давать на линзах яму примерно в пять или шесть колец, с тем расчетом, чтобы при шлифовке 30-минутником хорошо были вышлифованы края от 15-минутника. Те же приемы, что и при подгонке 30-ой чашки, будут применяться и здесь. Когда 15-ая чашка будет давать на линзах требуемый цвет, то можно уже приступить к шлифовке объективов или вообще каких-либо линз с вышеуказанными точностями. Что касается притирочной чашки, то её можно подогнать просто под шаблон, сообразуясь с просветами под шаблон имеющимися на 15-ой. Если линзы из обдирки

45

поступают достаточно хорошими и мелким наждаком отшлифованы, то тогда непосредственно можно начинать шлифовку линз с 15-минутного наждака. Это уже, конечно, зависит от условий данного завода и его методов обработки, которые в количестве шлифовальных чашек могут отличаться на различных предприятиях, но по существу применяются только вышеуказанные методы подгонки чашек, как наиболее рациональные. Необходимо указать еще один прием, который не требует полировки отшлифованного блока и все же дает хорошие результаты с примерной погрешностью колец в пять, но при большом навыке довольно удобный, т.к. сокращает время, потребное для полирования блока, и довольно распространенный. Он заключается в следующем: на отшлифованный и хорошо протертый блок, предварительно подышав на линзу, кладется проба. В том месте, где проба плотно соприкасается с линзой получится темный круг, т.к. вода растекается, или точки (пятно). В случае бугра больших или меньших размеров, получится пятно, которое будет тем меньше, чем больше будет бугор. В случае ямы на середине останутся неразмытые капельки воды, которые получились вследствие конденсации пара, когда мы дыханием сделали линзу влажной, а по краям получится темное кольцо, так как, вследствие соприкосновения в этом месте линзы и пробы, влага оттуда будет вытеснена. Если окажется, что таких капелек нет ни с краю, ни в середине, т.е. они расплылись от придавливания пробой, причем в этом случае приходится прилагать усилие для снятия пробного стекла с поверхности шлифовальной

линзы, то цвет обязательно должен близко подходить к требуемому. Вот тогда уже для проверки блок прополировывается и, если все-таки есть некоторое расхождение от требуемого цвета, которое будет сравнительно небольшим, чашка еще подгоняется наждачной шкуркой и в большинстве случаев на этом и заканчивается вся подгонка.

При наличии практики, чашка, имеющая диаметром 100—150 мм, безразлично какой кривизны сферы, подгоняется минут за 40—50, считая, что наклейку линз на гриб делал подручный, или не учитывая этого времени, т.к. оно выльется в 10—15 минутах.

46

III. Наклейка и шлифовка линз.

По сравнению с линзами из зеркального стекла, линзы оптические, особенно флинтсовые, требуют очень аккуратного обращения. Притирая линзы к чашке для наклейки их на блок, нельзя в момент притирки ударять линзами по чашке, что часто бывает в моменты спешной работы; при этом могут получиться незаметные на глаз трещинки, которые далее при полировке дадут выколки. Чашку надо тщательно вытирать, так как на флинте могут получиться столь глубокие царапины, что за один раз наждак их не выводит. Притирку хорошо производить, смазав слегка поверхность чашки машинным маслом. Линзы требуется притирать так, чтобы ни одна из них не имела соприкосновения с другой. Забегая немного вперед, нужно отметить, что причина заключается в том, что в процессе полировки линзы, полируясь, нагреваются и, в зависимости от коэффициента расширения данного стекла, увеличиваются в диаметре, правда на величину столь малую, что только пробное стекло может это определить. Но вследствие этого расширения, линзы слегка гнутся, тогда поверхность полируется несколько неровно, на таких линзах после сколки их со смолы видно довольно сильное искажение колец. Как и в случае обыкновенных (очковых и линз без точной поверхности), эти линзы наклеиваются смолой, состоящей из вара и сургуча. Необходимо отметить, что требования к смоле здесь увеличиваются еще на одно условие, т.е. чтобы, после сколачивания смолы с линзы, линза сохраняла один и тот же цвет.

Этого не всегда удается добиться, поэтому, если после сколки цвет уменьшается на два кольца, то при полировке, учитывая это, цвет надо делать крупнее, т.е. больше заданного на два кольца в сторону бугра. Пережженная смола, смола часто вновь переплавленная с обязательной примесью крокуса от полировки линз, да и сам состав смолы, влияет на это весьма неприятное явление, в особенности, если еще при этом цвет получается неровный, кольца не симметричны — такой цвет называется "корытом". Дать вполне точные правила варки смолы, не меняющей цвета (поверхности) невозможно, т.к. этот вопрос еще детально не разработан, вследствие чего уже эмпирическим путем стараются свести искажение стекла к минимуму. Один из таких приемов, особенно рекомендуемый при плоскостях и линзах большего диаметра сводится к тому, чтобы не сплошь заполнять поверхность смолой, а настолько, чтобы смола держала поверхность лишь в нескольких, симметрично расположенных точках. Это достигается тем, что при наклейке, между смолой и поверхностью, помещают кружок из бумаги с вырезанными дырочками. Смола тогда приклеится к поверхности только там, где находятся эти дырочки. Результаты получаются довольно приличные, в случае небольших поверхностей и довольно

толстых, после сколки смолы с поверхности искажения нет, тот цвет, который был на линзе таким же и остается. Но если имеется поверхность большего диаметра и тонкая 3—7 мм, то на таких поверхностях избежать искажения можно лишь случайно и, в случае пластин, тогда приходится применять метод посадки на контакт, о котором будет говориться далее, или просто ручной полировки.

47

Возвращаясь к нашему основному вопросу, считая, что линзы имеют диаметр не свыше 80 мм и достаточно толстые, не менее 3,5 мм, так что никаких вредных влияний на процесс их изготовления не существует, нужно отметить, что в основном методы шлифовки остаются те же самые, что и для шлифовки под полировку на сукне, необходима только большая тщательность в работе, в особенности же следует оберегать линзы от случайных ударов. Шлифовка 30-минутником должна производиться очень тщательно, т.к. те царапины, которые сукном заполировываются, на полировальнике со смолой не вывести. Мера шлифовки довольно приблизительная, но все же нужно, чтобы латунная поверхность шлифовальника была бы близка по цвету к черной, что будет указывать на то, что наждак был расшлифован мелко и мат на поверхности неглубокий, благодаря чему полировка будет производиться значительно быстрее.

В зависимости от 30-минутника, на котором главным образом, надо остановиться, вследствие важности окончательной отшлифовки поверхности, приходится шлифовать после 15-минутника (или американского № 303) один раз, если наждак крупный, или два раза, если наждак мелкий. В обоих случаях не следует, окончательно прошлифовывая, густо намазывать наждак на шлифовальник, т.к. тогда наждак будет очень долго расшлифовываться, довести дочерна будет трудно, а, следовательно, мат на поверхности стекла будет значительно крупнее (глубже).

IV. Срабатывание чашек.

Если не обращать внимания на ту установку автомата, при которой шлифуются блоки, то чашки, которые могли бы долго держать тот цвет, который им придают, будут портиться, причем порча их, изменение поверхности от требуемой, будет тем больше, чем больше число шлифуемых блоков. Положим, что на коротком размахе эксцентрика при быстром вращении шпинделя происходит шлифование блоков 15 и 30-минутными наждаками. 15-ая при такой установке берет края еще больше — в результате у чашки края срабатываются и у блоков всегда край будет недошлифован. Так как у 15-ой брало края, то на блоке яма постепенно будет увеличиваться, чашка не захватывает края сильнее, чем середину, яма вместо пяти колец станет, положим колец в 10. 30-ая чашка будет тогда очень сильно брать края, тем самым изнашиваясь неравномерно, т.к. у нее тоже будут края сильнее вышлифовываться, в результате вместо двух колец получится после шлифования блоков 8—12 колец, что уже при полировке скажется на времени, необходимом для получения нужного цвета. Поэтому выбор штриха у автомата надо признать чрезвычайно важным фактором, благодаря которому расшлифовка шлифовальников будет идти медленно, а, следовательно, рабочий не будет терять время на частую правку шлифовальников. Учитывая то, что

чашки подогнаны так, что каждая последовательно берет края блока, штрих автомата не должен быть коротким, а именно, наоборот, широким. 15-ая, отшлифовав края по характеру штриха, будет более забирать середину, снос будет более равномерный и тогда 30-ая, забирая равномерно края, будет тоже стираться равномерно по всей поверхности.

48

Нельзя, конечно, говорить о том, что чашки вообще перестанут искажаться, но из наблюдения можно было вывести, что работа шлифовальников при данном штрихе раз в десять рациональнее, учитывая еще и то, что при подправлении чашки ее можно и перерезать, т. е. получить на линзах бугор, который сполировываясь, оставляет на краевых линзах завалы (см. главу 2-ю), что затрачивает еще дополнительно рабочее время полировщика на сгонку этих завалов. На этом заканчиваются основные методы и правила шлифовки поверхностей (но не плоскостей) оптических изделий, имеющих точности +2 кольца (полосы).

49

ГЛАВА ШЕСТАЯ. ПОЛИРОВКА НА СМОЛЕ.

В этой части будет излагаться весь процесс полировки уже довольно точных оптических изделий, как напр. всевозможные объективы, плоскости и т. д. Полировка является последним процессом всех операций с поверхностью. После полировки будет уже идти чистка линз и их центрировка, которая в последующее изложение входить не будет, т.к. является обособленным отделом и связи с предыдущим не имеет.

Читатель, ознакомившийся с основными методами полировки, которые в этой части будут излагаться детально, сможет начать работать на автомате и полировать объективы, причем быстрота полировки и точность подгонки поверхности под пробное стекло будут достигаться путем практики. Часть VI представляет отдел изготовления поверхностей довольно уже серьезный, так что достаточно упустить какой-либо один из факторов, влияющих на полировку, как работа у неопытного товарища не пойдет несмотря на то, что большая часть замечаний о полировке и была предусмотрена. Поэтому, надо заранее предупредить начинающего, что в силу точности надо иметь довольно большое терпение, что из практики и моей и других рабочих наблюдалось.

Если например, цвет не увеличивается, то нельзя глубоко вырезать, середину полировальника, т.к. 90% за то, что поверхность можно испортить довольно сильно завалами.

Неопытному товарищу пугаться вследствие этого, конечно, не следует, так как обыкновенно у только что вставшего к станку впервые работа в большинстве случаев не клеится в течение нескольких дней.

I. Изготовление полировальника, варка и фильтрование СМОЛЫ.

Предварительно скажем несколько слов относительно изготовления

полировальника и выясним причины, по которым зависимость смолы полировальника от температуры и сорта оптического стекла приводит в процессе полировки к тем или иным результатам.

50

Изготовление полировальника заключается в следующем. Берется чашка, радиус которой на 3—4 мм больше, чем радиус сферы изготавливаемых линз, и нагревается до степени плавления той полировочной смолы, на которой по нижеизложенным причинам можно будет иметь наилучшую по времени и качеству полировку. Смола предварительно разбивается на мелкие кусочки и кладется в чашку, где начинает немедленно плавиться. Расплавившись, она должна быть не жидкой, как это будет в том случае, если чашка перегрета, а густой, тестообразного вида массой, которую очень удобно равномерно распределить по всей поверхности чашки. Так что, если чашка была перегрета и смола стала жидкой, необходимо подождать до некоторого остывания чашки, чтобы смола приняла надлежащую компактность. Смола такой густоты удобна тем, что она будет чрезвычайно медленно разливаться по чашке, что даст возможность распределить ее равномерно по поверхности, а затем, т.к. эта операция производится предварительно просто пальцами, смола прилипает не будет к пальцам, если они мокрые. Итак, слегка смочив пальцы водой или просто поплевав, что в большинстве случаев практикуется, смолу равномерно распределяем по поверхности, причем надо это делать быстро, чтобы чашка не слишком остыла.

Когда получится достаточно равномерный слой смолы (по толщине он должен быть в среднем 3 мм), то чашка ввинчивается на соответствующую рукоять и смола окончательно выравнивается на блоке, который предстоит полировать. Если смола уже настолько застыла, что на блоке не выравнивается окончательно и остаются неровности, то чашка слегка подогревается, чтобы смола расправилась вполне. Необходимо при расправлении полировальника блоком сильно его смочить для того, чтобы смола не приставала к линзам, т.к. тогда полировальник не расправит. Прилипшую к блоку смолу необходимо совершенно удалить, промывая его денатуратом. После полного выравнивания полировальника, на него намазывают крокус и, пока полировальник еще теплый, пускают блок полироваться. При изготовлении полировальника необходимо соблюдать полнейшую чистоту рук от наждака, изготовление не должно протекать в непосредственной близости около шлифовки, и халат предварительно должен быть вычищен.

Про чистоту приходится неоднократно говорить, но рабочий оптик должен помнить, что в большинстве случаев, только соблюдая это условие, можно избавиться от царапин.

51

Перейдем теперь к изготовлению смолы. Смола готовится следующим образом: в каком-либо специально для этого предназначенном металлическом сосуде расплавляется канифоль, количество, которой было предварительно взвешено (о весовых соотношениях будет сказано в следующей главе). Когда канифоль расплавится, причем ей отнюдь нельзя давать кипеть (для чего нужно, чтобы печь не была слишком высокой температуры), в эту же расплавленную канифоль опускается чистый вар, тоже предварительно взвешенный. Тщательно промешивая и не давая кипеть, но постепенно повышая нагрев, доводим смесь

до очень жидкого состояния. Одновременно приготавливаем банку, совершенно чистую, и сверху накладываем на нее 5 рядов марли, сделав из марли вид чашки, привязываем краями к чашке и начинаем лить смолу. Чем жиже удалось расплавить смолу, тем больше слоев марли можно положить, а, следовательно, тем лучше будет фильтровка смолы и тем меньше шансов на попадание в смолу посторонних крепких частиц. Смола может проходить даже при восьми рядах марли, но для этого углубление в марле надо делать больше, чтобы иметь возможность вылить одновременно и большее количество расплавленной массы. Профильтровав и дав смоле совершенно остынуть, смолу размельчают и готовят полировальники по вышеописанному приему.

II. Увеличение и уменьшение цвета.

Так как на заводах температура помещений не постоянная, она колеблется в среднем от 14° до 18° по Р, то и полировка не идет все время равномерно. Приходилось наблюдать, что если смола хорошо полирует при 16° , то при 14° она полирует значительно хуже, что особенно заметно при полировке плоскостей до 0,1 полосы. Несомненно, что на автомате и при точности лишь в две полосы это не так заметно, но требуется, чтобы температура не имела колебаний свыше 2° , так как иначе нужно менять крепость смол на полировальниках. Кроме этого основного условия, крепость смолы, выбираемой для полировки данного блока, зависит также и от груза, который будет находиться на ведущем пальце автомата во время полировки, и от быстроты хода. Так как при полировке вследствие трения развивается теплота, то вполне очевидно, что, в случае груза и быстрого хода, и смола соответствующим образом должна выбираться крепче, чем в случае полировки блока без груза и при медленном вращении. Все эти факторы учесть, конечно, чрезвычайно трудно, поэтому подбирают смолу так, чтобы при изменении грузов, а также хода автомата по быстроте и по штрихам, можно было получать требуемые результаты. К этому еще прибавляется и резка ножом тех зон полировальника, которые по какой-либо причине не должны полировать поверхности блока. Основная и проверенная пропорция смолы для полировки кроны на автомате это смола 1,25:1, т.е. 1,25 частей канифоли и 1 часть вара. В зависимости от основной крепости составных частей эта пропорция переходит или в 1:1 или 1,5:1. Здесь еще надо учитывать и размер блока, т.к. давление полировальника не увеличивается пропорционально, а резко повышается при малых диаметрах, вследствие чего и смолу приходится брать крепче. Вышеприведенная пропорция будет неверной, если диаметр блока будет превышать 200 мм.

52

При полировке флинтков, крепость смолы колеблется значительно больше, но если брать флинты до 8 сорта, то пропорция в среднем будет 0,8:1, доходя до 1:1 и падая до 1:1,5 в случае более твердой канифоли. Не останавливаясь на всех пропорциях—их слишком много,—в самом деле, иногда приходится делать полировальник почти из чистого вара, или повышать крепость до 3:1, нужно отметить, что сорт смолы 1:1 является наиболее универсальным и обыкновенно при пробе начинают именно с него. Только потом, если эта смола полирует плохо, т.е. дает завалы, не увеличивает цвета или, наоборот, не уменьшает его, изменяют крепость смолы полировальника. *Завалами* называются изменения формы поверхности линзы, происходящие в том случае, когда у самых краев

снимается больше материала, чем с остальной поверхности. Появление завалов и их размеры легко обнаружить, наблюдая цветные полосы. Именно, возникновение завалов сопровождается резким изгибом полосы у края линзы, как это изображено на рисунке 34, в связи с которым дальше о завалах будет сказано подробнее.

Мелким цветом называется картина полос, которая наблюдается под пробой, когда средняя часть споллирована больше краев, или, когда, как говорят, на линзе имеется "яма". Улучшая форму поверхности линзы путем большего споллировывания краев сравнительно с серединой, говорят, что "увеличивают цвет". При этом цветные полосы ставятся ярче и шире и постепенно от краев переходят к середине.

В том случае, когда края линзы сняты больше середины или когда, как говорят на линзе имеется бугор,—цветные полосы и при том в большом числе, видны только в средней части. Постепенное снятие бугра сопровождается передвижением полос от середины к краям и, вместе с тем, уменьшением общего числа их. При этом говорят, что цвет "уменьшается".

Название: **яма**, **бугор** и **завал** становятся особенно понятными если мы имеем не шаровую, а плоскую поверхность. Тогда яма действительно соответствует углублению поверхности пластинки по середине, а бугор—ее возвышению. Завал соответствует откосу, образуемому у краев пластинки.

В основном, условия, налагаемые на полировальник таковы: быстрая сгонка мата, способность полировальника без помощи надрезки удерживать цвет, приданный при шлифовке, т.е. не образует ни ямы, ни бугра по середине, ни завалов по краям.

53

Будем разбирать теперь все комбинации, при которых можно подойти к правильному или, как иногда говорят, "готовому" цвету под пробу и как удалять все препятствия к этому.

При работе сдельной, оптику-полировщику необходимо все это наладить предварительно, так как потом очень трудно, следя, положим, за шестью шпинделями, при этом еще подбирать смолы. Взяв смолу 1:1 и сделав полировальник, ставим полироваться блок, соблюдая нормальную установку автомата по штрихам, схематически изображенную на рис. 31. Размах $AB=1/2$ диаметра блока, если полировальник находится сверху, и смещение от центра $OC = 1/4$ диаметра блока.

Считаем, что края блока и полировальника совпадают или полировальник больше на 5 мм, если его диаметр 100 мм. Прополировав блок минут 10, смотрим цвет и продолжаем полировать, считая, что цвет готовый, т.е. имеется не более двух колец, равномерно распределенных по всей поверхности. Если прополировав так свыше часа, видим, что мат почти сходит, а цвет изменился не более, чем на кольцо, то смола хорошая и на ней можно остановиться. Быстрота хода автомата и груз должны быть средние, т.е. и то и другое можно увеличить или уменьшить. Такая смола редко попадает, поэтому такой случай не всегда возможен, т.к. если смола и достаточно хороша, то малейшее изменение температуры или др. условий, может вторично не дать таких результатов. Положим, что прополировав блок, видим, что цвет портится в сторону увеличения ямы, яма стала колец в 5. Говорить о том, что смола мягкая еще рано, предварительно режем слегка ножом середину и ставим опять поли-

роваться. Часто делают еще в смоле точку в центре полировальника, для создания более быстрого тока смолы от краев к центру, в результате которого края закрепляются, а середина плавает и заполняет резы, до заполнения которых середина блока полируется лишь слегка.

Вид такого полировальника дан на рис. 32. Для получения такого реза дают шпинделю замедленный ход и, накладывая нож близко от центра полировальника, быстро отводят его к краю. Резы не должны быть глубокими, т.к. иначе полировальник, благодаря осадке середины, сильно схватит края блока и посадит завалы на линзах. Рез на рис. 32 сделан, как указано, ножом при полировальнике, вращающемся на шпинделе. Тот же результат будет, если резать, непосредственно держа полировальник руками, симметрично делая эти резы (см. черт. 33).

54

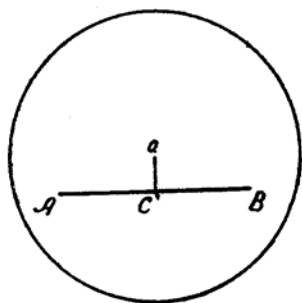


Рис. 31. Нормальная установка движения полировальника.

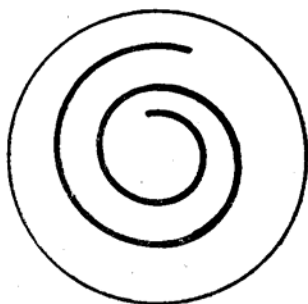


Рис. 32. Резы полировальника в виде спирали.

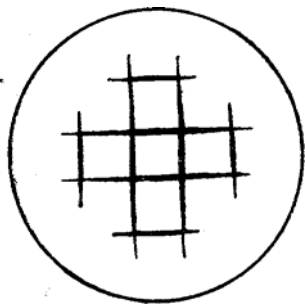


Рис.33. Симметричные резы на полировальнике.

Если смола после этого стала довольно хорошо увеличивать цвет—два кольца за 30 минут без завалов на краях,— то этим можно вполне ограничиться,

т.к. резка полировальника не отнимает много времени. Если же смола даже после резки цвет не увеличивает, то здесь возможны два случая: или она мягка или крепка. Определить это нетрудно. Если резы очень быстро заплывают - так, что от них не остается и следа (края очень часто бывают в таких случаях при этом завалены), то, следовательно, смола мягка. Прodelав раза три подобные пробы и видя, что полировальник не увеличивает цвета, даже если установку автомата делать для увеличения цвета (рис. 26), смолу можно считать мягкой и негодной к работе при данной температуре. Автомат, установленный таким образом, обязательно сильно полирует края, а если срезана середина, нагоняет местный бугор, который на блоке выглядит просто бугром на средней линзе. Размах может быть сколько угодно мал и если полировальник сверху, вращение блока по быстроте выше среднего.

55

Если смола на полировальнике крепка, то она тоже не будет увеличивать цвета. Разница по сравнению с мягкой смолой заключается в том, что в данном случае резы заплывают, наоборот, слишком медленно, т.е., если полировальник специально не нагревался, то резы очень долго сохраняют свои первоначальные размеры по глубине и ширине. Итак, если резы не заплывают, то смола наверно крепкая. Для того, чтобы окончательно убедиться в том, что эта смола не годится при данной работе, слегка подогревают полировальник, прибавляют больше груза и ход автомата делают быстрее, увеличивая быстроту вращения как эксцентрика, так и шпинделя. В том случае, если смола начнет увеличивать цвет, т.к. прибавлением груза и увеличением скорости увеличивается и трение, а, вследствие этого и смола делается мягкой, то тогда полировальник пригоден к работе, но только с вышеприведенными условиями, при соблюдении которых полировка будет идти даже лучше, т.к. смола немного крепковатая лучше и быстрее сгоняет мат с поверхности полируемого блока. Для того, чтобы можно было судить о том, какая часть блока полируется — середина, или край—вовсе не требуется снимать полировальник ежеминутно и проверять линзу под пробу. Для оптика всегда может быть вполне безошибочной оценка полировки по тому, как присасывается полировальник к блоку. Метод состоит в следующем: подмазав на ходу блок, чтобы он не был сухим, накладываем правую или левую руку на полировальник и смотрим, с каким усилием останавливается вращение полировальника за блоком. Если приложенное усилие руки мало и можно довольно легко повернуть полировальник против вращения блока, то это является несомненным признаком, что полируется середина. Когда усилие руки довольно велико и полировальник остановить пальцами очень трудно, а если блок имеет большой диаметр, то и невозможно, то тогда полировальник берет края. Если при остановке рукой вращения полировальника, полировальник то повернется в пальцах, то останется не проворачивающимся, т.е. удерживать его в некоторый момент времени легко, то полировка идет неравномерная, т.е., очевидно, что сильно дерет края, на которых происходит вследствие этого образование завалов. При проверке под пробу в случае завалов, мы видим интерференционную картину порядка показанной на рис. 34. Такого вида цвет с обрывами на краях будет характеризоваться, как яма по середине в одно кольцо с завалами на краях. Определение ошибки в поверхности по полосам чрезвычайно важно; но в случае линз, которые не имеют большой точности, судится о цвете при полном наложении пробы хотя бы даже и на край линзы, во

избежание царапин, но так, что концы полос, бегущих в противоположном краю создаваемого клина, соединяются и образуют кольца, или "сплошные цвета", в зависимости от точности поверхности. Под сплошным цветом надо подразумевать какой-либо один из цветов спектра: желтый, зеленый, голубой и т. д. Появление сплошного цвета свидетельствует о том, что поверхность линзы вполне соответствует поверхности пробы, т.е. очень хороша.

56

Посмотрим теперь, что необходимо сделать, чтобы выравнять поверхность, которая дает полосы, вида изображенного на рис. 34. Если завалы имеют очень большой порядок по своей величине, то в большинстве случаев их не уничтожить непосредственным увеличением цвета (где под увеличением цвета надо подразумевать уменьшение числа колец на поверхности). Для этого требуется сделать число колец большим, т.е. уменьшить цвет. Исправление такого цвета будет протекать в следующем порядке. На полировальнике режется край, причем

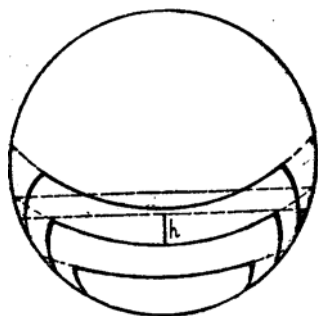


Рис. 34. Схема полос при яме по середине и завалах на краях.

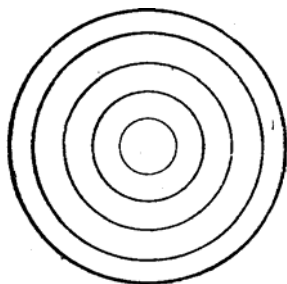


Рис. 35. Вид реза для уничтожения завала и уменьшения цвета.

глубина резов к середине уменьшается и сходит совсем на нет. Рис. 35 показывает, как нужно вырезать полировальник. Ширина и глубина реза не должна быть очень большой, т.к. потом, когда цвет станет мелким, будет трудно остановить ток смолы от середины к краю, даже в случае глубоких резов в середине: смола как бы по инерции будет продолжать уменьшение цвета. Размах эксцентрика делается большим, чем обыкновенно, груз увеличивается, и иногда совмещаются центры блока и полировальника для большей скорости изменения цвета, но совмещение центров рекомендовать нельзя, т.к. это может слишком сильно выбрать середину блока, средняя линза может оказаться колец в 10 и ее будет трудно исправлять непосредственно на блоке. Штрих автомата *AB* в этом случае можно сделать сколько угодно большим, но так, чтобы точка *O* не совпадала с краем блока, т.к. полировальник может упасть с блока в таз.

Уменьшив цвет настолько, что при его увеличении есть гарантия, что завалы сойдут, это уменьшение останавливают и, по вышеуказанным методам, начинают опять подходить к требуемому цвету. (рис. 36). *Способ 2-й.* Так как смола может очень медленно производить изменение поверхности линз, то 2-й способ будет заключаться в том, что делая сильный срез у краев полировальника, прекращают заваливание краев и продолжают полировку, слегка увеличивая цвет и, равномерно сняв некоторую толщину стекла, тем самым сравнивают края со всей поверхностью. Установка автомата не меняется, груз можно оставить прежний или немного убавить, но полировальник надо глубоко и широко у самых краев подрезать, как показано на рис. 37.

57

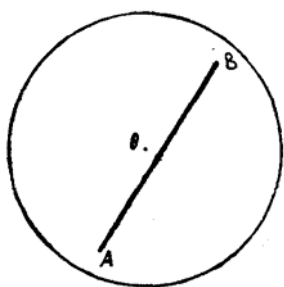


Рис. 36. Вид движения полировальника для уменьшения цвета.

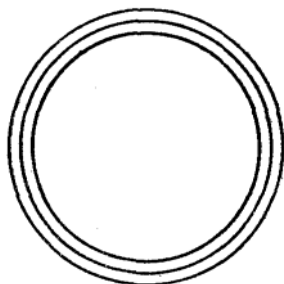


Рис. 37. Вид реза для уничтожения завала на краях.

Таким срезыванием края не только достигается полная гарантия от завалов, но, т.к. края уже не будут полироваться так интенсивно, как вся остальная поверхность, то произойдет процесс сравнения краев, после которого, если продолжать полировку, то последует приподнимание краев над всей поверхностью. Приподнятый край на линзах бывает лишь как исключительное явление, поэтому на нем в этой части останавливаться не будем, т.к. дальнейшее изложение захватит и подобный вид поверхности. Исправление с бугра. Так как часто бывают случаи, что блок с ямы переполирован на бугор, вследствие непредусмотрительности оптика, то надо вкратце остановиться на исправлении и такой поверхности, хотя по существу, если бугор превышает колец 5, то гораздо быстрее его перешлифовать. Положим, что бугор стал выше двух колец, которые мы допускаем по точности полировки. Тогда, срезав на полировальнике край по рис. 35 и произведя соответствующую установку автомата, начинаем его уменьшать. Если смола по своему характеру увеличивала цвет быстро, то уменьшение будет идти очень медленно, переделывать полировальник на более мягкую смолу из-за одного блока не имеет смысла, поэтому стараются добиться уменьшения цвета на том же полировальнике. Если

это удалось, то потребуется проверить под пробу среднюю линзу блока, на ней цвет обязательно будет мельче, чем на краевых линзах, и в таком случае ее придется дополировывать руками, т.к. нерационально полировать весь блок из-за одной линзы. Если оказалось, что слегка затронуты следующие от центральной линзы, то при наложении на них пробы мы увидим, что круговые полосы будут искажены и будут соответствовать форме линзы, называемой "корытом", которое надо исправить. Поверхность блока в разрезе при сполировке бугра выглядит в виде, данном на рис. 38. По линии, проходящей через точки A и B , расположены линзы, которые, при наложении на них пробы в двух перпендикулярных направлениях, дают различные кривизны полос. Наложение пробы показывает стрелка K .

58

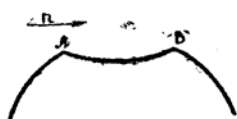


Рис. 38. Поверхность блока, получающаяся после сполировки бугра.

Если проба наложена на всю линзу полностью, то получается картина, которую, как было уже указано, оптики называют корытом. Вид, соответствующих цветных полос, показан на рис. 39.

При наложении пробы по AB , получаем цвет кольца хотя бы в три. В то же время, как видно из чертежа, при наложении пробы по CD (где C —точка соприкосновения пробы с линзой), цвет будет уже не в те же три кольца — число их будет значительно больше. Величина корыта определяется этой разностью числа колец, получающихся при наложении пробы в двух взаимно перпендикулярных направлениях, или общим наложением пробы на всю поверхность линзы, как на рис. 39.

Исправление блока в этом смысле следующее: в зависимости от величины ямы в середине блока меняется установка автомата, полировальник режется способом, показанным на рис. 40. Режутся края и середина, так что полирующей будет только зона AB , которая снимет те выступы, которые имеются на блоке в разрезе, представленном на рис. 38.

Срезать полировальник достаточно хорошо может только опытный оптик, поэтому этот способ исправления, при небольшой практике рабочего, будет очень длителен. Но если следовать вышеизложенным указаниям, которые применяются на практике, исправление блока займет времени не более 40 мин., несмотря на кажущуюся сложность самой поверхности.

На этом заканчиваются наиболее часто встречающиеся случаи полирования и исправления поверхностей как выпуклых, так и вогнутых, причем то обстоятельство, что на блоке имеется несколько линз, значительно упрощает работу по сравнению с одной линзой одинаковой площади с блоком. Так как ошибка поверхности растет пропорционально квадрату расстояния от центра (радиусу), то вполне очевидно, что блок, имеющий на одной линзе два кольца, если бы его заменить одной линзой, имел бы очень большое количество колец. Такая линза была бы неудовлетворительной, в то время, как отдельные линзы блока являются вполне удовлетворительными.

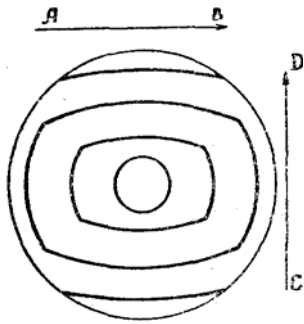


Рис. 39. Вид полос при образовании на линзе поверхности, называемой корытом.

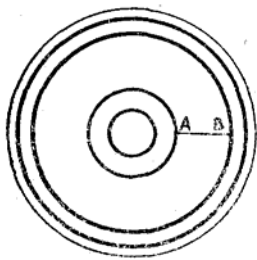


Рис. 40. Вид реза для уничтожения корыта.

VIII. Определение чистоты поверхности.

При споллировывании мата с поверхности блока может наступить момент, когда простым невооруженным глазом его уже не видно, но он еще имеется на поверхности. Да и кроме мата могут остаться царапинки, которые очень трудно уловить. Для того, чтобы судить о действительной чистоте поверхности, употребляют лупу 6-или 10-кратную, через которую и исследуют полируемую поверхность. На первый взгляд кажется, что ничего здесь трудного нет, однако на моей практике встречалось, что очень многие оптики, при переходе на полировку, не могли сразу видеть точек, оставшихся при полировке и считали блок готовым, несмотря на то, что он еще был недостаточно чистым. Хотя и существует контроль, принимающий блок от оптика, но считаю, что оптик должен сам уметь различать все тончайшие царапинки и точки. В случае, когда линзы наклеены на смолу, исследование поверхности облегчается благодаря черному фону. Приблизив лупу к глазу настолько близко, чтобы пальцы, держащие лупу, касались лица, двигаем поверхность, находящуюся в другой руке до тех пор, пока она не будет в фокусе линзы (так, чтобы было отчетливо видна пылинка, попавшая на поверхность). Лупу держать далеко от глаза нельзя, т.к. несмотря на отчетливое изображение поверхности, ее детали будут под меньшим углом зрения. Смотреть на поверхность надо под лампой, имеющей не меньше 50 свечей. Когда удастся уловить в лупу отражение волосков лампы на поверхности, то, смотря рядом с изображением, можно очень хорошо различить малейшие дефекты в поверхности. Исследуя во всех направлениях поверхность, надо и изображение лампы на поверхности двигать в том же направлении. Если на поверхности садится пыль, то сомнительное место, точка это или грязь, можно, продолжая глядеть в лупу, стирать одним из свободных пальцев (конечно чистых). Особо важную роль играет еще накладывание пробного

стекла на поверхность. Так как работая на автомате, очень трудно избежать попадания крокуса на халат и руки, иметь под рукой кисточку для стирания пыли с поверхности неудобно, а промывание блока денатуратом и вытирание чистым полировочным (мягким) полотенцем займет много времени, то поступают так: дав подсохнуть полировальнику настолько, что будет слышен очень сильный скрип, вследствие трения полировальника о блок, полировальник снимают,—линзы с одной стороны остаются совершенно чистыми—тогда, протерев пробное стекло ладонью, нанеся тем самым слой жира (очень при этом легкий) и протерев линзу, прикладывают пробу к линзе, не производя давления, и не двигая пробы по поверхности. Если цвета не видно, то протирается вторично.

60

Проба должна накладываться очень тщательно, т.к. малейший сдвиг ее в сторону неминуемо повлечет за собой царапинки на полированной поверхности. Поэтому при полировке блоков, лучше выбрать одну какую-нибудь линзу, на которую и накладывать пробу при исследовании точности поверхности. Наложение пробы можно производить не на всю линзу, а лишь на часть ее, нужно только учитывать, что цвет будет несколько мельче, чем в случае наложения пробы на всю поверхность линзы. Например, если при наложении пробы на часть линзы виден сплошной синий цвет, то на всей линзе будет яма примерно в 2 кольца.

После отполировки блока, пробу на линзе надо продержать не менее 15 минут, т.к. цвет может измениться вследствие охлаждения блока, и блок не окажется достаточно хорошим в смысле точности поверхности.

Обыкновенный средних размеров блок, примерно на двадцать линз, диаметром в 30 мм, даже при самой тщательной отшлифовке, в среднем полировался 2—3 часа при благоприятной обстановке.

Сравнительно недавно, около 2 лет назад, проф. И. В. Гребенщикову, занимавшемуся вопросами полировки стекла, и теми процессами химического характера, которые происходят во время полировки, удалось не только определить, что такое представляет собой в сущности процесс полировки, но и изобрести средство, при помощи которого любые блоки можно полировать, при сравнительно плохой шлифовке, в несколько раз быстрее, чем они полировались ранее. Огромное количество времени, которое приходилось тратить ранее на полировку, теперь можно экономить из расчета по часу на один блок, что конечно представляет собой большую рационализацию во всем оптическом производстве. Секрет изобретения проф. И. В. Гребенщикова состоит в том, что полировальник подмазывается, вместо воды, соответствующими химическими реактивами. Эти химические реактивы и ускоряют в такой степени сгон мата с полируемой поверхности.

61

Теория полировки стекла И. В. Гребенщикова разрушает все до сих пор имевшиеся взгляды оптиков по этому вопросу и представляет собой строго обоснованные научные данные. Вследствие крайней сжатости изложения, к сожалению, на ней останавливаться не придется, но каждому рабочему-оптику, желающему иметь представление о сущности полировки оптического стекла,

необходимо с этой теорией ознакомиться ¹⁾).

¹⁾ Работа проф. Гребенщикова будет опубликована в одном из ближайших выпусков "Трудов" Оптического Института.

62

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. ПРИЗМЫ.

I. Гипсование и другие способы составления блока призм.

Следующей, наиболее часто встречаемой работой по изготовлению оптических изделий, является изготовление призм. Прежде чем приступить к описанию непосредственной обработки их на автомате, приведем несколько способов составления блока из призм, в зависимости от их размеров.

1-й способ—это гипсование призм. Если призмы обладают размерами меньшими, чем указано на рис. 41, то такой способ годиться не будет, вследствие причин, о которых сказано ниже. Способ гипсования призм заключается в следующем: берем ровную, хорошо зашлифованную шайбу и, тщательно ее вычистив, слегка смазываем машинным маслом. Призмы, предназначенные к обработке, притираем к этой шайбе. Если плоскости на этих призмах будут плохие, и под линейку видны просветы, то призмы притираться не будут, но если плоскости хорошие, то эти призмы можно притирать к шайбе, и при этом настолько плотно, что, при переворачивании шайбы, призмы не упадут. Притираем призмы так, чтобы была некоторая симметричность их расположения на шайбе и чтобы цилиндр (смотри дальше) не касался призм. Притерев призмы к шайбе, промежутки между призмами и края каждой призм обмазываем расплавленным парафином или воском. На рис. 41 показано расположение притертых призм на шайбе. Промежутки между призмами могут быть как угодно малы, но только с тем условием, чтобы удалось промазать парафином края призм у шайбы. На четыре стороны шайбы кладется по кусочку стекла (оконного) толщиной около 3 мм; и их тоже с краев надо обмазать парафином, во избежание их падения с шайбы при переворачивании. Призма, притертая к шайбе и обмазанная с краев парафином, должна иметь такой вид, как показано на рис. 42. Размер грани h не должен быть менее 20 мм, т.к. в противном случае призмы в силу своей малости, не будут плотно схвачены гипсом, и при полировке, могут сесть или же выскочить из своего гипсового гнезда, особенно, если подсушить полировальник и стаскивать его с блока, как в большинстве случаев и бывает.

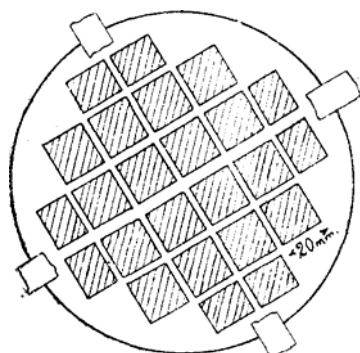


Рис. 41. Расположение на шайбе притертых призм.

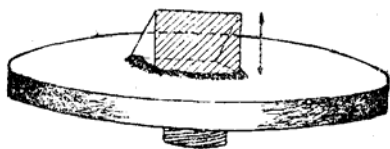


Рис. 42. Призма, притертая к шайбе.

63

Хорошо притерев призмы, берем цилиндр, привинченный к соответствующей шайбе, и приготавливаем в каком-либо сосуде раствор гипса и цемента в воде. Количество разведенного гипса и цемента должно быть достаточным для наполнения цилиндра до краев.

Цемента, добавляемого в гипс должно быть по количеству около 10—15%, причем вся масса должна быть хорошо промешана, чтобы не было отдельных кусков. Говорить о пределе густоты очень затруднительно, можно только указать на то, что если замешано будет очень густо, то т.к. гипс быстро твердеет, то можно не успеть посадить в него призмы, а тогда вся работа будет испорчена, т.к. призмы должны сесть в эту массу вплоть до стеклышек, насаженных на края шайбы, о которые и должен упереться цилиндр с гипсом. Если масса будет очень жидкой, то тогда она в значительной мере потеряет свое цементирующее свойство и призмы, вследствие этого, будут сидеть крайне не прочно. Итак, вылив массу в цилиндр, вид которого показан на рис. 43, быстро опускаем в него шайбу с призмами и следим, чтобы стекла, наклеенные на шайбе, дошли вплотную до цилиндра. Дав затвердеть гипсу в течение часов около 8—10, приступаем к очистке блока.

Ударами деревянным молотком по шайбе *A*, но отнюдь не снизу вверх, а справа налево, сдвигаем шайбу и очищаем призмы от парафина, но так, чтобы не дать заколов при чистке на призмах, что очень легко может случиться, особенно если края острые. Счистив гипс так, чтобы уровень призм был несколько выше уровня гипса, покрываем в свою очередь гипс коркой парафина или воска, который мажем на гипс в расплавленном состоянии. После всех этих операций блок можно считать готовым к обработке.

64

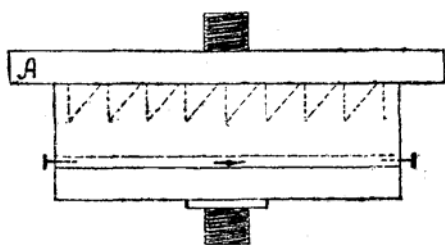


Рис. 43. Загипсовывание призм в цилиндре.

2-й способ. — В случае, если призмы очень малы, когда например, большая сторона призмы не превышает 10—15 мм, поступают следующим образом. Притерев, как и в предыдущем случае, призмы к шайбе, берут полосу из толстой бумаги достаточной ширины, сильно промасливают и закрепляют

кругом шайбы; затем, расплавив наклеечную смолу, ее выливают на призмы и, после того, как она окончательно затвердеет, сверху нее кладут нагретую шайбу, которая к этой смоле и приклеивается. Ставив шайбу с варом и призмами, в нем находящимися, с притирочной шайбы, денатуратом счищают часть смолы так, чтобы уровень призм был выше. Необходимо указать, что, если смола недостаточно жидко расплавлена, то призмы могут и не прогреться, а вследствие этого не приклеятся к смоле. Если шайба не будет промаслена, то смола может к ней пристать и ее невозможно будет стащить без ударов, а ударами по шайбе можно расколоть смолу и тогда работа погибла. Этот способ не всегда применяется, т.к. требует большой тщательности и может быть неудачен при неопытности оптика.

3-й способ. Для того, чтобы составить блок призм, существует приспособление, представляющее собой шайбу с рядом параллельных канавок по поверхности и с углами, соответствующими углам призм. Оно делается из алюминия и имеет в разрезе вид, как на рис. 44. В эти канавки нагретые призмы вклеиваются воском с канифолью и, после окончательного охлаждения, поступают в работу.

Если точность призм сравнительно невелика, то это является наиболее удобным способом. Если точность должна быть высокая, то способ этот не годится, т.к. воск сильно деформирует поверхность, следовательно, после склейки с этого приспособления, на поверхности призмы всегда будет неровность.

Для избежания царапин, когда полированная сторона вклеивается в канавку, призма покрывается лаком и между призмой и металлом прокладывается полоска соответствующей ширины из марли.

Все три способа закрепления призм по своей точности недостаточны, т.к. никогда нет гарантии, что те углы, которые были на призмах до их закрепления, останутся. Достаточно попасть грязи на притирочную шайбу или иметь плохо фильтрованный состав воска с канифолью, как немедленно угол при шлифовании изменится на большую или меньшую величину. Процент брака призм из-за неправильного угла на блоке штук в 20 (как например, для стереотруб), никогда не менее 10%. Он несколько колеблется в зависимости от тщательности оптика.

65



Рис. 44. Шайба с канавками для наклейки призм.

II. Шлифовка и полировка призм.

Блок загипсованных призм имеет довольно большой вес и кроме того высота блока подчас большая, поэтому он никоим образом не должен пускаться поверх шлифовальника, т.к. при большом весе всегда неизбежны царапины 30-минутным наждаком. Блок должен навинчиваться на шпindel, а шлифовальная шайба пускаться сверху. Размер шайбы в этом случае должен быть одинаков с размерами блока; или даже (учитывая, правильность срабатывания шайбы) несколько менее. Шлифовальная шайба обычного соотношения в данном случае быстро сработается на яму, а, следовательно на призмах будет бугор. Даже, если шайба по существу и правильная, то вследствие нахождения блока внизу, края сильнее сошлифуются.

Отсюда нельзя давать быстрое вращение шпинделю. Края блока будут всегда иметь царапины, так как крупные частицы наждака (главным образом) будут неизбежно попадать на шлифуемую поверхность, вследствие вытеснения их шайбой на края. Весь остальной ход шлифовки происходит по тем же методам, что уже излагалось в части V гл. IV.

Полировка. Плоский полировальник по своему изготовлению не отличается от изготовления полировальников сферических. Нагревается шайба, на которую насыпается мелко раздробленная смола и, когда смола подплавится, нагрев прекращаем; смола доплавляется окончательно в силу избытка тепла в шайбе. Пока смола еще мягкая, шайба закрепляется на шпиндель, и какой-либо растиралкой (стеклянный диск соответствующего диаметра) сравниваются все неровности. Смолу, свисающую на краях шайбы, отчищаем и, снова подогрев слегка полировальник, если он окончательно остыл, намазываем на смолу крокус. Затем свинтив со шпинделя полировальник, навинчиваем на шпиндель блок призм и приступаем к полировке.

Давать подсыхать блоку, если полировальник очень теплый, не рекомендуется, т.к. смола, вследствие сильной присоски, пристанет к блоку и, если не оторвет стекла, то во всяком случае полировальник будет испорчен.

В случае полировки плоскости, если плоскость в силу необходимости надо навинтить на шпиндель, как это имеет место при полировке блока призм, полировальник нужно выбрать диаметра меньшего, чем полируемая поверхность. При любом штрихе автомата, если не подрезывать слишком сильно края полировальника, будет наполировываться бугор—основная причина будет та, что полировальник больше, чем блок.

66

Причина наполирования бугра заключается в том, что вращение плоскости на краях наибольшее и постепенно уменьшается к центру, вследствие чего и края будут полироваться быстрее, чем середина. Для избежания этого и подбирают полировальник так, чтобы отношение диаметра полировальника к диаметру полируемой плоскости приблизительно соответствовало бы 9:10. Например, если плоскость равна —100 мм, то полировальник надо брать 90 мм. Если бы плоскость была сверху, а полировальник снизу, то тогда это соотношение было бы обратным, т. е. 10:9. Эти соотношения были мною тщательно проверены и, если смола может хорошо менять, т. е. увеличивать и уменьшать цвета, то при других величинах полировальника не удастся края на поверхности сделать ровными—на краю будет или завал (полировальник велик) или приподнятый край (полировальник мал).

Когда смола несколько мягче нормальной, то тогда можно брать соотношение 1:1, но с тем условием, чтобы на краю полировальника были две резки, во избежание завалов. Это можно делать только в том случае, если полировальник находится сверху.

При полировке блока загипсованных призм, как и в случае линз, цвет смотрится при наложении плоского пробного стекла только на одну призму. В зависимости от точности поверхности, требуемой на данных призмах, приходится затрачивать время тем большее, чем большая точность требуется на поверхностях призмы. В большинстве случаев эта точность не бывает свыше четверти полосы, т.к. после разгипсовывания призмы несколько деформируются, да и кроме того оптику - автоматчику, в силу серьезности уже

такой полировки, не всегда их и приходится делать, т.к. работы с плоскостями, точность которых превышает четверть полосы, относятся к 6 разряду. Все изложенные процессы работ идут поразрядно, увеличение точности работы требует и более опытного специалиста, а поэтому останавливаемся на тех заданиях, которые предусматриваются справочником по 5 разряду.

Будем исходить из тех данных, что полировка призм имеет по точности своей поверхности допущение в четверть полосы. Установив автомат по схеме на рис. 45 и меняя вращение шпинделя, начинаем после достаточной (но не полной сгонки мата) подходить уже к требуемому цвету. Пока еще мата много, подгонять окончательно не следует, т.к. мат может еще остаться, а цвет будет подогнан, на что потратится излишнее время; несмотря на хорошую поверхность, придется еще сгонять мат, оставшийся на поверхности, вследствие чего поверхность немедленно начнет портиться. Равномерно полировать почти невозможно, и лишь в редких случаях удается при одной и той же установке автомата, не подрезая полировальника, держать цвет около 40 минут. При дальнейшей полировке цвет начнет меняться. По наблюдениям, при наличии всех достаточных и необходимых условий правильной полировки, смещение цвета от требуемого на один час полирования будет минимально в одну полосу. Изменение цвета на поверхностях свыше 20 см будет меньшей.

67

Поэтому время от времени, в зависимости от быстроты и величины изменения поверхности, приходится только резать полировальник, а в более неблагоприятных случаях даже менять всю установку автомата целиком. Из рис. 45 видно, что размах эксцентрика дает смещение AB , по величине равное радиусу блока M . Полировальник H , находящийся сверху блока, имеет смещение от центра $OC=AB/6$, которое можно, при увеличении полировки края, довести до $AB/4$. Пунктиром обозначены крайние положения полировальника.

Такова будет установка автомата, при которой цвет можно изменить по своему желанию в ту или другую сторону, делая лишь резы на полировальнике, при условии, чтобы смола была для этой цели достаточно хорошо подобрана. Если смола оказалась несколько мягче, то, подрезав середину и увеличив быстроту вращения шпинделя, тем самым не дадим этой смоле наполировать яму. Штрих AB не укорачивается, т.к. полировальник, работающий сверху, всегда быстро наполировывает бугор и, наоборот, очень медленно его сгоняет. Как сферические поверхности, так и плоскости по существу полируются на автомате аналогично. Повторять о резах на полировальнике при увеличении и уменьшении цвета не будем, отнеся ссылку на часть VI, гл. 2, что же касается определения цвета в 1/4 полосы, то на этом остановимся детальнее. Приемка от оптика поверхностей бывает двух родов. Менее строгая, — когда пробное стекло накладывается так, что клин получается очень малым. Полос тогда не видно, а виден сплошной яркий цвет на всей поверхности.

68

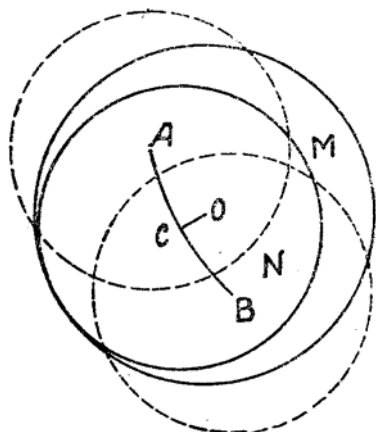


Рис. 45. Схема движения полировальника при полировке плоскостей.

Если этот цвет стальной (сероватый), то поверхность считается наилучшей. Более плохая, но приемлемая будет в случае, когда получается сплошной желтый цвет, еще хуже, если синий и, наконец, когда появляется с края красное кольцо, цвет не является удовлетворительным при вышеуказанной точности поверхности.

При точном способе определения ошибки поверхности, проба накладывается так, чтобы между ею и блоком получилась воздушная прослойка в виде клина. Он должен быть таким, чтобы на всей поверхности получилось 3 отдельных полосы. По кривизне этих полос и можно оценить ошибку, имеющуюся на плоскости.

Цвет в четверть полосы определяется следующим способом. При наложении пробного стекла на поверхность, предварительно мягким полотенцем промывают пробу и поверхность денатуратом, мягкой кисточкой смахивают пыль, затем быстро подносят пробу, и держа ее над поверхностью, затем осторожно опускают. Проба первоначально будет как бы плыть по поверхности. Если она плыть не будет, то значит туда попала пыль. После наложения, слегка надавливаем на один край и видим, что от этого края побегут полосы. Когда их будет 3 — 4, то смотрим, какова кривизна. Предварительно даем "отстояться" пробе, т. е. принять температуру, одинаковую с температурой комнаты и исследуемой поверхности.

Цвет в четверть полосы отсчитывается следующим способом:

Берем линейку и, не касаясь пробы, держим над полосами. На рис. 46 видно, что линейка должна совмещаться с краями какой-либо полосы, но лучше всего более близкой к центру. Линейка находится сверху, но для большей ясности, она обозначена пунктиром в области полос. Если расстояние между полосами равно A , а расстояние между краем линейки и центральной полосой AB будет какая-то доля h , равная q , то если, как на рисунке, $q=h/2$, то это будет полполосы. При $q = h/4$ будет четверть полосы, полагая $h=1$. Таким способом легко можно измерить 0,1 доли полосы, что в переводе на механические меры дает точность в 0,025 микрона (1 микрон—0,001 мм). Определить бугор это или яма можно, нажав слегка пальцем на пробу и следя направление бегущих полос и их кривизну.

Нажимать нужно в точке O (рис. 46). Если, при нажимании в точке O число полос увеличивается, то в точке O клин имеет наименьшую толщину; если же при нажиме в точке O число полос убывает, то точка O соответствует наибольшей толщине клина. Положим, что мы имеем первое, т. е. точка O

соответствует наименьшей толщине клина, тогда при бугре, как на рис. 46, полосы к точке О будут обращены своей вогнутой стороной. Если бы полосы были обращены к точке О своей выпуклой частью, то это свидетельствовало бы о существовании на пластинке ямы. Итак, при бугре полосы к точке наименьшей толщины клина обращены своей вогнутой стороной, а при яме—выпуклой.

69

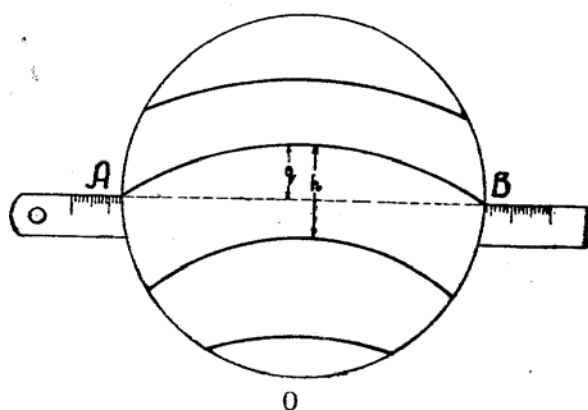


Рис. 46. Определение ошибки плоскости.

Перейдем непосредственно к полировке блока призм. Ход работы следующий: произведя установку автомата, по схеме рис. 45, прополировываем блок немного, но достаточно, чтобы видеть цвет, накладываем пробное стекло на одну из краевых призм и определяем точность поверхности. Если на поверхности хотя бы и получилось кольца два, продолжаем полировать, ничего не меняя и не вырезая зон полировальника. Прополировав минут 15—20, вновь определяем под пробное стекло поверхность и наблюдаем, в какую сторону она меняется. Могут быть 3 случая: 1-й, если цвет стал мельче, т. е. вместо прежних двух колец стало кольца четыре, тогда подрезаем середину полировальника и пускаем полироваться вновь. 2-ой, если цвет остался без изменения, тогда или совсем оставляем полировку прежней, или добавляем груз для более быстрой сгонки мата, иногда и в ущерб поверхности. 3-й, цвет быстро увеличился; например, вместо двух колец стало одно, или имеем готовый цвет в четверть полосы, тогда слегка подрезаем края у полировальника и ставим полироваться. В данном случае определение ошибок поверхности производим грубое, не давая отстаиваться пробе и блоку. Прополировав в среднем около часа, опять снимаем полировальник и производим точно такие же измерения, просматриваем поверхность под лупу и, если мат незначительный и расположен отдельными далеко отстоящими друг от друга точками, то начинаем подгонять цвет до требуемого.

70

Посмотрим, что получилось с поверхностью после полировки в течение часа. В 1-м случае цвет, в силу подрезки полировальника, должен опять увеличиться, если, конечно, смола не мягка для данного блока, при данной температуре и установке автомата. Во 2-м случае—изменение обязательно будет и в сторону увеличения цвета, т.к. полируемая поверхность находится снизу. В 3-м случае—

цвет уменьшится до некоторой величины.

Проследя таким образом, хорошо ли работает полировальник (причем это было не в ущерб полировке, т.к. был мат, который все равно надо удалить), можно учесть, сколько времени надо полировать, чтобы, положим, цвет изменился на одну полосу. Случай, когда несмотря на усиленную резку полировальника и перемену штриха автомата, цвет или не увеличивается или не уменьшается, уже были разобраны (см. часть VI, гл. 2).

Итак, положим, мата на поверхности нет, на ней имеется яма в два кольца, полировальник цвет увеличивать может, причем скорость увеличения цвета во время сгонки мата, примерно, определена. Слегка подрезав края, продолжаем полировать. От оптика требуется теперь большая внимательность к тому, чтобы во время прекратить полировку, т.к. можно нагнать бугор, потом его свести на яму, в свою очередь увеличить и опять переполлировать, и так будет без конца. Блок призм вместе со шлифовкой с точностью до трети полосы должен быть отполирован максимум за 8 часов, причем его диаметр может быть около 200 мм, при количестве полируемых призм штук в 15—20.

Прополировав 15 минут, смотрим вновь цвет. Если за это время цвет увеличился на кольцо, то ставим полироваться еще на 1/4 часа. Не всегда получается, что в обоих случаях полировка одинакова. Возьмем случай, когда цвет увеличился, но на полполосы.

Режем полировальник в середине совсем слегка и, положив руку, смотрим, как сильно берет края блока. Если края начнет брать очень сильно, то полировальник перерезан, резы очень глубокие и широки, полная гарантия завалов и неровного цвета вообще. Необходимо слегка подогреть полировальник и руками немного пройти им по блоку, тем самым уменьшая вырезы. Цвет на призмах, для крона сорта 14, среднего размера; надо сделать в одно кольцо бугор, т.к. когда блок окончательно остынет, то бугра этого не будет, а будет или цвет ровный или небольшая яма, в зависимости от того, насколько сильно при полировке нагрелся блок. Отстойка чрезвычайно усложняет работу оптика, т.к. никогда невозможно точно учесть, насколько стекло может сильно отстояться. Только находясь большой промежуток времени на определенной работе, можно безошибочно определять размеры отстойки, при определенном времени полировки блока.

71

Отстойка всегда происходит с бугра на яму. Это явление объясняется тем, что при наложении более холодной пробы, верхние слои полируемого стекла отдадут пробе свою теплоту немедленно, тогда как сама середина еще теплая; происходит деформирование поверхности. В силу быстрого наружного остывания поверхность сжимается, что под пробу заметно как появления бугра. Потом, когда более глубокие слои начнут остывать, то они в свою очередь, сжимаясь, уничтожат деформацию и поверхность примет свой действительный вид при окончательной отстойке.

При немедленном наложении пробы на только что полированную плоскость появляется яма, которая быстро уменьшается, переходит на бугор и, в дальнейшем, этот бугор опять начинает исчезать, но очень медленно. Для выяснения действительного вида поверхности приходится давать отстойку стеклу иногда не менее суток, в зависимости от его толщины.

Чтобы не допустить читающего впасть в ошибку, необходимо указать, что,

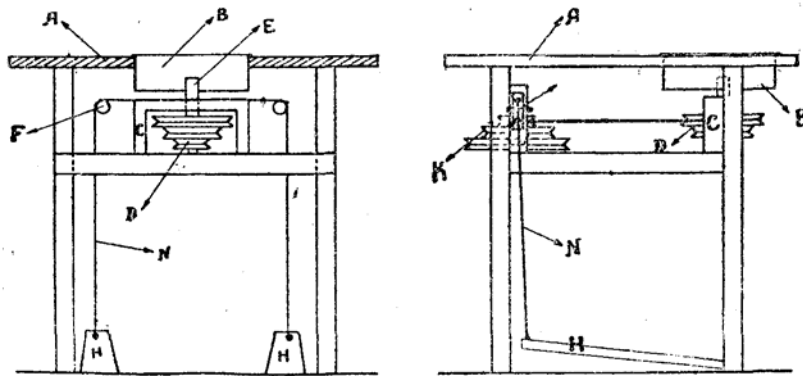
если полируемые призмы малы по своим размерам, т. е. имеют большую свою сторону до 20—30 мм, то отстойка на таких призмах не будет порядка одной полосы, а значительно меньшая, так что практически ею можно вполне пренебрегать. В таком случае бугра наполировывать не надо, а ограничиться просто тем цветом (допустимым по заданию), который получился при наложении пробы без продолжительной отстойки.

Заканчивая на этом описание оптических работ на автомате, необходимо отметить, что работающему на нем оптику приходится иметь в среднем 6—10 работающих шпинделей, т. е. 6 — 10 полирующих блоков, за которыми надо следить одновременно. Если блок стал подсыхать, то он начинает скрипеть, автоматически давая сигнал о подмазке, но, при наличии мягкой смолы, этого скрипа получаться не будет и тогда, если оптик вовремя не успел подмазать, то полировальник срывается с блока, откалывая часто при этом и линзы. Ставить блоки полироваться надо последовательно, так, чтобы всегда помнить о количестве времени полировки блока. Если какой-либо блок оставить без внимания, то часто после полировки, смотря цвет на блоке под пробное стекло, виден такой мелкий цвет, что блок необходимо возвратить в шлифовку. Конечно, пугаться начинающему отнюдь не следует, т. к. это дело только навыка и внимательности. Оптик с опытом очень легко справляется с 10-ю шпинделями при этом затрачивая энергии не более, чем шлифовщик 4 разряда.

Следующей частью этого руководства будет описание основных методов работы на ножном оптическом станке и некоторые дополнительные правила шлифовки и полировки линз на этом станке.

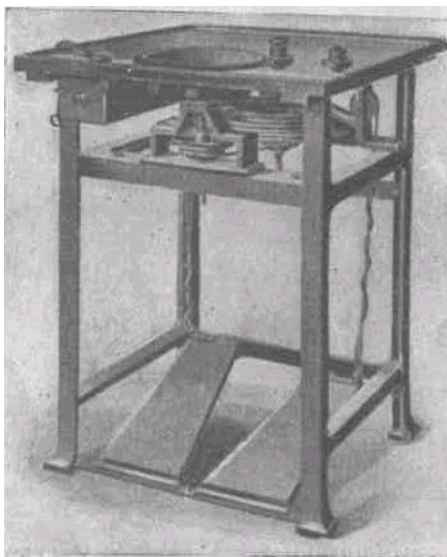
ГЛАВА ВОСЬМАЯ. НОЖНОЙ СТАНОК.

Ножной станок представляет собой довольно тяжелую дубовую или чугунную станину, имеющую на верху крышку *A* с отверстием для шпинделя в этой станине под доской. На противоположной стороне от привинченного шпинделя имеется довольно большой маховик *K*, тоже закрепленный к станине в задней ее части и вращающейся на конусном подшипнике, посредством педалей *H*, на которых находятся ноги оптика. Маховик соединен ременной передачей со шкивом *D* шпинделя и, благодаря этому, дает увеличенное число оборотов шпинделя, т. к. маховик значительно большего диаметра, чем шкив шпинделя. Патрон привинчивающийся к шпинделю *E*, позволяет в свою очередь закреплять на станке шайбы, грибы, чашки и т. п. оптические приспособления для обработки стекла, ср. рис. 47.



А—Крышка станка; В—таз; С—бабка (передняя); D—шкив; E—ось;
F—ролик для педального ремня; H—педаль; K—маховик.

Рис. 47. Схема ножного станка.



Ножной станок (стр. 73)

73

Производить описание неточных работ на ножном станке не имеет смысла, т.к. всегда можно, взяв соответствующее место в описании изготовления точной оптической вещи и отбросив употребление пробы в данном случае, производить те же операции, но, конечно, в более малый промежуток времени, т.к. не требуется следить за поверхностью шлифовальника в таких узких пределах и при полировке ограничиться только сгонкой мата с полируемой поверхности. На ножном станке производятся в большинстве случаев работы с оптическими изделиями малых размеров, т.к. поскольку в процессе работы необходима сгонка мата, то если вещь достаточно большого размера, то тогда ее просто пускают на автомат. Работа при диаметрах поверхности до 100 мм и выше протекает только лишь в виде выравнивания поверхности после полировки на автомате, если точность ее на автомате невозможно сделать требуемой по заданию. Одна из самых первых работ, даваемых оптику, салящемуся за ножной станок (из практики Опытного завода),—линзы, выпуклые или вогнутые, небольших диаметров, как например, окуляры, коллективы, объективы для микроскопов и т.д. Работа эта на таких линзах первые дни, вследствие

неопытности, совсем не клеится, поэтому, считаю нужным, именно на них детально и остановиться.

I. Мелкая шлифовка линз малого диаметра.

Начнем с описания всех процессов обработки обыкновенной двояковыпуклой линзы в диаметре от 10 до 20 мм.

Первым делом, получив чашки для шлифовки, берем бракованную линзу или из куска стекла обдираем такую же сферу, и, прошлифовав в одной из чашек, слегка прополировываем на соответствующем полировальнике. Такая линза называется *расти-ралкой* или *растиркой*. Наложив пробу, смотрим цвет, определяя его по правилам, изложенным в части V, главе I. Если цвет оказался плохой, то начинаем резать чашку соответствующим маленьким шабером; вследствие малости самой чашки и рез должен быть не глубокий и лучше чаще шлифовать и прополировывать растиралку, постепенно подгоняя цвет, чем перерезать с ямы на бугор и обратно. Если, при прошлифовке чашки, или края или середина остаются непрошлифованными, то необходимо Наждачной шкуркой выравнять сферу чашки, т.к. без такого выравнивания отшлифованная линза может иметь неровный цвет уже до начала ее полировки. Чашку можно подогнать до одного или двух колец ямы и считать ее 30-минутной. Вторую чашку подгоняем, прошлифовывая и прополировывая растиралку до тех пор, пока при наложении пробного стекла не получится на растиралке цвет кольца в четыре или пять. Прополировывая растиралку, надо слегка подогреть полировальник, т.к. в противном случае его поверхность может отличаться от поверхности растиралки и при полировке мат может начать

74

сходить неравномерно. Если сразу сдерет края, то завалы, получившиеся на растирке, не есть следствие неправильности шлифовальника, а именно полировальник их и посадил на поверхность растирки. Аналогично может быть и с серединой, более сильно прополированной, чем края. Для того, чтобы проверить сферу шлифовальника, прополирование растирки не надо доводить до значительной сгонки мата, достаточно один раз смочить полировальник и полировать, пока он не высохнет, как уже цвет при наложении пробного стекла на растирку будет виден достаточно ясно. Такая прополировка не занимает более 15 секунд. Получив хороший цвет на 30-й чашке, растирку прополировываем еще раз 30-м наждаком и, если цвет остался без изменения, то подгоняем 15-минутную чашку тем же способом. Если после обдирки мат на линзах мелкий, то можно начать шлифовку прямо с 15-минутника, в противном случае необходимо предварительно прополировывать раз пятиминутником.

Техника шлифовки следующая: линза, если она имеет кривизну малого радиуса, приклеивается смолой к деревянной ручке, которую берут тремя пальцами правой руки, причем указательный производит нажим сверху ручки. Шлифуем наклеенную линзу, поступая так же, как указано в ч. II гл. 6-я. Шлифовать 5-минутником и 15-минутником не представляет никаких затруднений, отшлифовать же 30-минутником надо так, чтобы латунная чашка стала совершенно черной. Это требуется для того, чтобы полировка в среднем не превышала 10—15 мин. на линзу.

Чтобы отшлифовать 30-минутником дочерна и не поцарапать, надо не подбрызгивать или подплевать на высыхающий наждак, а просто дышать на

шлифовальник: испарений будет достаточно, чтобы увлажнить наждак; подбрызгивая при шлифовке дочерна можно напустить в шлифовальник много воды, а тогда линза в большинстве случаев будет немедленно царапаться шлифовальником. Отшлифовав 30-минутником, приступаем к полировке линз.



Обдирка окуляров (стр. 75)

II. Полировка линз на ножном станке.

Берем смолу, имеющую пропорцию 2:1 и приготавливаем полировальник. Полировальная чашка всегда должна иметь радиус на 1—2 мм больший, чем изготавливаемая линза. Это делается для того, чтобы слой смолы, имеющий соответствующую толщину, был бы равномерным как на середине, так и на краю полировальной чашки. Если бы полировальная чашка была бы одинакового радиуса с полируемой линзой, то, очевидно, что на краях, по сравнению с серединой, был бы очень тонкий слой смолы, вследствие чего, полировка была бы неравномерная, т.к. смола на краях при полировке не будет тогда хорошо притираться к линзе. На рис. 48 показано положение линзы в полировальнике, имеющем радиус кривизны больший, чем линзы, на толщину полировочной смолы. Полировальник кроме того должен быть достаточно глубоким, чтобы края линзы не приходились на одном уровне, с краем полировальника, а были не сколько ниже, примерно, на 1,5—2 мм. Изготовление полировальника производится растиркой, которой и выравнивается смола по чашке.

75

Техника полировки следующая: держа ручку с приклеенной линзой, опускаем линзу в полировальник, смоченный не очень обильно водой с крокусом, и, приводя в движение ножной станок, начинаем передвигать ручку (причем локоть лежит на станине) от себя вперед и несколько вправо. Общая схема прохождения линзы по полировальнику показана на рис. 49. Линза не должна проходить через центр полировальника, а ее центр должен быть смещен слегка влево, если оптик полирует правой рукой, и вправо, если полируется левой рукой. Делая маленькие резы в полировальнике, мы тем самым будем увеличивать или уменьшать цвет на поверхности полируемой линзы. Если цвет увеличивать, то нужно быстрее вращать полировальник и размах руки несколько уменьшить. Если цвет необходимо уменьшить, то линзу надо серединой вывести на край и произвести рукой вращательное движение в горизонтальной плоскости, против вращения полировальника.

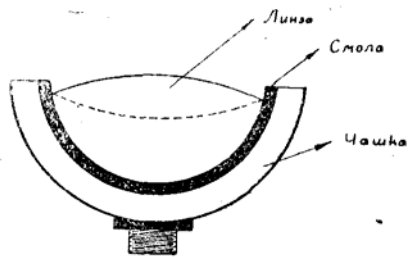


Рис. 48. Линза и полировальник для ножного станка.

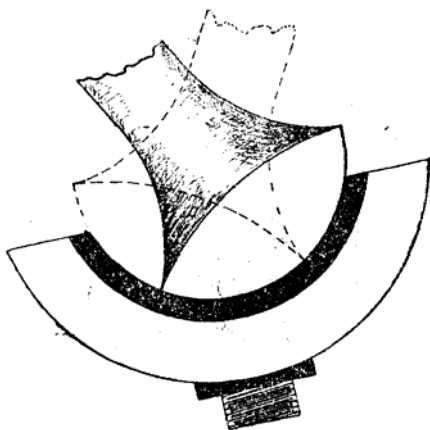


Рис. 49. Прохождение линзы по полировальнику на ножном станке.

Попрактиковавшись дня два, оптик сможет уже произвести полировку одной линзы минут за 20, а в дальнейшем и еще быстрее.

76

Накладывать пробу на всю поверхность не рекомендуется при подгонке цвета. Вполне достаточно наложение пробы на $1/3$ линзы, чтобы судить о качестве поверхности. Если при таком наложении получится желтый цвет, переходящий в стальной, то линза по всей поверхности будет иметь ошибку меньшую, чем две полосы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заканчивая на этом описание всех элементарных и наиболее часто встречающихся оптических работ, следует заметить, что если оптик достаточно хорошо с ним ознакомится, тогда ему будет легко производить и более точную работу. Из сферических поверхностей наибольшей точностью отличается работа по изготовлению пробных стекол, шлифовка их под сферометр и полировка с точностью до 0,1 полосы.

Работы шестого и седьмого разрядов, к которым относятся изготовление плоских пробных стекол и зеркал больших диаметров, плоскопараллельных пластин, изготовление призм Николя, Волластона и других препаратов из исландского шпата и иных кристаллов, будут описаны мною подробно в специальном руководстве, где будут указаны и методы по наилучшему и быстрому выполнению этих работ, которые были мною непосредственно проделаны, причем в процессе обработки были зафиксированы все причины, мешающие правильному ходу работы.

Для того, чтобы читателю дать полное понятие о всех процессах работ,

остановимся вкратце на дальнейших операциях, производимых с поверхностями по окончании полировки.

Отполированные линзы кладутся в соответствующий сосуд с денатуратом, где они, пролежав некоторое время, начинают вычищаться от смолы и крокуса при помощи мягкого полотенца. Далее, промытые линзы поступают в браковочную, где их тщательно проверяют в смысле чистоты поверхности и ее кривизны. Линзы, не имеющие брака, идут затем в центрировочную, где на соответствующем центрировочном станке линзе придается окончательный размер по диаметру и, одновременно, геометрический центр линзы совмещается с ее оптическим центром. Линзы должны быть центрированы для того, чтобы вся совокупность их, вправленная в оправу, имела одну и ту же оптическую ось, т.к. этим будет обуславливаться качество работы прибора. Отцентрированные линзы поступают снова в промывку, а затем бракуются и после этого иногда склеиваются канадским бальзамом на электрической печи. Так, например, окуляры и объективы обыкновенно состоят из двух склеенных вместе линз, крона и флинта.

Вследствие сжатости изложения, вдаваться в подробности о промывки линз не приходится, но надо заметить, что особо

77 сугубое внимание надо обращать на промывку линз флинтовых, которые довольно легко можно поцарапать, если на полотенце попадут крупные частицы крокуса. Что касается центрировки, то эта работа, хотя по существу и не сложная, требует большой опытности, т.к. линзы очень легко можно при центрировании поцарапать и заколоть.

Считаю, что для получения навыка и ознакомления с оптическими работами этого руководства будет достаточно для оптика до 5 разряда, т.к. работы высокой квалификации требуют очень подробного и тщательного изложения.

77

ОГЛАВЛЕНИЕ.

<i>Глава первая. Работа алмазной пилой.</i>	Стр.
I. Пила и условия правильной резки.	
II. Набивка пилы.	
III. Резка стекла	1 -12
 <i>Глава вторая. Обдирка.</i>	
I. Обдирочный станок. Карборунд. Наждаки и их отмучивание.	
II. Заготовка линз.	
III. Правка чашек.	
IV. Заготовка призм.	
V. Подгонка под отступ угольных призм и других заготовок под угольник.	
VI. Линзы малого диаметра.	
VII. Изготовление пластин под штанген.	
VIII. Изготовление пластины под толщемер.	13—
27	
 <i>Глава третья. Мелкая шлифовка на автомате (неточная).</i>	
I. Изготовление шлифовальных чашек.	
II. Наклейка линз.	

III.	Автоматический шлифовальный станок.	
IV.	Шлифовка	28—
	36	

Глава четвертая. Полировка (суконная).

I.	Устройство полировальника	
II.	Основные правила полировки.	
III.	Некоторые сведения о крокусе	37—
	41	

Глава пятая. Мелкая шлифовка на автомате (точная).

I.	Определение поверхности под пробу.	
II.	Подгонка шлифовальников под пробу.	
III.	Наклейка и шлифовка линз.	
IV.	Срабатывание чашек	42—
	49	

Глава шестая. Полировка на смоле.

I.	Изготовление полировальника. Варка и фильтрование смолы.	
II.	Увеличение и уменьшение цвета.	
III.	Определение чистоты поверхности	50—
	62	

Глава седьмая. Призмы.

I.	Гипсование и др. способы составления блока.	
II.	Шлифовка и полировка	63—
	72	

Глава восьмая. Ножной станок.

I.	Мелкая шлифовка линз малого диаметра.	
II.	Полировка линз на ножном станке	73—
	76	

Заключение		77
-------------------	--	-----------

78

Ответственный редактор **Г. Я. Меламед.** Технич. редактор **А. Ю. Штернштейн.**

Ленинградский Областлит № 25827.—Время сдачи в набор 26 VIII.—
Количество листов 5.—Подписано к печати 22/XI.—Стат. формат бумаги
62X88.—Количество бумажных листов 12.500.—Общее количество знаков на
бумажном листе 99.840.—Заказ 2633.—Тираж 5.000.