

МЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ
— И —
ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЕ.

СОСТАВИЛ
по личным наблюдениям и изспедованиям
Воен. Инж. Техн. Г. АПАРИН.

С 206 чертежами в тексте
и отдельным альбомом с 84 чертежами.

Г. КОВРОВ,

Г. Авагян
Корреспондентский листок
№ 172
Тбилиси. 1925г.

№ 172





Разрешено Цензурой ВЛАДГУБЛИТО № 2364/4113.
Печатано 1000 экземпляров.

МЕРИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТРУМЕНТ
—) и (—
ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЕ.

СОСТАВИЛ

ПО ЛИЧНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ И ИССЛЕДОВАНИЯМ
Воен. Инж. Техн. Г. АПАРИН.

В 206 чертежами в тексте и отдельным альбомом с 84 чертежами.

Г. КОВРОВ

Пулеметный завод.

Г. КОВРОВ
Государственная Типография Уисполкома.
1925 г.

Музе.
Инв. № 467
Олумана

№ 172

О Г Л А В Л Е Н И Е.

Г л а в а I.

	(Страницы)
1. Проектирование лекал и шаблонов	5—6
2. Построительные чертежи деталей	6—7
3. Операционные разработки	7—8
4. Рабочие лекала	8—11
5. Приемные лекала	11—14
6. Классификация лекал и шаблонов в зависимости от конструкции их и случаев их применения	14—18
7. Порядок и методы изготовления лекал 1-й группы	18—26
8. Точность изготовления лекал	26—28
9. Случаи применения конических и цилиндрических лекал и условия, которым должны удовлетворять правильно изготовленные лекала этого рода	29—35
10. Порядок изготовления цилиндрического калибра и кольца	35—44
11. Изготовление винтовых калибров и их назначение	44—58
12. Порядок разработки винтового калибра и кольца	58—65
13. Фасонные лекала	65—72
14. Порядок изготовления контурных лекал	72—74
15. Сложные лекала	74—80
16. Стрелочные лекала	80—82
17. Шаблоны к лекалам и их роль в изготовлении лекал	82
18. Порядок и способ изготовления шаблонов	83—89
19. Пользование приспособлениями при массовом изготовлении лекал	89—93

Г л а в а II.

Тепловая обработка железных лекал:

1. Структурная составляющая железа, стали и чугуна	94—105
2. Температурный режим при цементации железа	105—107
3. Припуски при заготовке лекал под закалку	107—109
4. Условия термической обработки железных лекал	110—111

Г л а в а III.

Универсальный мерительный инструмент и его изготовление:

1. Делительные и мерительные машины и работы производимые на них	118
2. Прямолинейная делительная машина	118—124
3. Деление линеек, готовых штангенциркулей и нониусов к ним	124—126
4. Круговая машина с центрами	126—130
5. Круговая радиальная машина	130—131
6. Резцы для делительных машин	131
7. Производство штангенциркулей, глубометров, микрометров и угломеров	132—138
8. Штангенциркули точной конструкции	138—143
9. Изготовление микрометров	143—148
10. Массовое изготовление микрометров	148—156
11. Механические и оптические способы точных измерений	156—168
12. Угломеры	166—168
13. Заключение	168—175



ОТ АВТОРА.

Массовое производство так тесно соприкасающееся с затронутой в настоящем труде темой, настолько слабо развито в металлообрабатывающей промышленности России, что ближайшие перспективы самого интенсивного развития его должны быть несомненны и в особенности теперь, после окончания мировой войны, когда массовые производства, сосредоточенные почти исключительно на военных заводах, или созданные за время мировой войны на ссуды из военных кредитов через Военно-Промышленный Комитет, могли-бы распространиться теперь и за пределы военной индустрии.

Ввиду слабого развития в России массовых производств точных механизмов, само понятие о лекалах и шаблонах существует в широкой массе техников, как приблизительное; применение этого рода мерительного инструмента, а в особенности его изготовление, имеет весьма ограниченный круг, главным образом в некоторых видах машиностроения (производство станков, электрической арматуры).

Если применение лекал в широком масштабе и имело место в каких-либо производствах (за исключением крупных военных заводов), то изготовление их не было организованным, методическим характером, а являлось плодом изобретательности и инициативы отдельных рабочих, а в лучшем случае единичных мастеров, носивших с собой все тонкости этого специфического производства. Лицо, ведущее производство, имело небольшое представление о правильной постановке лекального производства, неизбежного в пределах того завода, который ведет массовое производство каких-либо механизмов.

Роль лекал и шаблонов в общем ходе массовых производств огромна, массовое производство не может считаться правильно поставленным, если в нем нет самого широкого применения лекал; здесь роль универсально-мерительного инструмента, как-то: штангенциркулей, микрометров и проч. сводится на нет.

Труд мною издаваемый насколько известно, представляет первую попытку практического разрешения методов изготовления лекал и шаблонов.

Специальность изготовления лекал и шаблонов и в особенности универсально-мерительного инструмента настолько слабо развиты в пределах нашего государства, что рабочих лекальщиков насчитывается едва-ли „тысяча“.

Труд этот составлен главным образом на основании изучения и исследования этого вопроса в период с 1914 г. по 1924 г.

Кроме того пособием служило:

1) Ряд английских источников под общим заглавием „Machin Shop Library“.

а) Jigs and fixtures }
б) Grinding book } Mach. Sh. Lib.

2) Журнал „American Machinist“ за 1921 год.

3) „Betrieb“ 1920—1921 года.

4) Термическая обработка железа, стали, чугуна проф. А. Л. БАБОШИНА.

5) Предельные допуски в машиностроении „Труд инженера В. КЮН“.

Я крайне сожалею, что мне не удалось ранее выпуска в свет настоящего труда ознакомиться с состоянием массового производства лекал и точного мерительного инструмента в Америке, где массовые производства впервые зародились и к настоящему времени достигли огромного развития. Я не теряю надежды пополнить этот пробел и не меняя общих задач, здесь мною поставленных, постараюсь лишь пополнить мой труд теми материалами, которые будут добыты, пока же спешу извиниться перед читателем за те пробелы, которых при первой попытке освещения производства лекал и шаблонов может найтись не мало, за что заранее прошу снисхождения и указания на те недочеты, которые будут замечены читателем и приняты мною с благодарностью.

Г. Апарин.

1925 года, 17-го февраля.
г. Ковров, Владимир. губ.

1. Проектирование лекал и шаблонов.

Лекало—это такой мерительный инструмент, который имеет специальное назначение применительно к массовому изготовлению машины.

Шаблоны—это мерительный инструмент, применяющийся при изготовлении самих лекал и в случае неизбежного износа самих лекал, шаблоны дают возможность восстановить заново все лекала, в виде совершенно тождественном, с первой партией лекал.

Одна и та же машина может изготавливаться на различных заводах, но раз все детали машины проверяются лекалами и при том совершенно тождественными, то совершенно безразлично, на каком заводе машина была изготовлена, однообразие в машинах должно быть полное. Для того, чтобы подобное однообразие было соблюдено, необходимо, чтобы одноименные детали машины измерялись бы совершенно одинаковыми лекалами—по возможности одинаковыми по конструкции и одинаковыми по месту их изготовления, ниже (во II главе) читатель увидит, как разнообразны могут быть методы изготовления лекал, иначе говоря, как далека еще техника от того совершенства, когда с полной уверенностью можно сказать, что переходы от очертания контуров образцовых деталей модели к постройным чертежам и затем далее, от постройных чертежей самих лекал к самим лекалам, произведены вполне точно. Обстоятельство это служит весьма серьезным фактором, побуждающим иметь местом изготовления, как рабочих, так и всех приемных лекал один какой-нибудь завод или мастерскую и при том там же, где производилась или производится установка массового изготовления самой машины.

Здесь же одновременно с лекалами изготавливается образцовый комплект шаблонов.

Если массовое изготовление данной машины переносится на другие заводы, то весьма рациональным, при установившемся уже производстве на первом заводе, является перенос на второй и другие заводы справочного комплекта всех рабочих и приемных лекал с их шаблонами. Задача установки производства тогда сильно упрощается и вместе с тем устанавливается полное однообразие между машинами, независимо от места их изготовления. Так, например, производство пулеметов системы Максима было установлено в Европе впервые на заводе Льеж (в Германии).

У нас в России производство этих пулеметов было установлено на одном из оружейных заводов и до сих пор, не взирая на всесторонние попытки различных заводов, в особенности за время мировой войны 1914—1917 г.г. прийти на помощь в деле изготовления пулеметов, все дело кончилось одним лишь добрым желанием и производство пулеметов Максима, продолжается до сих пор на одном только заводе.

Автор с 1915 по 1917 год заведывал мастерской одного из оружейных заводов, в России, в которой было сосредоточено изготовление пулемета „Максим“; по долгу службы приходилось тесно соприкасаться с одной группой инженеров, которым по распоряжению ГАУ были выданы все интересующие их сведения по делу изготовления пулеметов Максима, эта группа инженеров финансировалась крупным капиталистом, который брал на себя постройку, необходимого для производства пулеметов завода в Харьковской губ. и его оборудование; но, несмотря на все пожелания, дело это замерло и, кажется, одной из главных причин было сознание технического бессилия гарантировать установку массового производства, столь сложного, как пулемета Максима, с теми средствами, которые имелись в распоряжении консорциума. Последний мог бы еще изготовить силами рабочих, набранных с различных механических заводов вга России, приспособления и режущий инструмент, но что касая-

ется лекал, то не могло быть никакой уверенности в том, что все потребные для вышеуказанного производства лекала, могут быть изготовлены наличными средствами, а оружейный завод помочь тогда не мог, потому что он сам был перегружен текущей работой.

Большим подспорьем в деле установки производства пулеметов Максима на Оружейном заводе послужила — продажа России заводов Льеж (Германия) одного комплекта лекал с шаблонами к вышеуказанному производству, которые и были сосредоточены в вышеуказанном заводе. Тогда же было приступлено к изготовлению дубликатов всех присланных из-за границы лекал и шаблонов. Заграничные лекала с шаблонами и по сие время остаются неприкосновенными, дубликаты же их, изготовленные тогда же в заводе, служат иногда для проверки ходовых, рабочих лекал и шаблонов и в работу также не выдаются. Здесь не имеется ввиду вдаваться в детальное описание установки массового изготовления той или иной машины, потому что вопрос этот составляет предмет специальной темы („Установка массового производства“ Г. А. Апарина), и будет позволено лишь вкратце коснуться тех общих соображений, которые ложатся в основу проектирования лекал, в связи с общими заданиями массового производства в металлообрабатывающей промышленности.

Особенностью процессов массового изготовления точных машин, как-то: ружей, автоматов, ружей-пулеметов, пулеметов, взрывателей, дистанционных трубок, миш, швейных машин, велосипедов, мотоциклов, аэропланов, автомобилей и пр. является употребление специальных инструментов, называемых лекалами.

Далее будут подробно рассмотрены разновидности лекал и существенные отличия в производстве лекал и шаблонов, а пока в общих чертах будут указаны случаи применения лекал в различных производствах массового характера.

Процессы массового производства тем существенно отличаются от общемеханических приемов работ, что в последних не соблюдается принципа взаимозаменяемости деталей изделия; при чем в одних случаях этот принцип может проводиться полностью, в других же — частично, т. е. взаимозаменяемыми делаются только те детали, которые подвергаются наибольшему износу или случайным поломкам (особенности конструкции механизма). Иногда такие детали прилагаются к самой машине или механизму при выходе их с завода, без особой за них приплаты.

Предположим, что в механизме, изготовленном путем массового производства, т. е. с лекальной выверкой каждой детали, изломалась какая-нибудь часть; при нормализации деталей машины достаточно зайти в магазин или снести с фабричного склада и потребовать себе нужную деталь, указав при этом № машины и условные инициалы, как-то: тип, год изготовления модели и пр., нет необходимости при этом иметь с собою свою машину, можно быть уверенным, что деталь прилажная с фабричного склада или купленная в магазине, будучи поставлена на свое место в машине, никакой пригонки не потребует, и лишь в худшем случае, когда принцип взаимозаменяемости соблюден не полностью, деталь эта может потребовать подборки, т. е. из нескольких деталей выбирается наиболее подходящая, путем поочередного постанова их в надлежащее место машины.

Прежде, чем описывать на конкретном примере проектирование рабочих и приемных лекал, необходимо сказать, что разработка массового производства начинается с проектирования:

- 1) построительных чертежей деталей машины,
- 2) чертежей операционных разработок.

2. Построительные чертежи деталей.

Построительные чертежи деталей машины или механизма, предназначенные к массовому производству, делаются следующим образом:

Во-первых деталь машины вычерчивается в 2-х—3-х, а иногда и в 4-х проекциях, в зависимости от сложности профиля ее, кроме того, не ограничиваясь прямоугольными проекциями ее, приходится нередко делать несколько сечений для того, чтобы можно было указать на чертеже все размеры без исключения, и при том не только наружные, но и внутренние. Для обмера деталей образцовой модели

пользуются самыми разнообразными мерительными инструментами, и чем полнее и разнообразнее этот набор, тем точнее могут быть построены чертежи деталей. Все размеры должны быть: 1) координированы и 2) ограничены допусками (черт. „кришки“ № 1).

Координация размеров заключается в том, что две или три плоскости в чертеже детали берутся за исходные и от них уже наносятся все те размеры, которые определяют чертеж детали.

3. Операционные разработки.

Далее приходится сказать несколько слов о роли и выборе исходных плоскостей постолько поскольку это находится в связи с проектированием массового изготовления той или иной детали, т. е.: а) при проектировании приспособлений для зажима детали на станках и режущего инструмента и б) при проектировании рабочих и приемных лекал, которыми проверяется окончательно изготовленная деталь.

Исходные плоскости АВ и СД должны быть по возможности:

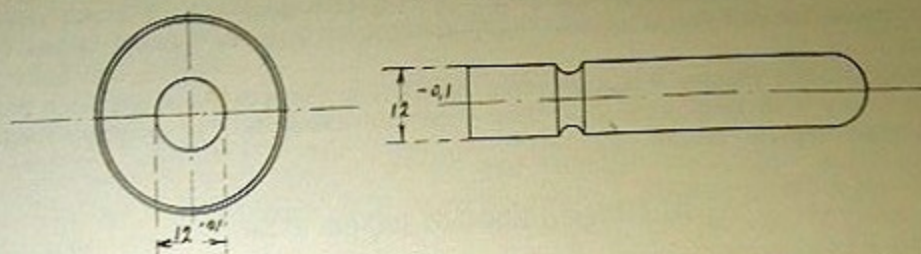
- 1) открыты—для удобства измерения от них всех размеров.
- 2) неизменяемы по своему положению во все время процесса изготовления данной детали и
- 3) плоскости эти должны иметь достаточную площадь.

Однако, как бы идеально высоко не была поставлена техника машинной обработки, однообразия и соблюдения одних и тех же размеров быть не может по различным причинам.

Существуют пределы точности в работах станков, при чем, чем пределы эти уже, тем значит станок собран точнее, а это последнее очень часто зависит от опытности и искусства фирмы, которая изготавливает станки. Передовыми в этом отношении являются фирмы: „Броун и Шарп“, „Нортон“, „Прайт и Витней“, „Паркинсон“, „Арчдель“, „Леве“, „Барикан и Мар“ и пр.

Точность, достигаемая на новых фрезерных станках фирмы „Броун и Шарп“ колеблется от 0,002" до 0,004". Точность в американских токарных станках фирмы „Нортон“ достигает 0,002 мм. В шлифовальных станках „Броун и Шарп“, как наиболее точных из всех механических станков, если не считать узкоспециальных, вроде делительных машин и мерительных машин, точность достигает 0,001 мм. Вообще говоря, точность предъявляемая к различным станкам, употребляющимся при точных работах, обуславливается „техническими условиями на точность при приемке станков“. (См. таблицу в конце книги).

Из перечня наиболее употребительных станков видно, что собрать станок абсолютно точно не представляется возможным, но кроме того невозможно выдержать абсолютно точно все размеры обрабатываемой на нем детали при современном состоянии техники (изгиб или износ инструмента за время прохождения данной операции на одном экземпляре, износ или разверка приспособления и т. п.). Приходится отступать от идеального случая валового изготовления деталей машинными способами и назначать некоторые допуски на все размеры, при чем величины этих допусков можно подразделить на 2—3 группы, в зависимости от точности, требующейся в сочленении 2-х или нескольких деталей в собранной машине или от того—предварительная эта операция, или окончательная. Чем совершеннее конструкция машины, тем меньше в ней особенно точных мест (размеров) тем легче изготовление деталей на станках и последующий затем монтаж машины. Однако, в зависимости от рода изготавливаемой машины, пределы точности (допусков)—понятие весьма относительное. В одном случае допуски могут быть от 0,025 мм. до 0,3 мм., в других же случаях верхний предел может быть поднят и выше. Так или иначе, но в каждом размере приходится иметь дело с 2-мя цифрами: а) размер нормальный, б) размер браковочный, который в зависимости от характера нормального размера может быть равен нормальному размеру плюс допуск (внутренний размер) или нормальный размер минус допуск (наружный размер).



Как общее правило, допуск назначается всегда в металл, считая от нормального размера. (Чер. 1-а). Подобное толкование направления допуска, станет вполне понятным, если считать, что противоположное направление допуска не имеет смысла, коль скоро излишний металл можно всегда снять тем или иным способом, доводя изделие до нормальных размеров и лишь в том случае, когда нормальный размер превзойден по тем или иным причинам, следует установить какими же пределами ограничить этот переход за нормальный размер уже несправимый в процессе работы. Системы допусков могут быть различные, вопрос этот здесь не подлежит рассмотрению, для более детального ознакомления с системой допусков, можно рекомендовать читателю специальный труд В. Кюна.

Чтобы быть более осторожным в подходе к окончательным размерам, операционные разработки составляются так, что допуски на размерах операционных разработок даются значительно строже, чем на чертежах построительных. Например, если какой-нибудь размер имеет на построительном чертеже допуск 0,2 мм., то этот же размер в окончательной операционной разработке имеет допуск в 0,1 мм. Эта строгость в назначении допусков на операциях приучает как рабочего, так и мастера к более осторожной и тщательной установке—детали в приспособлении, инструмента и понижает в результате шансы на брак. Так или иначе, но в силу вышеуказанного обстоятельства приходится проектировать два рода лекала: а) лекал рабочих и б) лекал поверочных или, как их еще называют—приемных.

4. Рабочие лекала.

Чтобы быть более конкретным в описании проектирования рабочих—лекал, здесь на чертежах от 2 до 11 приведены операционные разработки одной из деталей, которую в дальнейшем будем называть „крышкой“. (Черт. 1). На черт. от 12 до 15-а изображены чертежи рабочих лекал, в порядке операционных разработок „крышки“ на черт. от 16 до 37—приемные лекала, для проверки законченной в изготовлении „крышки“.

Прежде, чем остановить внимание читателя на различных пунктах вышеуказанного, необходимо оговориться, что проектирование операционных разработок, указанных здесь, было произведено одной группой лиц (иностранцев), которая вынуждена была в 1919 году быстро покинуть Россию; рабочие лекала были с проектированы 2-й группой лиц и, наконец, значительно позднее, были спроектированы приемные лекала 3-й группой лиц, ничего общего неимеющих в своей работе с лицами первых 2-х групп.

Всмотревшись глубже в характер лекал рабочих и приемных, можно усмотреть здесь существенное отличие между теми и другими, а именно: в рабочих лекалах почти отсутствует принцип координирования размеров, они построены так, что охватывают лишь абсолютные размеры, они просты по форме и по конструкции, каковая рассчитана в зависимости от операционных разработок и удобства производства промеров не снимая изделия со станка. Из построения приемных лекал видно, что сплошь и рядом недостаточно бывает измерения одних только абсолютных размеров: длины, ширины, высоты и глубины какого-нибудь места детали, а необходимо измерение координат от основных баз изделия.

Начнем с 1-й разработки: низ заготовки „крышки“, после фрезировки соединенной фрезой, получает вид, как то указано на черт. 2; если соединенная фреза

была изготовлена верно, то, пожалуй, достаточно будет измерить расстояние 1-й и 4-й площадок от верха: 23,4 и 14,5, но площадки эти могут быть сфрезерованы ниже по оплошности установщика или работающего на этой операции фрезировщика и поэтому такое, возможное, снижение заранее ограничивается допусками (в виде маленькой цифры в 0,2 мм. над обеими вышеуказанными цифрами 23,4-0,2 и 14,5-0,2). Следовательно нормальные рабочие лекала для данной операции будут 23,4—23,2 и 14,5—14,3 и кроме того нормальное лекало типа Н: 11,9—11,7. (Чертеж 12.).

Плоские лекала этого рода нормализуют по типам, при чем лекало вышеуказанного типа Н с одной стороны несет нормальный вырез, с другой стороны—вырез браковочный.

Лекала „нормального“ типа не вычеркиваются каждый раз в отдельности, а сводятся в особую таблицу, которая и образует первый лист альбома чертежей рабочих лекал на данную деталь. (Черт. 12.).

В таблице указывается: операция, №, тип, размер измеряемый и размер плитки.

Коснувшись типов лекал необходимо сказать несколько слов о значении подобной нормализации лекал и о подразделении нормальных лекал на различные условные типы (см. черт. 39, 40, 41 и 42). Нормализация лекал имеет здесь тот же смысл, как и нормализация режущего инструмента. Не взирая на кажущуюся узкую специальность в назначении данного сорта мерительного инструмента, является все-же полезным выделить из общей массы всех лекал такие, которые в некоторых случаях с успехом могли бы быть переданы с одной операции, данной детали, на какуюнибудь другую операцию той же самой или совершенно иной детали, коль-скоро требуемые для обмера размеры вполне сходятся. Кроме того, подобная нормализация имеет большое значение при изготовлении лекал по шаблонам; достаточно сделать общую сводку всех нормальных лекал, рассортировав их по одинаковым размерам и выписав против каждого размера инициалы соответствующих деталей машин и № операции или название детали и № лекала, как это указано ниже на чертежах приемных лекал.

Чтобы ограничиться минимальным количеством шаблонов и по одному шаблону иметь возможность изготавливать одинаковые лекала на различные операции, все нормальные лекала с одноименными размерами сводятся в общую таблицу, см. Таб. 42 А. Кроме того, подобная нормализация дает возможность значительно сократить число чертежей, а следовательно и сэкономить: затрату времени на вычерчивание на кальке и на стоимости рабочих чертежей.

Автор не вполне разделяет группировку нескольких размеров в одном лекале, считая, что кроме незначительной экономии материала, ничего не достигается, делать же нормальный размер отдельно от браковочного, является весьма рациональным (черт. 2а).

Черт. 2-а.



2-я операция. После фрезировки бока „крышки“, нормальным лекалом типа Н: проверяется размер 27,5—27,3. Деталь, поступившая в контроль полуфабрикатов, с размерами в этом месте 27,3 и ниже либо совершенно не принимается, либо условно пропускается на дальнейшие операции. Замечание это касается и всех последующих лекал, в зависимости от ответственности размеров в изготавливаемой детали.

3-я операция. Операция требует 2 нормальных лекала типа Н: 26—25,9 и 20,3—20,2.

4-я операция. Нормальное лекало типа Н: 15,6—15,5 и фасонное лекало на закругление верха крышки $\varphi=52,8$ мм. (Черт. 15 А).

5-я операция. 2 нормальных лекала типа Н: 10,1—10 и 154,3—154,2 и фасонное—на закругление затылка крышки. (Черт. 17 лек. № 2).

6-я операция. Может обойтись без лекальной выверки.

За общее правило при конструировании лекал следует принять следующее: какой бы сложности лекало не было и как бы много в себе размеров не несло, все размеры в нем должны быть подразделены на 2 группы: а) размеры конструктивные и б) — размеры точные, которые должны быть изготовлены особенно тщательно и при том с допуском применительно к лекалу (см. ниже точность изготовления лекал). Точные размеры на чертежах подчеркиваются. Размеры конструктивные, при выполнении, могут иметь значительные отклонения от чертежных размеров, без ущерба для годности лекала.

7-я операция. Может обойтись без лекальной выверки.

8-я операция. Требуется для своей проверки специальных лекал указанных на (черт. 15 А).

9-я операция. Операция этого рода является типичным примером предварительных операций, о которых было упомянуто выше при обзоре деления лекал по своей точности на 2—3 группы.

Как всякая предварительная операция, она делается с относительно большим запасом металла, иначе говоря с большим допуском в самой операции 18—17,8 типа Н; 11—11,1 т. I; т. II: 2—1,8 (черт 15).

10-я операция. Повторение 9-й—но прорезка паза здесь производится до окончательных размеров. Нормальные лекала типа Н: 18—17,8; т. I: 11,2—11,3 т. II: 1,3—1,2 (черт. 15).

Операция здесь заканчивается и потому допуски здесь даны в 2 раза меньше, чем в 9-ой операции.

11-я операция. Паз расширяется поверху на: ширину 14,5 м/м., глубину 4,1, толщину стенок 5,75, толщину затылка 16 м/м.

Для измерения вышеуказанного требуется на: 1) ширину нормальное лекало типа Н—1: 14,5—14,6, 2) глубину—нормальное лекало типа Т—1: 4,1—4,2, 3) толщину стенок—лекало типа Н—2: 5,75—5,65, 4) толщину затылка Н—3: 16—15,8, предпоследнее лекало устанавливает симметричное расположение паза относительно боковых стенок „крышки“. Лекало это может быть заменено лекалом другой конструкции (см. приемные лекала).

12-я операция. Для проверки полуцилиндрической выемки в затылке „крышки“ требуется: лекало типа Т—1: 13,5—13,6 на глубину выемки.

13-я операция. Фасонное лекало (Чер. 13).

14-я операция. Разфрезировка внутренней полости крышки. Требуется фасонное лекало (чер. 27), специальное 1,8—1,7 (чер. 14 № 4). Нормальное лекало типа I: 8—8,1; 22,4—22,5.

15-я операция. Раскопировка нижних буртиков в задней части „крышки“. Специальное лекало на толщину стенок боковых 1,8—1,7. (Чер. 14). Специальное лекало на толщину лапок—3,2—3,1 (Чер. 12).

16-я операция. Раскопировка. Специальное лекало (чер. 14-№ 2), 22,4—22,5. Специальное на—глубину выемки от стенки задней перемычки чер. 15-а №№ 1, 3 и 4. Лекала эти могут быть заменены одним (см. приемное лекало Чер. 27).

17-я операция. Окончательное расширение паза с 14,5 до 15,2. Лекало I: 15,2—15,3. Специальное чер. 13 № 3 1—0,9. Норм. т. Н: 5, 4—5,35.

18-я операция. Фасонное лекало $\varphi=1,5$ м/м. (Чер. 13).

19-я операция. Раскопировка верхнего выреза, 2 нормальных лекала т. II 5,75—5,65, т. II—105, 7—105,8 (Чер. 14 № 2). В поверочных лекалах, последнее лекало спроектировано иначе, оно улавливает не только размеры выреза, но и относительное расположение нижнего паза и стенок внутренней пустоты 22,4 и, кроме того длину выреза в 30,5. (Чер. 32).

20-я операция. Прорезка бокового паза. Проверляется специальным лекалом профиль и глубина паза. (Чер. 15-а). В поверочном же лекале улакивается не только профиль и глубина, но и прямизна паза и его расположение относительно нижней основной плоскости и относительно оси крышки. (Чер. 36 и 22).

21-я операция. Та же операция с другой стороны „крышки“. Специальное лекало (Чер. 15-а). В приемном лекале зараз проверяются обе стороны, как указано (Чер. 22 и 36).

22-я операция. Сверление, развертка и нарезка заднего отверстия, в затылке „крышки“ Нормальный круглый калибр 3,8—3,85, (Чер. № 13). Резьбовой калибр-резьба Левенгерца в 32 нитки на 1" (Чер. 30. Специальное лекало на координаты дыры от бокового уступа крышки 6,3—6,2 (Чер. 13). Приемное лекало для того же промера сложнее, но конструкция его более совершенна.

23-я операция. Разенковка отверстия под стержень, идущий вдоль всей крышки и служащий для направления спиральной пружины. Гладкий калибр 8,5—8,6, соединенный в одно целое с резьбовым (Чер. 29 № 17). И так в результате разсмотрения рабочих лекал приводим к следующему заключению:

1) все лекала-плоские и круглые могут быть нормализованы и сведены в общую таблицу, помещенную в виде условных обозначений перед серией чертежей рабочих лекал, для каждой детали в отдельности (Чер. 12).

2) Нормальные лекала вычерчиваются по типам (чер. 39, 40, 41, 42).

3) Нормальные лекала одноименных размеров могут быть сведены в общую таблицу, охватывающую все детали машины (Таб. 42-а).

4) Каждое лекало должно иметь свой шаблон и, в исключительных случаях, на несколько лекал одноименных размеров, можно иметь 1 шаблон. В виду простоты в конструкции шаблонов к рабочим лекалам, они здесь не показаны отдельными чертежами и полное представление о них можно составить по чертежам шаблонов приемных лекал.

5) Точные размеры в чертежах лекал принято подчеркивать, будь то нормальные или браковочные.

6) Лекала фасонные—браковочных размеров не имеют, за очень редкими исключениями.

7) Толщина металла, идущего на изготовление плоских лекал, берется от 4 до 6 м.м., и в исключительных случаях тоньше.

8) Рабочие лекала строятся так, чтобы можно было поверять работу ими более удобно и, по возможности, на самом станке, не снимая изделия, при чем здесь можно и не переходить от базы.

9) Лекала в большинстве случаев имеют простейшую форму скоб, калибров, колец, контуров.

5. Приемные или поверочные лекала.

Приемные лекала проектируются независимо от операционных разработок, хотя в конце-концов в них должно быть много общего с лекалами рабочими.

Существенное различие их заключается в размерах допусков (браковочные размеры), которые берутся исключительно с построительных чертежей деталей машин.

Выше было указано на то, что все операционные разработки координируются от исходных плоскостей, которые отчетливо выявлены на построительном чертеже детали; например, в крышке таких плоскостей 2: 1) стенка затылка крышки, от которой берутся все продольные размеры и 2) нижняя плоскость, от которой берутся все размеры по высоте.

Говоря о проектировании приемных лекал нельзя не коснуться вопроса об исходных плоскостях, ибо плоскости эти ложатся в основу конструирования лекал.

Ниже рассмотрим детально все приемные лекала для крышки, при этом попутно, будет вестись и описание употребления каждого лекала потому, что конструкции приемных лекал бывают иногда настолько сложны и оригинальны по идее, вложенной в них, что не только в начале, но иногда и после некоторых размышлений способ употребления лекала остается непонятным.

Описание приемных лекал составляет неотъемлемую принадлежность их чертежей.

В гравировку каждого приемного лекала входит:

- а) сокращенное название детали;
- б) лекало или шаблон;
- в) № по порядку;
- г) точные размеры;
- д) год изготовления;
- е) инициалы завода.

Лекало № 1. Лекало нормальное и браковочное на общую длину крышки.

154,1—154,3. Лекало измеряет крышку от заднего до переднего срезов охватывая крышку по всей высоте и избегая при этом перекоса лекала относительно оси.

Шаблон к № 1.

Лекало № 2. Лекало на закругление затылка $\text{Ч}=8,5$.

Шаблон к № 2.

Лекало № 3. Лекало на закругление верха крышки $\text{Ч}=52,8$.

Шаблон к № 3.

Лекало № 4. Лекало на длину первой малой ступени—18, м/м.

Шаблон к № 4.

Лекало № 4-А. Браковочное на длину первой малой ступени 18,2, м/м.

Шаблон № 4-А.

Лекало № 5. Нормальное лекало на длину второго уступа 75,6.

Шаблон к № 5.

Лекало № 5-А. Браковочное лекало на ту же длину 75,8.

Шаблон к № 5-А.

Лекала №№ 4, 5, 4-А, 5-А при измерении детали ложатся планями, как угольники, при этом внутренним вертикальным ребром лекало прилегает к заднему уступу измеряемой площадки, а вертикальным срезом горизонтальной линейки упирается в следующий уступ, при этом нормальное лекало не должно иметь просвета у заднего уступа (внутреннего ребра вертикальной линейки угольника), в случае просвета деталь бракуется. Если при измерении просвет будет у вертикального среза горизонтальной линейки угольника, то размеры площадки проверяются браковочным лекалом; у браковочного лекала просвет недопустим там, где у нормального лекала он считается вполне возможным.

Лекало № 6. Нормальное и браковочное 10, 1—9, 9 соединены в одном лекале т. II.

Шаблон к лек. № 6-2, : 10, 1 и 9,9.

Лекало № 7. Нормальное и браковочное лекало на ширину крышки по выступу направляющих салазок 20, 2—20, 3 т. II.

Нормальное лекало должно без качки, но без особой тугости проходить вдоль всей коробки. Браковочное лекало не должно входить на коробку, ни в одном из сечений по длине коробки.

Шаблон нормального и браковочного лекала № 7.

Лекала №№ 8-А и 8-Б. Лекала на ширину паза 15, 2—15, 4.

Шаблон к №№ 8-А и 8-Б.

Лекало № 9. Нормальное и браковочное лекало на ширину заднего нижнего выступа 12, 7-12, 5.

Шаблоны к №№ 9-А и 9-Б.

Лекало № 11. Лекало измеряет положение передней стенки заднего уступа, относительно задней плоскости крышки 10, 1, 2) относительно ее же полуцилиндрическое отверстие $\text{Ч}=2, 5$ и 3) расположение заднего уступа относительно оси симметрии 5, 1—7, 6. Кроме того, для проверки профиля боковых пазов, в задней части крышки, на длине 78 мм. Для проверки профиля задней стенки заднего выступа своими пазами на направляющие лекала, до упора передней стенки заднего выступа в соответствующий вырез в лекале; при додвинутом до отказа положении, между стенками выступа и боковыми стенками прорези не должно быть просвета, но вместе с тем выступ не должен и задевать за стенки выреза, входя свободно в него. Затылок крышки должен быть заподлицо с задним срезом лекала, что проверяется линейкой с острыми ребрами и с уступом в 0,2 мм. (допуск на выстувание

затылка крышки за срез лекала). Правильность расположения полуцилиндрического отверстия относительно заднего среза проверяется калибром Ч=2,5, при этом калибр введенный в отверстие лекала не должен задевать за стенки полуцилиндрической выемки, проходя свободно. Центр полуцилиндрической выемки расположен на расстоянии 7 мм. от верхней площадки боковых пазов.

Шаблон № 11 и 11-Б.

Лекало и шаблоны № 11 относятся к разряду сложных лекал.

Лекало № 12. Нормальное и браковочное лекало т. н. на высоту боковых направляющих 3,3—3,2.

Лекало садится поперек крышки, при этом, при нормальной длине, рожки должны вплотную прилегать к площадке; у браковочного лекала—рожки не должны касаться—если коснулись или того хуже, просвет виден у нижней площадки, то деталь бракуется.

Шаблон к №№ 12-А и 12-Б.

Лекало № 13. Нормальное и браковочное лекало на высоту пазов 1,5—1,6.

Шаблоны № 13-А и 13-Б.

Лекало № 14. Стрелочное лекало типа индикатора (см. ниже разновидности сложных лекал). Лекало измеряет глубину боковых пазов. Крышка надевается на направляющую внутренним пазом своим, шириной 11,2. Стрелки так установлены, что острыми ланками своими они входят в дно боковых пазов. Стрелки установлены по шаблонам № 14-А и 14-Б. Ризка на конце стрелок устанавливается против 2-х ризок на плите, отвечающих нормальному и браковочному шаблону. Если стрелка своей ризкой дошла до браковочного размера (черты) или за нее, при промере „крышки“ то последняя бракуется.

Лекало № 15. Лекало на измерение профиля внутренней выемки. Лекало вводится в полость крышки, прижимая его все время к дну выемки „крышки“ и продвигая до упора в поперечную глухую стенку крышки, при этом крышка своим задним срезом должна вестись в пределах ризок 149,5—149,7. Лекало не должно хлябать в полости коробки.

Шаблоны к №№ 15, 15-А и 15-Б.

Лекало № 16. Нормальное и браковочное лекало т. Т: 14,5—14,7 на ширину переднего верхнего выреза.

Шаблоны к №№ 16-А и 16-Б.

Лекало № 17. Лекало—калибр резьбовой совместно с цилиндрическим. На проверку расположения резьбового отверстия относительно цилиндрической точки для хвоста направляющего стержня пружины.

Шаблон № 17—кольцо.

Лекало № 17-А Линейка с боковыми уступами по длине парезной части.

Лекало № 17-Б. Калибр с шаблоном и кольцом.

Лекало № 18. Лекало на проверку относительного расположения 2-х внутренних пазов 11,2 и 15,2.

Шаблон к № 18.

Лекало № 19. Браковочное лекало т. Т. на ширину внутреннего паза 11,4.

Шаблон к № 19.

Лекало к № 20. Лекало на правильность относительного расположения и абсолютных размеров 2-х вырезов верхнего и нижнего. Лекало вводится спереди „крышки“ одновременно в 2 паза, избегая при этом его перекоса.

Шаблон к № 20.

Лекало № 21. Нормальное и браковочное лекало т. П. 3,2—3 на толщину переднего зацепа.

Шаблон к № 21-А и 21-Б.

Лекало № 22. Нормальное и браковочное лекало на высоту „крышки“, считая от нижней плоскости боковых пазов 18,9—18,7.

Шаблоны к № 22-А и 22-Б.

Лекало № 23. Нормальное и браковочное лекало на высоту от низа заднего выступа до верхней площадки бокового паза.

Шаблоны к №№ 23-А и 23-Б.

Декало № 24. Декало на проверку координат-центра задней дыры до верхней площадки боковых направляющих пазов 6,3.

Декало № 25-А. Совместный калибр 4,95 для декала 24.

Шаблон к № 24.

Декало № 25. Стрелочное декало на толщину верхней стенки крышки 1,3—1,1. Декало заводится сбоку так, что при измерении оно занимает положение перпендикулярное к длине крышки, при чем длинный зуб щипцов заводится изнутри крышки, а короткий сверху крышки.

Шаблон к № 25. Пластина 1,3—1,1, по которой калибруется стрелочное декало.

Итак, рассмотрев проектирование рабочих и приемных декал, в заключение необходимо сказать несколько слов о том творчестве, которое здесь неминуемо, как и при каждом проектировании и которое живо дает себя чувствовать в каждом отдельном случае проектирования, как приемного, так и рабочего декала.

Из сопоставления рабочих и приемных декал можно вывести, что задача всестороннего измерения детали полнее охвачена в приемных декалах. Отчасти это, так и должно быть; рабочие декала с целой стадией предварительных и грубых размеров не могут требовать столь сложных и точных декал, которые имеются в серии приемных декал, но здесь важно соблюсти одно, чтобы обмеры рабочими и приемными декалами давали один и тот же конечный итог.

Приступая к проектированию декал, необходимо бывает, предварительно ознакомиться с той машиной, для производства которой декала должны проектироваться; ознакомление это не должно ограничиваться сборкой и разборкой машины и изучением построительных чертежей, а обязательно должно завершиться длительным изучением машины в работе и при том результаты изучения конструкции могут быть тем успешнее, чем несовершеннее выполнена первая модель машины (или только вновь изобретенная или, хотя и установленная образца, но впервые выполненная кустарными средствами того завода, который предполагает установить у себя ее производство).

Автору пришлось единолично проектировать приемные декала к пулемету системы Мадсена, заказ на изготовление которых взяло на себя в 1916 году „Первое Русское Акционерное Общество Ружейных и Пулеметных Заводов“. Проектирование декал было выполнено после того, как из пулемета Мадсена было выпущено автором 200,000 выстрелов.

Таким путем конструкция вышеуказанной машины была изучена до тонкостей, и проектирование декал после этого было вполне сознательным, захватывающим все тонкости конструкции каждой детали которых нельзя было уловить без стрельбы.

6. Классификация декал и шаблонов в зависимости от конструкции их и случаев их применения.

К применению декал в массовом их изготовлении приходится прибегать по следующим соображениям. Общемерительные инструменты в виде штангенциркулей, губомеров, микрометров, угломеров и пр. при всей точности их изготовления и тщательности при установке их на требуемые размеры, не могут дать полного и безусловного единообразия в измеряемых размерах, поверка каждый раз всех штангенциркулей или микрометров, разбросанных по разным углам завода, при помощи точных мер в виде пластинок „Иогансона“ или мерительной машины, операция сложная и трудно выполнимая. Кроме того сама установка на требуемые размеры универсально мерительного инструмента требует опыта и подготовленности со стороны рабочего, которые и не всегда можно потребовать, в особенности если рабочий низкой квалификации. При правильно установленных размерах точность измерения зависит от степени нажатия ножек штангенциркуля или упоров микрометра.

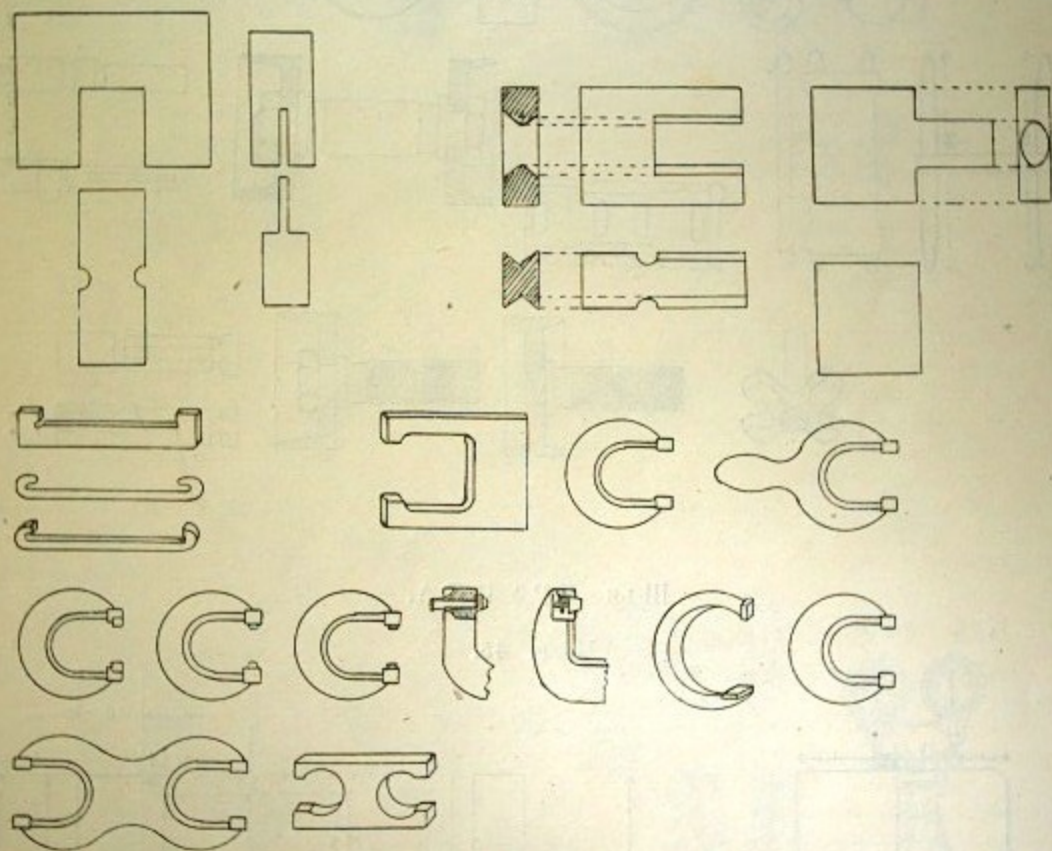
Если же принять во внимание, что измерению подвергаются не только размеры, доступные штанген циркулю, но и всякие другие, как-то: дыры цилиндрического фигурного сечения, всевозможные фигурные контуры, резьба всякого рода и без-

численное множество профилей, состоящих иногда из комбинаций одних только прямых линий, то здесь невольно приходится проектировать специальные, особо на важный случай, мерительные инструменты называемые лекалами или калибрами.

Лекала по назначению и конструкции своей могут быть распределены на следующие 6 групп:

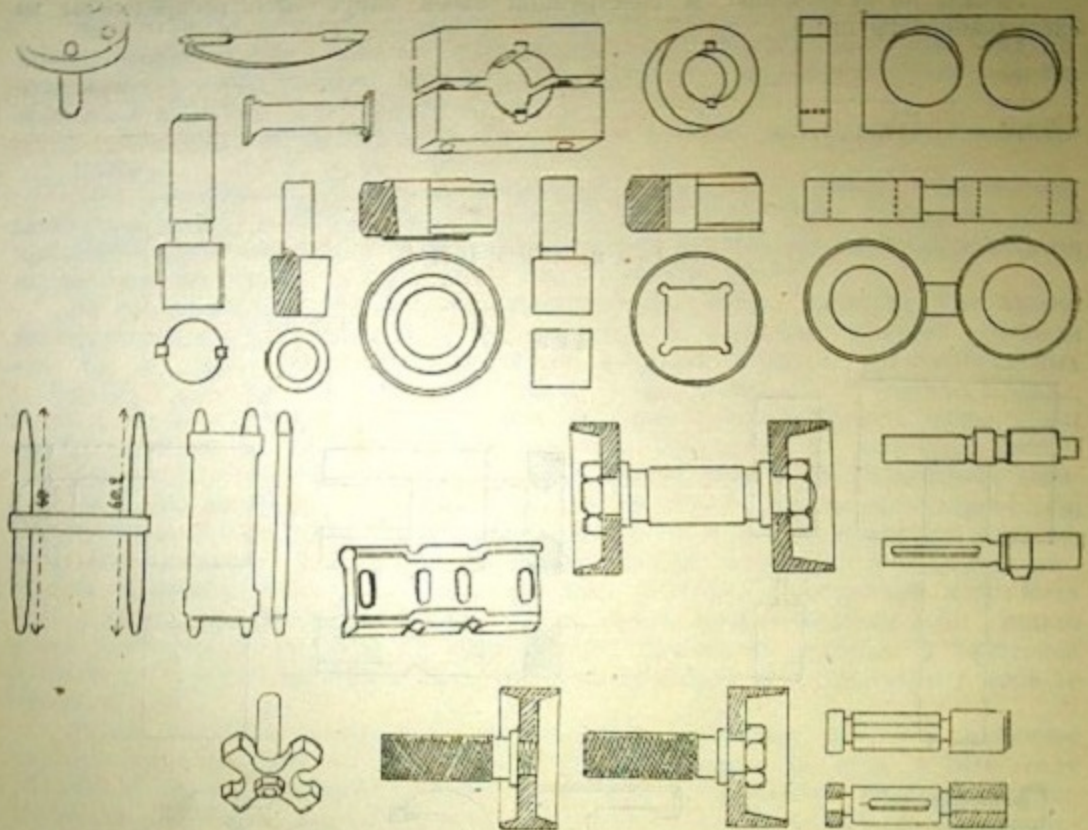
1-ая ГРУППА.

Чер. 43.



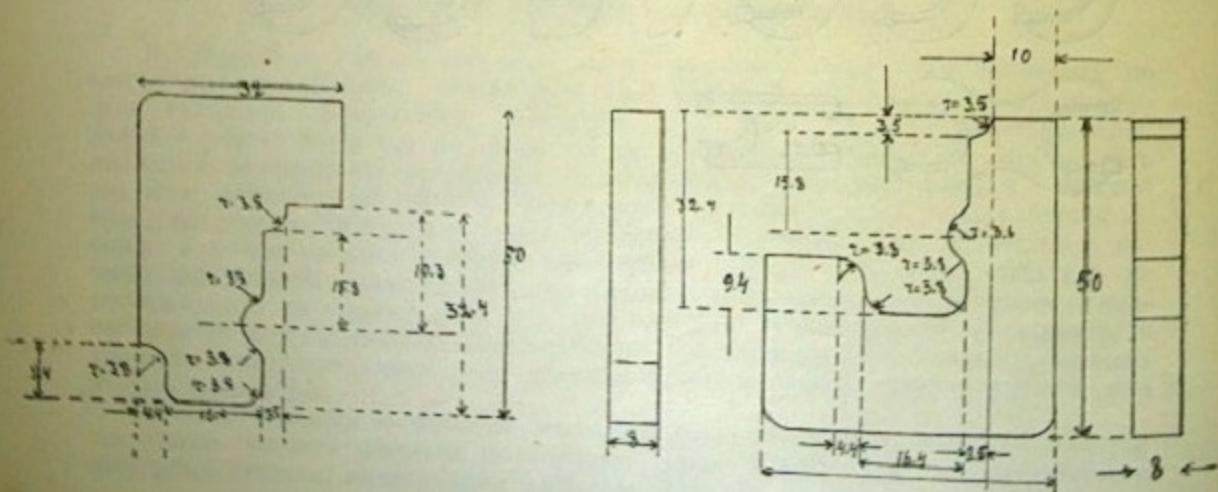
II-ая ГРУППА.

ЧЕР. 44.



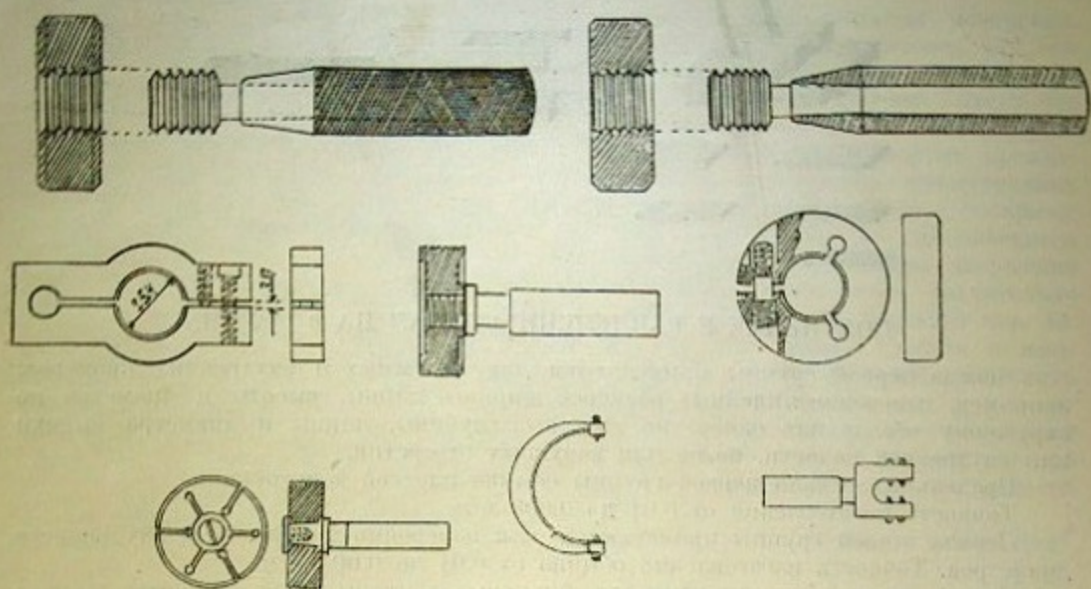
III-ья ГРУППА.

ЧЕР. 45.



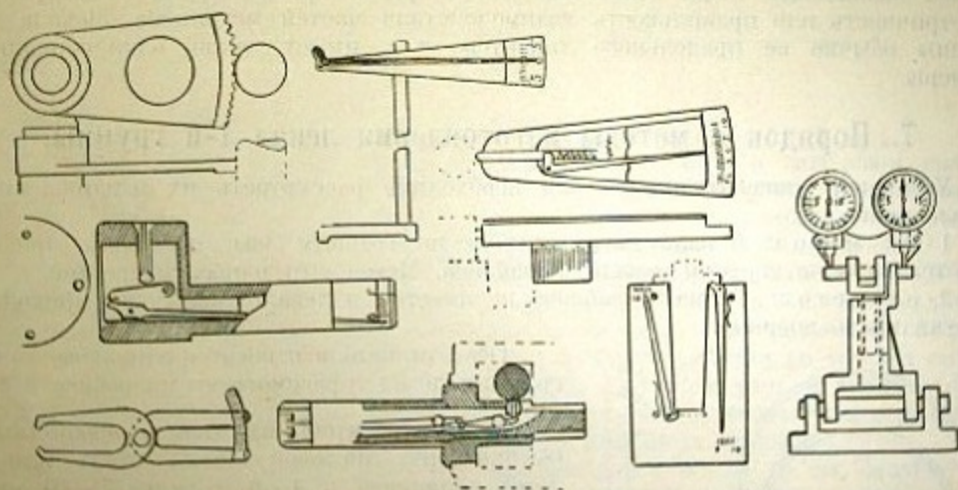
IV-ая ГРУППА.

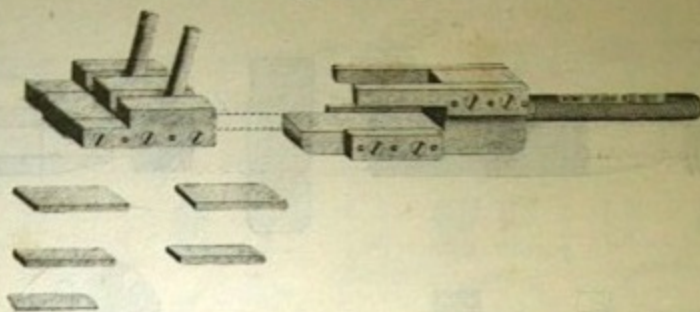
ЧЕР. 46.



V-ая ГРУППА.

ЧЕР. 47.





ПОЯСНЕНИЕ К РАЗДЕЛЕНИЮ ЛЕКАЛ НА 6 ГРУПП.

Лекала первой группы применяются для наружных и внутренних промеров; например: измерение линейных размеров ширины, длины, высоты и диаметра по наружному обводу или измерение ширины, глубины, длины и диаметра выемки или внутренней полости, пазов или конусных отверстий.

Предельные лекала первой группы обычно плоской конструкции.

Точность изготовления от 0,01 до 0,003 м/м.

Лекала второй группы применяются для измерения наружного и внутреннего диаметров. Точность изготовления обычно от 0,01 до 0,001 м/м.

Лекала третьей группы измеряют фигурные контуры и в большинстве случаев бывают плоской конструкции.

Лекала четвертой группы измеряют наружную и внутреннюю резьбу, то-есть, наружный диаметр, внутренний диаметр, шаг резьбы и форму профиля резьбы.

Лекала пятой группы — индикаторы или стрелочные лекала, служат для измерения наружного и внутреннего диаметра и иных специальных измерений, когда лекалами предыдущих групп требуемого измерения произвести нельзя.

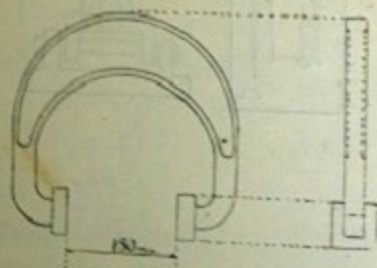
Лекала шестой группы относятся к сложным лекалам имеющим узко специальное назначение. Сюда относятся кондукторы и пр. конструкции измеряющие симметричность или правильность взаимодействия частей механизма. Лекала этой группы обычно не предельного характера т.-е. имеют лишь один нормальный размер.

7. Порядок и методы изготовления лекал 1-й группы.

Установив классификацию лекал необходимо рассмотреть их изготовление и назначение.

1-ый метод: Лекало изготавливается по готовым уже шаблонам при чем имеются рабочие чертежи лекала и шаблона. Метод этот наиболее простой.

2-ой метод: Готового шаблона не имеется и лекало с шаблоном приходится изготавливать впервые.



ЧЕР. 49.

Оба эти метода относятся одинаково ко всем группам лекал и рассмотрены подробнее в § 17.

Для того, чтобы изготовить лекало (вырез) обычно берут листовой металл (сталь или железо) толщиной в 4—6 и редко 7—10 мм., в случае же лекала больших размеров или необходимости измерения цилиндрических предметов больших диаметров, прибегают к кузнечной ковке скобы, которая получается в виде подковы. Чер. 49.

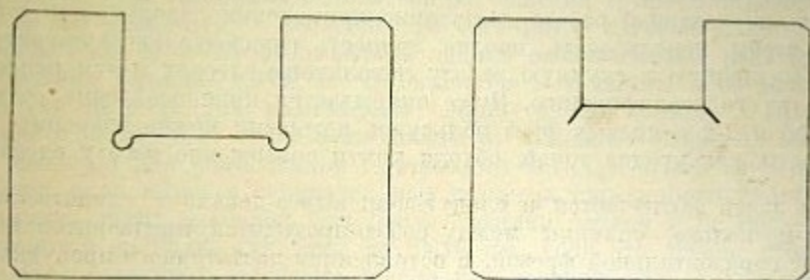
Бывают скобы односторонние и двухсторонние, причем одна сторона несет нормальный размер, а противоположная—размер браковочный. Чер. 43.

Иногда односторонняя скоба чер. 39, несет на себе два размера, нормальный и браковочный, разделенные между собой уступами.

Относительно надежности применения, с точки зрения точности измерения, мнения расходятся: одни считают, что односторонние скобы надежнее, так как здесь меньше всего возможен случай продавливания скобы с значительным усилием при измерении, между тем, как при двухсторонней скобе нередко бывает, что рабочий ошибшись стороной, надавливает браковочным лекалом с большим усилием руки, что не только не даст правильного измерения, но и портит преждевременно лекало; другие оспаривают рациональность применения односторонних скоб, основываясь на том, что при изнашивании части относящейся к большему размеру приходится ее подправлять или бросать, если упоры не заменяющиеся как это изображено на чер. 49, при двухсторонней же скобе, оба размера совершенно независят друг от друга. Задача исправления односторонней скобы значительно упрощается, коль скоро упоры вставные и легко могут быть заменены чер. 43. Наконец нормальную и браковочную одностороннюю скобу можно сделать независимыми и вместе с тем представляющими одно целое, если одну скобу наложить плоскостью на другую и скрепить их тем или иным способом.

Глубина нормального выреза делается в зависимости от высоты измеряемого предмета или диаметра его; глубина же браковочного выреза делается редко больше 5 мм., как необходимого размера, за исключением измерения диаметра какого-нибудь цилиндрического предмета.

В первом случае лекало-вырез, изготовленное из листовой стали или железа, получает следующий вид, черт. № 50.



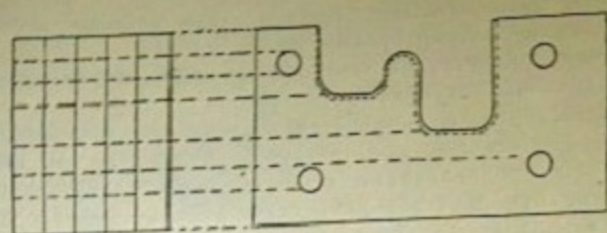
Черт. 50.

Порядок выработки таких лекал следующий.

I. Из листовой стали или железа, которые могут быть в заводском складе в полосах, листах или бунтах, отрезаются пластины нужной длины и ширины, и так как лекала эти готовятся обычно по несколько штук зараз, то заготовка металла делается сразу на все лекала по числу заказанных экземпляров.

II. Вся партия заготовок поступает вместе с чертежами в разметочную. В разметочной каждая заготовка размечается чертилкой или штангенциркулем с заостренными ланками (наносится чертёж), но можно и не размечать каждой заготовки в отдельности, применяя различные методы обработки на станках сырых заготовок, будь то лекало-вырез или какой-нибудь другой формы; к этим методам относятся способы обработки заготовок на горизонтально-фрезерных, на вертикально-фрезерных, на делевых, пантографных и сверлильных станках.

Для этой операции пачка металлических пластинок 3—5—10 шт. зажимается между губками машинных тисок или, в пачке пластины, в местах свободных от самого выреза и требуемого фасонного профиля, просверливаются 3—4 дыры, которыми пластины насаживаются на латунные стержни соответствующего диаметра; будучи надеты на стержни, пластины сжимаются струбцинками и соединяющие их стержни расклевываются с концов, после чего струбцинки снимаются и спаянная таким образом пачка пластины поступает на станок, на грубую профиловку выреза. Чер. 51.



Чер. 51.

Иногда такое спайивание пластин металла в пачку производится при помощи обычного припая (олова), при таком методе грубых заготовок нет, конечно, надобности размечать каждую пластину в отдельности, а достаточно разметить одну верхнюю пластину, тогда в остальных — требуемые размеры получаются сами собой.

Если такую пачку зажать в машинные тиски, установленные на горизонтально-фрезерном станке, то для требуемой грубой профилировки выреза подбирают нормальную аксиальную фрезу, длина которой несколько меньше требуемой ширины выреза, примерно на 0,2—0,4 мм.

Машинная заготовка лекал вырезов.

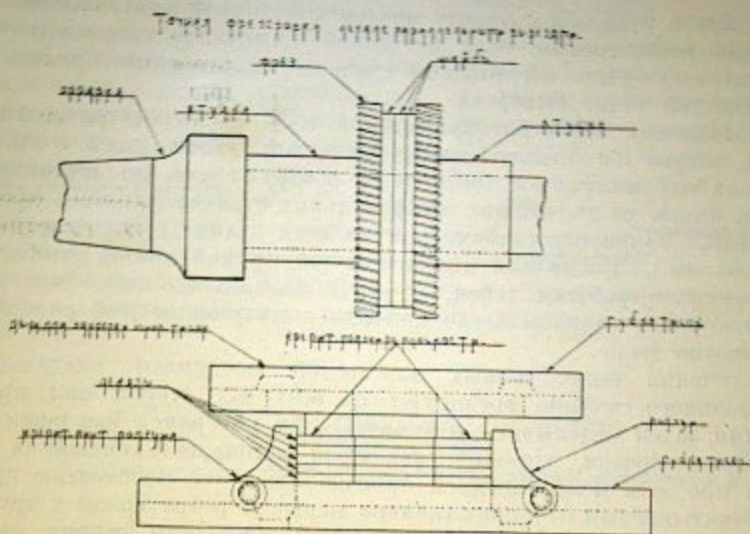
В технике изготовления лекал подчас очень мало уделяется внимания работе по заготовке лекал-вырезов под закалку; иногда для этой работы пользуются станками, но не используют точности хорошего станка до конца, ограничиваясь емой грубой заготовкой и оставляя достаточно работы слесарю-лекальщику. Однако в вышеуказанной работе достаточно применения довольно простого приспособления, чтобы использовать вполне точность горизонтально-фрезерного станка, устранить медленную и скучную работу лекальщика-слесаря и тем целесообразнее использовать его квалификацию. Ниже описывается приспособление, состоящее из набора шайб и 2-х концевых фрез, пользоваться которыми можно операцией заготовки лекал повести, как угодно точно, обходя почти совершенно работу слесаря.

Работа здесь заключается в следующем: вырез-лекало в единственном экземпляре или несколько, спаянны между собою-проходится предварительно и грубо нормальной горизонтальной фрезой, с оставленным достаточным пропуском (до 1 мм.) и на требуемую глубину выреза, затем с валика фрезерного станка снимается предварительная фреза и надевается 2 концевых фрезы, тщательно выверенные по толщине и разведенные друг от друга при помощи специального набора калиброванных шайб, на величину требуемого размера выреза под закалку (принимая во внимание толщину конц. фрез). Чер. 52.

Пользуясь таким методом заготовки лекал-вырезов, можно при достаточном навыке довести припуск оставшейся под закалку до сколь угодно малой величины и слесарю остается тогда только выравнить пилой стенки (рабочие плоскости).

Набор шайб представляет из себя не что иное, как набор пластинок Ногансона. Рассмотрим такой пример: предположим требуется заготовить вырез под закалку 11,97 мм.; вырез сперва грубо проходится нормальной фрезой в 9 мм., затем фреза снимается и ставятся 2 подходящие концевые фрезы, положим толщиной каждая в 4 мм. и между ними 2 шайбы в 2,9 и 1,07 мм. сжимаем все вместе на валике гайкой и получаем требуемый размер 11,97 мм.

Однако вся вышеуказанная работа может быть с успехом произведена с одним неизменным условием: 1) валик фрезерного станка должен быть точно выверен, 2) фрезы должны от времени до времени тщательно проверяться, 3) грубая фрезеровка должна производиться на другом станке, 4) личный опыт работающего.



ЧЕР. 52.

Таким же образом заготовка может быть выполнена на вертикально-фрезерном или на долбежном станках.

Ш. После грубой заготовки выреза, пачка пластин с профрезированным в нем профилем не разделяются, а поступает на слесарную заготовку, в таком же неразделенном виде. Здесь профилю выреза даются окончательные размеры, под закалку; чертежные размеры здесь не выполняются в точности, а оставляется некоторый припуск металла, так называемый „припуск под закалку“. Припуск этот делается от $-0,03$ до $-0,15$ мм. в зависимости от линейных размеров выреза. Припуск этот делается для компенсации деформации металла, неизбежной при закалке. Так например, если вырез в окончательных размерах должен иметь 25 мм., то сделал его под закалку таких размеров, мы после закалки можем и не получить его, а размер изменится на 25,03 или даже на 25,15 мм., если это лекало стальное. При таких условиях слесарной заготовки лекала под закалку, соответствующие размеры приходится делать не по чертежу и следовательно готовый шаблон к лекалу здесь бесполезен, пользоваться приходится пластинками „Иогансона“, микрометром или мерительной машиной в зависимости от конструкции лекала.

В углах выреза, для получения более чистого угла и облегчения его выборки, надеверливаются отверстия или прорезаются щели ножевой пилой. Ч.50.

Переходя здесь к описанию выполнения точных размеров в лекалах под закалку, не лишнее сказать несколько слов о тех, весьма несложных, но точных инструментах, которые являются постоянными спутниками в работе слесаря-лекальщика. Таковыми служат—контрольная плита и набор закаленных пластинок „Иогансона“, имеющих точные размеры. Набор включает 111 штук пластин различного размера. Варьируя пластинки можно получить до 200,000 различных размеров от 1 мм. до 200 м. с разницей в 0,01 м/м. Комбинация нескольких пластин зажатых в специальную струбчинку может служить лекальщику временным лекалом или шаблоном. Ценное свойство плиток „Иогансона“ заключается в том, что точные размеры плиток почти не изменяются при колебаниях температуры в помещении, где приходится пользоваться плитками при обмере. Нормальный размер плитки имеют при температуре 20° С. Изменение температуры на 20° С изменяет длину пластинки в 100 мм. на 0,0023 мм.

Точность пластин Иогансона. Размер до	1 мм.,	точность	0,0005 мм.
-	100 мм.,	-	0,001-0,002 мм.
-	500 мм.,	-	0,005-0,01 мм.

На чертеже 189 показан набор пластин „Иогансона“ в 46 штук.

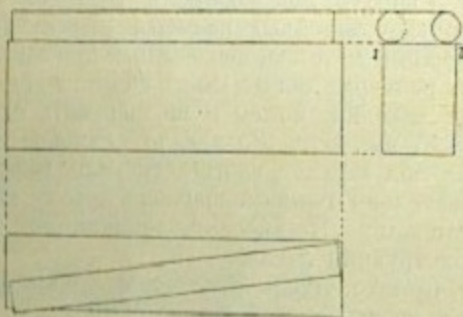
Присутствие в ^{Калифорнии} ~~декале~~ мастерской точной контрольной плиты является безусловно необходимым: если нет такой плиты, то для получения точной прямой линии могут быть изготовлены стальные закаленные бруски, у которых одна из плоскостей точно выверена.

Для изготовления таких брусков длиной в 30-40 сантиметров и шириною ребер в 10-15 мм, сперва изготовляют цилиндрический валик диам. в 30 мм, закаливают его и дав ему вылежаться две недели, шлифуют его по цилиндрической поверхности, на одном из точнейших шлифовальных станков, (системы Браун и Шарп), с одинаковым диаметром по всей длине. (Удобнее всего сделать его с одинаковым диаметром по всей длине, которая необходима не больше 0.01 мм.). Статей для получения той прямой линии, которая необходима во всех процессах выработки декала.

Нользуясь таким валиком легко перейти к получению той ровной плоскости, о которой сказано выше.

Для получения таких ровных плоскостей поступают следующим образом: 2 бруска указанного сечения фрезеруют со всех 4-х сторон под прямым углом между гранями; затем ^{шлифуют и ручную} одну из граней наждаком, при этом ее по валику таким образом, что валик ^{накладывается} на грань вдоль ^{и надавал} просвета между нижней производящей его плоскостью грани, будучи при этом перекатываемым от одного (номера первого) ребра грани к другому (номеру второму) (чер. 53); или на концах выверяемой плоскости ставят две пластинки Иогансона одинаковых размеров и поверх их накладывают второй ранее выверенный брусок, отделанной плоскостью на пластинки, затем в просвет между брусками вставляют третью пластинку Иогансона, тождественную с двумя первыми, и держа ее пальцами правой руки проводят ее из конца в конец бруска, нажимая при этом левой рукой верхний брусок к низу.

Если третья пластинка проходит везде с одинаковой степенью тугости, то отшлифовываемые плоскости брусков правильные, в противном же случае их вновь приходится доводить наждачной мастикой.



Чер. 53.

Контрольные плитки, после слесарной отделки, могут быть закалены и, продолжительна, что можно их и не закаливать, а ограничиться отделкой сырых не закаленных брусков.

После слесарной заготовки декала поступают в термическую обработку.

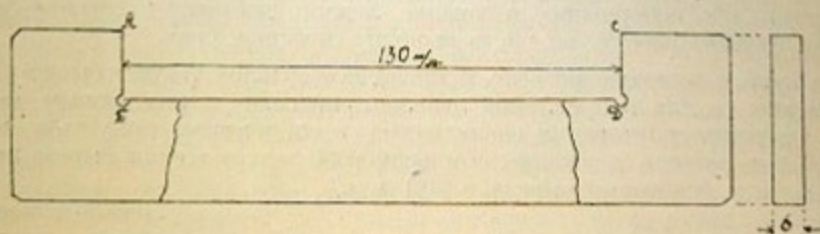
IV. Термическая обработка декала.

Декала всех вышеуказанных групп делаются из стали и железа. Обширные опыты, производившиеся за последнее время во многих местах, а главным образом в Америке над применением для декал железа, как материала, который после надлежащей тепловой обработки придает декалам свойства необходимые для метрического инструмента: твердость закаленных поверхностей, неизменяемость точных размеров, нечувствительность к ударам — нехрупкость. Слесарно-заготовленные декала из железа, предварительно до закалки, подвергаются цементации остале-

вываясь при этом с поверхности на толщину 0,6—0,7 мм., уже после 1 часа выдержки в ванне при температуре 900—1000° С. и с содержанием углерода в корке до 0,9—1% С. (См. главу о тепловой обработке железных лекал.)

Лекала стальные, а также цементованные железные, закаляются, при чем для лучшего сохранения точно отделанных поверхностей от окалины, при закалке, лекала нагревают до надлежащей температуры 780°—800° в „мусоре“ (старый перегоревший порошок для цементации). Если же лекало нагреть в пламени или свинце, то на поверхности получится окалина; окалина, будучи толщиной в несколько десятых мм. отлетит от поверхности, при ее шлифовке, вследствие чего нарушатся те точные размеры, которые были до закалки.

Длинные скобы нет нужды закалять целиком; важно бывает придать надлежащую твердость лишь рабочим плоскостям, например, в лекале (чер. 54) плоскости АВ и СД.



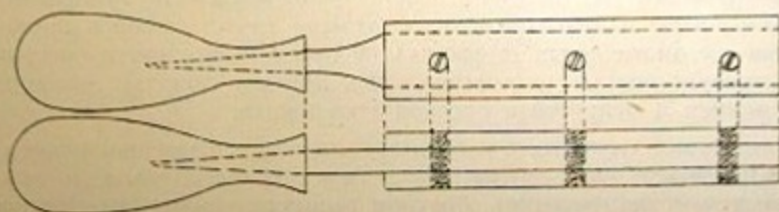
Чер. 54.

Здесь достаточно бывает закалить концы (граница указана чер. 54 зигзагообразной линией). Такая закалка одних концов сохраняет лекало от деформации его, неизбежной при закалке.

У длинных лекал типа, указанного на черт. 93 и 94 закаливается одно ребро, как у ножа. Закаленные лекала типа скобы вновь поступают к слесарю на окончательную отделку. Лекала неспорченные закалкой не должны быть вводимы на свой шаблон, или если такового не было, то на образцовую плитку „Югансона“ окончательного размера указанного на чертеже лекала. В хорошо закаленном лекале должен по возможности, остаться тот же небольшой припуск в размере, который был дан лекалу до закалки (лекало, как говорят, должно остаться на месте) и задачей слесаря лекальщика является, довести лекало до окончательных размеров по шаблону.

У Доводка закаленных лекал до размеров шаблона, с требуемой обычно точностью в 0,004—0,008 мм. является одной из трудных и кропотливых работ слесаря-лекальщика. Здесь помимо искусства, слесарем-лекальщиком должно быть проявлено величайшее спокойствие. Излишняя нервность в работе может только затянуть отделку лекала или привести к порче его.

Инструментом для доводки плоских лекал I, III и VI групп служит шлифовка, показанная на чертеже 55-м. Шлифовка состоит из пластины с тремя сквозными отверстиями; стальная пластина служит станком, на который с боков закрепляется на винтах две щечки, стальные или медные. Свешивающиеся за станок щечки служат для отделки внешних углов, широкие плоскости щечек служат для шлифовки отделываемых рабочих площадок лекала.

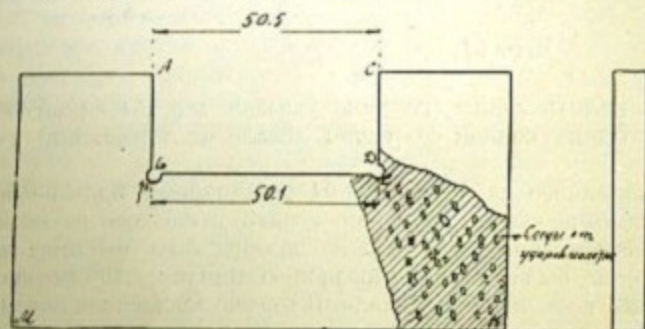


Чер. 55.

Доводка контурных лекал производится при помощи такой-же шлифовки только вместо плоских щечек закрепляются полукруглые—различных радиусов, подходящие по своему радиусу под два каких-нибудь участка, доводимого фасонного контура лекала.

Лучшим материалом для доводки служит мелкий наждачный или корборундовый порошок различной степени крупности или как говорят номеров. На шлифовку наносится тонкий слой шлифующего порошка смешанного с маслом; масло употребляется деревянное или какое-либо другое не быстро сохнущее. Доводимую поверхность лекала осторожно шлифуют, доводя постепенно до размеров шаблона. Однако лекало, будучи закалено, не всегда „остаётся на месте“, размеры выреза или разводит, или суживает после закалки, а кроме того, лекало коробится в плоскости его. Опыт закальщика, по сохранению размеров лекала с приданием ему надлежащей твердости играет огромную роль в деле продуктивного изготовления лекал, ибо испорченное в закалке лекало, доставляет слесарю-лекальщику не только лишнюю работу, но часто выводит лекало в брак.

Если лекало в закалке развелось и последнее „ушло“ таким образом от требуемых размеров, то для исправления лекала прибегают к рихтованию (английский термин). Операция рихтования заключается в следующем: допустим, что лекало, чертеж 56, так развелось в закалке, что размер 50 м.м. у концов выреза превратился в 50,5 м.м., а у основания выреза в 50,1 м.м.



Чер. 56.

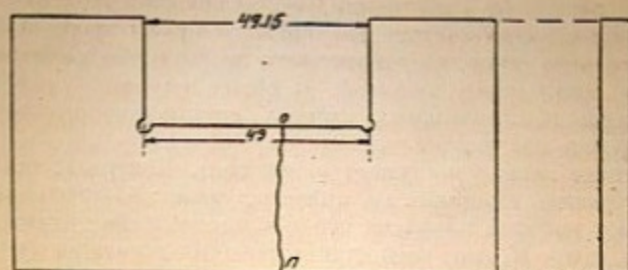
Лекало в таком виде совершенно негодно, изгибать его ставя на малое ребро и ударя по противоположенному ребру, это значит подвергать закаленное лекало риску быть расколотым в особенности если оно стальное. В этих случаях прибегают к рихтованию, т. е. недостаток металла 0,5 м.м. и в 0,1 м.м. натягивают за счет металла, расположенного в местах около рабочих плоскостей

AB и CD, например, в углах по линии SK. MP., т. е. в таких местах, которые далеки от рабочих поверхностей лекала, но могут служить тем небольшим резервуаром металла, сплюсывая который ударами острого конца стального молотка в направлении перпендикулярном плоскости лекала, можно заставить металл, как бы расплыться в стороны и естественно, что при этом часть лекала, лежащего в пределах от линии KS и PM в сторону рабочих поверхностей AB и CD, как бы завернется во внутрь выреза, при полном сохранении рабочих поверхностей AB и CD; размеры выреза после нескольких рихтований можно подвести к требуемым размерам т. е. 50 м.м. у вершины и у основания выреза.

Рихтованию с большим успехом подвергаются железные лекала и почти не поддаются лекала стальные.

Влияние закалки на каждое лекало в отдельности оказывается иногда настолько своеобразным, что говорить об отделке лекал зараз в пачке (в струбцинке или на соединительных стержнях) не приходится почти совершенно. Каждое лекало требует вполне индивидуальных приемов доводки, связанных сплошь и рядом с умением и искусством слесаря-лекальщика.

С лекалом может случиться и обратное явление, а именно, размер (допустим тот же 50 м.м.) может уменьшиться вследствие изгиба лекала в его плоскости около той же оси, в направлении обратном вышеуказанному. Предположим размер получится 49,8 м.м., а у корня выреза 49,15 или же по всей длине получится равномерный стег до 49,5 вследствие сжатия металла при закалке.



Чер. 57.

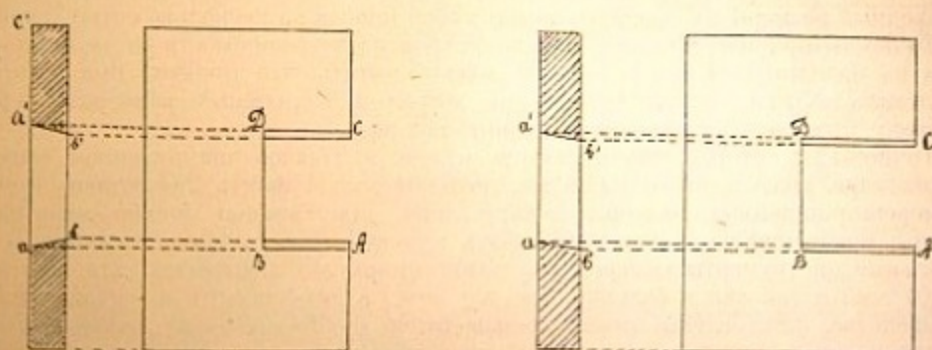
В обоих случаях рихтованием по направлению перпендикулярному к внутреннему длинному краю выреза последний можно привести до надлежащих размеров (50 м-м.) сохранив параллельность рабочих поверхностей АВ и СД равномерно по всей высоте рабочих плоскостей АВ и СД (Чер. 57). Рихтованием лекал опытные лекальщики нередко пользуются, как одним из быстрых методов доводки линейных размеров лекал и шаблонов. Недостатки или излишки сотых долей м-м. в линейных размерах, быстрее и легче могут быть исправлены несколькими умелыми ударами слесарного молотка чем шлифовкой. Излишки металла можно было бы легко снять наждачным кружком, но при сравнительно тонких слоях цементованной поверхности легко можно обнажить мягкий металл (железо).

Здесь указаны только некоторые, наиболее простые случаи исправления лекала путем рихтования, вообще же говоря операция эта может быть настолько длительна, что гораздо легче бывает изготовить лекало вновь, чем его исправить.

При рихтовании лекала нередко получаются или выпуклости или впадины на рабочих поверхностях АВ и СД (Черт. 56), в зависимости от того, в каком направлении металл натягивается. Как то, так и другое вредно для правильности работы лекала и сокращает срок его службы; лекало в этих случаях работает не всей шириной рабочих площадок, а лишь горбинкой или острыми краями впадин на них; лекала от соприкосновения с обрабатываемым металлом быстро изнаются и правильность размеров нарушится.

Аналогичный же случай быстрого износа лекала может быть, если рабочие площадки наклонены, как это указано здесь на чертеже № 58.

Естественно, что прямоугольный вырез лекала будет работать в первом случае ребрами в в', а во втором случае в в'а; ребра быстро сносятся и лекало придет в негодность.



Чер. 58.

Лекало—вырез или лекало в виде буквы Т (наиболее простая форма лекала), доведенные до окончательных размеров, поступают иногда на шлифовку поверхностей, если этому позволяют средства мастерской и время. Шлифовка поверхно-

стей предохраняет декало от ржавления. После наружной отделки декало гравировку, через воск травят соответственные цифры и буквы крепкой соляной кислотой. Гравировка условно обозначает назначение декал и все размеры. Чаще практикуется гравировка декал перед закалкой. В обоих случаях гравировка производится на паятографно копируемых станках, специально предназначенных для этой цели. Гравировка получается четкая и красивая.

VI. Изготовленное декало поступает в контроль. Контроль, принимая декала—вырезы, должен обратить внимание на нижеследующее: 1) угольник, приложенный к плоскости декала и рабочей площадке его а-в или а' в' не должен давать просвета на плоскостях а-в и а',—в', по всей длине рабочих площадок АВ и СД, чер. 58. 2) Линейка, приложенная по длине к рабочей площадке, не должна давать нигде просвета (горбинки, выгнутости). Шаблон, вставленный в вырез, должен с одинаковой степенью тугости проходить по всей высоте выреза. Плоскость самого декала не должна быть искривленной. Что касается декал виде буквы Т, то условия правильности их те же, что и вырезов. Готовых шаблонов при изготовлении Т—образных декал может и не быть, в таких случаях Т—образное декало можно достаточно точно проверить микрометром или мерительной машиной и наконец, штангенциркулем предварительно установленными на надлежащий размер по образцовым мерам (пластинками Ногансона).

Рассмотрев порядок выработки декала по готовому шаблону, или первый метод изготовления декал, необходимо указать в чем заключается второй метод. Здесь готового шаблона нет и приходится сперва выработать шаблон, руководствуясь исключительно чертежом, или сперва изготовить декало пользуясь образцовой деталью механизма, как шаблоном и уже по изготовленному декалу снять шаблон. Метод изготовления декала по образцовой детали значительно облегчает выработку шаблона, ибо самостоятельная выработка шаблона, по чертежам, представляет большие трудности, как это читатель увидит ниже, но эти трудности могут стать неизбежными коль скоро не имеется тщательно проверенной и испытанной образцовой детали.

8. Точность изготовления декал.

Декало изготавливают или по шаблону или по образцовым мерам, или же в своих точных размерах декало проверяется при помощи специальной измерительной машины, если то позволяет конструкция декала (не фасонное). Допуски в чертежных размерах деталей сложных машин, изготавливаемых валовым способом, колеблются от сотых долей мм. до десятых долей мм. по назначению конструктора.

Возникает вопрос: какой же точностью обуславливается изготовление самих декал, и при том декал какого-бы то ни было типа, коль скоро нормальный и браковочный размеры их разнятся между собой иногда на несколько сотых долей мм.

Точность при изготовлении декала находится в зависимости от величины допуска на изделие, при чем в среднем можно считать, что точности при изготовлении декала должна быть не меньше 0,1 допуска в чертежных размерах изделия, в сторону противоположную изнашиванию калибра.

Точность, с которой изготавливаются декала, в хорошо поставленном массовом производстве, колеблется от 0,008 мм. до 0,004 мм.; уловить последнюю точность в измерении линейных размеров, можно лишь при помощи точной мерительной машины; последняя не всегда может быть в заводе, изготавлиющем декала, а универсальные инструменты (микрометр, штангенциркуль) построены для измерений до 0,01 мм., а так как в большинстве случаев, в особенности в установившемся производстве, изготовление декал производится по готовым уже шаблонам, когда нет нужды ни в мерительной машине, ни в микрометре, то здесь вышеуказанную точность изготовления декала по шаблону приходится улавливать ощущением руки по тугости или слабости вхождения шаблона в декало. Опытная рука сразу уловит, входит ли шаблон или пластинка "Ногансон" слишком туго (когда, следовательно, допуск в размере декала меньше 0,005) или слишком слабо (допуск больше указанного), во всяком случае, за меру точности изготовления выреза по шаблону можно взять следующее относительное суждение. Если в вырез шириною в 25 мм.

и глубиной 15 мм. вставить шаблон-пластинку, при общей толщине его и лекала в 5 мм. и при высоте шаблона в 30 мм., то после удаления смазки на рабочих плоскостях, шаблон, вставленный в лекало вырез до отказа и заподлицо с обоими плоскостями лекала, не должен выпасть из лекала, если его держать в таком соединении с шаблоном на весу; для того же, чтобы вынуть шаблон, должно потребоваться незначительное усилие со стороны пальцев. Само собою разумеется, что огромную роль, в проведении в жизнь указанных практических коррективов точности изготовления лекал, играет опыт и навык контролера.

Существует еще самый обычный способ проверки точности изготовления лекал по шаблону, независимо от того будет это лекало вырез или фасонное. Способ этот заключается в наложении поверяемого контура лекала в тождественный контур шаблона; лекало считается правильно изготовленным, если между соприкасающимися контурами нет просвета.

Вышеуказанное суждение относительно точности изготовления лекала является не единственным. Для более конкретного пояснения точности изготовления лекал и их допусков в зависимости от допусков изделия, рассмотрим следующий пример.

Допустим имеем две детали входящие одна в другую — валик фрезерного станка и надеваемая на него фреза. Наружный диаметр валика A должен равняться внутреннему диаметру фрезы B . $A=B=a$.

Пусть $-X$ — есть один и тот же допуск для обеих частей, причем для валика этот допуск будет со знаком $-$, а для отверстия фрезы со знаком $+$.

Браковочные размеры будут $(a-x)$ для валика A
 $(a+x)$ для фрезы.

Предположим, что для нормальных размеров валика и фрезы изготовлены образцовые лекала; для валика — кольцо, для фрезы — калибр. Для того, чтобы калибр вошел во фрезу, он должен отличаться от размера A на некоторую, очень малую, величину Y , т. е. иметь размер $(a-y)$, а кольцо должно иметь размер $(a+y)$. Здесь y допуск для самого лекала берется в 0,1 допуска на изделие, причем по знаку своему этот допуск должен заключаться в пределах между нормальным и браковочным размерами валика и отверстия фрезы. Так, например, калибр для отверстия фрезы не может иметь диаметр ниже $-a$.

Значит допуск y для него надо взять со знаком $+$; калибр для проверки браковочного размера отверстия во фрезу $(a+x)$ не может быть выше $(a+x)$ следовательно, здесь допуск y должен быть со знаком $-$, а для валика кольцо имеет допуск y со знаком $-$ и $+$.

И так имеем следующий набор нормальных и браковочных лекал:

№№ по пор.	Размер	Допуски для лекал.	
		Высший предел	Нижний предел
1	Калибр a	a	$a + y$
2	— $a + x$	$a + x - y$	$a + x$
3	Кольцо a	$a - y$	a
4	— $a - x$	$a - x$	$a - x + y$

Указанный случай относится к валуку имеющему возможность свободного движения в отверстии.

Говоря о точности изготовления лекал, как рабочих, так и приемных, можно прийти к следующему заключению.

1) Величина допусков при изготовлении лекал должна соотноситься с величиной допусков на изделие.

2) Допуск нужно делать по возможности меньше, не удорожая однако этим стоимости изготовленных лекал и не уменьшая количества изготавливаемого.

3) Если две такие-либо части механизма, имея одинаковые нормальные размеры, входят одна в другую, то декала, измеряющие эти нормальные размеры двух частей, не должны входить одно в другое.

4) В случае, указанном в п. 3, полезно бывает нормальные размеры двух входящих друг в друга частей делать несколько различающимися в сторону допуска. Например, один и тот же размер x у втулки и оси, входящей во втулку, делать $x+B$ и $x-B$, где B допуск. Этим лучше обеспечивается взаимозаменяемость частей и дает возможность увеличить допуск u для декал, благодаря чему декала становятся дешевле и легче в изготовлении, кроме того, увеличивается срок службы декала, благодаря возможности износа декала до значительно больших чем его нормальные размеры.

За норму допускаемого износа принимается максимум 30% допуска на изделии, приняв же во внимание вышеуказанную точность изготовления декал в 0,1 допуска на изделия и притом в сторону противоположную износу получаем, что декало изношенное до предела будет иметь размер равный нормальному теоретическому $\pm 0,8$ допуска на изделии. Из 2-х декал 10—10,1 последнее изнашивается до 10,08 м.м.

5. Допуск для декал должен быть по своему знаку в пределах допусков данных для изделий, и уменьшение допуска для декала увеличивает допуск для изделия и на оборот, чем выше допуск, с которым изготовлено декало, тем меньше допуск остается на долю изделия.

Современная техника изготовления калибров по немецким данным, устанавливает 4 степени точности предельных калибров. Степень точности изготовления предельных калибров всецело зависит от той цели для которой они изготавливаются, иначе говоря, от характера производства установленного в данном предприятии.

Таблица 4.х степеней точности изготовления декал.

Размеры в м.м.	I. Благородная пригонка				II. Тонкая пригонка			
	К а л и б р (цилиндры)		С к о б а (или кольцо)		К а л и б р		С к о б а	
	Нормальн. + 2 у	Браковоч. - у	Нормальн. - 2 у	Браковоч. + у	Нормальн. + 2 у	Браковоч. - у	Нормальн. - 2 у	Браковоч. + у
От 1 до 10 м.м.	0.0015	0.0008	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001
" 10 — 30 "	0.002	0.0010	0.003	0.0015	0.003	0.0015	0.003	0.0015
" 30 — 80 "	0.003	0.0015	0.004	0.002	0.004	0.002	0.004	0.002
" 80 — 180 "	0.004	0.002	0.006	0.003	0.006	0.003	0.006	0.003
" 180 — 300 "	—	—	—	—	0.008	0.004	0.008	0.004
" 300 — 500 "	—	—	—	—	0.01	0.005	0.01	0.005
	III. Точная пригонка.				IV. Грубая пригонка.			
От 1 до 10 м.м.	0.004	0.002	0.004	0.002	0.008	0.004	0.008	0.004
" 10 — 30 "	0.006	0.003	0.006	0.003	0.012	0.006	0.012	0.006
" 30 — 80 "	0.008	0.004	0.008	0.004	0.016	0.008	0.016	0.008
" 80 — 180 "	0.012	0.006	0.012	0.006	0.02	0.01	0.02	0.01
" 180 — 300 "	0.016	0.008	0.016	0.008	0.03	0.015	0.03	0.015
" 300 — 500 "	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.015	0.015

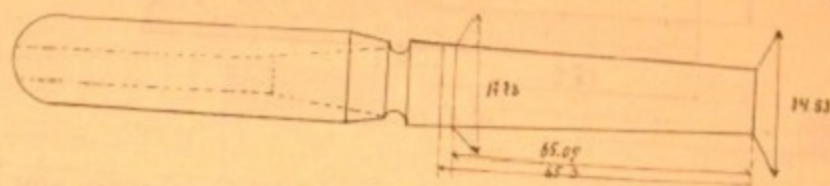
Вышеуказанные точности можно выдержать пользуясь в 1 и 2 случаях мерительной машиной; для 3 и 4 случаев—набором пластинок Йогансона.

В условиях заводской практики изготовления декал и калибров достаточно придерживаться 3 и 4 степени точности.

9. Случаи применения конических и цилиндрических лекал и условия, которым должны удовлетворять правильно изготовленные лекала этого рода.

Лекала этого рода применяются для: 1) измерения диаметра цилиндрических тел и отверстий, глубины отверстия, одноосности нескольких отверстий, правильности относительного расположения нескольких отверстий (через лекало-кондуктор совместными калибрами), измерение длинных отверстий на изогнутость и т. д. 2) Определения правильности надлежащих размеров в навитованных отверстиях, по внутреннему диаметру резьбы. 3) Определения правильности в размерах усеченного конуса, как-то: конуса „Морзе“, „Броун и Шарп“, специальные конуса для подшипников в различных металлообрабатывающих и шлифовальных станках и различных конических отверстий в изделиях.

Конические калибры, по своей конструкции, могут быть в свою очередь разделены на несколько типов. 1-й тип конических калибров указан на чертеже 59.

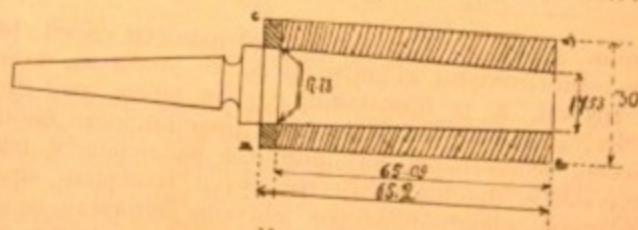


Чер. 59.

Здесь калибр несет два размера усеченного конуса, один на одном конце d , а другой на другом — D у ручки, при этом положение диаметра у ручки принято обозначать весьма тонкой круговой линией (делается при помощи прибора показанного на черт. 197 через воск после чего тонкая круговая линия травится крестиком азотной кислотой). Так как для покрытия едоем воска, лекало приходится подогреть на электрической плитке, а это может повлечь за собой отпук закаленного лекала, то удобное для этой цели применить специальный черный лак которым лекало можно брызгать в холодном состоянии.

Между обрезом калибра и указанной круговой линией должна заключаться требуемая длина конуса.

При готовом шаблоне правильность размеров его определяется следующим образом. Шаблон имеет вид цилиндрической рубки с конической полостью. Черт. 60.



Чер. 60.

I. При правильно изготовленном лекале последнее, будучи помещено в шаблон, должно своим торцом у диаметра d быть заподлицо со срезом трубки (шаблона) АВ. Если лекало продвинулось в шаблон глубже, т. е. концом своим за срез трубки АВ, то, следовательно, требуемые диаметры D и d уменьшены по сравнению с нормальными размерами, хотя угол и правилен.

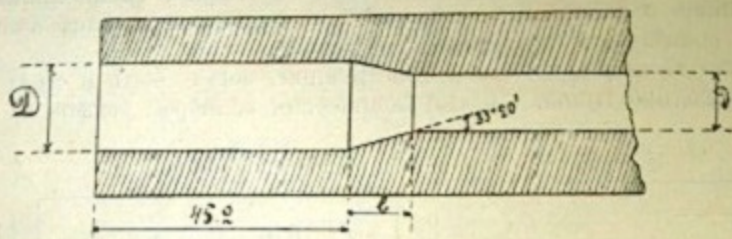
II. У обоих концов своих лекало — конус должно плотно прилегать к стенкам шаблона, если конец d свободно болтается в шаблоне, то угол сделан меньше должного; такое лекало должно быть забраковано.

III. Поверхность конуса может быть эллисом. Лекало негодно.

IV. Декало может не доходить до надлежащего правильного положения и шаблон. Такое декало надо дошлифовать с поверхности.

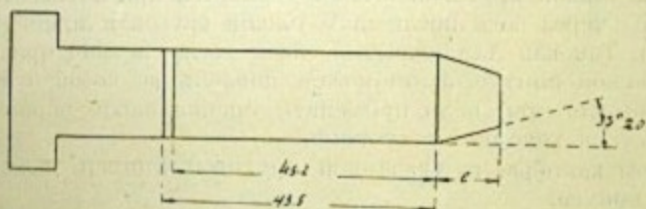
V. На одном декале сосредотачиваются два размера: нормальный, обозначенный на декале (черт. 59) первой круговой ризкой и браковочный, обозначенный второй круговой ризкой, отстоящей от первой на величину, которая устанавливается при декальной проверке изделия. Нормальная ризка ставится у среза трубки (шаблон) СД.

Второй тип конических калибров заключается в том, что измеряемый конус скрыт внутри машинной детали и требуется: во-первых определить положение конуса относительно исходной плоскости, а во-вторых правильность размеров самого конуса. (Черт. 60-а).



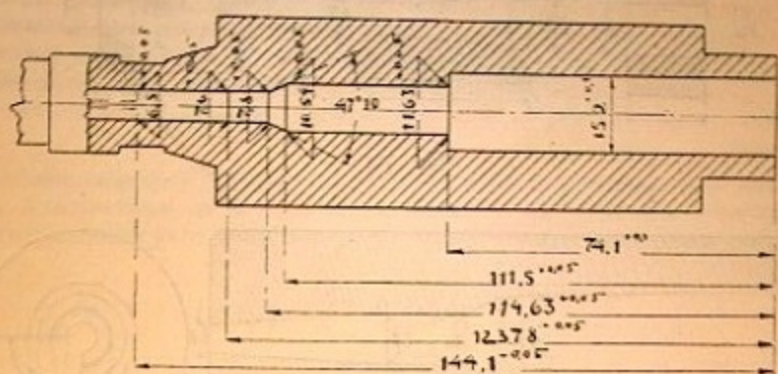
Черт. 60-а.

Например, конус скрыт в глубине трубки и, кроме того, конус этот разделяет собою два сквозных цилиндрических канала различных диаметров. Для определения положения конуса относительно заднего среза можно употребить калибр следующего устройства. (Черт. 61).

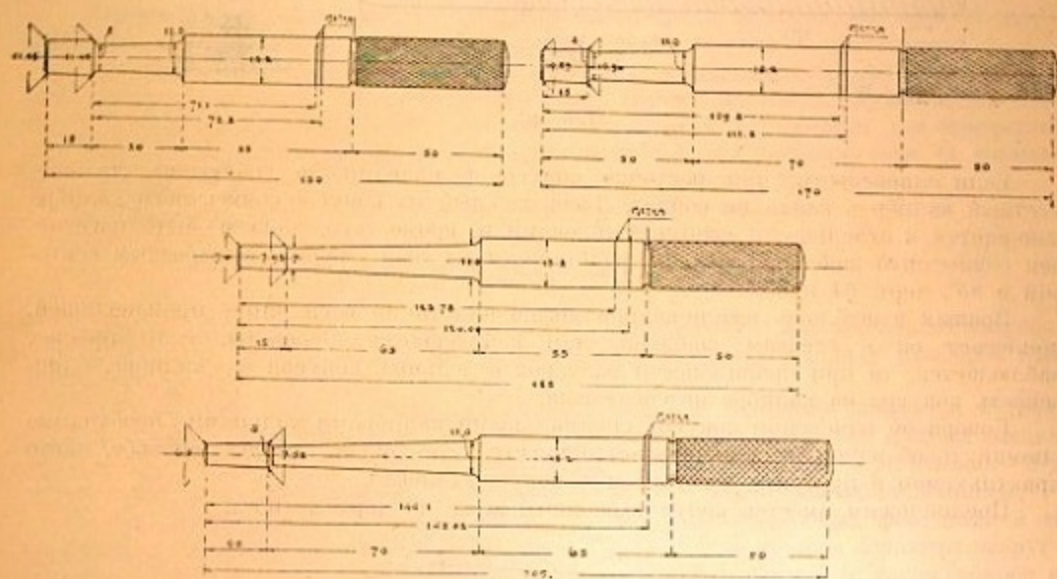


Черт. 61.

Данный стержень диаметра D несет на поверхности своей ризку. Если конус помещен правильно относительно заднего среза, то ризка на калибре встанет против заднего среза трубки, а в противном случае ризка на стержне скроется в канале или не дойдет до среза трубки. Обмерить правильность обоих оснований усеченного конуса можно, основываясь на принципе раздельного измерения, который заключается в следующем: предположим требуется измерить правильность конуса 11,63—10,54; здесь правильность размеров конусов большего основания можно измерить при помощи калибра конуса 11,28—11,65, а меньшего основания при помощи калибра 10,59—10,90, (Черт. 62-а). Если основание конуса сделано больше надлежащих размеров, указанных на черт. 62, то калибры в соответствующих гнездах измеряемого конуса провалятся до 2-й или даже за 2-ю браковочную ризку ризки на таком расстоянии, как это отвечает повышению размера диаметра того или другого основания конуса на 0,05 мм, (допуск на конус), а именно, в первом случае у заднего среза канала изделия остановится браковочная ризка отстоящая от большого основания конуса калибра на расстоянии 72,8, во втором случае на расстоянии 111,5 черт. 62-а.



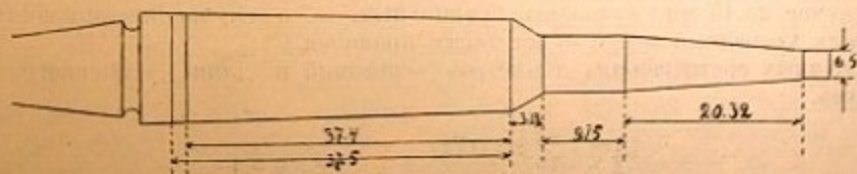
Чер. 62.



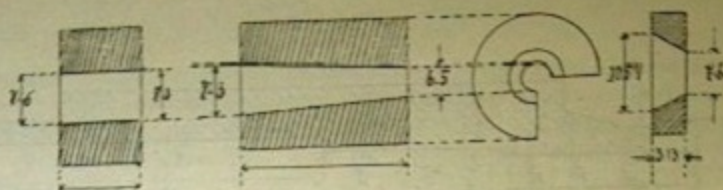
Чер. 62-а.

При правильно изготовленном конусе нормальная ризка на стержне должна приттись у среза отверстия канала изделия.

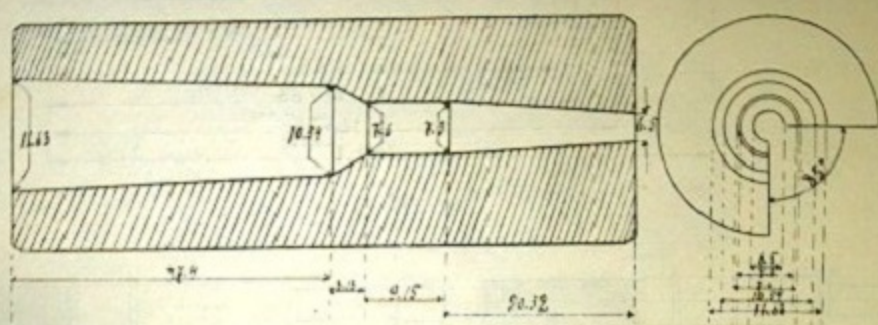
Предположим еще такой случай: несколько конусов различного угла расположены под ряд один за другим. В этом случае каждый конус измеряется в отдельности, своим калибром, а одноосность их совместным калибром, состоящим из нескольких обмеряемых конусов, расположенных на одной общей оси, Черт. 63.



Чер. 63.



Чер. 64.



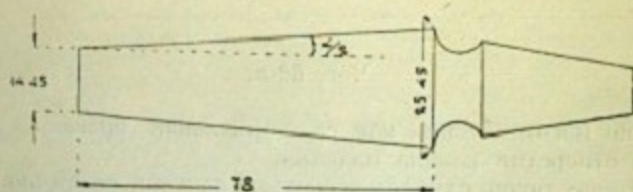
Чер. 65.

Если одноосность, при расточке конусов в изделии, не соблюдена, то совместный калибр в канал не войдет. Здесь каждый из конусов совместного калибра измеряется в отдельности своими шаблонами и, кроме того, должен быть изготовлен совместный шаблон, который представляет из себя трубку с вырезным сектором в 85° , черт. 64 и 65.

Вращая в шаблоне лекало-калибр можно видеть по всей длине производящей, прилегает он к стенкам шаблона, или наблюдаются просветы, если просвет наблюдается, то при правильности размеров отдельных конусов на калибре, одноосность конусов на калибре не соблюдена.

Говоря об измерении конусов специальными калибрами кольцами, необходимо упомянуть об одном, весьма простом и вместе с тем очень точном способе, часто практикуемом в практике изготовления конусных лекал.

Предположим имеется конусе указанный ниже на чертеже 65-а.



Чер. 65-а.

Правильность изготовленного конуса прежде всего характеризуется правильным углом конуса и если предположить, что большее основание усеченного конуса (в данном случае 25,45 мм.) оказалось правильным, то, в случае правильности угла конуса, весь усеченный конус будет также правильным.

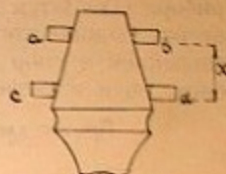
При данных соотношениях диаметров оснований и длине усеченного конуса угол конуса,

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{55}{78} = 0,070$$

$$\alpha = 4^\circ 1'$$

$$\alpha = 8^\circ 1'$$

Для того, чтобы измерить вышеуказанный угол, достаточно взять 2 нормальных кольца (Ногансона) какихнибудь произвольных диаметров, промежуточных между максимальным и минимальным диаметрами заданного конуса. Предположим таковые будут 24 и 15,5. Обмеряемый калибр ставится вертикально и на него надеваются 2 вышеуказанных кольца, сперва 24 мм., и затем 15,5 мм., избегая при этом перекосов. Чер. 65-в.



Чер. 65-в.

(Отсутствие перекоса вымеряется пластинками Ногансона). Измеряют расстояние между плоскостями ав и cd и затем вычисляется угол или наоборот при правильно изготовленном угле конуса это расстояние должно получиться равным 60,7 мм.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{4,25}{x} = 0,070$$

$$x = \frac{4,25}{0,070} = 60,7$$

Указанный способ измерения конуса удобен, прост и точен, но требует аккуратности, в параллельной установке колец.

Для измерения конусов иногда пользуются специальными приборами в роде указанного на чертеже 204 или угломерами (Броун и Шарп, Кушникова). Для более детального ознакомления с методами и приборами служащими для измерения конусов, рекомендую обратиться к интересной статье доктора-инженера О. Кинцле «Дер Ветриб 1922 год».

Один из приборов для измерения конусов описан ниже.

Прибор для измерения конусов.

Прибор для измерения конусов, или, точнее выражаясь, для усеченных конусов, показанный на Чер. 66, является одним из точных измерительных приборов при выработке лекал.

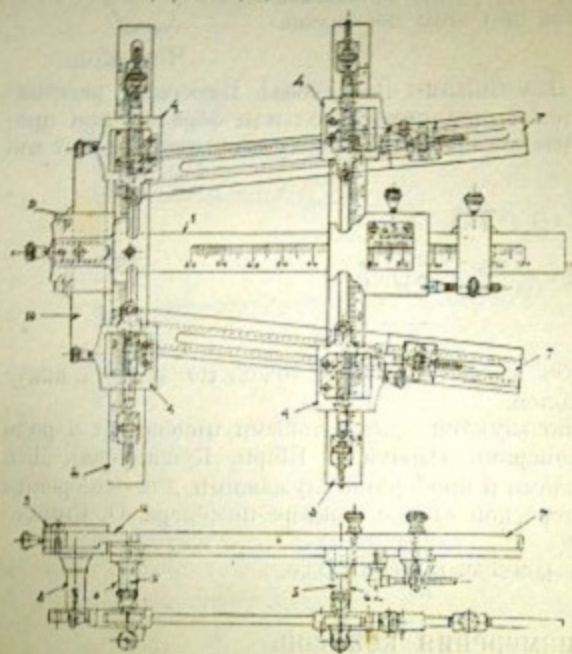
До появления этого прибора, измерение малого и большого диаметра тупого конуса обычно производилась штангенциркулем беря размеры ав и cd на концах конуса чер. 65в, или же угол конуса измерялся примитивно, при помощи 2-х колец, как-то описано выше, с последующими затем всякий раз вычислениями.

Однако вышеуказанные измерения часто не дают требуемых результатов и превосходят погрешности в виду того, что углы у срезов иногда делаются закругленными или же, благодаря какой-либо случайности, сбавты, и тогда вопрос о правильности измерения этого конуса является спорным. При помощи же описываемого прибора все недоразумения обычного измерения, указанные выше, устраняются, при чем этим прибором можно измерить какие угодно сечения конуса и на какой угодно длине.

Основанием прибора служит линейка (1) с нанесенными на делениями для измерения конуса. К этой линейке прикреплены перпендикулярно: одна неподвижная (2) линейка и другая (3) подвижная, на которых нанесены деления для измерения поперечного сечения конического лекала. Вдоль этих линеек ходят коробки с конусами (4). К коробкам прикреплены оси (5), на которые надеваются втулки (6 и 6а) ползунов, из которых два прикреплены наглухо на левых концах линейки, а другие два могут передвигаться (6а) вдоль этих линеек. На левом конце основной линейки (1) прикреплена стойка (8), которая на другом конце имеет коробку (9) с находящейся в ней передвигающейся линейкой (10), имеющей значение упора для измеряемого лекала. Возьмем для примера лекало формы, указанной на чертеже 65в, тогда, прежде всего производим установку размера, равную длине большего основания конуса деленное на 2, а также и меньшего основания конуса деленное 2, по шкалам линеек (3) и (2) устанавливаем требуемые размеры при помощи конусов, а высоту конуса—на шкале основания

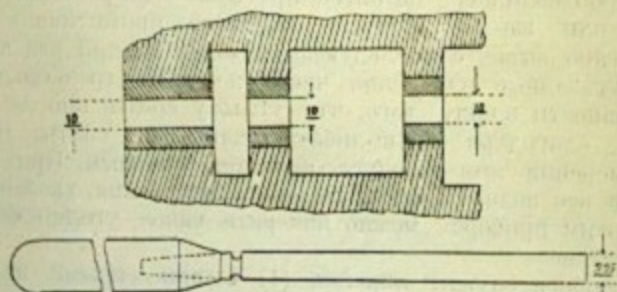
прибора (1). Затем надеваем линейки (7) на оси (5), после чего можем производить проверку конического лекала, вставляя между линейками (7) и упирая малым основанием в упор (10). Таким прибором можно пользоваться не только для измерения, но и в качестве приспособления для изготовления конусных пластин.

Прибор для проверки конусов.



Чер. 66.

в большинстве случаев не должен быть длиною больше 10—15 мм. Цилиндрические калибры могут служить и для проверки одноосности нескольких отверстий. Чер. 67.



Чер. 67.

Калибры в последнем случае принято делать на 0,05 мм. ниже диаметра отверстия и называются они „совместными“. Длина его делается такою, чтобы он мог пройти все измеряемые отверстия одновременно. Тот же совместный калибр употребляется в случае проверки правильности относительного расположения нескольких отверстий через кондуктор; калибр и здесь делается с понижением его диаметра на 0,05 мм. по сравнению с нормальным размером. Длина его должна быть равна длине отверстия, измеряемого в изделии, плюс расстояние, равное длине втулки и грибка кондуктора, плюс высота фланцев и грибка и втулки и плюс расстояние от начала отверстия в изделии до торца грибка. Чер. 68.

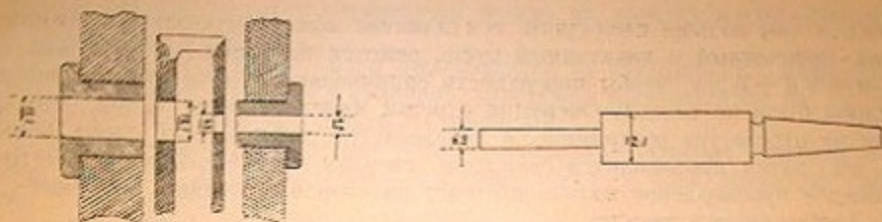
Цилиндрические калибры употребляются для измерения диаметра цилиндрических отверстий.

Калибры этого рода бывают различной длины, различных диаметров и различной конструкции в зависимости от глубины диаметра измеряемого отверстия.

При измерении небольших диаметров до 8 мм. применяются стержневые калибры и кольца; при измерении же больших отверстий и коротких по длине применяют калибры указанные на чер. 44.

Цилиндрические калибры, от 80 м/м. и выше, так же как и вырезы, разделяются на нормальные (входные) и браковочные (невходные).

Нормальный калибр должен пройти всю длину отверстия, чтобы проверить во всех его сечениях и кроме того тот же калибр должен проверить призмизу отверстия, ибо диаметр может быть и верен, но если измеряемое отверстие искривлено в закатке, то нормальный калибр в отверстие не пойдет. Браковочный калибр, как невходный, в большинстве



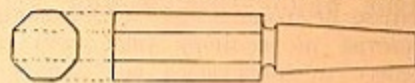
Чер. 68.

Такой совместный калибр может быть и уступчатым, если преремеряется одноосиельность двух отверстий различного диаметра, просверленных через два различных грибка. Чер. 68.

Кроме вышеуказанных случаев, цилиндрический калибр применяется еще для измерения внутреннего диаметра резьбовых отверстий.

Например, при изготовлении режущего инструмента, возникает необходимость проверки внутреннего диаметра винтовой резьбы в плашках, а также навинтованных отверстий в изделиях массового изготовления.

Трудно перечислить все типы цилиндрических калибров и случаи их применения, необходимо только упомянуть, что к этому типу лекал следует отнести многогранные калибры чер. 69, эллиптические, которые не могут рассматриваться как тела вращения, могущие быть изготовленными на обыкновенном токарном станке и, наконец, конические калибры, о разновидности которых сказано выше.



Чер. 69.

Цилиндрические и конические лекала как и лекала I группы могут изготовляться по готовым шаблонам и без шаблонов, здесь можно только указать на то, что изготовление шаблонов в виде полых цилиндрических и конических отверстий представляет значительно большие трудности чем изготовление самих калибров, а поэтому выработку удобнее начинать всегда с калибра независимо от того является ли он в данном случае лекалом или шаблоном.

Условия которым должны удовлетворять круглые калибры:

1. Цилиндрический калибр должен быть одинакового диаметра по всей длине; при шлифовке цилиндров на неточных шлифовальных станках, при плохой сборке их, или изношенности направляющих и винтиделей в подшипниках, или перекосе центров, — шлифуемый цилиндр получается коническим, с разницей диаметров на концах в нескольких сотых мм., а иногда и десятых мм.

2. Кроме того, вместо цилиндра может получиться эллипс, вследствие того, что центры с обоих концов шлифуемого изделия грубо намечены или косо поставлены.

3. Цилиндрический калибр должен быть прямым по всей своей длине. Будучи поставлен на контрольную плиту, он не должен давать просвета ни в одной из точек вдоль своей образующей и по всей окружности.

4. Помятости и забоины, часто получающиеся при правке искривленного калибра, но могут служить поводом к забракованию калибра, если эти помятости расположены не вдоль всей производящей цилиндра и, потому что, таким цилиндрическим калибром можно точно измерить диаметр отверстия.

10. Порядок изготовления цилиндрического калибра и кольца.

Изготовление каждого цилиндрического калибра, гладкого или с уступами, конуса и кольца, происходит первоначально на токарном станке.

Лекало-кольцо.

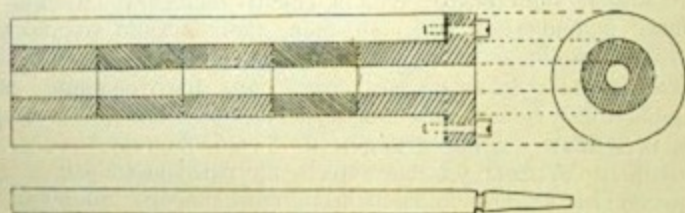
1. Центровка.

2. Грубая обточка и рифление поверхности накатками. Операция эта производится зараз всего куска металла, если, конечно, позволяет его диаметр (нет

прогиба), и чем больше последний, тем длиннее может быть выт на обточку кусок металла. Обточенный и накатанный кусок режется на куски до требуемой высоты колец и $-V\bar{D} + 5$ мм. чтобы поверхность соприкосновения в отверстии с проверяемым цилиндром была не велика. Операция отрезки иногда ведется и так, что каждый кусочек не отрезается совершенно, а недорезается до диаметра дыры кольца на $0,5-1$ мм., затем производится сверление, сверлом окончательного диаметра, при этом каждое просверленное кольцо набегает на сверло, отделяясь от общего куска.

3. Заготовка под закалку.

Заготовка колец под закалку заключается в том, что просверленные отверстия развертываются специальными раздвижными развертками, с диаметром пониженным по сравнению с нормальным на $0,05-0,15$ мм. хотя железное цементованное кольцо после закалки и остается почти на месте, но после шлифовки на станке поверхность получается гораздо чище при валички припуска металла, а вышеуказанный припуск настолько мал, что бояться здесь обнажения металла (железа) не следует. Кроме того длинные трубки (кольца) при закалке сильно поводит или же наоборот раздувает внутренность; в последнем случае в продольном сечении по диаметру получается форма бочки (несколько больший $0,15$ мм. припуск по диаметру под закалку здесь является весьма полезным, ибо дает возможность исправить легко дефект, получающийся после закалки). Есть другой, более рациональный прием сохранения длинных отверстий в декалах-кольцах от искривления—это вставные втулки, на протяжении всей длины отверстия; последние изготавливаются в виде колечек высотой не больше 20 мм., закалываются, шлифуются изнутри до определенного диаметра по калибру (шаблону) и затем надеваются на тщательно проверенную оправку и шлифуются все зараз снаружи; будучи отшлифованы, вставляются в отверстие стальной незакаленной трубки с отверстием отшлифованным до наружного диаметра колец, черт. 70.



Черт. 70.

Такие припуски металл под закалку делают и на цилиндрических декалах по следующим соображениям: железные калибры перед закалкой цементуются; операция цементации ведется при высокой температуре $900-9500^{\circ}\text{C}$. и калибр может не только изогнуться, но и оплывать слегка в случае незамеченного перегрева и тогда вместо цилиндра получается эллипс. Чтобы исправить эллипс на цилиндр, необходимо иметь припуск металла, о котором сказано выше, за счет которого и происходит это исправление. Кроме того, длинные калибры независимо от диаметра, искривляет в закалке по длине; стальные калибры правке не поддаются—лопаются, железные правятся легко, и так как правка производится молотком, то, от последнего, на поверхности калибра получаются помятости, которые легко могут быть сведены на нет в шлифовке, коль скоро калибр под закалку делается с вышеуказанным припуском. Стальные калибры, кроме того, имеют свойство уменьшаться в диаметре после закалки, следовательно, для компенсации такого явления, здесь также приходится назначать припуск по диаметру перед закалкой калибра.

Стальные кольца имеют стремление после закалки подсаживаться, однако, не ввиду на такое свойство стальных колец, припуск в металле (на понижение диаметра) и здесь практикуется.

В зависимости от диаметра, этот припуск колеблется в пределах $0,05-0,15$ мм., на более длинных кольцах этот припуск приходится делать и больше, при чем в кольцах с очень малым диаметром отверстия, когда трудно бывает применить

шлифованный кружок, припуск оставляется только на доводку в 0,02—0,03 мм. при помощи раздвижной развертки.

4. Гравировка калибров и колец производится на специальных копировально-циантографических станках при чем у калибров гравировка производится на цилиндрической поверхности ручек, а у колец на торце их.

5. Тепловая обработка железных лекал достаточно подробно описана в главе „Тепловая обработка железных лекал“ и потому здесь об этой операции упоминается, как об очередной.

6. Шлифовка цилиндрических калибров, конусов, колец, трубок, плоскостей и гильз, производится на специальных шлифовальных станках.

Лучшими из шлифовальных станков считаются станки фирмы „Броун и Шарп“.

Цилиндрический калибр ставится на центры, доводится кружком до надлежащего диаметра, при этом, чтобы предотвратить отпусек закаленного металла калибра от нагревания его кружком при шлифовке (периферическая скорость при этом на окружности кружка достигает 6000 фут. в мин.), полезно бывает пользоваться водяным охлаждением обрабатываемого металла.

Кружки для шлифовки рекомендуется выбирать по шкале выработанной фирмой „Портой“. Твердость зерна или его крупность, в зависимости от качества шлифуемого металла, оказывает здесь большое влияние на чистоту шлифуемой поверхности.

Шлифовальный материал, применяемый при изготовлении лекал.

1. Шлифовальные круги.
2. Патентованные камни „Индия“ и „Арканаза“.
3. Наждак, карборунд и алунд в россыпи.

Для шлифовки твердых поверхностей, каковую из себя представляют надлежащим образом закаленные лекала, к какой бы из указанных выше групп эти лекала не относились, применяется один из указанных выше видов шлифовальных материалов, при чем дальше мы будем различать: 1) грубую обдирку путем шлифовки наждачными кружками на соответствующих станках; 2) в ручную—камями и 3) окончательную доводку при помощи карборундового и алундового порошков, применяемых в дело в виде мастики, приготовленной на деревянном или ином медленню сохнущем масле и палочкой в виде тонкого слоя на соответствующие медные оправки, указанные в § 7 и 10.

Шлифовальные кружки изготовляются самых разнообразных форм и размеров, с приспособлением всех разновидностей их к станочной шлифовке. В лекальном производстве употребляются наждачные, корундовые, карборундовые, алундовые. Одним из видных поставщиков кругов высшего качества для всего мира были до сих пор фирмы „Портой“ и „Корборунд“.

Наждачные кружки заключают около 60% кристаллических зерен и около 40% посторонних примесей. Сам по себе наждак имеет твердость в 0,8, если алмаз принять за единицу. Наждак—твердый камень, состоящий из окиси алюминия с примесью закиси железа. Корунд представляет окись алюминия, которая в природе встречается в виде минерала, содержащего тоже около 60% кристаллической породы и 40% различных примесей. Твердость его по сравнению с алмазом 0,9.

Корборунд и алунд представляют из себя искусственно приготовленные твердые сплавы. Корборунд готовится искусственно в электрических печах. По химическому составу корборунд есть карбит кремния, с твердостью 0,9. Корборунд изготовляется в электрических печах Общества „Корборунд“. Главным материалом, входящим в производство, есть кокс, который заменяет элемент углерода и чистый речной песок, который заменяет кремний. Масса кокса и песку нагревается до высокой температуры, которая нарушает вещество кокса и песка, выделяя углерод и кремний, при чем атомы этих двух веществ в их соединении дают карборунд, продукт, который колется на острые частицы, с кристаллическим изломом, зеленоватого цвета. Таблица градаций К-о „Корборунд“, собранная в помещенной в альбоме таблице указывает твердость зерна и степень твердости для корборундового кружка, которая рекомендуется для различных шлифовальных работ.

Алуид—искусственный продукт, получающийся в электрической печи из гидрата—оксида алюминия. По составу своему он почти не отличается от корунда и смело может быть назван искусственным корундом.

Минерал—боксит, из которого готовится алуид, плавится в электрической печи при температуре 4000° С.

Характерным свойством алуида является хрупкость, что делает выгодным его применение для шлифовки и полировки таких металлов, как чугун, бронза, а также и мрамор, гранит, жемчуг и вообще таких материалов, которые обладают слабым коэффициентом растяжения.

Ниже указанная таблица показывает наилучшие твердости для различного рода работ, в некоторых же случаях алуидовые кружки рекомендуются исключительно.

Ниже будет указан лишь схематический процесс изготовления различных кружков, как-то алуидовых, резиново-наждачных, кружков с проволочной сеткой.

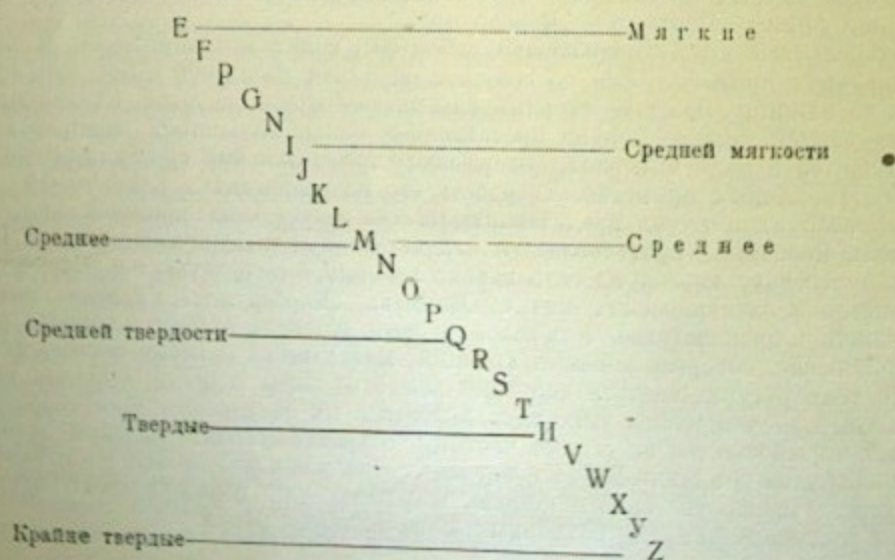
Несмотря на кажущуюся простоту изготовления шлифовальных кругов, производство это отличается массой едва уловимых тонкостей и секретов, которые делают это производство трудным и мало распространенным, в особенности у нас в России.

Алуидовые кружки с сеткой или без сетки делаются набивным процессом. В станок помещается смесь „связи“ из измельченного до соответствующей крупности алуида. Масса приводится в пластичное состояние и затем набивается в железные формы. Круги, прежде всего помещаются в сушильные печи, вынимаются из форм, после чего свободно держатся в руках. Они заканчиваются приданием им, приблизительно, окончательной формы на особых выравнивающих станках, после чего помещаются обратно в сушило, где остаются до окончательной просушки. В больших обжигательных печах они подвергаются сильному нагреву до 3000° по Фаренгейту.

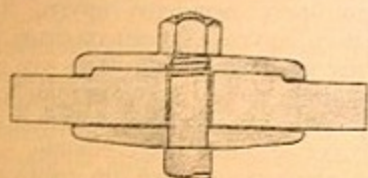
Время потребное для обжигания от 6 до 20 дней, в зависимости от размеров кружка и устройства печи. Из печи кружки проходят через специальный отдел, где производится поправка вида фасок и кружкам придается окончательный вид. Кружки осматриваются и испытываются. Кружки такого рода не боятся погоды, времени, воды, масла, соды и употребляются одинаково, как для сухой, так и для мокрой шлифовки.

Связью частиц алуида, наждака, корунда и карборунда служит гуммиарабик, шеллак и гуттаперча, но, кроме того, для укрепления кружка применяется в некоторых случаях проволочная сетка, помещаемая внутри в виде каркаса, скрепляющего кружок.

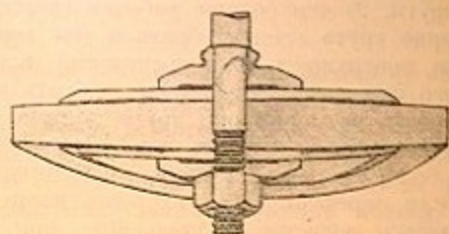
Для шлифовки закаленной стали с содержанием углерода от 1—1,1% рекомендуются алуидовые кружки, согласно номенклатуры фирмы „Нортон“ № 80—P. Здесь № 80 указывает число отверстий в 1 квадр. дюйм, через которые просеивается предварительно алуид в зернах. Буква P выражают степень твердости по таблице.



Чем выше №, тем мельче зерна основного материала кружка и чем ниже буква к концу алфавита, тем камень тверже. Здесь продускается подробное указание тех разнообразных форм кружков, которые применяются в декальном деле. Для этого я рекомендую читателю взять любой каталог наждачных камней. В зависимости от рода работы, шлифовальным камням придают или форму диска, или форму кольца, причем дисковые кружки работают цилиндрической поверхностью, а кольцевые могут работать и торцем. Кроме того кружки делаются чашкой и блюдцем; кружки чашкой работают торцем, а блюдцем—острым краем. В конце книги таблица № 2а. При заказе шлифовальных кругов указывается: диаметр, высота и размер отверстия, которым кружок надевается на шпиндель шлифовального станка.



Чер. 70-а.



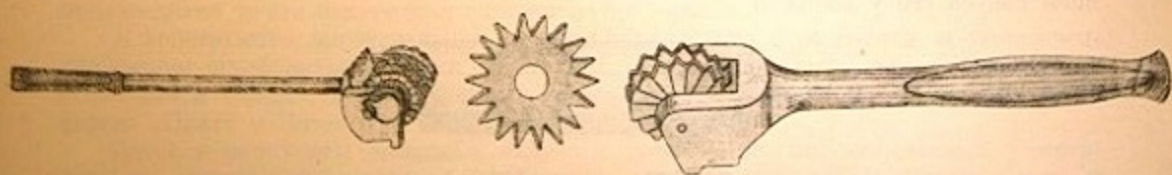
Чер. 70-в.

Для лучшего сохранения кружка в работе, отверстие в кружке делается немного полнее, чем диаметр шпинделя, или значительно большее отверстие в кружке заполняется бабитом и уже в нем делается требуемое отверстие (Чер. 70-а) кружки с бабитовой серединой.

Так или иначе, но как бы не было точно расположение отверстия в кружке, а последний, будучи приведен в быстрое вращение (скорость на окружности от 5000 до 6000 фут. в минуту) может "бить" и, следовательно, будет работать только одной частью своей окружности и испытывая давление от оси подвергаться риску быть разорванным на куски. В этих случаях шлифовальные камни подвергают правке.

Для правки камней употребляются правила.

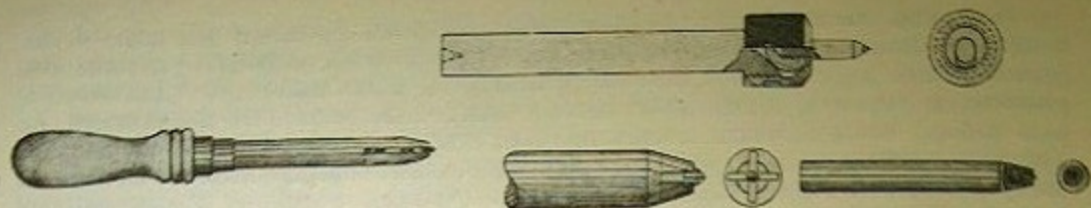
Для грубого выравнивания поверхности и для расширения центрального отверстия, неподходящего под имеющиеся валки или планшайбу, употребляются правила, указанные на чертеже 70 С и состоящие из ряда зубчатых колесиков, посаженных вплотную на одну ось в количестве 6—12 штук.



Чер. 70 С.

Для более точной и окончательной правки самой поверхности кружка употребляется или алмазное правило, или правило из набора искусственных алмазов не уступающих по своей стойкости алмазу настоящему.

Алмаз вставляется в торце медной оправки и зачеканивается с боков. (Чер. 70 d).



Чер. 70 d.

При выборе круга следует помнить, что: 1) чем тверже шлифуемый материал, тем мягче должен быть материал круга, так например, для шлифовки закаленных стальных изделий берутся круги мягкие, а для шлифовки сырой стали более твердые круги, 2) чем больше рабочая скорость шлифовального круга, тем более крупное зерно круга следует брать и тем мягче надо брать вещество круга, 3) чем больше поверхность соприкосновения шлифовального круга с поверхностью шлифуемого изделия, тем мягче надо брать круг и тем крупнее должно быть его зерно, 4) скорость на периферии круга должна быть такова, чтобы происходило сгорание цементирующей связи, вследствие чего в действие вводятся все новые и новые зерна более острые, а старые, притупившиеся, будут выпадать постепенно.

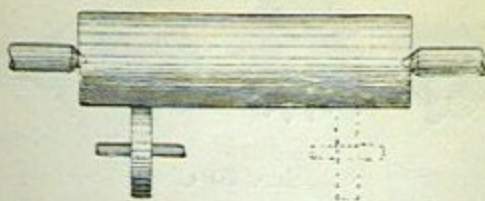
Если периферическая скорость взята меньше невыгоднейшей, то разрушение связующего вещества не произойдет при иступлении зерен и круг делается гладким, как говорят, „засаливается“ и перестает работать.

Излишне большая скорость вредна в виду опасности разрыва круга на куски. Число оборотов обычно указывается на ярлыке, приклеиваемом к кругу. Не смотря на то, что соответствие металла и кружка бывает точно предусмотрено, происходит так называемое закигание металла; на шлифуемой поверхности появляются темно-желтые, переходящие иногда в синие поводы. В этом случае закигательное действие кружка парализуется поливанием кружка и изделия водным раствором соды (от 15—10%).

При шлифовке круглых или плоских калибров на станках происходит неизбежный износ круга, который независимо от того, без водяной смазки или со смазкой работает круг, выражается в сгорании „связи“ частиц наждака, карборунда и пр.

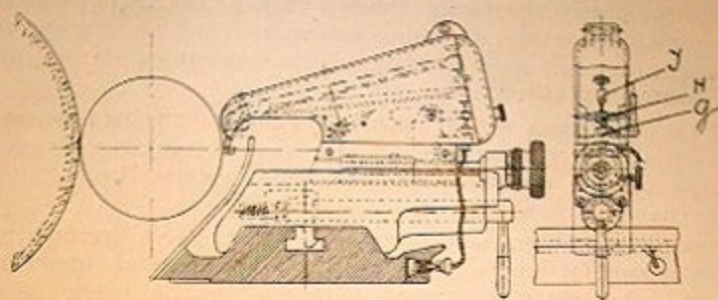
Износ круга выражается постепенным уменьшением его диаметра. Теперь посмотрим, что происходит в следствие такого уменьшения диаметра круга от износа. Допустим, что требуется шлифовкой довести диаметр цилиндрического калибра диаметром 1" и длиной 10" до 24,78 мм. Калибр закален, при чем после закалки он не утратил приданного ему токарем профиля и кружком приходится лишь свить на протяжении всей длины калибра равномерный припуск металла 0,22 мм.

Не может быть никакого сомнения в том, что круг, начавший работать с одного конца вышеуказанного калибра, как то указано схематически на чертеже 70 с цифрой I, при переходе в положение II успеет износиться настолько, что диаметр его заметно уменьшится и, следовательно, шлифуемый калибр, при соблюдении всех предосторожностей, указанных ранее, получится конусным с большим основанием конуса его у конца II.



Чер. 70-e.

Компенсация такого износа совершается автоматически, при помощи специального прибора, сконструированного фирмой „Пратт и Виттней“ и показанного схематически на чертеже 70 ж.



Чер. 70-ж.

Здесь подача кружка может производиться совершенно независимо от автоматического прибора. Подача кружка производится посредством проводника и гайки и точно контролируется прибором. Подача кружка к шлифуемому изделию может производиться, как вручную, так и автоматически, с помощью или без помощи контрольного прибора. Вращаемое вручную колесо снабжено по окружности зубчатыми делениями и проверочным упором, контролирующим вращение колеса, если оно производится в ручную. Как в начале, так и в конце, автоматическая подача получается посредством движения отдельных защелок, передающих свое движение храповичку. Движение этих защелок совершенно не зависят одна от другой, но вращение свое вокруг осей, на которых они сидят, они получают от одного и того же рычага. Получаемая от них подача, предположим от 1 до 12 зуба храповика, производится в пределах, соответствующим образом установленным и закрепленным упорным болтам, определяющим предел подачи кружка, когда шлифуемый предмет будет доведен до надлежащего диаметра. Диаметр обрабатываемой вещи уменьшается в пределах от 0,000125 до 0,003 дюйма. Концы защелок делается раздвоенным для того, чтобы, при желании можно было захватывать только $\frac{1}{2}$ зуба храповика. Автоматическая подача может быть моментально приведена в действие или остановлена посредством автоматического прибора.

Весь смысл и назначение автоматического прибора заключается в том, что как только шлифуемый предмет начнет увеличиваться в диаметре от износа круга как-то указано выше, так при помощи электрической передачи специального механизма начинает работать автоматическая подача кружка до тех пор пока диаметр изделия не начнет получаться требуемых размеров.

Электрический ток проходит через автоматический прибор, электромагнит остается в бездействии благодаря разединению в приборе, между контактами И и С. Конструкция прибора крайне проста. Он может быть установлен на столе шлифовального станка в любом положении. Установка его производится по образцу отшлифованному предварительно на небольшой длине, до требуемого диаметра. Точная регулировка контактов производится микрометрическим винтом J, а вместе с тем производится точно поперечная установка прибора.

В конструкции шлифовальных станков параллельно с развитием и усовершенствованием шлифовального дела, произошло за последние годы немало усовершенствований и одними из передовых в этом отношении фирм являются бесспорно фирмы „Прагг и Витней“ и „Броун и Шарп“.

Здесь я пропускаю детальное описание устройства так называемых универсальных кругло-шлифовальных станков, а также вертикально-шлифовальных и горизонтально-шлифовальных станков, скажу лишь одно, что станки так устроены, что все перегруппировки в работе станка сводятся в конце-концов к простым перемещениям, с натяжением и ослаблением ремня на шкиве контр-привода.

Вышеуказанный прибор, черт. 70 ж, однажды установленный по точно выверенному цилиндру, или справочному калибру, позволяет снимать один за другим шлифуемые калибры, при чем прибор этот автоматически надвигает кружок к работе, компенсируя его износ и до тех пор, пока подача не выйдет из действия.

В автоматических шлифовальных станках фирмы „Броун и Шарп“ и „Пратт и Витней“ весь процесс постепенного снятия металла происходит автоматически на всей длине шлифуемого предмета, причем как в кругло-шлифовальных, так и в плоско-шлифовальных станках операция автоматической подачи кружка к наделию производится приближением либо шпинделя с находящимся на нем кружком, либо приближением изделия к кружку.

Почти все группы лекал и шаблонов могут быть, предварительно, отшлифованы на станке, при чем для сохранения твердости закаленных поверхностей, шлифовку желательно вести с обильным водяным охлаждением. После шлифовки лекала и шаблоны поступают на доводку.

Но существует один тип лекал, которые не могут быть установлены на шлифовальный станок, как бы хитро не были сконструированы приспособления для этого, это лекала с фасонным контуром; фасонное лекало после закалки иногда так деформируется, что рихтованием удается отчасти восстановить контур, но некоторые изгибы контура приходится, всетаки восстанавливать при помощи ручной шлифовки или специальными камнями „Индия“ или „Арканзас“ последние отличаются большой твердостью (0,9).

Камни эти в продаже бывают самых разнообразных профилей и размеров, начиная от квадратных и кончая овальными. Камни эти, однако быстро засаливаются при обработке лекал, закаленных в масле и поэтому для освобождения их поверхностей от осадки, сперва моют керосином, а затем проходят быстро вращающимся медным кругом с порошком алуида № 70.

Камни подобного рода могут быть заменены наждаком, карборундом или алуидом в россыпи.

По качеству, наилучшим материалом для доводки каленных стальных поверхностей у лекал является алуидовый или карборундовый порошок, который при этом должен быть абсолютно свободен от посторонних примесей, которые в большинстве случаев не только помогают шлифовке, но, наоборот, затрудняют ее; отделяемая поверхность при этом покрывается жирным налетом грязи, которая, во-первых, самую работу делает неприятной, да и наблюдение за результатом доводки лекала становится затруднительным. Слишком загрязняются при этом чулунная плита и медные диски для доводки.

Наждак, карборунд и алуид, по крупности зерен могут быть разделены на №№, как-то было указано выше, при чем наиболее ходовыми для алуида и карборунда являются номера от 80 до 100; более мелкие зерна почти не употребляются, при чем под конец доводки вводятся более и более мелкие зерна и при том все в меньшем количестве, так что под конец лекало доводят почти чистой медной оправкой.

Наждак по крупности зерен в коммерческой номенклатуре также разделяется на номера 1; 0; 00; 000; 0000 из них последний наиболее мелкий и наконец наждачная пыль.

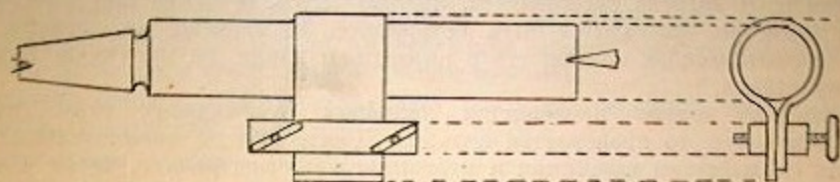
Доводка цилиндрических лекал.

Как бы чисто не получалась отшлифованная поверхность, достаточно посмотреть в лупу, чтобы поверхность представилась глазу сильно шероховатой. Шероховатость сама по себе не оказывает существенного влияния на правильность работы калибра, однако она служит одной из причин быстрого износа лекала и причиной более быстрого раскалывания калибра. Для устранения этой шероховатости и придания поверхности лекала зеркального вида, служит операция доводки; с шлифовального станка калибр или кольцо снимают с припуском металла под доводку.

Доводка цилиндрических лекал производится на токарном станке и в большинстве случаев токарем, специально занятым доводкой калибров.

Припуск, оставляемый на доводку, колеблется в пределах от 0,02 до 0,04 мм. Инструментом для доводки цилиндров служат медные оправки из красной листовой меди толщиной около 1 мм.

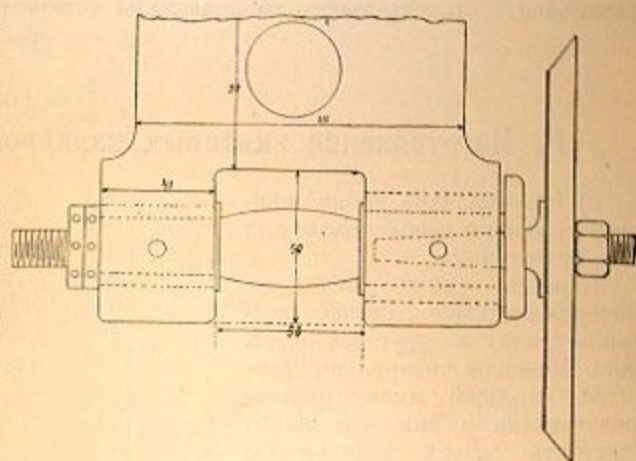
Между телом цилиндра и оправкой помещается ровным слоем мелкая наждачная пыль и несколько капель масла. Цилиндр помещается на центрах. На ручку его надевается хомутик, на центр-поводок; цилиндр приводится во вращение. Свободные концы листовой оправки зажимаются между губками особых жимков, при помощи которых полоска красной меди удерживается в руках работающего.



Чер. 71.

Доводка калибров с торца производится при помощи медного диска, устанавливаемого при помощи специального приборчика на суппорт токарного станка. Черт. 72а. Здесь доводка производится торцом медного диска. При умелой доводке можно исправить такие дефекты, после шлифовки, как эллипсоидальность калибра, получающаяся от различных причин (см. выше).

Для доводки внутренних диаметров гладких колец или конических и цилиндрических трубочек, употребляются цилиндрические оправки из красной меди. Чер. 73а.

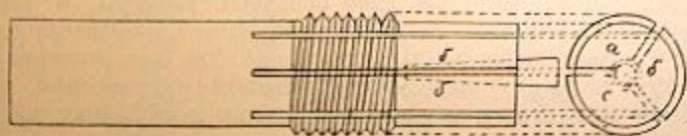


Чер. 72а.

Оправки эти разрезаются по производящим на 2 или 3 сектора круглой ножовкой, затем обжимаются молотком до плотного соприкосновения стенок прорезей, после обжима в центре по оси просверливается и развигивается коническое отверстие для клина раздвигающего секторы в стороны; затем шлифовка обтачивается с поверхности до требуемого диаметра и если нужно нарезается.

Перед введением оправки в кольцо, в нее вставляется слегка конический стержень, который раздвигает сектора а, б и с в стороны и заставляет их плотно прилегать к стенкам доводимой поверхности.

В маленьких шлифовках достаточно одной прорези по диаметру; коническое отверстие по оси прорезки, по диаметру, делается перед обточкой оправочки до надлежащего диаметра. Прорезь делается ножовкой и затем суживается, еще до сверления конического отверстия, ударами молотка. Такие же оправки делаются и для доводки винтовых колец, с той лишь разницей, что поверхность оправки нарезается резьбой тождественной с резьбой кольца (см. ниже—доводка резьбовых калибров.)



Чер. 73а.

Между оправкой и шлифуемой поверхностью вводится масло и наждачный порошок сначала в большом количестве, а под конец доводка производится почти без наждака, а лишь одной медной оправкой. Во всё время операции доводки, оправка движется по производящей кольца. В силу необходимости, операцию доводки приходится совершать без водяного охлаждения. Кольцо при этом сильно нагревается и от нагрева расширяется, поэтому здесь, особенно при доводке колец большого диаметра, приходится быть осторожнее, от времени до времени приходится охлаждать кольцо, снимая его с оправки и кладя на чугунную плиту или на станину станка.

Охлажденное кольцо проверяется калибром (цилиндром); если доводится цилиндр или конус, то проверяется кольцом. Доведенное до окончательных размеров лекало смазывается вазелином и пересылается в контроль и, затем в магазин, если оно признано годным. Кольцевые лекала нередко доводятся до надлежащих размеров и по толщине (специальные лекала-кольца).

К разряду кольцевых калибров, по характеру изготовления, относятся и детали сложных лекал (лекал-кондукторов) в виде грибков, через которые проверяется правильность относительного расположения отверстий в изделии.

II. Изготовление винтовых калибров и их назначение.

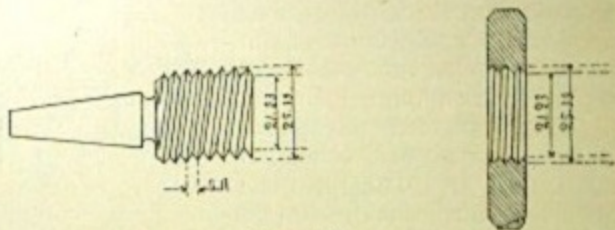
а) Изготовление точной винтовой нарезки и необходимый для этого инструмент.

Нарезка точной резьбы на винторезно-токарном станке представляет одну из трудных работ. Лишь немногие токари занимающиеся нарезкой имеют полное представление о том, что значит исполнить резьбу, которая бы удовлетворила всем требованиям в отношении формы профиля, диаметров и внешнего вида. Для возможности выполнения такой нарезки токарь должен быть снабжен лучшим режущим и мерительным инструментом, а что самое главное, токарь-резьбовик должен обладать большим опытом и умением.

Если обычно нарезаемая резьба требует большого опыта и умения, то изготовление резьбовых калибров и колец требует от токаря буквально искусства. В общем и целом, изготовление резьбовых калибров представляет из себя едва ли не самую трудную из всех лекальных работ.

Дело в том, что если обыкновенная точная резьба, требует предварительного изучения способов изготовления целого ряда режущих инструментов, умения их установить на станке и применения различных методов измерения резьбы, то условия изготовления резьбовых калибров отягощаются одним веским обстоятельством, это закалкой; последняя может сразу свести на нет все труды токаря-лекальщика. Как известно резьбовые калибры делают из стали или цементованного железа и так как металлургия до сих пор не дала еще такого металла, который, обладая всеми качествами необходимыми для лекал, недоформировался бы в закалке, то в силу этого обстоятельства вполне точно изготовленный винтовой калибр, после закалки изменяет все свои основные размеры, а так как размеры эти между собой тесно связаны, то достаточно бывает изменения одного из размеров, чтобы правильность нарезки была нарушена. Так как испорченную закалкой нарезку «поставить на место» невозможно никаким рихтованием, то, само собой разумеется какого искусства и труда стоит токарю-лекальщику исправить лекало деформированное в закалке.

Нередко однако исправить лекало не удастся совершенно и его приходится бросать, чем приносится не малый материальный ущерб.



Чер. 71.

Однообразие резьбы в заводе, занятом массовым производством, представляет одно из важных условий, как для согласования работы инструментального отдела с массовым производством того или иного изделия, так и для гарантии соблюдения взаимозаменяемости частей в машине, изготавливаемой массовым путем.

Прежде чем приступить к установке резьбы на заводе, надо остановиться на одной какой-нибудь системе ее, или если по каким либо соображениям на одной системе остановиться нельзя, то необходимо выбрать вполне определенные системы; хотя последнего необходимо всячески избегать.

Принятая система нарезки охватывает собой определенные диаметры винтов, входящих в конструкцию изготавливаемой машины.

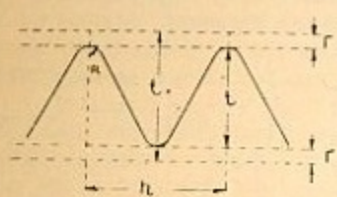
Предположим принята резьба Витворта для винтов от $1/8''$ до $1 1/4''$ следуя через каждую $1/16''$.

Таблица резьбы Витворта. Чер. 72.

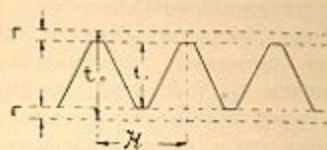
Угол нарезки = 55° .

Общая высота $t_0 = \frac{h}{2} \cotg 27^\circ 30'$

Высота по закруглению $t = \frac{2}{3} t_0$.



h - шаг
 t_0 - общая высота
 t - высота по закруглению
 $r = \frac{t_0 - t}{2}$ $r = 0,267 \Gamma$



$t = X$ $\angle = 55^\circ 8'$
 $t_0 = 0,75 t_0 = 0,75 X$
 $r = \frac{t_0 - t}{2}$

Чер. 72.

Наружный диаметр в дюймах	Наружный диаметр в миллиметр.	Внутренний диаметр в миллиметр.	Число витков на 1"	Общая высота нарезки	Высота по закруглению.	Высота при туплении Г.	Шаг нарезки в миллиметр.
$1/8''$	3,175	2,362	40	0,608	0,406	0,102	0,63
$3/16''$	4,762	3,407	24	1,013	0,677	0,169	1,058
$1/4''$	6,350	4,724	20	1,219	0,813	0,203	1,258
$5/16''$	7,938	6,130	18	1,354	0,903	0,226	1,411
$3/8''$	9,525	7,491	16	1,526	1,017	0,254	1,587
$7/16''$	11,113	8,790	14	1,743	1,162	0,290	1,814
$1/2''$	12,7	9,990	12	2,032	1,355	0,349	2,117
$5/8''$	15,875	12,917	11	2,217	1,478	0,370	2,309
$3/4''$	19,05	15,738	10	2,439	1,626	0,407	2,540
$7/8''$	22,225	18,611	9	2,710	1,807	0,452	2,822
1"	25,4	21,334	8	3,049	2,033	0,508	3,175
$1 1/8''$	28,575	23,927	7	3,486	2,324	0,581	3,629
$1 1/4''$	31,75	27,102	7	3,486	2,324	0,581	3,629

Диаметр винта в мм.	Число обо- ротов на 1 д.	H.	t.	t ₁	Г.
3	51	0,5	0,5	0,385	0,06
4	36	0,7	0,7	0,525	0,09
4,5	34	0,75	0,75	0,562	0,09
5	32	0,8	0,8	0,600	0,1
7	23	1,1	1,1	0,825	0,14
10,82	18	1,4	1,4	1,056	0,18

Прежде чем переходить к изготовлению винтовых калибров проследим вкратце процесс изготовления точной резьбы.

Если на токарно-винторезном станке нарезать резьбу резцом, то для этой цели необходимо взять плоский резец, заточенный с боков по лекалу под требуемым углом, в зависимости от того какой системы нарезка, и с задним углом в 12°. Резец для той же цели может быть круглым. Плоский резец может быть цельным или вставным с державкой; конструкция последних указана на чертеже 94а и 94в. Плоский резец, будь он целый или вставной с державкой, закрепляется в супорте станка, так чтобы ось симметрии острого режущего угла встала в положение перпендикулярное к оси центров станка; подобная установка производится по лекалу, как это показано на чертеже 73.

Резец раз установленный вместе с державкой, в случае его затупления в работе, вынимается из державки, затачивается и вновь вставляется в державку; установка реза всякий раз здесь не требуется и в этом заключается преимущество державок.

В случае нарезания резьбы на железе, задний угол заточки реза должен быть больше 12°.

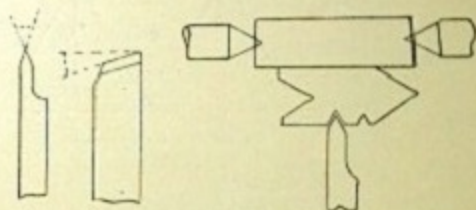
У круглого реза при подточке затачивается передняя режущая грань, при чем она должна быть ниже центра реза минимум на 3 мм. при диаметре в 40 мм. Все здесь сказанное о заточке резцов должно быть известно каждому токарю-резьбовику.

Вследствии неоднородности нарезаемого металла, давление последнего на резец будет непостоянное и в особенности в начале работы, когда резец начинает нарезать первую нитку.

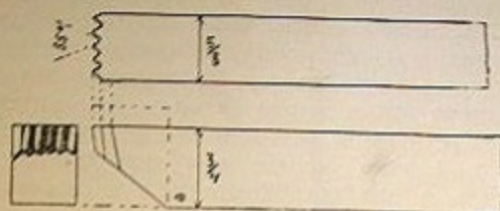
Так как супорт при наличии самого незначительного зазора в направляющих станка, под давлением металла на резец, может немного перекоситься, а кроме того сам резец при значительной длине своей части, выступающей из супорта или державки, может пружинить и лезвие его может уйти в бок от перпендикулярного к оси центров положения, то в результате такого суммарного перекоса нитки нарезаемой резьбы получатся неодинакового профиля, одни толще (в особенности начальные) другие тоньше и резьба получится разнообразная.

Таким образом получение точной и однообразной резьбы простыми резцами, будь то плоский или круглый резец, если и возможно, то чрезвычайно длительным путем и представляет задачу чрезвычайно трудную. Сравнительно легче получить точную резьбу, даже при мало опытным токаре, при помощи гребенки.

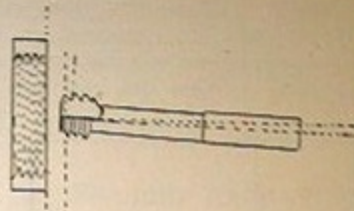
Гребенка представляет собой собрание нескольких резцов в одном куске металла из которых один режет металл, а другие служат для направления режущего зуба и выравнивания прорезаемой винтовой канавки. На чертеже 74 показана плоская гребенка.



Чер. 73.



Чер. 74.



Чер. 75.

Здесь в случае подсадки первого зуба, последующие зубья дорезают резьбу до надлежащего профиля.

Гребенки могут быть и круглые, как это показано на чертеже 75.

Такая гребенка служит для нарезки внутренней резьбы в гайках. Установка гребенки перед началом работы, как для наружной, так и для внутренней резьбы, производится также как и простых плоских резцов т.е. по лекалу, угольнику и линейке. Установка круглой гребенки при нарезке внутренней резьбы показана на чер. 75, ее передняя грань устанавливается по радиусу отверстия, так чтобы угол реза был бы 90° или немного меньше, а режущая грань поднимается выше оси центров на 2 мм.

Обыкновенно гребенки изготовляют с 4—5 зубцами.

Гребенка должна иметь резьбу надлежащего профиля.

Гребенка не должна изменять профиля резьбы при ее заточке, для чего ее заточка должна производиться плоскостями параллельными ее передней грани. Зубья гребенки должны иметь тот же угол наклона, который имеет нарезаемая резьба.

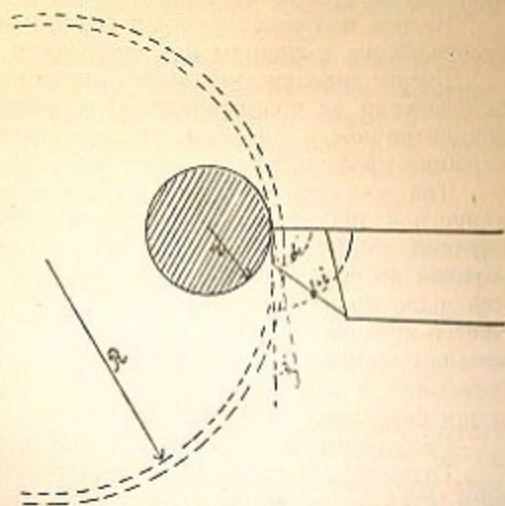
Для того чтобы гребенка имела надлежащий задний угол и соприкасалась с нарезаемой поверхностью по линии, необходимо, чтобы задняя грань гребенки была описана дугой круга большей чем радиус нарезаемого винта, как это показано на чер. 76.

Для того, чтобы гребенка удовлетворяла всем вышеуказанным условиям и кроме того, чтобы все гребенки, как наружные, так и внутренние, были тождественны между собой, необходимо иметь инструмент с которого гребенки могли бы сводиться. Инструмент этот называется барабаном или мастер-метчиком.

Здесь приведем некоторые практические указания относительно изготовления мастера-метчика.

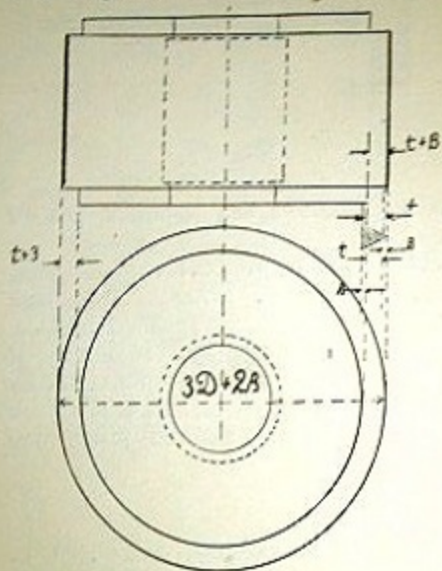
Мастер-метчик представляет из себя цилиндр (барабан) из обыкновенной инструментальной, а лучше из хромо-никелевой стали.

Диаметр цилиндра берется в 3—4 раза больше нарезаемого гребенкой винта, в силу высказанных выше соображений и ясных и чертежа 76, иногда же диаметр его повышается до 8—10 диаметре в случае нарезания винтов малого диаметра. В цилиндре просверливается и разворачивается отверстие до диаметра оправки на которую мастер метчик надевается в процессе его изготовления и последующей затем работы им. Отверстие растачивается крючком, как у фрезы и разворачивается точной разверткой по калибру. В отверстие вставляется точно шлифованная, закаленная оправка, длиной 3—5 диаметров отверстия. Надетый на оправку цилиндр обтачивается до точного диаметра равного $3D + 2B$ (3 диа-



Чер. 76.

метра винта ± 2 высоты притупления резьбы); по концам барабана делают заточку на глубину как это показано на черт. 76а. После проделанной подготовительной работы приступают к нарезке. Так как диаметр мастер-метчика приходится делать в 3—4 раза больше чем диаметр нарезаемого винта, то для соблюдения того же наклона нитки, как и на винте шаг нитки на мастере-метчике необходимо сделать с шагом в 3—4 раза больше чем шаг нарезаемого винта, а для сохранения того же профиля и размеров треугольника, образующего резьбу, мастер-метчик необходимо нарезать в 3—4 конца (нитки) тогда гребенка снятая с такого мастера-метчика будет вполне отвечать чертежу того винта, который ею предполагается нарезать.



Черт. 76а.

В подготовленном мастере-метчике прорезаются канавки как на обычном метчике, после чего он закаливается, хотя рекомендуется для сохранения резьбы эту прорезку делать шлифовальными камнями в уже закаленном мастере-метчике.

Нагрев под закалку ведут в угольном порошке без доступа воздуха, чтобы не образовалось окалины на поверхности резьбы.

После закалки мастер-метчик выдерживается 5—6 дней. Резьбу медными шлифовками не подправляют. Отверстие не шлифуется во избежание нарушения concentricity поверхности отверстия и наружной поверхности барабана по вершине профиля резьбы.

Так как отверстие в мастер-метчике, после закалки обычно уменьшается немного в диаметре, то необходимо осторожно, путем шлифовки понизить диаметр оправки, так, чтобы она без качки и достаточно туго вошла в отверстие. Так как барабан во время работы не должен скользить в оправке, и должен составлять с ней одно целое, иначе резьба получится неправильная, рекомендуется закалку мастер-метчика производить с вставленной в него оправкой; последний способ закалки вызывает иногда лопанье барабанов. Для того, чтобы избежать лопанья барабанов в закалке оправку делают невставную, а составляющую одно целое с телом барабана.

Гребенками нарезаются метчики, которыми нарезаются отверстия в гайках.

Готовый и выдержанный мастер-метчик ставится на центра токарно-винторезного станка на котором он нарезался, а в супорте закрепляется заготовка под гребенку. При помощи хомутка и поводка барабан приводится во вращение и к нему осторожно подводится супортом под гребенку до тех пор пока на ней не получится нарезка надлежащего профиля.

Токарно-винторезные станки, предназначенные для точной резьбы должны иметь самоходный винт скрытый в станине, во избежание перекоса супорта, потому что малейший перекос супорта сейчас же отразится на правильности резьбы.

Наибольшей точностью до сего времени отличались станки „Барикана“ и „Мара“. В последнее время появились маленькие токарно-винторезные станки фирмы „Бодей“—здесь проводник скрыт в станине и предохранен таким образом от попадания на него стружки и грязи. Шпиндель задней бабки должен быть

воническим, чтобы путем подтяга его можно было устранить малейшее хлябанье— вредно отзывающееся на правильности резьбы.

Само собой разумеется что станки изношенные, разбитые, с вытянутым проводником и гайкой для точной резьбы не годятся.

Непрерывным условием является нарезание винта и гайки на одном станке.

б) ПОВЕРКА РЕЗЬБЫ ПО ВСЕМ ЕЕ ЭЛЕМЕНТАМ ПОРОЗНЬ. НАЗНАЧЕНИЕ ВИНТОВОГО КАЛИБРА И КОЛЬЦА.

Из предыдущего мы видели, что правильно изготовленная резьба характеризуется соблюдением нескольких ее элементов:

1) Шага резьбы, 2) Внутреннего диаметра, 3) Внешнего диаметра, 4) Углом нарезки, 5) Формою гребня и дна канавки.

Все перечисленные элементы, так тесно связаны между собой, что нарушение правильности одного из них связано с нарушением остальных и поэтому важно, чтобы в правильно изготовленной резьбе все эти элементы порознь были точно выполнены т.е. отклонение от теоретического профиля не выходило бы за некоторые пределы, однажды установленные для данной точности работы.

Как бы точно мы не стремились получить теоретические размеры профиля резьбы, но в силу тех или иных причин могут быть допущены погрешности; разница лишь в том, что в одних случаях эти погрешности могут быть больше, в других—меньше. Следует упомянуть что ни резьба винта, ни резьба гайки не могут ни в одном из перечисленных выше элементов заходить за теоретический профиль, иначе гайка не навернется на винт и следовательно не может быть речи о взаимозаменяемости деталей. Прежде чем рассматривать способы проверки резьбы рассмотрим в каком направлении и на какую величину, иначе говоря с какой точностью, может быть изготовлен каждый из выше перечисленных элементов винтовой резьбы.

Рассмотрим для примера международную систему нарезки, как наиболее простую по соотношению всех элементов при угле 60° .

Было бы слишком грубое задание точности, если бы мы сказали в мастерскую „изготовьте винт по наружному диаметру на 0,2 мм. ниже нормального размера“. Хотя и при выполнении одного только этого задания входимость винта в гайку может быть обеспеченной, но здесь невольно напрашивается вопрос, а с какой степенью точности исполнять остальные элементы?

Рассмотрим допуски для каждого из элементов винтовой резьбы.

Боковые стороны нарезки. Если обозначим допуск на боковой стороне канавки через „а“ в направлении перпендикулярном к боковой стороне, то тот же допуск измеряемый в радиальном направлении будет $\frac{a}{\sin 30^\circ} = 2a$ и допуск по диаметру винта будет $2a = 4a$. При той же величине „а“ допуск по оси винта $d = \text{ctg } 30^\circ = \pm b \ 0,577$.

Вершина гребня нарезки. Допуск во внешнем диаметре совершенно не зависит от допуска на боковых сторонах нарезки и независимо от того будет ли он большим или малым, нажатия вершины на дно канавки не может случиться, так как устраняется уменьшением диаметра на $\frac{1}{3}$ допуска диаметра на боковых сторонах.

Если допуск на внешнем диаметре будет равен допуску на диаметре боковых сторон, то средняя дуга закругления гребня будет равна наибольшей дуге при наибольшем внешнем диаметре и равна наименьшей дуге при наименьшем внешнем диаметре, так что один хорошо заточенный резец дает возможность пройти одновременно через обе стадии допусков и для внешнего диаметра и для диаметра на наклонных сторонах. Поэтому выбор обоих допусков одинаковыми, является чрезвычайно удобным с точки зрения нарезки винта фасонным резцом.

Наименьшее расстояние между гребнем и дном канавки. Из исследования допуска на сторонах резьбы с углом 60° и с притуплением гребня и дна канавки дугами

необходимо минимальное расстояние гребня и дна нарезки от теоретического профиля резьбы $= \frac{1}{2}z$, а считая на диаметр $= \frac{2}{z}$. При международной резьбе за наименьшее закругление принята $\frac{1}{16}$ глубины полной остроугольной нарезки, а наибольшее — на $\frac{1}{12}$ той же глубины т.е. 0,0542 и 0,0722 шага. Обе эти величины до крайности малы и за 0,0542 ни в коем случае не следует заходить в сторону уменьшения, если дело идет о винтах, которые должны выдерживать значительное напряжение. Эти две величины определяют собой радиальный допуск, который равен $2(0,0722 - 0,0542) = 0,0180 \times 2$ так что допуск в диаметре будет $= 0,0360$ шага.

Значительно благоприятнее в этом отношении и удобнее для выполнения дно канавки Витвортовской резьбы, которая отходит от гребня на $\frac{1}{6}$ глубины полной остроугольной нарезки т.е. 0,16 шага.

Принимая во внимание незначительную разницу в угле между международной и Витвортовской резьбой и допуская в обоих случаях одинаковый радиус закругления в 0,0542 шага, тогда радиальный допуск приблизительно $= 0,1$ шага, а следовательно допуск в диаметре в 0,2 шага, так что закругление дна канавки в Витвортовской резьбе позволяет брать допуск почти в 5 раз больше, чем международная резьба.

Допуск в наружном диаметре. Если не принимать в расчет зазора сверху гребня, то в дальнейшем допуск в наружном диаметре не зависит от допуска на боковых сторонах резьбы и ограничивается только тем, чтобы оставалось еще достаточная поверхность прилегания на боковых сторонах; лучше однако если допуск по диаметру брать равным допуску на боковых сторонах т.е. равным „в“, а по диаметру $= 2в$. Если в международной нарезке гребень притупить прямой, то этот допуск можно увеличить.

Допуск по внутреннему диаметру — „о“. Этот допуск сверх необходимого между дном и гребнем зазора, тоже не зависит от допуска на сторонах нарезки и его целесообразнее брать равным допуску на боковых сторонах нарезки.

Допуск в шаге. При допуске в диаметре боковых сторон $= 2в$ и в угле резьбы в 60° , отклонение в шаге на рабочей длине нарезки может достигать до $\pm btg 30^\circ$ причем наибольшее отклонение может появиться лишь при случае, когда одновременно сходятся наибольшие допуски; этот допуск в шаге для винта $\frac{1}{4}$ " при очень точном выполнении не должен переходить за $+ 0,1$ мм., на высоте гайки, по соображениям прочности. Так как наибольшие отклонения в шаге могут получиться лишь при наибольших отклонениях в сторонах нарезки, то и наибольшие отклонения в угле нарезки могут встретиться тоже только при наибольших отклонениях в сторонах, причем для этого случая необходимо еще наибольшая близость вершины нарезки к дну канавки. Отклонения в угле связаны между собой, так что при наибольшем отклонении в шаге получается и наибольшее отклонение в угле и наоборот.

Рассмотрение изменения всех элементов нарезки приводит к заключению, что отклонения от нормальных теоретических размеров в одном из них влечет за собой соответствующее изменение в других элементах, иначе говоря между всеми элементами существует тесная связь.

Работы по степени точности выполнения винтов и гаек могут быть разделены на IV группы.

I. Очень точная нарезка — для очень плотно движущихся друг в друге частей например винты мерительных приборов.

II. Точная нарезка — хорошо выполненные винты.

III. Обыкновенная нарезка — обыкновенные рыночные винты.

IV. Грубая нарезка — черные болты для железных конструкций.

Сообразно с установленной градацией точности рассмотрим выполнение Витвортовской резьбы по всем ее элементам в отдельности.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА № 1.

Допуски на отдельных элементах резьбы	Степень точности в долях шага h			
	Очень точная	Точная	Обыкновенная	Грубая
I. Допуски на боковых сторонах нарезки в радиальном направлении = v	0,015	0,023	0,035	0,05
II. Допуски для диаметров по гребню, дну и боковым сторонам = $2v$	0,03	0,045	0,07	0,1
III. Наименьшее расстояние гребня и дна от теоретической резьбы при измерении в диаметрах = $\frac{2}{3}v$	0,01	0,015	0,023	0,033
IV. Наибольшее закругление гребня ($0,16h + 1\frac{1}{2}b$) 0,858*	0,154	0,163	0,176	0,194
V. Среднее закругление гребня ($0,16h + \frac{1}{3}b$) 0,858	0,141	0,144	0,147	0,151
VI. Наименьшее закругление гребня ($0,16h - \frac{2}{3}b$) 0,858	0,129	0,124	0,118	0,109
VII. Наибольшее закругление дна ($0,16h + \frac{2}{3}b$) 0,858	0,146	0,150	0,157	0,166
VIII. Среднее закругление дна ($0,16h - \frac{1}{3}b$) 0,858	0,133	0,131	0,127	0,123
IX. Наименьшее закругление дна ($0,16h - 1\frac{1}{3}b$) 0,858	0,120	0,112	0,097	0,080

*) Отношение высоты притупления Г к радиусу закругления $\gamma = 0,858$.

Пользуясь вышеприведенной таблицей можно построить таблицу допусков в мм. для различных диаметров и согласно указаний в первой таблице для точного выполнения резьбы Витворта.

ТАБЛИЦА № 2.

Очень точная резьба.

Допуски в мм. для диаметров	$\frac{1}{4}''$	$\frac{5}{16}''$	$\frac{3}{8}''$	$\frac{7}{16}''$	$\frac{1}{2}''$	$\frac{5}{8}''$	$\frac{3}{4}''$	$\frac{7}{8}''$	1"	1 $\frac{1}{8}''$	1 $\frac{1}{4}''$
I.	0,019	0,021	0,024	0,027	0,032	0,034	0,038	0,042	0,047	0,054	0,054
II.	0,038	0,042	0,048	0,054	0,064	0,069	0,076	0,084	0,095	0,108	0,108
III.	0,013	0,014	0,016	0,018	0,021	0,023	0,025	0,028	0,031	0,036	0,036
IV.	0,194	0,217	0,244	0,279	0,326	0,355	0,389	0,434	0,488	0,558	0,558
V.	0,181	0,198	0,224	0,255	0,298	0,325	0,358	0,398	0,447	0,511	0,511
VI.	0,162	0,182	0,205	0,234	0,273	0,297	0,327	0,364	0,409	0,468	0,468
VII.	0,184	0,206	0,232	0,264	0,309	0,337	0,370	0,412	0,463	0,529	0,529
VIII.	0,167	0,197	0,211	0,241	0,282	0,307	0,337	0,375	0,422	0,472	0,472
IX.	0,151	0,176	0,190	0,217	0,254	0,277	0,364	0,338	0,381	0,435	0,435

Таблицу подобную второй можно построить для: точной, обыкновенной и грубой нарезки.

Величины допусков таблицы 2-й не дают однако прямой зависимости между диаметром и величиной допуска на средних и в особенности больших диаметрах винтов в 100 мм. и выше; допуски по таблице 2 превосходят те допуски, которые могут выполняться и выполняются на практике при изготовлении точных винтов и в особенности при изготовлении резьбовых калибров.

Если принять, что изменение допусков происходит в направлении пропорционально \sqrt{D} (диаметра), то для различных нарезок получим кривую ординанты которой изменяются как $\sqrt{h^2}$ (h—шаг винта) и за единицу допуска принимается

$$\frac{1}{100} \sqrt{h^2}$$

Из таблицы 3 видна полная сходимость допусков в диаметре с допусками в шаге, а следовательно и достаточная пригодность выбранной единицы допуска.

ТАБЛИЦА № 3.
Нормальная Витвортовская резьба.

Число витков на 1"	Шаг в милли- метрах	7 G P $7 \frac{1}{100} \sqrt{P}$	Диаметр винта		8,75 P E $8,75 \frac{1}{300} \sqrt{D}$
			Дюймы	Миллиметры	
20	1,270	0,077	¼	6,350	0,074
10	2,540	0,130	½	19,05	0,127
5	5,080	0,208	1½	44,45	0,195

Если сравнить установленные меры допусков для шага и диаметра в таблице № 3, то оказывается, что между ними существует почти полная сходимость, т. е. 7 G P и 8⁷/₁₀₀ P E дают одинаковую абсолютную величину допуска в миллиметрах. Например, числа 0,077 и 0,074 различаются так мало, что этой разницей можно пренебречь. Основываясь на этом, устанавливается единая мера допуска (G P) как для шага, так и для диаметра и таблицы I, II, и III построены в этом предположении.

Рассмотрев степень точности выполнения резьбы, обратимся к рассмотрению способов ее измерения.

Для того, чтобы измерить наружный диаметр винта и определить находится ли он в пределах допуска, достаточно иметь лекало-скобу, штангенциркуль, микрометр или два кольцевых гладких лекала, из которых одно имеет нормальный диаметр отверстия, а второе — браковочное ниже теоретического на величину допуска по внешнему диаметру винта.

Нормальное кольцо должно свободно проходить вдоль всего винта с одинаковой степенью тугости, но вместе с тем ни в одном из участков по длине винта не должно иметь заметной игры и, чем точнее по заданию выполнен винт, тем меньше эта игра должна наблюдаться.

Браковочное лекало на винт находить не должно, коль скоро последний выполнен по наружному диаметру в заданных пределах точности; в противном случае винт бракуется.

Измерение внутреннего диаметра может быть произведено различными приборами, к числу таковых относятся: тонкая скоба с заостренными лапками, штангенциркуль с двумя или одной заостренной лапкой чер. 165, микрометр с заостренным кольцом подвижного упора. Заострение концов у микрометра производится под углом на 10° меньше угла нарезки. Само собой разумеется, что пользование такими приборами должно производиться чрезвычайно осторожно; благодаря быстрому износу заостренного конца, несмотря на всю тщательность обращения, показание прибора становится неправильное и поэтому этот способ не заслуживает большего доверия.

Кроме того, недостаток проверки внутреннего диаметра винта одним из вышеупомянутых инструментов, заключается в том, что размеры внутреннего диаметра винта указанные в таблице, взяты в сечении перпендикулярном к оси винта, при измерении же ножка прибора или лапки скобы приходится устанавливать по дну нарезки винта, который имеет наклон к оси винта; при малом шаге и следовательно крутой нарезки, эта ошибка измерения ничтожна и ею даже при точных работах можно пренебречь, но мере увеличения шага, угол наклона витка увеличивается и степень погрешности от подобного измерения возрастает. Несмотря на то, что величина допуска по внутреннему диаметру растет с увеличением диаметра, величина погрешности от неправильного измерения растет гораздо быстрее и ею пренебречь при таком измерении становится невозможным. Для устранения этой

погрешности необходимо вводить поправку на увеличение внутреннего диаметра. Чтобы избежать всякий раз подсчета или составления специальных таблиц, приборы для измерения внутреннего диаметра устроиваются так, что острые ланки или острия ложатся на дно канавки, смещаются в стороны в зависимости от угла наклона нарезки.

Если наружные и внутренние диаметры винта изготовлены в пределах допуска, то в силу связи всех элементов резьбы между собою, должны быть и в пределах допуска—глубина нарезки и весь профиль резьбы. Резьба должна получиться правильной, если гребенка нарезавшая винт была правильно изготовлена, правильно установлена в суппорте токарного станка, правильно были подобраны шестерни самохода станка и ходовой винт станка имел правильный шаг. Если гребенка при правильном профиле ее резьбы, была перекошена в суппорте, то профиль резьбы получится наклонный или, как говорят, резьба получится „заваленной“; исправить такую резьбу не представляется возможным и винт приходится бросать, несмотря на то, что внутренний и наружный диаметры его выполнены в пределах допуска. Радиус закругления верха гребня получается заостренным (резанным); правильной работы такой винт дать не может и в работе быстро изнашивается.

При проверке нарезки на предметах массовой фабрикации, приходится ограничиваться проверкой диаметров и шага резьбы и коль скоро они выполнены в пределах допуска, то допускают, что остальные элементы в силу своей связи с первыми выполнены также в пределах допуска.

Проверка диаметра на боковых сторонах и шага.

Проверка эта необходима для того, чтобы гайка и винт свинчиваясь могли бы налетать ровно друг на друга по возможности на всей длине гайки, т. е. угол нарезки и угол боковых сторон должны оставаться внутри предписанных пределов. Нарезка не должна стоять косо или битъ, стороны треугольника нарезки не должны быть выпуклыми и вогнутыми и шаг нарезки на одной части должен совпадать—на другой.

При массовой фабрикации изделий эту проверку можно ограничить лишь навинчиванием резьбового кольца, кольцо должно свободно входить и вместе с тем, не должно иметь качки.

Измерение диаметра боковых сторон производится всегда после проверки наружного и внутреннего диаметров винта; последнее измерение производится обычно параллельно с проверкой шага резьбы.

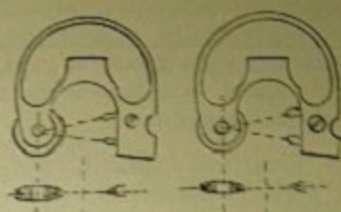
Достаточно удобный в обращении и, вместе с тем точный инструмент для проверки шага резьбы и диаметров по бокам нарезки одновременно, служит резьбовое кольцо. В этом случае делается два кольца—одно с нормальным профилем, но повышенного внешнего и внутреннего диаметра, а другое с нормальным внешним диаметром, но суженного профиля. Если первое кольцо на винт не навинчивается, то диаметры боковых сторон на винте изготовлены выше пределов или угол неправилен, если же навинчивается не только первое кольцо, но и второе, то боковые стороны нарезки сделаны ниже пределов. Если первое кольцо в начале навинчивается, а после нескольких оборотов останавливается, это указывает на то, что шаг винта растянут или нарезка сделана на конусе.

Если при наружной резьбе ни первое, ни второе кольцо совсем не навинчиваются и захватывают резьбу, то необходимо выяснить какая из указанных выше причин здесь действует; сначала проверяют шаблоном угол нарезки, наклон резьбы в одну сторону и шаг; если все это в порядке, то специальными лекалами, показанными на чертеже 77 проверяют диаметр боковых сторон.

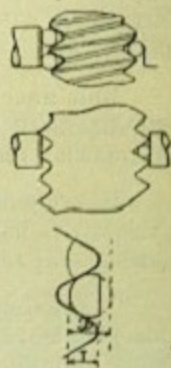
Проверка резьбового кольца (гайки) производится по тому же методу и в том же порядке, как и винта. Сначала гладкими нормальным и браковочным калибрами проверяется внутренний диаметр резьбы. Затем измеряют внешний диаметр—для этой цели служит резьбовой калибр с 3-мя витками, нарезка у которого так срезана с боков, что калибр может соприкасаться с поверяемой гайкой лишь вершиной своих гребней. Ограниченное количество витков делается для того, чтобы исключить возможность получения неправильных результатов при погрешности в шаге резьбы гайки. Для проверки шага и диаметров боковых сторон применяется 2 резьбовых калибра, из которых один нормального наружного диаметра и с срезанной с боковой нарезкой, а другой пониженного наружного диаметра и более полным профилем резьбы. Второй калибр ввинчиваться в кольцо не должен, в противном случае диаметр нарезки по бокам в гайке сделан выше предела. Если второй калибр в кольцо не ввинчивается совершенно, а первый идет, то следовательно диаметры по бокам нарезки сделаны в гайке ниже предела. Если нормальный резьбовой калибр в кольцо не ввинчивается, то следовательно шаг в гайке растянут или сужен. Единственно, чем отличается проверка кольца от калибра—это невозможность непосредственно, отдельными лекалами, измерить шаг, угол, и диаметр боковых сторон, как это делается у винта.

Шаг резьбы на винте можно проверить и отдельными специальными приборами, как-то: резьбовым щупом, показанным на чертеже 188; микрометром с набором калиброванных шпилек, микрометром, индикатором снет. Вольфа (для мелкой резьбы) и индикатором показ. на чертеже 191 и наконец, оптическим способом при помощи проекционного фонаря.

Пользование прибором, показанном на чертеже 77-а заключается в следующем: на две соседние впадины резьбы винта накладываются две цилиндрические шпильки надлежащего диаметра, прилагаемые к прибору, а на противоположную впадину накладывается такая же шпилька; винт с наложенными на него проводочками зажимается упорами микрометра. В этом случае трубка микрометра должна иметь специальную шкалу делений. Размеры шпилек для разного диаметра винтов указаны в таблице 1-а. Если у шпилек срезать один бок это видно на чер. 77-а то такими шпильками можно измерить профиль нарезки по среднему диаметру; способ этот является наиболее надежным. Неудобство способа заключается в том, что пользование зараз тремя шпильками не позволяет производить промер винта на станке; диаметр цилиндрической шпильки срезанной с бока соответствует диаметру круга вписанного в угол резьбы и рассчитывается по формуле $R = \frac{h}{2} \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ (h —шаг); $D = 2R$. Измерение вторым способом производят следующим образом: сначала определяют наружный диаметр нарезанного винта обыкновенным микрометром, после чего между упором микрометра и боковыми сторонами канавки резьбы вставляют срезанную с боков соответственную калиброванную шпильку. Если наружный диаметр выполнен правильно, а шпильку вставить нельзя, то следовательно шаг резьбы меньше чем следует; при свободном вхождении шпильки—шаг резьбы растянут.



Чер. 77.



Чер. 77-а.

(См. таблицу на следующей странице).

Т А Б Л И Ц А 1-а.

ВИТВОРТОВСКАЯ РЕЗЬБА.						МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕЗЬБА.		
Размеры шпилек $D = 2R = \text{htg } \frac{\gamma}{2} : T$.						Размеры шпилек $D = 2R = \text{htg } \frac{\gamma}{2} : T$.		
Число витков на дюйм.	D.	T.	Число витков на дюйм	D.	T.	Шаг.	D.	T.
2 ¹ / ₂	6,165	4,539	7	2,202	1,621	1,25	0,722	0,587
2 ⁵ / ₈	5,871	4,322	8	1,927	1,419	1,5	0,866	0,704
2 ³ / ₄	5,604	4,126	9	1,712	1,260	1,75	1,010	0,821
2 ⁷ / ₈	5,361	3,947	10	1,541	1,134	2	1,155	0,939
3	5,138	3,783	11	1,401	1,031	2,5	1,443	1,172
3 ¹ / ₄	4,742	3,491	12	1,285	0,946	3	1,732	1,407
3 ¹ / ₂	4,404	3,242	14	1,101	0,811	3,5	2,021	1,642
4	3,853	2,837	16	0,963	0,709	4	2,309	1,876
4 ¹ / ₂	3,425	2,522	18	0,856	0,630	4,5	2,598	2,111
5	3,083	2,270	19	0,810	0,596	5	2,887	2,346
6	2,569	1,891	20	0,771	0,569	5,5	3,175	—

Определение правильности резьбы по правильному диаметру может быть исполнено штангенциркулем, показ. на чертеже 165, у которого одна лапка заострена под углом 45°, а другая лапка уширена до 10 мм. Зная наружный диаметр резьбы и внутренний, можно измерить глубину резьбы, которая будет равна $[D - (d + l)]$ здесь предполагается, что наружный диаметр резьбы правильный.

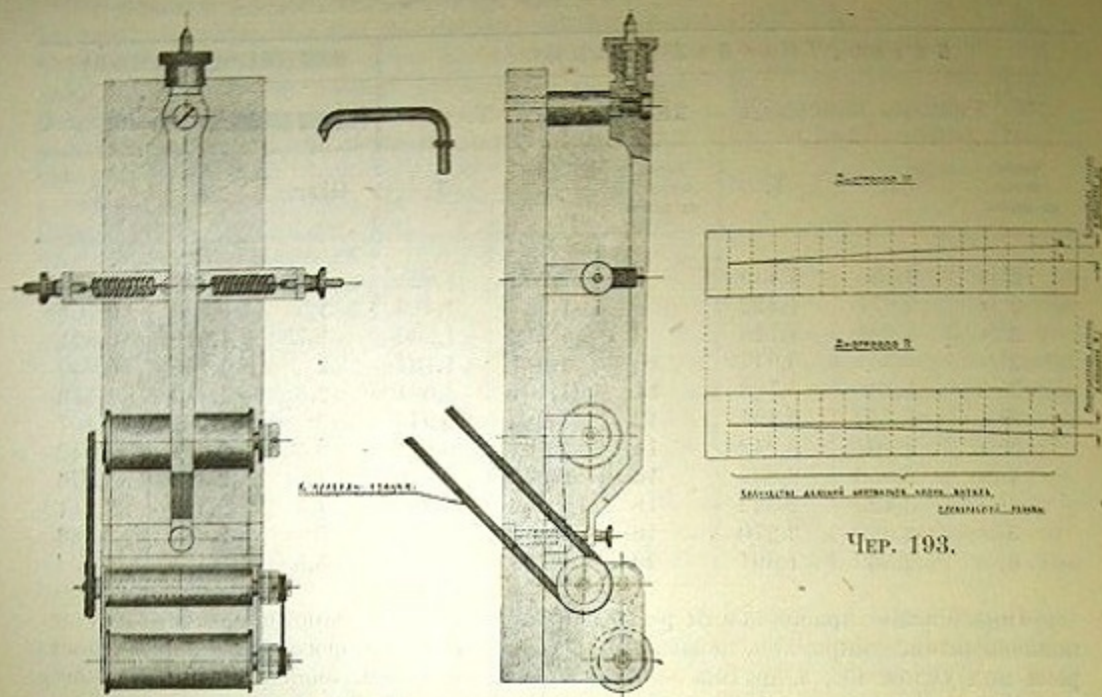
Проверка правильности резьбы индикатором.

Кроме вышеуказанных методов проверки резьбы на калибрах, существует еще способ проверки при помощи индикатора специальной конструкции, указанного на чертеже 191.

Способ проверки резьбы индикатором тем удобен и тем существенно отличается от вышеуказанных способов, что дает возможность измерять не только наружные калибры (резьбовые калибры), но и внутреннюю резьбу (кольца), которую ни щупом, ни прибором, указанным на чертеже 77 и 77-а, измерить нельзя иначе, как при посредстве резьбового правильного калибра.

Суть устройства индикатора видна из чертежа его и гораздо интереснее остановиться на описании самого способа измерения, который заключается в следующем: между центрами станка устанавливается образцовый калибр и устанавливается индикатор.

Индикатор закрепляется на верхней площадке суппорта того токарного станка на котором резьба делается. Суппорт связывается с проводником станка и со шпинделем его при помощи того набора шестерен, который отвечает шагу резьбы, измеряемого проводника. Станок приводится в действие, при чем по винтовой линии калибра скользит не резец, а палец (А) индикатора, прилегающий при этом к обоим наклонным стенкам впадины резьбы. Штифт пальца подбирается из имеющегося комплекта в зависимости от профиля резьбы. На конце стрелки индикатора помещается карандаш, который зачерчивает диаграмму на ленте бумаги, проходящей под ним. Лента бумаги движется с такой скоростью, чтобы шагу резьбы отвечал один и тот же участок проходимый лентой под острием карандаша, и при том постоянный на протяжении всей длины проверяемой резьбы проводника: последнее достигается очень просто, коль скоро лента сматывается и наматывается на два ролика одинаковых диаметров из которых один (С), в зависимости от схемы движения, связывается шнурком с проводником станка, приводящим ролик в движение.



Чер. 191.

Если резьба на образцовом проводнике правильная, то стрелка за чертит диаграмму, средняя линия которой перпендикулярна к линии центра. В этом случае шаг резьбы, даваемый станком (проводник и набор шестерен) сходится вполне с шагом резьбы на калибре. Затем образцовый калибр снимается и на его место ставится калибр проверяемый и при том так, чтобы штифт стрелки лег к наклонной стенке первого витка. Здесь необходимо сказать, что ось стрелки индикатора устанавливается так, чтобы ось штифта, прилегающего к резьбе, была на высоте центров или ниже ее на 0,2, м/м. (условие, необходимое и при установке резца). Лента бумаги перематывается в обратном направлении так, чтобы карандаш встал вначале зачерченной диаграммы. Станок приводится в действие; штифт, следя за резьбой, заставит карандаш стрелки зачертить диаграмму либо совпадающую по своей средней линии с первой—образцовой диаграммой (для отличия карандаши берут различных цветов), если резьба испытываемого калибра, правильна, чер. 193, либо вся диаграмма снесется в ту или иную сторону, как это показано на чер. 193 диаграммах II и III.

Диаграмма III при схеме движения указанной на чер. 193 указывает на то, что резьба на калибре после закалки стянута; диаграмма II—показывает обратное.

Вглядываясь в диаграмму (на чертеже наизаметно), мы замечаем, что сама линия не абсолютно прямая, а мелко зигзагообразна, чем меньше зигзаги, тем менее надрана резьба (надлежащая смазка резца скипидаром, хорошая заточка резца и правильная его установка в суппорте станка, надлежащая скорость вращения шпинделя и проч.) и тем чище резьба от мелких стружек, пыли и грязи на поверхности резьбы.

Уклонение диаграммы в сторону может быть измерено (по прямым на границах каждого шага) и, затем, зная отношение длин обоих плеч стрелки индикатора, может быть измерена абсолютная и средняя растянутости или стянутости шага резьбы на калибре.

Абсолютная величина растянутости или стянутости определится по уклонению конца диаграммы II или III от средней диаграммы I. Средняя деформация на каждый виток определяется делением абсолютной деформации на число витков калибра.

При проверке внутренней резьбы в резьбовых кольцах, в случае, если к ним не имеется резьбового калибра, пользуются тем же индикатором, но вместо шифта короткого и прямого, вставляется штифт изогнутый и длинный, как то указано на чер. 191.

Приспособление для массовой заточки резцов для нарезки

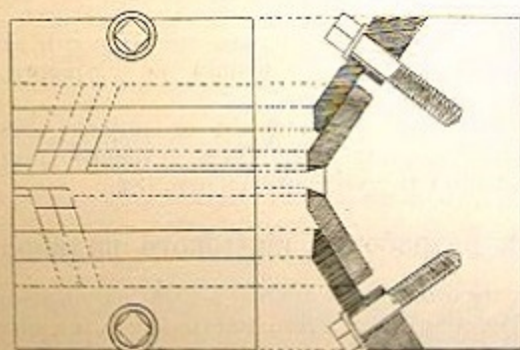
Заточка резцов производится с большим успехом на особом приборчике, установленном на плоско-шлифовальном станке „Броун и Шарп“. Чер. 78.

Прибор удобен тем, что позволяет шлифовать зараз несколько резцов, что гарантирует однообразие и быстроту шлифовки. После шлифовки резцы, прежде чем пускать в работу, необходимо размагнитить и тем предотвратить наливание на резец мелкой стружки, затрудняющей наблюдение за результатами работы в особенности при нарезке мелкой резьбы.

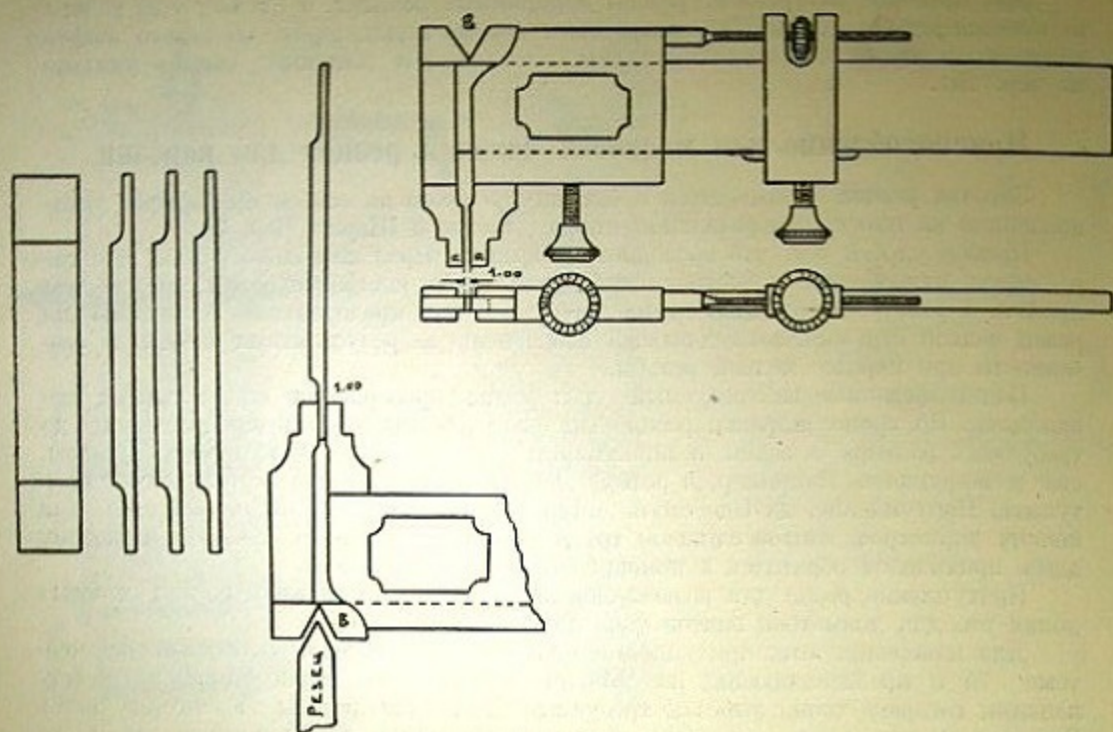
Подшлифованные на требуемый угол резцы проверяются специальными лезвьями. Но кроме заправки резцов „на угол“, резцы приходится притуплять до требуемого размера, а затем, в зависимости от того, какой это профиль резьбы, еще и закруглять. Например, в резьбе Левенгерца достаточно острый угол притупить. Притупление, да еще столь микроскопическое, как это необходимо для мелких диаметров, винтов слишком трудно измерить обычным способом и потому здесь приходится обратиться к помощи специального прибора.

Притупление резца для резьбы Левенгерца выражается в сотых или десятых долях мм. для диаметров винтов указанных выше в таблице.

Для измерения этих притуплений употребляется прибор, указанный на чертеже 79 и представляющий из себя ни что иное, как штангенциркуль, между лапками которого точно вырезан требуемый угол (для резьбы Левенгерца $53^{\circ}8'$). При остром угле резца, введенном в прорезь до отказа, лапки прибора „а“ и „а“ должны прилегать вплотную к пластине толщиной в 1 мм. Если резец притуплен, то естественно, что доведенный в прорезь до отказа (до упора угла, притупленного конуса резца в дно прореза) резец раздвигает лапки. Ширина раздвига пластины измеряется при помощи специальных пластин, при чем для облегчения их изготовления и хранения они делаются толщиной не в 0,05; 0,1 мм. и д., а прибавляется по 1 мм. на толщину и соответственно этому пластины для измерения указанных в таблице Левенгерца притуплений Г делаются соответственно в 1,08 мм., 1,12; 1,14; 1,19; 1,24 мм. Начальная же прорезь между лапками делается равной 1 мм. (для резца с заостренным углом). Предположим резец притуплен на 0,11 мм., тогда между лапками „а“ и „а“ прибора надо зажать пластину толщиной 1,11 мм. Притупленный резец вводится в треугольный вырез до упора в дно его если резец притуплен правильно, то между стенками треугольного прореза, и между сторонами угла резца введенного в прорезь „В“ не должно быть просвета, если просвет есть—резец необходимо притупить еще. Подобный прибор может с успехом применяться для резцов предназначенных для трапециодальной нарезки.



ЧЕР. 78.



Чер. 79.

Кроме описанных приборов для проверки резьбы употребляют еще калибры указанные на чер. 46.

В таблицах II, III, первой цифрой, указывается размер выполняемый практически в пределах точности самого измерения теми или иными лекалами или приборами, а рядом с этим размером ставится со знаком + или - та величина отклонения в линейных размерах от теоретических размеров, на которую можно ошибиться, по тем или иным, причинам в процессе самого изготовления винта и при которой нарезка винта и гайки еще достаточно сцепляются друг с другом и винт полностью передает то усилие, которое он может вынести сам. Таким образом, один предел естественный, зависит от износа самого лекала до предела; например, по таблице II для диаметра 25,4 м/м. этот предел от износа калибра установлен 25,357, т. е. предельный износ калибра составляет примерно около 33% допуска на погрешность изготовления винта.

Говоря о естественном допуске в изготовляемом изделии следует сказать, что эта естественная погрешность может произойти не только от износа калибра, но и от степени тонкости чувства осязания лица измеряющего или от большей или меньшей остроты зрения. Три перечисленные погрешности могут быть устранены при различных мерительных приспособлениях, но устранить их совокупное влияние никогда не удастся.

Например, при лекале-скобе погрешность от остроты зрения может быть устранена, чувство тонкости ощущения может быть устранено при измерении мерительной машиной с пневматическим чувствителем чер. 182.

12 Порядок разработки винтового калибра и кольца.

Ознакомившись с изготовлением точной резьбы на токарно-винторезном станке, с изготовлением необходимого для этого инструмента, с допусками при изготовлении резьбы, различными способами ее измерения перейдем к рассмотрению изготовления резьбовых калибров.

Резьбовые калибры и кольца обычно изготавливаются из стали или цементованного железа. Автор на основании многолетнего наблюдения и изучения этого вопроса склоняется на сторону железа, как материала менее деформирующегося при закалке, а в изготовлении резьбовых лекал влияние деформации при закалке особенно желательно устранить или свести к минимуму в виду невозможности переработки дефектов в закаленной резьбе, коль скоро они превзошли некоторые определенные пределы.

Первая заготовка резьбового калибра заключается в обточке стального или железного стержня на токарном станке до размеров теоретического внешнего диаметра с припуском металла на большую сторону от 0,01 до 0,05 мм. в зависимости от диаметра винта. Поверхность после обточки должна быть совершенно гладкой, цилиндр не должен иметь конуса и эллипса. Обточку может вести не тот токарь, который будет нарезать калибр, последнее даже желательно, дабы не занимать высококвалифицированного токаря—лекальщика работой, которую с успехом может выполнить токарь низкой квалификации, последнему необходимо лишь дать точные данные относительно припуска металла в зависимости от диаметра винта.

После обточки заготовка поступает на винторезно-токарный станок, удовлетворяющий вышеперечисленным требованиям.

Нарезка производится одним из вышеперечисленных способов в пределах допусков составленных 0,2—0,4 допусков указанных в таблице I и II. Объяснить такую точность можно тем, что размеры профиля резьбы у калибра должны быть еще ближе к теоретическому имея в виду, что допуск на калибре должен быть в сторону износа, но при этом нарезка не должна заходить размеры за профиля теоретического.

При нарезке гребенкой наружный диаметр винта делается различный в зависимости от умения закальщика и от поведения металла в закалке. Так например, при цементованном железе, для диаметров от 3,17 до 8 мм. внешний и внутренний диаметр обычно понижается максимум на 0,01 мм.; в закалке металл раздается в сторону, при этом вершина гребни может подойти к теоретическому профилю, что вообще говоря наиболее желательно, но может встать и перейти за него, последний случай исключает возможность получения правильного калибра и требует целого ряда дополнительных операций—доводки. Вся трудность получения размеров винта после закалки в пределах установленных допусков заключается в том, что токарь—резьбовик приступая к изготовлению калибров из неизвестного для него металла, а иногда и в начале каждой партии изготавливаемых калибров, приравнивается к установке вышеуказанного допуска под закалку путем опыта, т. е. один два винта, назовем их № 1 № 2 он предварительно подготавливает с различным понижением диаметров, например, № 1 с допуском—0,01, № 2 с допуском—0,02 мм.; калибр цементируется; после цементации калибр поверяется по нормальному гладкому кольцу или при помощи скобы, микрометра или штангенциркуля; после цементации, обычно заметного изменения в диаметрах не наблюдается. Затем калибр закаливается и вновь поверяется его диаметр; если при этом нормальное гладкое кольцо не входит на винт № 1, а у винта № 2 нормальное кольцо входит, но браковочное не входит, то следовательно, необходимо остановиться на понижении диаметров под закалку на 0,02 мм.

Измерение винта по наружному диаметру должно сопровождаться проверкой его на конусность или эллипс, что легче уловить скобой или микрометром, чем кольцом. Различное повышение диаметра винта в закалке можно объяснить следующими причинами: железо (сталь с 0,15% углерода) в процессе закалки участия почти не принимает (см. гл. II), но наружный слой винта может процементоваться на большую или меньшую глубину, а цементованная корка—может получиться с большим или меньшим содержанием углерода; в зависимости от этих обстоятельств увеличение объема цементованного слоя может быть соответственно больше или меньше, что неминуемо скажется на изменении диаметров винта в пределах нескольких тысячных долей миллиметра, даже 0,01 мм.

Закаленный калибр может получиться в пределах заданных пределов точности по диаметру, но в остальных элементах, главным образом в шаге, может произойти значительное отклонение от нормального, т. е. заходящее за пределы того до-

пуска, который задан. Здесь может иметь влияние температура нагрева, закаливашая среда и проч., чем интенсивнее закалка, тем сильнее происходит увеличение удельного объема, благодаря преобладанию аустенита, как структурного элемента, (опыты Benedicks'a и Hanemann'a).

Если принять, что увеличение объема происходит равномерно по трем координатным осям, то приходится считаться с неизбежностью удлинения винта в закалке, иначе говоря, с растяжением профиля резьбы за пределы нормального приложения боковых поверхностей нарезки на высоте гайки. Дело считается поправимым, если растяг резьбы в закалке, при высоте гайки в 20 мм. не превышает суммарно на всех витках 0,015 мм. при диаметре винта до 15 мм. Практика показывает, что удлинение железного цементованного калибра в закалке происходит в значительно меньшей степени, чем по диаметру \varnothing , если бы здесь была прямая зависимость между размерами деформации по диаметру и длине винта, то ни одного правильного калибра после закалки получить не удалось бы.

Рассматривая дальше способ исправления шага на закаленных винтовых калибрах, следует упомянуть, что чем больше шаг нарезки, тем труднее бывает привести профиль резьбы после закалки в состояние, при котором бы гайка плавно и без качки навинчивалась бы на винт. Само собой ясно, что при подобном исправлении закаленной резьбы, даже при указанных пределах растяга и изменении диаметров, размеры всех элементов резьбы не заходят за те нормальные допуски, которые даны в таблице II для резьбы незакаленных винтов.

Лучшим способом проверки шага изготавливаемого резьбового калибра является незакаленная гайка, изготовленная в пределах допусков составляющих 0,2—0,4 допусков указанных в таблицах II.

Исправление шага и диаметров—одна из неприятных и кропотливых работ, однако она исполнима в большинстве случаев на мелкой резьбе. Гораздо приятнее такой результат закалки, когда калибр приходится лишь немного зачистить, т. е. резьба как говорят „осталась на месте“.

Для исправления шага прибегают к шлифовке, такого устройства, как показано на чертеже 181 и или же в виде медного кольца, разрезанного по радиусу до центра ножовкой и затем сжатого до упора стенок щели, полученной после ножовки. В центре кольца просверливается отверстие до диаметра на 0,03 мм—0,1 мм., в зависимости от диаметра винта, ниже внутреннего диаметра калибра, затем отверстие развертывается точной цилиндрической разверткой до размеров внутреннего диаметра винта. Отверстие нарезается метчиком, у которого дно канавки резьбы выше нормального на 0,02—0,01 мм. в зависимости от диаметра винта, а внешний диаметр выше нормального соответственно на 0,02—0,01 мм., гребень же нарезки заострен (без закругления по Витворту). Изготовленную, таким образом, шлифовку навинчивают на калибр, а последний ставят на центрах токарного станка и приводят во вращение (медленное) поводком; на калибр накладывают тонким слоем медный наждак с маслом (наждак доводит до пылевидного состояния) и шлифовкой закатой в металлическое приспособление, в виде шарнирного зажима, проводят от одного конца к другому, нажимая все время вдоль оси только в одном направлении, например, от правого конца винта к левому, а на обратном пути нажимают в противоположном направлении; по мере осветления боковых стенок нарезки, проверяют шаг на калибре незакаленной стальной гайкой с нормальным профилем резьбы; работу доводки шага прекращают, как только кольцо навинчивается на всю свою высоту плавно и без качки. Работа шлифования начинается при несколько разжатой шлифовке, а затем от времени до времени кольцо сжимается при помощи приспособления до нормального отверстия шлифовки, сталец поджатия и зажим производится при помощи 3-х винтов, расположенных с противоположной стороны шарнира—один средний винт служит для поджатия шлифовки, а два других установочные—по которым устанавливается шлифовка в ее нормальных размерах по диаметру.

Такой же конструкции шлифовка употребляется и для доводки калибра по внешнему и внутреннему диаметру, если в закалке калибр раздуло и диаметры вышли за пределы теоретического; случай этот был указан выше. Профиль нарезки шлифовки при доводке внешнего диаметра винта по гребню нарезки, отли-

чается от нормального тем, что здесь внутренний диаметр резьбы шлифовки может быть поднят выше нормального на 0,8 высоты профиля резьбы и притуплен соответственно; а внешний диаметр и профиль гребня делаются нормальными. При доводке внутреннего диаметра винта, в шлифовке наружный диаметр повышается до высоты острого угла профиля резьбы и гребень ее острый, а внутренний диаметр и профиль дна нарезки — делаются нормальные (согласно теоретических размеров). В обоих случаях шлифовка постепенно поджимается по диаметру до получения надлежащих размеров обоих диаметров (в пределах допуска 0,2 — установленного таблицей II). Получаемые после доводки диаметры и шаг проверяются одним из вышеуказанных способов.

Из перечисленных операций доводки видно, что нарезка резьбы в шлифовках, а также в лекалах — кольцах требует всякий раз изготовления специальных метчиков. Об особенностях изготовления метчиков для лекальной нарезки будет сказано ниже.

Изготовление резьбовых колец.

Прежде чем описывать изготовление резьбовых колец, необходимо сказать об изготовлении метчиков для этой цели, как исключительного нарезательного инструмента для колец малого диаметра — до 15 мм.

Кольца большего диаметра лучше нарезать внутренними гребенками. Маточный метчик отличается от рабочих метчиков, служащих для грубых шлифов, тем, что существенно отличается, что служит для нарезки точной резьбы в лекалах, и в нем все элементы резьбы должны быть выдержаны, также точно, как и в калибре, с тем лишь существенным отличием от калибра, что в первом — допуски берутся с знаком $-$, а в метчике они делаются со знаком $+$, так как допуск со знаком $-$ был бы не естественен.

Метчик, изготовленный под закалку с требуемой точностью и в тех же пределах, как винтовой калибр, в закалке раздует непременно (он нагнетывается из инструментальной стали), конечно здесь это не такая беда, как у винтового калибра, если выше было сказано, что на метчике и должен быть допуск со знаком $+$, но допуск этот во всяком случае не должен заходить за допуски в резьбе гайки, которые в лекале — кольце не должны превосходить 0,2 допусков, указанных в таблице II; поэтому метчик деформированный в закалке приходится доводить до надлежащих пределов во всех элементах его нарезки и при том точно также, как это приходится делать с резьбовым калибром.

Для изготовления резьбового лекала — кольца берут стальной или инструментальной цилиндрический стержень, накатывают его с поверхности при помощи накатки для получения шероховатой поверхности, разрезают его на диски требуемой высоты, которая может быть различной не только в зависимости от диаметра, но и от назначения лекала, как общее правило $H_d + 5$ мм. Полученная заготовка подрезается сторца на токарном станке. Диск просверливается до диаметра на 0,1—0,15 ниже внутреннего диаметра резьбового кольца, затем развертывается точной разверткой до диаметра на 0,01—0,02 ниже теоретического диаметра по внутреннему диаметру нарезки. Если только делается из стали, то предварительно бывает полезно его отжечь, закалить и вновь отжечь, — проследив при этом изменение внутреннего диаметра от закалки. Подготовленное таким образом кольцо — готово под нарезку.

Для нарезки колец, до 7,938 мм. диаметром, приходится делать на каждый диаметр до 7 номеров метчиков; это количество обуславливается: во — первых постепенностью получения надлежащего профиля резьбы с гарантией чистоты поверхности нарезки, а во — вторых, что самое главное, это также как и при резьбовом калибре удается нащупать тот метчик, которым надо окончательно нарезать кольцо под закалку и тем, компенсировать ту погрешность (сжатие в диаметре), которая бывает неизбежно; однако, чем эта погрешность меньше, тем легче довести кольцо до надлежащих размеров профиля и диаметра его.

Метчик № 1 — притуплен по гребню на 0,7 высоты профиля резьбы, а по дну канавки имеет диаметр ниже нормального на 0,05 мм.

Метчик № 2 — притуплен по гребню на 0,3 высоты профиля, а по дну канавки имеет диаметр ниже на 0,05 мм.

Метчик № 3 — нормальный внешний диаметр—0,05 мм. и по дну канавки нормальный диаметр—0,05 мм.

Метчик № 4 — нормальный внешний диаметр—0,03 и по дну канавки нормальный диаметр—0,03 мм.

Метчик № 5 — нормальный внешний диаметр—0,01, норм. внутр.—0,01 мм.

Метчик № 6 — нормальный по внешнему и внутреннему диаметру.

Метчик № 7 — нормальный внешний диаметр+0,01 мм. и внутренний—нормальный диаметр+0,01 мм.

При нарезке колец большого диаметра от 7,938 до 15,875 мм. предварительных метчиков делается 4, с большой постепенностью подхода к окончательному метчику; таким образом, количество метчиков увеличивается до 8 №№

Нарезка кольца продолжается нормально по очереди метчиками № 1, № 2 и № 3; затем кольцо цементируется; после цементации оно проходится метчиками № 4, № 5 и 6; принимая во внимание, что глубина цементации равна 0,6—1 мм. бояться здесь обнажения железа не приходится, так как снимается слой всего лишь в 0,05 мм

Кольцо, пройденное метчиком № 7, закаливается и затем проверяется метчиком № 6, заменяющим в данном случае резьбовой калибр; если метчик в кольцо входит, хотя бы достаточно туго, то следовательно понижение отверстия произошло на 0,01; независимо от этого внутренний диаметр отверстия кольца проверяется гладким цилиндрическим калибром.

Для того, чтобы компенсировать подсадку отверстия кольца в закалке, его необходимо нарезать метчиком № 7; если в закаленное нарезное кольцо нормальный метчик все-же не входит, а метчик № 5 входит свободно, то есть уверенность в том, что кольцо подседело на величину меньше 0,01 мм. и такое кольцо можно довести шлифовками до размеров не превышающих 0,2 пределов, указанных в таблицах II. в противном случае, кольцо приходится бросать, ибо исправление дефектов после закалки, доходящих до 0,02 мм. выполнимо с большим трудом

Для колец диаметром выше 15,875 мм. необходимо увеличить число метчиков до 9 №№, из которых 4 №№ предварительные, а 9-ый № повышен на 0,02 мм.

Исправление дефектов резьбы в кольцах после закалки производится шлифовками. Шлифовка представляет из себя красной меди стержень, нарезанный той или иной резьбой в зависимости от диаметра отверстия, кольца.

Перед обточкой и нарезкой медный стержень разрезается вдоль по диаметру или по 3 радиусам, как это указано на чертеже 73-а

В разрезающую щель вставляется стальной клинышек и, затем шлифовка обжимается ударами молотка до плотного соприкосновения стенок прорези при этом для клинышка образуется соответствующее коническое гнездо. После обжатия стержень обтачивается до требуемого диаметра и нарезается; но прежде чем обточить и нарезать, необходимо упрочить разрезанный конец шлифовки и, кроме того, сделать его не раздвигающимся при закатки в центрах токарного станка для обточки и нарезки; для этого на конце, ближайшем к прорези, делается заточка (уступ), на которую надевается тонкое стальное кольцо, не выходящее за поверхность шлифовки; закрепив конец, приступают к ее обточке и нарезке.

Как и при доводке резьбового калибра, шлифовки для доводки кольца делают тройного рода: а) для доводки шага, б) для доводки гребня нарезки и в) для доводки дна по внутреннему диаметру. Шлифовка для доводки шага в кольце нарезается резцом с острым углом профиля резьбы. При нарезке шлифовки гребень резьбы получается притупленным на 0,03—0,1 мм., благодаря предварительной обточке шлифовки до диаметра ниже нормального на 0,03—0,1 мм.; дно нарезки шлифовки получается острым. При введении в кольцо такой шлифовки, она своей нарезанной поверхностью не будет касаться ни дна ни гребня нарезки в гайке, а лишь наклонных боковых стенок нарезки. Операция доводки производится мелким наждаком с маслом. В кулачный патрон токарного станка зажимается кольцо, а в переднюю бабку—шлифовка. Вращая патрон в двух направлениях, навинчивая и свинчивая кольцо с шлифовки проверяют шаг резь-

бовым незакаленным калибром такого же профиля резьбы, как и шлифовка; шлифовку прекращают, как только калибр достаточно плавно ввинчивается в кольцо на всю высоту гайки.

Доводку гребня по внутреннему диаметру производят такой же шлифовкой, нарезка у которой произведена резцом с закругленным концом, как того требует нормальный профиль резьбы Витворта; глубина нарезки у шлифовки имеет 0,2—0,3 высоты профиля резьбы.

Доводка дна производится шлифовкой с нормальным профилем гребня нарезки и с острым углом по дну нареза, так—чтобы не касалась дном своей нарезки до гребня нарезки в кольце.

Во всех трех случаях шлифовка начинается с минимального диаметра, и затем постепенным вдвижением клина в нее, доводится до требуемых размеров с последовательной проверкой кольца соответствующими резьбовыми калибрами. Этими операциями заканчивается изготовление резьбового кольца—лекала.

Закалка резьбовых калибров и колец.

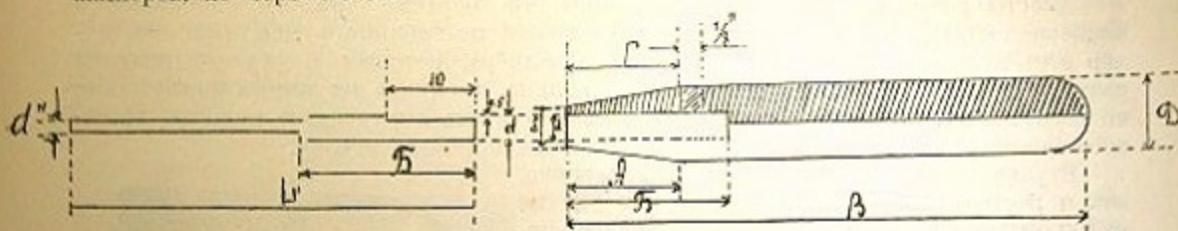
Закалка резьбовых калибров и колец производится и в масло и в смесь из 30 литров воды 1 литра серной кислоты и 2 килограмм. соли. При закалке в воду закаленная поверхность получается тверже, но стальные калибры, закаливаясь хорошо в воду сильнее деформируются, чем при закалке в масло; железные лекала закалки в воду „не боятся“, но за то с железными лекалами происходит другая неприятность, и в особенности с калибрами большого диаметра.

Дело в том, что железные лекала приходится цементировать; процесс цементации происходит при высокой температуре, (900°) под действием собственного веса длинные нарезные калибры, или хотя и короткие, но большого диаметра, деформируются при цементации: первые изгибаются, вторые оплывают слегка на длину; чтобы избежать этого, приходится класть в коробку все цементируемые калибры вертикально, забивая, как можно туже цементируемым порошком.

После цементации, как и всякое лекало, т. е. еще до закалки, калибр отсылается на выверку на токарном станке и, если нужно, то предварительно выправляется; после закалки калибр выдерживается некоторое время раньше чем начать шлифовать его.

В заключение необходимо сказать несколько слов о той экономии материала, которая получается если все нарезные калибры, равно как и гладкие, изготавливать со вставными ручками.

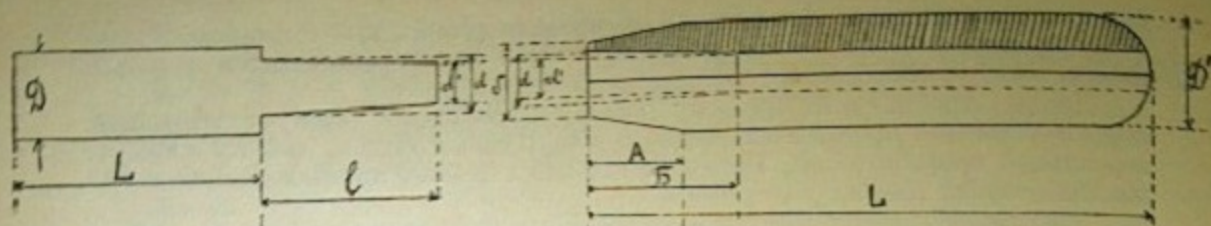
Хвост калибра делается укороченным и 1) на конусе и 2) цилиндрическим. Для первого рода калибров ручки делаются по чертежу № 80, для второго рода калибров, по черт. № 81.



Чер. 81.

ТАБЛИЦА РАЗМЕРОВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ХВОСТОВ, КАЛИБРОВ И РУЧЕК.

№№ ручек	d	Б	б	А	Г	Д	В	d''
1 А	1,8	14,0	2,4	7,8	9,5	6,4	44,5	для калибров от 0,5=1,7
2 А	2,8	17,0	2,8	10,5	12	7	51,1	- - - 1,8=2,2
3 А	2,8	20	3,2	12,7	14,3	8	57	- - - 2,3=3,6



Чер. 80.

ТАБЛИЦА РАЗМЕРОВ ХВОСТА КАЛИБРОВ К ЧЕРТ. 80

№№ ручек	Д	d	d'	l	L
1	от 3,6 до 5	3,62	2,69	18	10, 15, 20
2	" 5,1 " 8,5	4,43	3,44	19	19, 15, 20
3	" 8,5 " 15	7,55	6,3	24	15, 20, 25
4	" 15,1 " 25	10,87	9,37	30	15, 20, 25
5	" 25,1 " 40	16,37	14,38	40	20, 25, 30

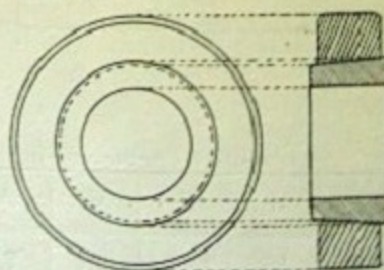
ТАБЛИЦА РАЗМЕРОВ РУЧЕК К ЧЕРТ. № 80

№№ ручек	Для калибромеров	d	d'	Б	б	Д	А	L
1	от 3,6 до 5	3,55	2,77	15	5,5	10	12	60
2	" 5,1 " 8,5	4,35	3,52	16	6,4	12	15	65
3	" 8,5 " 15	7,44	6,4	20	9,7	15,5	15	75
4	" 15,1 " 25	10,72	9,47	25	14,88	22	19	90
5	" 25 " 40	16,12	14,53	32	18,5	27	19	105

При износе самого калибра нет нужды выбрасывать металл, идущий на ручку в обыкновенном калибре, здесь ручка снимается, остается, так сказать, неприкосновенной и в нее вставляется новый калибр.

Хвосты у всех калибров нормализованы. На чертеже каждого специального калибра достаточно бывает указать номер хвоста по таблице ручек, при чем номер этот зависит лишь от диаметра самого калибра, которым и обуславливаются размеры ручки. Гладкие цилиндрические кольца, в случае их износа можно также не изготавливать целиком вновь, а лишь растачивать внутреннюю полость до такого диаметра, чтобы в него можно было, затем вставить втулку.

Втулка делается с наружи конической, равно, как и расточка в самом кольце черт. 82; изнутри втулочка развертывается в порядке изготовления кольца лекала. Толщина стенок втулочка делается не меньше 3 мм. у меньшего основания конуса, так что в кольцах очень мелкого диаметра уже не целесообразно делать вставные втулочки, а гораздо лучше делать кольцо все вновь. Вставляемая втулка, по высоте своей, делается несколько больше высоты с обоих торцов кольца (в 1 мм.). Забивается кольцо перед разверткой дыры в ней и закаливается уже вместе с кольцом. Припуск по



Черт. 82.

высоте делается для следующего. При шлифовке дыры и при последующей затем доводке, диаметр отверстия у входного и выходного отверстий получается несколько большего диаметра; припуск в 1 мм. с каждого конца, после окончания всех операций по изготовлению кольца, срезается наждачным кружком за подлицо с торцами кольца и таким образом диаметр отверстия получается по всей длине дыры одинаковым совершенно.

13. Фасонные лекала.

В главе этой будет рассмотрено изготовление фасонных лекал, равно как и шаблонов с контр-шаблонами для фасонных фрез, обрабатывающих детали. Выработка шаблонов впервые изготавливаемых, что может быть в начале установки нового массового производства, будет рассмотрена ниже.

Контурные лекала, как и вообще все лекала, по степени точности, предъявляемой к ним при изготовлении, могут быть разделены на 2 и даже 3 подгруппы.

Подобное разделение лекал на подгруппы дает возможность и заведывающему производством лекал и мастеру и контролеру быстро ориентироваться при оценке годности лекала, т. е. если в изготовленном контуре допущены какие либо отклонения от шаблона и чертежа, то допустить ли такое лекало до измерения детали машины, или выбросить его как негодное; хотя подобное суждение о разделении лекал фасонных на 3 группы с теоретической точки зрения на массовое производство не совсем правильно.

Первая из вышеуказанных подгрупп фасонных лекал будет включать такие лекала для данной машины, при изготовлении которых могут быть допущены лишь минимальнейшие отклонения от контура правильно изготовленного шаблона.

Вышеуказанное подразделение на 3 подгруппы по степени точности их изготовления относится в одинаковой мере к лекалам всех 6 групп указанных в начале книги.

Выше когда разбирался вопрос о степени точности изготовления лекал, обычно практикующейся в массовых производствах, то было указано, что эта точность не должна быть меньше 0,1 допуска на изделия, и если допуски на линейных размерах построительных чертежей имеют главным образом 3 величины, а именно: 0,05 мм.—0,1 мм. и 0,2 мм. то эти 3 группы доминирующих допусков и следует принять в расчет при грубом разделении лекал по степени точности их изготовления на подгруппы. Установить подразделение фасонных лекал по степени точности их изготовления хотя бы на 3 подгруппы, руководствуясь вышеуказанным нельзя, ибо если проследить допуски на построительных чертежах той детали которая приведена в книге, то вы не найдете здесь ни одного радиуса, который имел бы допуск и потому когда говорится, что первая подгруппа фасонных лекал при изготовлении своем допускает минимальные отклонения то слово минимальнейшее здесь нужно понимать так, что если лекало наложить своим фасонным контуром на тождественный контур шаблона, то между соприкасающимися контурами просвет не должен превышать, хотя бы в некоторых местах, 0,01 мм.; в лекалах 2-й и 3-й подгрупп этот просвет может быть допущен до 0,02 и 0,03 мм. В некоторых случаях этот просвет может быть измерен щупом, но в большинстве случаев суждение производится полагаясь на опыт глаза контролера у которого ощущение так называемой „сотки“ сотой доли мм., достаточно практически условна. Однако существует оптический способ при котором относительность суждения величины просвета на глаз, устраняется; так если перед двояковыпуклой линзой проектного фонаря поместить на расстоянии двойного фокусного расстояния соединенные в стык по фасонному контуру лекало и шаблон, то при удалении экрана от фокуса световых лучей на 200 фокусных расстояний изображение светлой щели на темном фоне, при просвете между лекалом и шаблоном в 0,02 мм., получится в 4 мм. что легко измерить циркулем по мавштабу. Оптический способ с успехом может применяться при измерении и остальных видов лекал и в особенности шага резьбы у винтовых калибров.

И так разбив изготовление всех лекал по степени точности их изготовления, предположим, на 3 подгруппы, проследим теперь эту разбивку применительно к операционным разработкам из которых складывается процесс массового изготовления детали. В начале было сказано, что обработка детали на каждой операции до соответствующих размеров производится в пределах установленных допусков, при чем, если эта операция предварительная, то допуск может быть больше того который установлен на окончательной операции, обработки того же самого места в изделии.

Цифра допуска так назначается, чтобы величина его была не меньше соответствующего допуска на конструкторном чертеже данной детали, так например, если в конструкторном чертеже указан размер $15 \pm 0,2$ мм., то тот же размер в операционном чертеже показан с допуском 0,1 мм. Такое понижение допуска делается умышленно для того, чтобы работающий, будь то рабочий у станка, бригадир или мастер заведывающий цехом, относились бы строже и аккуратнее к своей работе на станках. В соответствии с операционными допусками изготавливаются специальные рабочие лекала, у которых нормальные размеры те же, что и на приемных лекалах браковочные размеры имеют меньший допуск так, если у приемного лекала браковочный размер имеет допуск в 0,2 мм., то у рабочего лекала этот допуск 0,1 мм.

Современные методы машиностроения стремятся к тому, чтобы как можно полнее использовать в работе точность механических станков, обслуживающих массовое производство. Существует заблуждение, что человеческая рука может заменить машину по точности и быстроте работы. Если производство имеет в виду конкуренцию на рынке и следовательно, ставит себе задачей получить продукты наиболее доброкачественные и дешевые, до двух мнений о преимуществе машинной работы быть не может. Весь вопрос в том, в какой мере можно использовать станок, устанавливая то или иное массовое производство; здесь необходим детальный расчет оборудования соответственно установленным операционным разработкам деталей. Детальный разбор этого вопроса не входит в круг нашего рассмотрения, здесь можно сказать только одно, что чем больше капитал затрачен одновременно на установку массового изготовления, какой-нибудь машины, иначе чем богаче оборудование, чем детальнее дифференцированы машинные разработки, чем меньше введено ручного труда, тем дешевле, в конце концов, обойдется изделие.

Здесь, конечно, подразумевается абсолютное благополучие во всех остальных отношениях, в которых заводу приходится работать, а именно: наличие на рынке всех потребных материалов в нужном количестве и по относительно дешевым ценам, и наконец, масса других предвходящих данных, из которых складывается процесс массового изготовления того или иного изделия.

Предположим теперь, что какая-нибудь деталь изготавливаемой машины требует для своего изготовления 100 операций; на 25-ой операции у нее обрабатывается на станке, какое-нибудь место ее, но ввиду особых соображений—размер в этом месте дается не окончательный, а остается некоторый запас; на 60-ой операции то же место, у той же детали обрабатывается еще раз и размер доводится уже до окончательного, указанного на построительном чертеже.

Отсюда видно, что рабочих лекал на проверку детали в одном и том же месте приходится иногда делать не один, а два: одно предварительное, другое окончательное. Вот эти то предварительные лекала, которые имеют несколько больший допуск, чем окончательные, из тех же рабочих лекал, и составляют собою вторую по точности изготовления подгруппу лекал.

3-ю подгруппу лекал составляют все лекала, будь то рабочие или приемные, которые связаны с обмером наружных размеров деталей машины, совершенно не связанных с остальными размерами двух или нескольких взаимодействующих деталей в собранном механизме или наконец всякого рода фасонные или прямоугольные выемки, делаемые в машинах исключительно для внешней красоты детали или уменьшения мертвого груза в общем весе машины.

Лекала 3-ей подгруппы могут иметь допуск от 0,02 до 0,05 мм. и более.

Контурные лекала в редких случаях несут контур, ответственный в смысле гарантии правильности взаимодействия двух или нескольких частей машины, в большинстве случаев это контуры фасонных выемок, наружных или внутренних, облегчающих вес или придающих внешнюю красоту детали.

Но иногда, в конструкции машины попадаются и такие детали у которых фасонный контур требует чрезвычайной правильности изготовления.

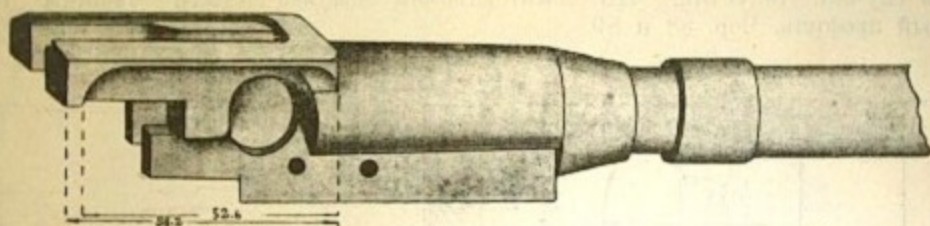
Из чертежа детали, показанной на фигуре, 84, видно на сколько точно здесь должен быть изготовлен контур и при том довольно извилистого очертания. Лекало для проверки контура рукоятки представляет из себя ту же рукоятку с 6-ю гранным отверстием под ось ее. Для проверки контура рукоятки, изготовляемой массовым путем, последняя надевается на одну ось с лекалом и путем накладки линейки на лекало и рукоятку, выверяется контур рукоятки. Провал между изделием и лекалом здесь допускается не больше 0,02 мм.

Шаблон для лекала рукоятки представляет из себя провал с очертанием рукоятки.

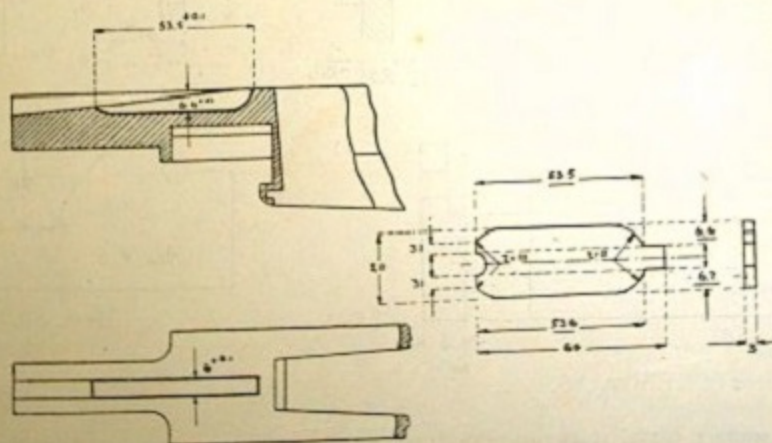
В данном случае к фасонному лекалу, предъявляются такие же условия точности изготовления, как и к любому другому лекалу, относящемуся к средней подгруппе установленной нами выше градации допусков при изготовлении лекала.

Всякое контурное лекало состоит в большинстве случаев из комбинаций: или одних только прямых линий, или прямых и кривых линий, или одних только кривых линий, последние, в свою очередь, представляют из себя части соприкасающихся окружностей равных или различных радиусов или части сопряженных между собою окружностей. В построительных чертежах радиусы окружностей, составляющих фасонный контур, обычно не имеют допусков и потому всякий фасонный контур для своей проверки требует лишь одного лекала с нормальными размерами.

В редких случаях контурное лекало приходится связывать с браковочными размерами. Для иллюстрации сказанного, приведен пример указанный на чертежах 83, 85, 86.



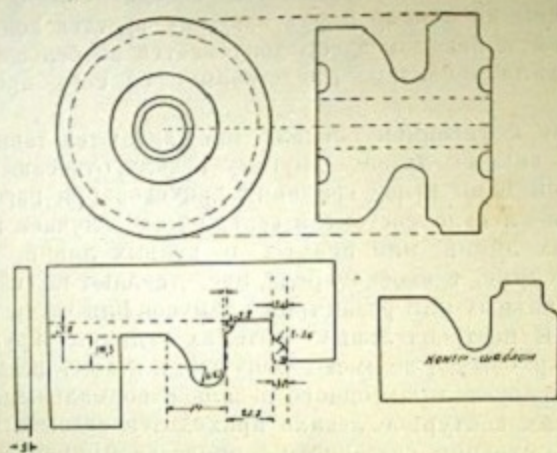
ЧЕР. 85.



ЧЕР. 86.

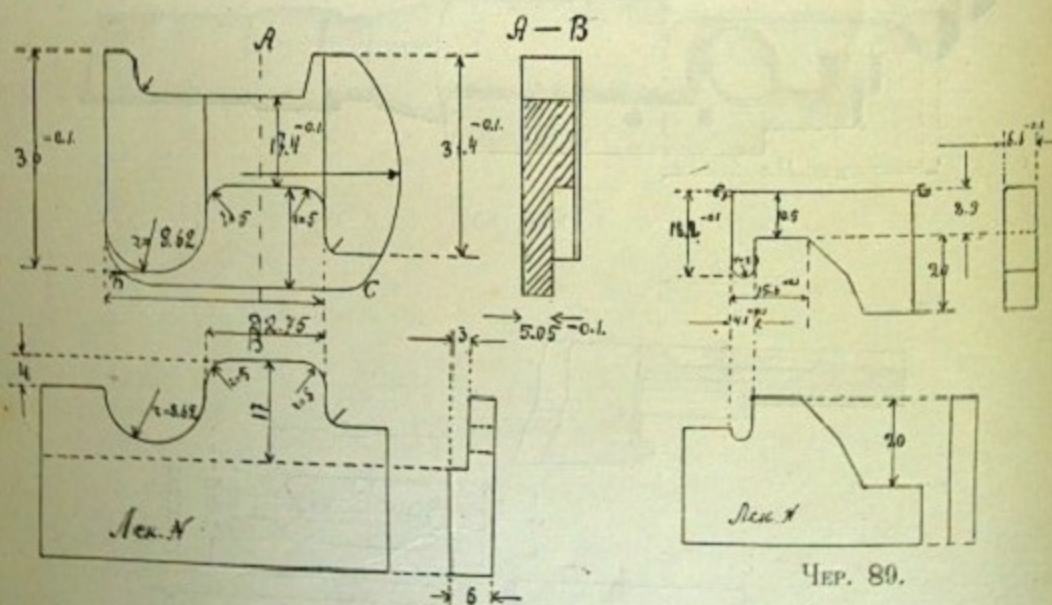
Контурное лекало проверяет на изделии готовый контур, в редких случаях сложный контур у конструкции машины является ответственным местом ее, как механизма, но желая соблюсти принцип взаимозаменяемости, деталей с фасонным профилем, приходится рассмотреть, особо, методы получения в изделиях подобных профилей. Рассмотрение начнем в зависимости от степени сложности получаемых фасонных профилей.

1-й случай. Положим требуется выточить на токарном станке тело вращения с извилистым контуром, для изготовления этого контура необходимо изготовить фасонный резец, для изготовления которого необходимо предварительно изготовить такого же контура фасон. шаблон. Чер. 87.



Чер. 87.

2-й случай. Допустим, что изготавливаемая выемка детали машины имеет фасонный профиль. Чер. 88 и 89.



Чер. 88.

Чер. 89.

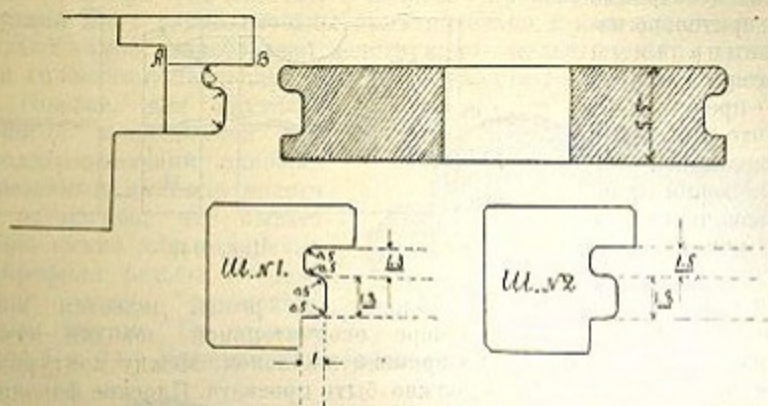
Выемка может быть изготовлена или на фрезерном станке фасонной фрезой, целой или составной, или—на вертикально-фрезерном станке, или—на копировальном станке; во всех случаях правильность контура должна быть проверена

специальным контурным лекалом, при чем это же лекало может проверить не только правильность самого контура, но и правильность положения этого контура относительно исходной плоскости. БС—Ч. 88.

В первом из вышеуказанных случаев контур делается фасонной фрезой и поэтому является необходимым установить однообразие контуров на фрезе и на лекале. Достигается это следующим образом: для изготовления контура фрезы, как тела вращения, изготавливается фасонный токарный резец; если при этом фреза длинная, то делается два или несколько фасонных резцов для облегчения работы окончательного резца; или же контур, в грубых чертах, проходится предварительно общим токарным резцом, фасонным же резцом контур лишь зачищается. И наконец, для сохранения фасонного резца на продолжительное время, последний иногда делается круглой конструкции.

Для изготовления контура фасонного резца и последующей затем проверки контура фрезы изготовленной этим резцом, делаются предварительно—по чертежу указанного профиля, шаблон и к нему контр-шаблон, ввиду в зависимости от особенностей изготовления фрезы, вызываемой случаем применения ее для особенно точных работ, делается два шаблона и к ним два контр-шаблона; случай этот рассмотрен несколько ниже. Контур на шаблоне для фрезы, предназначенной для прохождения выемки на изделии, ни чем не должен отличаться от контура шаблона по которому изготавлиется лекало, измеряющее профиль выемки на изделии, разница между ними лишь в том, что у шаблона фрезового один бок делается длиннее, при чем шаблон этот, будучи своим контуром наложен на контур фрезы длинным боком своим прилегает к торцу фрезы, упираясь концом бока во фрезерный валок или оправку, на который фреза надевается при работе. Таким образом, шаблоном этим проверяется: 1) правильность контура, 2) правильность его расположения относительно оси, отверстия фрезы.

Применение 2-х фасонных шаблонов на один и тот же контур, может иметь место в следующем случае: предположим фасонной фрезой надо в изделии пройти профиль, который должен находиться на точном расстоянии от основной плоскости, граничащей непосредственно с этим контуром. Черт. 90.



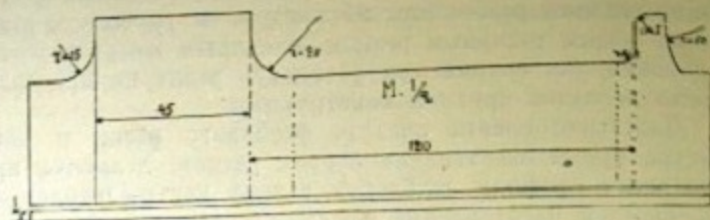
Черт. 90.

Плоскость АВ в изделии исходная; от нее к низу расположен контур, центры составляющих его окружностей находятся на точном расстоянии от плоскости АВ. Фреза имеет толщину в 5,5 мм.; после закалки сравнительно тонкая фреза немного поведется (в плоскости), следовательно такая фреза потребует в токарной заготовке некоторый припуск металла по толщине своей (в 0,2—0,3 мм.), а, следовательно потребуются специальный—добавочный для этого измерения шаблон. В последующем, при непрявлении в шлифовке торцевой плоскости закаленной фрезы, прилегающей к плоскости АВ, оставленный припуск металла легко снять шлифовальным кружком, но уже по окончательному шаблону № 2 в котором фасонный контур в точности отвечает фасонному контуру фрезы (высота выемки 1,3 в доба-

вочном шаблоне была увеличена до 1,5 мм. на припуск металла по торцу в токарной заготовке фрезы).

Иногда приходится делать шаблоны для контуров большого протяжения. Так как изготовление фасонного резца с длинным контуром бывает иногда затруднительным или просто иррациональным, то резец приходится разбивать на несколько составных, при чем относительное расположение составляющих контуров проверяется цельным шаблоном.

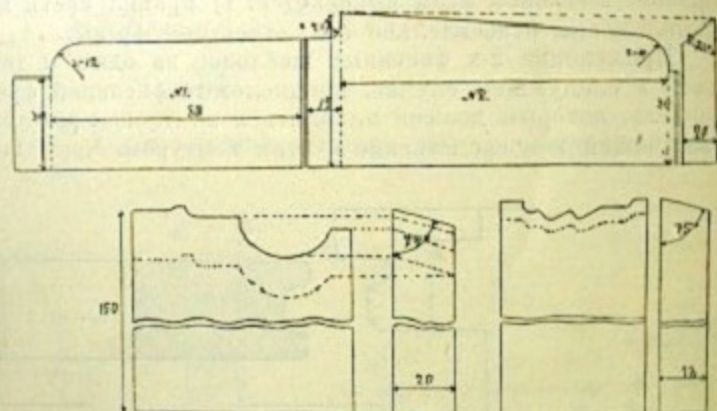
В таком шаблоне нет нужды изготовлять всего контура полностью, достаточно довести до точных размеров лишь отдельные участки фасонного очертания отвечающие частичным шаблоном для отдельных резцов составляющих в совокупности весь рассматриваемый профиль.



Чер. 93.

Для изготовления на токарном станке, фасонного контура фрезы, требуется предварительное изготовление фасонного резца, при чем, если протяжение контура вдоль оси фрезы не слишком длинно, то достаточно бывает одного резца. В других же случаях требуется изготовление двух или даже трех резцов. (№ 1, № 2; № 3) проходящих контур фрезы по частям. Чер. 93 и 94.

Изготовить непосредственно фасонный резец так, чтобы контур его был тождественен с контуром шаблона (от лекала измеряющего изделие) не всегда возможно, необходимо бывает предварительно изготовить специальный шаблон к резцу, который, в сущности, представляет из себя ни что иное, как лекало, проверяющее изделие, но имеющий специальное назначение обслуживать изготовление резцов. Для проверки, называющегося со временем, контура шаблона для резца, делается контрольный контр-шаблон. Фасонный резец, по мере окончательной доводки его контура наждаком, проверяется от времени до времени шаблоном. Между контуром резца и приложенным к нему шаблоном не должно быть просвета. Плоские фасонные резцы употребляемые для изготовления фрез, могут быть подразделены в своей конструкции на 2 основных типа, а) резцы употребляемые в деле с державками и б) резцы употребляемые в деле без державок. Оба типа резцов могут нести на себе один и тот же контур, при чем резцы первого рода не могут, конечно, иметь большого протяжения контура. Какой бы сильной конструкции державка не была, нельзя прочность закрепления резца непосредственно в суппорте (резцы 2-го из вышеуказанных типов) сравнить с прочностью закрепления резца на державке, закрепленной в свою очередь в суппорте токарного станка.

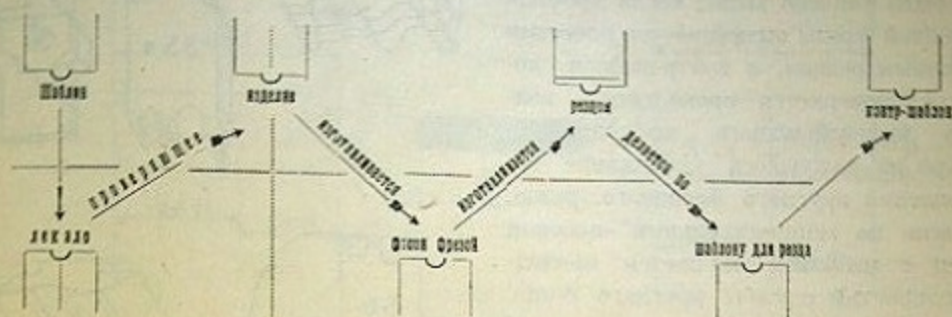


Чер. 94.

Как бы прочен, однако, не был резец 2-го типа, протяжение фасонного контура, им несомненно, должно быть тоже ограничено и предельная ширина предварительного фасонного резца, в зависимости от силы токарного станка, может колебаться от 10 до 100 мм. Что же касается окончательно резца, который служит

для зачистки всего фасонного контура, иногда нескольких соединенных в плотную фрез (комплектные фрезы), то здесь ширина реза, в виду легкости его работы, может быть увеличена до 350—400 мм.

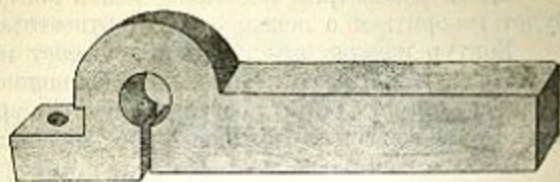
Ниже приводится схема изготовления фасонного реза, фрезы, изделия и проверка последнего лекалом.



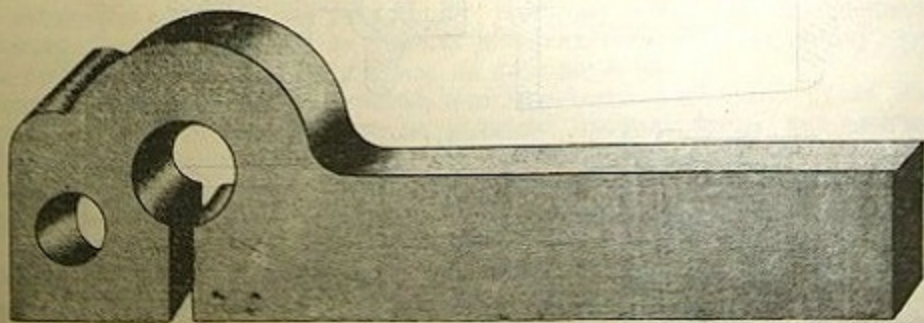
По этой схеме видно что: 1) шаблон, изделие, резец и контр-шаблон расположенные поверх пунктирной линии имеют тождественные фасонные контуры, 2) Лекало, фасонный фрез и шаблон для реза расположенные на схеме ниже пунктирной линии, имеют контуры тождественные между собой, но ассиметричны с первыми.

Помимо плоских фасонных резов очень часто проектируют круглые фасонные резы. Их несомненное преимущество перед перзыми—долговечность. В случае затупления реза нет нужды исправлять его по контр-шаблону, а достаточно бывает спустить плоскость около режущего лезвия наждачным кружком и резец вновь готов к работе. Работа эта легко может быть выполнена самим токарем, без помощи слесаря, чем значительно удешевляется пользование круглым фасонным резом.

Вставные резы работают всегда с пружинящими державками чер. 94-а и 94-в, при чем конечно, в массовом производстве отверстия в круглых резах должны быть нормализованы применительно к конструкции державок. Державки бывают самой разнообразной конструкции—цельные или с вставными пружинящими головками; последние бывают необходимы для нарезки резьбы. На пружинящей головке, для круглого реза; иногда закрепляется люнетик, поддерживающий одновременно нарезаемый цилиндр малого диаметра от изгиба, что бывает чрезвычайно важно для получения точного профиля резьбы. Степень пружинения можно установить специальным винтом. На чертеже державок 94-а и 94-в люнетик и вставная головка не показаны.



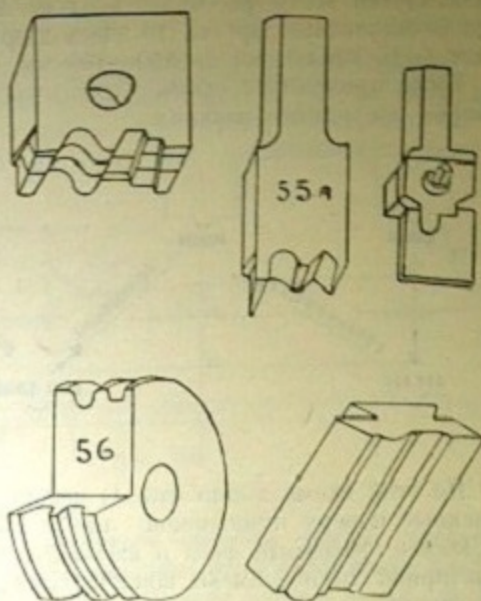
Чер. 94-а.



Чер. 94-в.

Круглый резец для своего изготовления требует плоского фасонного резца, при чем здесь шаблоном служит не шаблон, для плоского резца, как это было указано выше, когда профиль фасонной фрезы вытачивается плоским фасонным резцом, а контр-шаблон, которым проверяется правильность контура вышеуказанного шаблона. Не смотря на кажущееся удорожание изготовления круглого фасонного резца, затрата на вспомогательный плоский резец с избытком окупается продолжительностью службы круглого резца. Черт. 95.

И так, для изготовления режущего фасонного инструмента требуется специальный мерительный инструмент, который называется шаблоном и который имеет соответствующий фасонный контур.



Черт. 95.

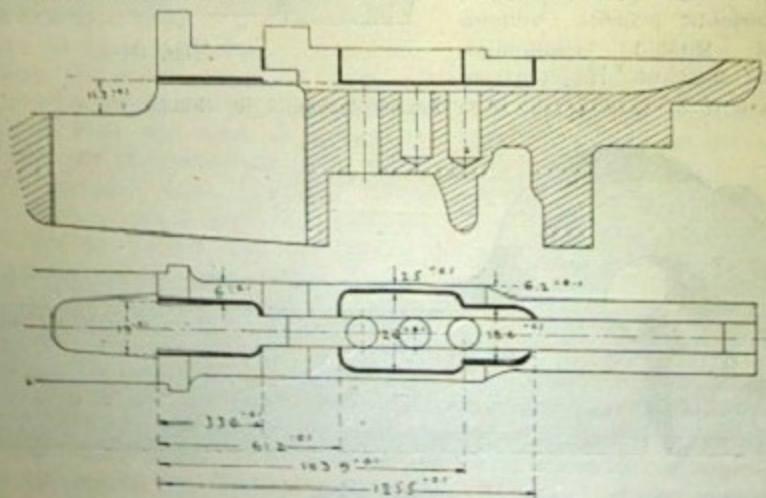
14. Порядок изготовления контурных лекал.

Контурные лекала в большинстве случаев делаются из листовой стали или железа толщиной в 4 или 6 мм. и лишь в редких случаях из более толстого материала и именно, когда фасонный контур надо проверить совместно, зараз в 2-х взаимно перпендикулярных плоскостях. Шаблоны для фасонных резцов изготавливаются из стали или железа в 4—6 мм.

Кошры для массового изготовления изделий на копировальных, пантографных и специальных зуборезных станках, а также для шлифовки фигурного контура у фасонных фрез с европейским зубом изготавливаются из стали от 5 до 12 мм. толщиной.

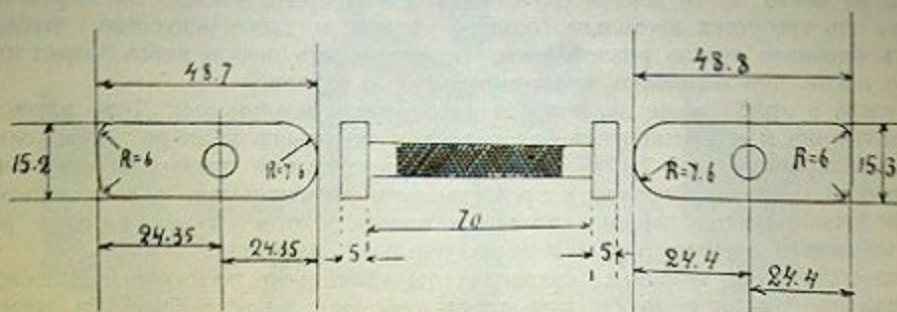
Здесь рассмотрим несколько типов контурных лекал, при чем все, что дальше будет говоритья о лекалах, будет относиться и к шаблонам.

Контур измеряемый в изделии бывает иногда выделан на ребре такой же пластины, как и само лекало, но в большинстве случаев контур располагается на площадке или отверстии в изделии имеет фигурное очертание (канал фасонного очертания). Почти во всех случаях контурное лекало делается плоским. Чер. 95-а, 95-в, 86, 96.

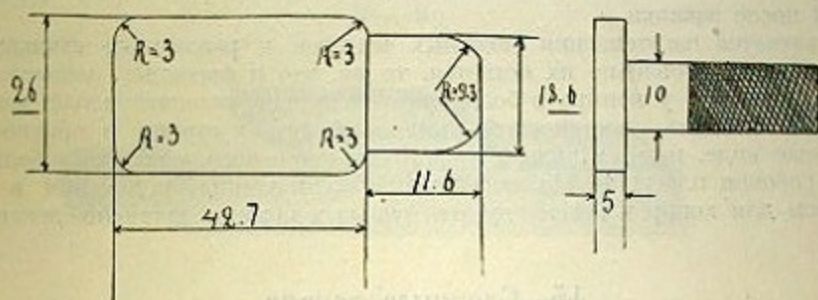


Черт. 95-а.

Если фасонный контур изделия должен быть проверен зарез в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, например, челнок швейной машины, то здесь приходится строить специальное лекало, обнимающее зарез продольный и поперечный профили во всех его сечениях.

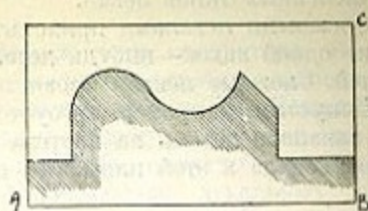


Чер. 95-в.



Чер. 96.

Подготовка всякого контурного лекала иногда начинается с разбивки его контура на стальной или железной плите, долженствующей служить в будущем лекалом. Разметка на металле производится при помощи штанген-циркуля с заостренными лапками. Для примера приведем образец такого лекала. Чер. 97, плоскости АВ и ВС координатные — от них берутся все размеры и потому эти ребра пластины отделяются, точно, под прямым углом.



Чер. 97.

Иногда разбивка фасонного контура на плите не производится, а заготовка контура фасонного лекала грубо производится соответствующей фасонной фрезой и затем доводится слесарем под закалку по готовому шаблону или специальным выработкам. Грубая заготовка на станках рекомендуется особенно потому, что она сильно сокращает время, затрачиваемое на слесарную работу.

Если нет готового контр-шаблона или выработок, о которых будет сказано несколько позднее, то как бы точно не подходил профиль фрезы под окончательный профиль лекала, а одной фрезой, без разметки, лекало трудно довести слесарю под закалку — разметка является необходимой. Фреза углубляется в вырезаемый профиль до тех пор пока не дойдет до линии разметки на 0,1—0,3 мм, после чего слой этот снимается окончательно слесарем вручную.

После слесарной заготовки лекало поступает в закалку или же, предварительно, в цементацию если лекало железное.

После цементации, которая обычно ведется при сравнительно более высокой температуре чем закалка, а именно, при 950—1000° С, лекало иногда сильно по-

водится. После цементации лекало вынимают и охлажденное проверяют в контроле; дефекты всякого рода немедленно исправляют (мягкое лекало легче поддается правке). После проверки цементованное лекало закаливается. Нередко, однако, фасонное лекало после закалики так деформируется, что его трудно бывает «поставить на место» и, во всяком случае, гораздо труднее, чем простой вырез; можно сказать, что требуется настолько большое умение и даже искусство, чтобы исправить фасонное лекало рихтованием, что изготовить лекало вновь бывает иногда гораздо легче, чем исправить деформированное в закалке.

Железо в этом случае является весьма ценным материалом. Дело в том, что, как стягивание или растягивание шага резьбы винтового калибра после закалики почти неисправимо, так и разведение относительного расположения центров окружностей сложного фигурного профиля почти неисправимо, а между тем это явление неизбежно при закалке стального лекала, в этом случае никакое рихтование не сможет вернуть лекало в первоначальное состояние.

Для того, чтобы лекало во время работы прилегало всей своей плоскостью к измеряемому изделию, необходимо, чтобы рабочая плоскость была на всем протяжении контура перпендикулярно к плоскости лекала, прилегая без просвета к соответствующему контр-шаблону. Как необходимое условие продолжительности службы фасонного лекала, это, конечно, надлежащая твердость его рабочей поверхности после закалики.

Что касается изготовления фасонных копиров к различным станкам, то в общих чертах изготовление их остается, то же, что и фасонных лекалах, с той лишь разницей, что у копира в большинстве случаев окончательный контур его приходится доводить постепенной приладкой его к станку и приспособлению в сыром еще виде, и затем только закалывать; кроме того, у копира, в большинстве случаев, рабочая плоскость наклонена к плоскости копира, под углом в 12—15°. Материалом для копиров рекомендуется, главным образом хромоникелевая сталь.

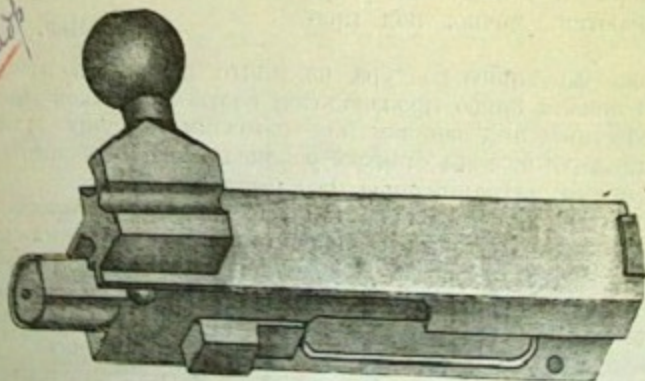
15. Сложные лекала.

Процесс изготовления сложного лекала

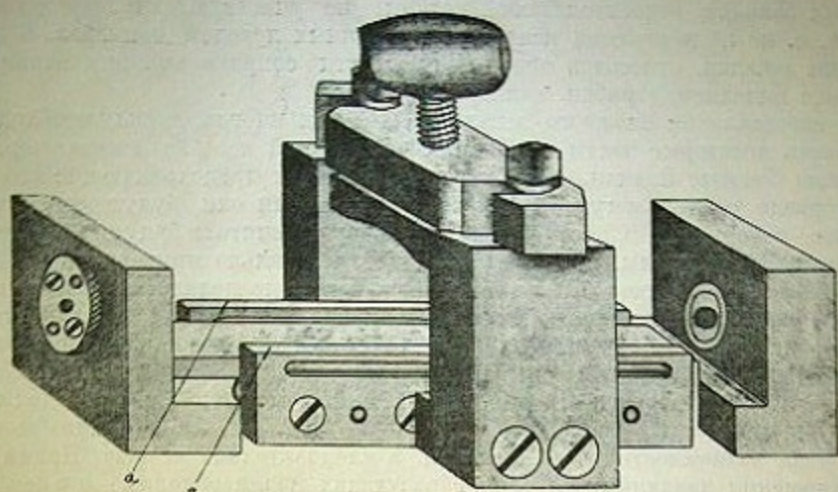
Сложные лекала представляют из себя иногда конгломерат из всех вышеперечисленных типов лекал.

Сложными лекалами приходится делать иногда самые сложные обмеры и при том не одной какой-нибудь детали, а сразу взаимное расположение нескольких деталей. Сложные лекала имеют весьма узкое назначение.

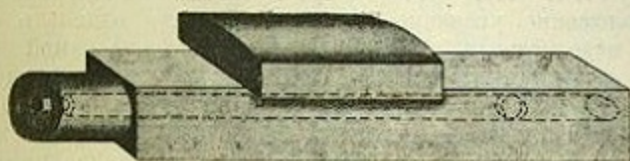
Допустим, например, требуется проверить правильность расположения сквозного канала в детали на чертеже 98 относительно основной плоскости, кроме того, наклон канала к этой плоскости по углом 15°.



ЧЕР. 98.



Чер. 99



Чер. 100.

Для такой проверки употребляется сложное лекало типа кондуктора. В этом лекале, как видно на чер. № 99, основной частью является коробка, которая несет на себе все остальные части, как-то: грибки, винты, направляющие и пр. Естественно, что изготовить такое лекало—кондуктор не легко; помимо продолжительного времени требуется искусство слесаря, собирающего кондуктор, ибо попутно при сборке лекала приходится выполнять не мало самых разнообразных лекальных работ большой точности. Такое лекало дополняется набором цилиндрических калибров, из которых одно длинное будет служить совместным калибром (о роли этого калибра сказано в главе о цилиндрических калибрах).

Порядок изготовления такого сложного лекала следующий: каждая деталь (имеющая свой отдельный чертеж) изготавливается отдельно, проходя целый цикл разработок, как-то: кузнечную поковку (если это требуется, конечно), затем грубую фрезеровку с предварительной разметкой, при чем последняя при наличии в мастерской опытного разметчика по лекалам, производится таковым, если же разметчика не имеется, то разметка каждой детали сложного лекала, перед фрезеровкой производится тем слесарем, который лекало будет собирать. Отфрезерованные детали вступают в слесарную отделку.

Все детали приемного лекала разбиваются на две категории: к первой категории относятся те детали, которые не требуют закалки, все их размеры делаются окончательными; к числу деталей второй категории относятся те, которые должны быть и закалены. Закалке подвергаются детали испытывающие в работе трение. Назов этих деталей может дойти до предела указанного ранее.

Понятно, что точные размеры согласно общего правила заготовки лекал, должны быть сделаны с некоторыми припусками под закалку. К числу деталей, не

требующих закалки, относятся такие, которые не участвуют непосредственно в работе т. е. не подвергаются износу производимых декалом промеров. К деталям требующим закалки, относятся опорные плоскости соприкасающиеся всякий раз с измеряемым изделием, (грибки, калибры и проч.)

При изготовлении сложного декала приходится иногда, в силу необходимости, детализировать некоторые части его, например, в самой коробке декала чер. 99 направляющие боковые планки, центрующие изделия и предохраняющие его от перекоса, гораздо точнее могут быть изготовлены, если они будут составлять не одно целое с коробкой, а поставлены отдельно, на винтах; будучи отшлифованы до определенной толщины, пластины можно будет только привернуть по заранее сделанной разметке; но как бы тщательно разметка не делалась, а устанавливаемые пластины придется неоднократно снимать и подшлифовывать с боков до тех пор, пока внутренние размеры между пластинами не достигнут надлежащего предела при окончательно довернутых винтах, прикрепляющих пластины.

Кроме того паз, образуемый для направления обмеряемой детали, должен быть закален, при этом, естественно, что калить всю колодку декала было бы опасно, не исключена возможность изгиба колодки, а следовательно и пазы. Преимущество в этом отношении накладных пластин, образующих паз, неоспоримо и в особенности когда паз узкий и глубокий; делать такой паз в толще металла чрезвычайно трудно и тем труднее, чем паз длиннее. Иногда паз приходится прорезать сбоку. Здесь открытой получится лишь одна стенка его; если же эта стенка занимает в собранном декале положение, указанное на чер. 33, 114. то отделать точно такой паз делается почти невозможным, если он проделан, в толще самой плиты; здесь в силу безусловной необходимости паз приходится делать из накладных пластин.

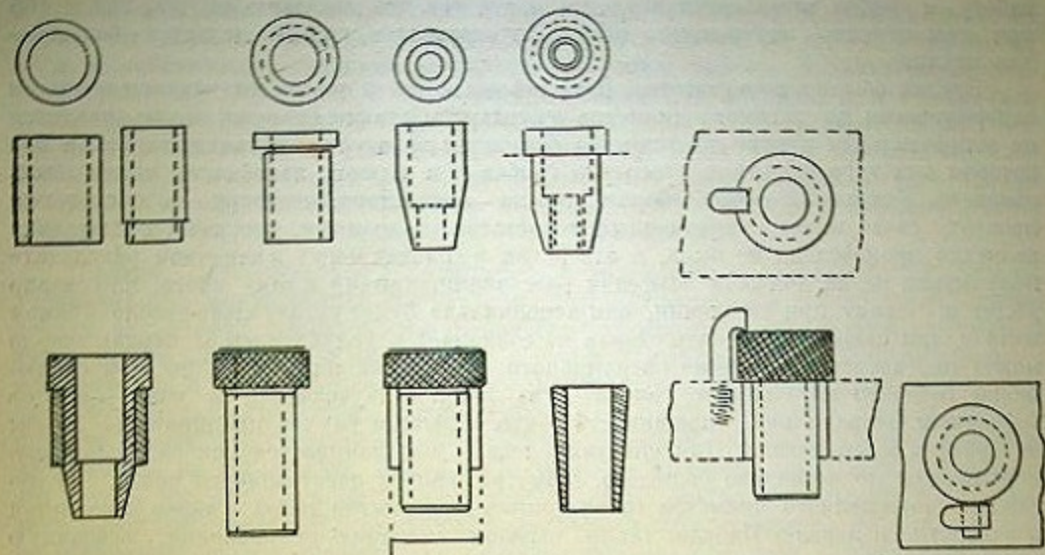
Вышеуказанные соображения очень часто практикуются при сборке сложных декала и в целях облегчения их ремонта при износе.

Почти всегда, при изготовлении сложных декала и шаблонов приходится прибегать к изготовлению предварительных „выработок“, на подобие выработок к фасонным декалам; как там, так и в сложных декалах выработки эти могут быть разрозненные и комбинированные.

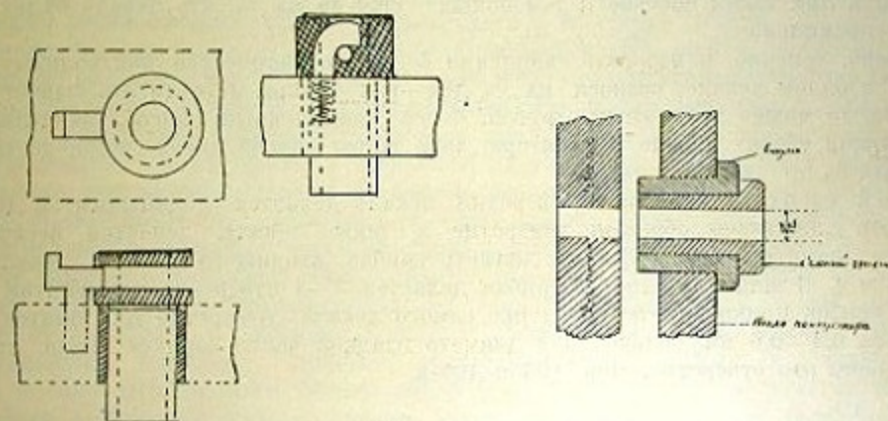
К разряду сложных декала относятся декала-кондуктора служащие для проверки относительного расположения нескольких отверстий в изделии; отверстия с точными диаметрами, рабочие поверхности которых должны быть установлены на определенном, точно выбранном расстоянии от координатных плоскостей. *Иногда*
Иногда декала-кондуктор можно взять указанный на чер. 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000
Кондуктор этот предназначен для проверки 5 отверстий в изделии. Каждое из 5 отверстий в декале делается для грибков строго определенного диаметра, кроме того оси этих отверстий должны быть точно расположены, как одно относительно другого, так и относительно основных опорных плоскостей декала, в которые упирается или на которые ложится изделие своими исходными плоскостями. Если точность относительного расположения осей отверстий в изделии равна 0,05 мм. то точность расположения этих отверстий в декале равна соответственно 0,005 мм.

Существенная часть всей работы по сборке этого декала и будет заключаться в установке грибков, несущих в себе 5 отверстий через которые должны поверяться соответствующие отверстия в изделии. Ниже будет рассмотрено 3 наиболее часто употребляющихся способа установки и закрепления этих грибков в декале.

1-ый способ. Способ этот часто употребляется, хотя он и имеет не мало противников. Дело в том, что при этом способе грибок заколачивается намертво в отверстие, просверленное по разметке и затем развернутое в стенке декала, для чего наружный диаметр грибка и внутренний диаметр дыры должны быть одинакового хотя и произвольного диаметра. Само собой разумеется, что при таком способе посадки грибков предварительная разметка будущих отверстий в декале должна быть произведена самым тщательным образом маленькая ошибка в разметке, а самое главное-неправильное сверление или расточка отверстия, в которое вставляется грибок, может вызвать неправильность относительного расположения оси грибка относительно других грибков; его ось может встать наклонно или отойти в сторону от надлежащего положения. Диаметр отверстия в декале для грибка должен быть так же точно изготовлен, как и наружный диаметр грибка вставляемого в это отверстие.



Чер. 105.



Чер. 105-а.

Наружный диаметр, грибка должен точно отвечать внутреннему диаметру отверстия, во всяком случае между поверхностью отверстия и поверхностью грибка не должно быть зазора. Ось отверстия в грибке, вставленного в лекало, должна встать перпендикулярно к плоскости симметрии в лекало.

Внутреннее отверстие в грибке, просверливается, развертывается точной разверткой до диаметра на 0,03—0,05 мм ниже диаметра того отверстия в изделии, которое предназначено к проверке его относительного расположения. Затем грибок закаливается, потом шлифуется, как с поверхности, так и изнутри отверстия и наконец внутренний диаметр отверстия доводится медными шлифовками до надлежащего диаметра с точностью до 0,005 мм.

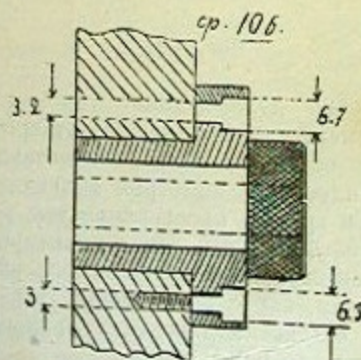
В кондукторах через которые приходится производить сверление и развертку отверстий в изделии, в грибок вставляется пара сменных втулок из которых одна пара служит для сверления, а другая пара для развертки отверстий в изделии до надлежащего диаметра. Грибки показаны на чер. 105, 103 и 104. На чер. 103 грибки показаны под №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Однако, в лекалах—кондукторах также как и рабочем кондукторе, для сохранения поверхности грибка от износа и следовательно частой смены его, что вообще говоря представляет очень трудную

работу, в грибок вставляется втулочка вроде тех, что показаны на чер. 103 и 105 при этом конечно внутренний диаметр отверстия в грибке делается больше— для втулки.

Втулка обычно закаливается, расшлифовывается и доводится изнутри медными шлифовочками до должного диаметра на токарном станке; снаружи также доводится на шлифовальном станке до диаметра отверстия во втулке, с таким допуском при котором она туго входит в отверстие грибка и в случае надобности может быть заменена. Указанный способ сборки лекала—кондуктора, несмотря на кажущуюся простоту свою, имеет существенный недостаток. Дело в том, что как бы тщательно разметка произведена не была, а отверстия в грибках могут в конечном результате получиться не на должном взаимном расстоянии, причин к тому много: или сверло уйдет в сторону при сверлении, или неправильно будет установлено сверло в самом начале при сверлении, (центр сверла не совпадает с углублением от керна), сверло может перекоситься в патроне сверлильного станка, так или иначе, но при соблюдении точности выполнения грибка и втулки лекало окажется в конце—концов собранным неправильно. Спрашивается, что в данном случае предпринять, чтобы не бросать всего лекала. Для спасения лекала выколачивается грибок, дыра развертывается до несколько большего диаметра, грибок изготавливается вновь, но несколько повышенного диаметра (по вторично развернутой дыре) и вновь загоняется в отверстие в лекале. Иногда, таким образом, операцию исправления, указанную выше, приходится проделывать несколько раз и все-таки должных результатов добиться не удается—лекало приходится изготавливать вновь. Вообще же говоря чем больше контрольных отверстий в одном лекале, тем труднее его правильно изготовить при таком способе и тем больше шансов на то, что лекало будет собрано неправильно.

Можно, конечно, и избегать скопления большого количества контрольных отверстий в одном лекале, разнося их на два—три лекала, но если это бывает невозможно, то можно предложить другой, более совершенный способ, значительно облегчающий сборку лекала кондуктора, хотя и этот способ имеет свои недостатки, о которых будет сказано ниже.

2-ой способ. Грибок в отверстии лекала делается подвижным и достигается это следующим образом: отверстие в стенке лекала, делается несколько большего диаметра, чем наружный диаметр грибка, входящего в стенку лекала, на 0,4—0,8 мм. В шляпке (фланце) грибка делается 3—4 отверстия для винтов, которыми грибок прикрепляется к стенке самого лекала; отверстия для винтов делаются на 0,4—0,6 мм. больше, чем диаметр гладкой части корпуса винта, проходящий через это отверстие. Чер. 103 и 105-в.



Чер. 105-в.

Зазор этот делается по следующим соображениям: как мы видели выше, не всегда удается установить грибок правильно при мертвом его закреплении, почти всегда грибок в процессе сборки лекал приходится сдвигать в сторону в стремлении достичь правильного его положения; при втором способе это передвижение,

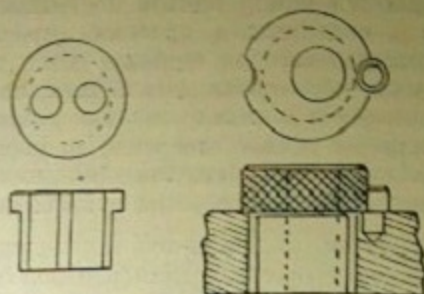
в случае необходимости, достигается очень легко за счет того зазора, который оставляется между винтом и стенками отверстия во фланцах грибка: сборка декала с подвижными грибками производится очень просто. В декало-кондуктор, подготовленный для сборки в нем грибков, вставляется шаблон, а за неимением такового—образцовая деталь изделия; отверстия под грибки предварительно просверливаются в декале, как это указано выше т. е. по разметке; грибок свободно вставляется в свое отверстие до упора флянцами в стенку декала, сквозь грибок и шаблон (деталь изделия) вводится цилиндрический калибр, последний имеет точный диаметр отверстия в шаблоне (сборочный калибр).

Шаблон, закрепляется в неподвижном и надлежащем положении в декале. Установив сборочный калибр, в положении перпендикулярном к плоскости стенки декала, закрепляют грибок в этом положении струбчинками или другим способом и затем калибр вынимают и приступают к сверлению отверстий во фланце грибка и одновременно в стенке декала для закрепляющих винтов; в просверленное, сперва одно, отверстие вставляется плотно шпилька и затем сверлятся остальные два или три отверстия; по окончании сверления отверстия для винтов развертываются до диаметра на 0,3—0,7 мм. выше диаметра корпуса винта, входящего в отверстие; это и есть тот допуск, в пределах которого грибок можно передвигать в стороны, нащупывая постепенно его надлежащее положение при установке по шаблону или по образцовой вещи и сдвигая его в случае нужды, в ту или другую сторону, в пределах допуска дыры во фланце грибка. Как скоро грибок поставлен на место, он тотчас же закрепляется винтами, пропущенными сквозь фланец грибка; для закрепления грибка достаточно 2 винтов, но для того чтобы предупредить сбитие однажды установленного грибка, сквозь фланец и стенку декала пропускают две шпильки, как это показано на чер. 103. Описанный здесь способ установки грибков устранил недочет первого способа, а именно, в случае неправильности относительного расположения оси отверстия для грибка, нет нужды менять весь грибок и доразвертывать дыру до нового большого диаметра, а достаточно ослабить крепительные винты и передвинуть слегка грибок в требуемом направлении. После чего просверлить отверстие для шпилек. Однако, не смотря на видимые преимущества этого способа перед вышеописанным, способ этот страдает одним недостатком, который делает его применение несколько опасным. Дело в том, что в работе всякое декало или просто кондуктор (рабочий) испытывают сотрясения и даже толчки и удары в самых разнообразных направлениях: от таких толчков может легко произойти сдвиг этих грибков, в особенности если не были вставлены во фланец грибка закрепляющие шпильки, винты, прикрепляющие грибок к стенке декала почему либо ослабли. Можно напортить массу изделий, не заметив, во время, подобной разладки в приспособлении, через которое происходит сверление изделий, изготавливаемых массовым путем. Разладку эту, однако легко уловить декалом—кондуктором, коль скоро каждая деталь выверяется. В защиту этого способа установки грибков в декалах, говорит прежде всего чрезвычайная простота и быстрота его если декало почему-либо разладилось, то эту разверку декала всегда можно уловить, потому что изделие, изготавливаемое массовым путем, должно пройти через контроль по крайней мере два раза, и если декало разверилось, то другое декало эту разладку обязательно уловит; если же принять во внимание еще и наличие рабочего кондуктора, то возможность своевременного обнаружения ошибок в показаниях разверившегося декала становится еще более очевидной. В результате этот способ автор считает одним из удобных и заслуживающих доверия.

3-й способ. Существует, наконец, третий способ установки грибков в декалах—кондукторах, равно как и рабочих кондукторах,—это постановка грибков на эксцентриках.

Производится это следующим образом. Внутренняя дыра в грибке и наружная поверхность корпуса грибка, которым грибок входит в отверстие, делаются эксцентриковыми одно относительно другого; величина эксцентриситета делается от 0,3 до 0,5 мм.; грибок входит в свое отверстие без зазора с достаточной тугостью;

если он, будучи поставлен в свое отверстие, не удовлетворит надлежащему относительному расположению оси его отверстия, то здесь, для надлежащей установки, достаточно будет повернуть грибок вокруг своей оси на некоторый угол, тогда, в силу эксцентриситета обоих соприкасающихся поверхностей, геометрическая ось дыры внутренней втулки отойдет от своего первоначального положения, подавшись в соответствующую сторону на некоторую, малую, величину, необходимую подчас для того, чтобы подвижная втулка грибка заняла требуемое правильное положение, чер. 107.



Чер. 107.

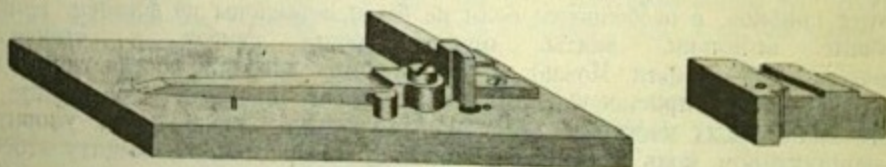
Достигнутое таким образом правильное положение втулки закрепляется штифтом, пропускаемым сквозь шляпку втулки и стенку лекала.

3-й способ, имеет некоторые преимущества во первых потому, что установка эксцентриками может быть выполнена как угодно точно, а во вторых, будучи раз установлена, втулка не сойдет в сторону от толчков и ударов, возможных всегда при пользовании кондуктором, как это может иметь место при втором способе установки грибков в кондукторе. Описанный только что способ почему то не получил у нас широкого распространения.

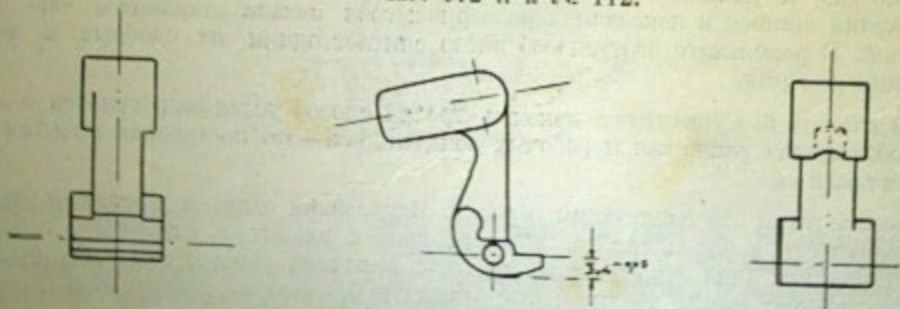
16. Стрелочные лекала.

К группе сложных лекал относятся и так называемые „Стрелочные лекала“. Точность измерения при помощи этих лекал самая высокая, как и при помощи других инструментов при измерении деталей, изготовляемых массовым путем, она достигает 0,0125 мм.

в детали чертежа 113 требуется измерить расстояние от криволинейной поверхности до центра отверстия, при чем это последнее должно колебаться в пределах от 3,4 до 3,35 мм. Измерить это расстояние нельзя не только общемемерительным инструментом, но и обыкновенным лекалом. Здесь приходится конструировать особого рода лекало, указанное на чер. 112.



Чер. 112 и к № 112.



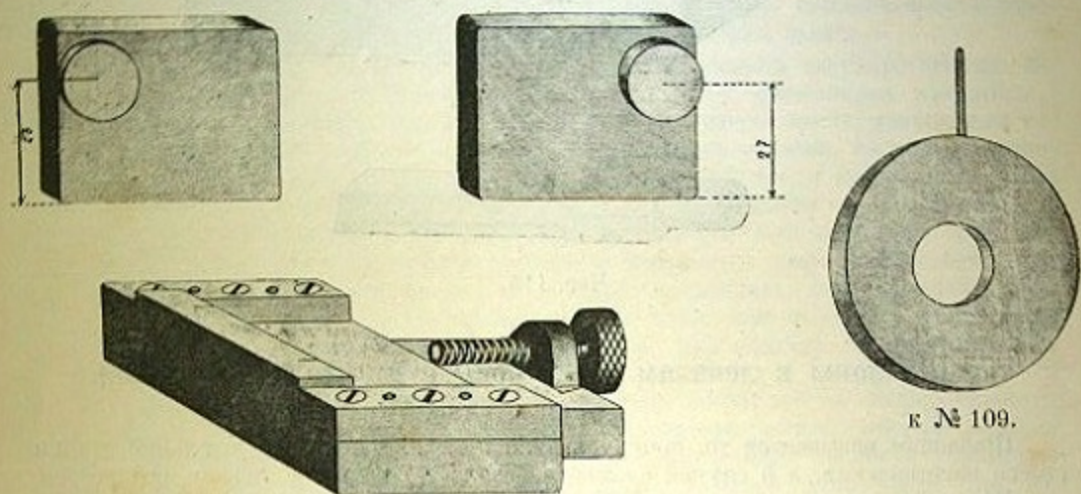
Чер. 113.

Предположим, что в детали, указанной на чер. 108 требуется измерить расстояние от цилиндрической поверхности цапфы до кривой площадки СД, которое колеблется от 22,75 до 22,80 мм., естественно, что здесь надо сконструировать лекало, вроде указанного на чертеже 110 и 111.

Удобство стрелочного лекала, помимо пользования им, заключается в удобном совмещении нормального и браковочного размеров у конца одной и той же стрелки.

Трудно указать все типы стрелочных и сложных (V и VI группы) лекал, и потому здесь остановлено внимание читателя на типах наиболее характерных.

На чер. 109 и к № 109 указано лекало, при помощи которого можно проверить правильность относительного расположения цапфы и плоскости АВ в детали указанной на чер. 108.



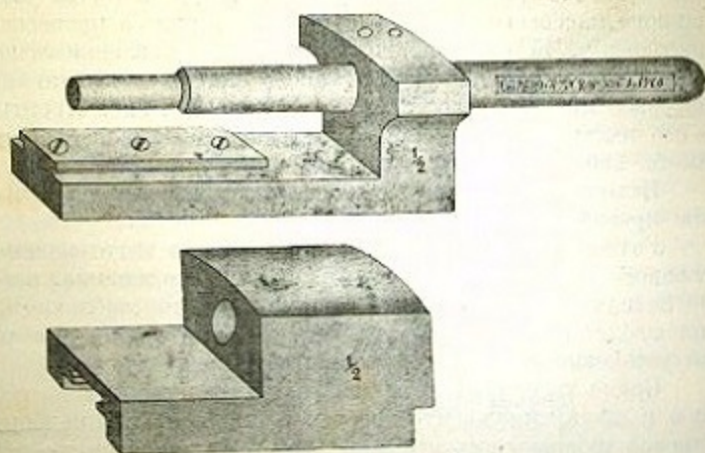
Чер. 109.

На чер. 114 указано лекало, при помощи которого можно измерить правильность расположения направляющих паза детали чер. 93, которым последний скользит по соответствующим салазкам коробки чер. 92, относительно канала патронника.

Во многих сложных лекалах необходимой составной частью их является совместный калибр, который смотря по ходу измерения бывает или отдельный, или соединен в одно целое с лекалом, как указано на чертеже 101, 102, 114.

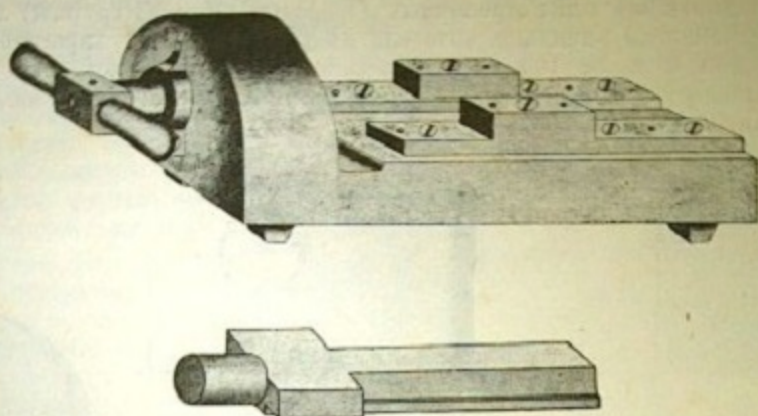
Иногда в составную часть сложного лекала входит точно градуированная шкала делений или в долях мм. чер. 115 или градусах. Изготовление таких делений на лимбах или линейках требует специальных делительных машин, устройство и описание работы на которых составляет содержание III главы.

Из приведенного краткого перечня стрелочных и сложных лекал видно что лекала эти при всей сложности и дороговизне имеют весьма узкое специальное



Чер. 114.

назначение; применить каждое из них в отдельности для какого либо другого промера нет возможности, но необходимость изготовления их в процессах массовой фабрикации несомненна, так же, как несомненно то, что употребление их с выгодой окупается при больших масштабах массового изготовления деталей.



Чер. 115.

17. Шаблоны к лекалам и их роль в изготовлении лекал.

Шаблон называется то, почему лекало пригоняется в окончательной стадии своего изготовления, а в случае сложного лекала, то по чему лекало собирается.

Все производство лекал чаще всего производится 2-мя методами. Первый способ—это изготовление лекал по готовым шаблонам, заранее выработанным. Способ этот можно наблюдать в установленном массовом производстве и в большинстве случаев он практикуется в заводах, не часто меняющих свои заказы на новые. Шаблоны, здесь могут и не выработываться в самом заводе, получившем заказ на какое-либо массовое производство; шаблоны, все без исключения, могут быть получены в готовом виде с другого завода, который уже справился с установкой данного массового производства и проверил в процессе работы правильность их построения. Естественно, что задача изготовления лекал по готовым шаблонам значительно проще, чем если заводу приходится устанавливать впервые какое-либо массовое производство и самому, следовательно, строить все шаблоны; одно дело—это иметь построенные чертежи лекал и шаблонов и только, и другое—это иметь, кроме чертежей и готовые шаблоны.

Исходя из этих двух методов изготовления лекал и поведем ниже рассмотрение производства лекал вообще,

Готовые шаблоны неизмеримо облегчают изготовление самих лекал, а что самое главное—они дают полную уверенность, что машина, изготовленная массовым путем по лекалам, проверенным и изготовленным по шаблонам, проверенным в процессе производства, будет работать исправно, а это уже не меньше половины всей работы по установке массовой фабрикации данного изделия.

Кроме того, выработка шаблонов представляет из себя работу настолько трудную и кропотливую, что требует и специального подбора, как мастеров, непосредственно руководящих этими работами, так и рабочих—лекальщиков; для последних почти обязательным условием является свободное чтение чертежей и вообще высшая квалификация.

Ниже будет детально рассмотрен случай изготовления лекал с предварительной выработкой к ним шаблонов; что же касается первого способа, то он достаточно подробно был рассмотрен выше, в применении к каждому типу лекал в отдельности.

18. Порядок и способ изготовления шаблонов.

Шаблоны, в зависимости от формы и сложности их устройства, могут быть изготовлены различными способами. Самый простой шаблон можно уподобить вырезу или изоборот т-образному вкладышу входящему в вырез.

Шаблоны и лекала, в вышеуказанном случае, изготавливаются по микрометру или штангенциркулю, проверенным и установленным предварительно по пластикам „Иогансона“, иногда же, если позволяет оборудование, пользуются мерительной машиной. Здесь пропускаются подробности изготовления во всех их стадиях, они достаточно подробно описаны выше.

Коль скоро производство только устанавливается и, кроме того, заказ в количественном отношении большой, то важно бывает сохранить неизменяемость шаблонов в их размерах и профилях на все время выполнения заказа.

Согласно порядку, установленного опытом на некоторых государственных заводах, шаблоны с самого начала изготавливаются в 3-х экземплярах, из которых: 1-ый хранится у директора завода, 2-ой у заведывающего инструментальным отделом и 3-ий—служит для нужд мастерской и качестве эталона, по которому производится пригонка изготавливаемых лекал. Как первый, так и второй экземпляры считаются неприкосновенными, при чем комплект, находящийся у заведывающего инструментальным отделом, служит иногда для выверки 3-го комплекта при помощи своих лекал. Все 3 комплекта полные и состоят из лекал и шаблонов, при чем шаблоны 3-го комплекта служат в качестве подсобных для слесарей самой мастерской. Таким образом, если шаблон почему-либо износился (из 3-ей серии шаблонов), то его легко проверить и возобновить при помощи соответствующего лекала 3-ей серии. До пользования 1-ым комплектом лекал и шаблонов дело почти не доходит. Износ справочного шаблона 3-ей серии почти всегда обнаруживается ходом сборки самой машины, изготавливаемой массовым путем; иногда некая причина разладившейся правильной сборки доставляет немало хлопот и усилий, но раз найденная, она безусловно всегда лежит или в рабочем инструменте (при неправильной выверке его развернувшимся лекалом) или в неправильности самого лекала, поверяющем деталь и последующей затем сборки неправильной детали в машине.

Изготовление первой партии лекал и шаблонов должно идти параллельно и, по возможности, в одном месте, с применением одних и тех же методов изготовления ко всем изготавливаемым шаблонам и в особенности шаблонам с фасонным профилем.

Личный опыт убедил автора насколько не рационально разбивать изготовление фасонных и сложных шаблонов по разным заводам или, того хуже, дублировать партии некоторых шаблонов, сосредоточивая изготовление дубликатов в других местах.

Расчитывать на полное однообразие контуров, изготовленных в различных местах, почти невозможно, и лишь крайняя нужда, как отсутствие достаточного количества рабочих лекальщиков и срочные условия выполнения заказа, могут заставить прибегнуть к такому разбиванию по разным местам, изготавливаемых лекал и шаблонов. Ниже читатель увидит, как разнообразны бывают методы, применяемые при изготовлении фасонных шаблонов, и как следствие отсюда—как разнообразны бывают результаты сравнения работы в изготовлении одного и того же шаблона, но различными способами.

Пропуская пока эти существенные различия в методах и касаясь их значительно ниже, перейдем к описанию самих способов выработки шаблонов.

1-ый способ. Самый простой способ изготовления шаблонов заключается в следующем: какой-бы сложности фасонный контур не был, последний можно зачертить на плитке металла, долженствующей служить шаблоном и параллельно с этим, на особой зашпеченной железной доске размером в 200×150 мм. и больше, в зависимости от размеров зачерчиваемого контура; у зашпеченной пластины два ребра ее тщательно отделяются под прямым углом и служат исходными корди-

ватными осями, от которых ведется построение всех разбиваемых на ней контрольных контуров. Контур, зачерченный на подсиненной доске сохраняется на все время и служит, в конце концов, для контроля фасонного контура ^{детали} или шаблона ^{при окончательной} его. Подсиненная доска с вычерченными на них контурами сохраняется в качестве архивного документа и может служить для различного рода справок.

Несмотря на крайнюю простоту, способ этот уступает в точности другим, нижеописанным, способам.

Дело в том, что линия вычерчиваемая на металле, как бы тонка она не была (а слишком тонкой она и не может быть потому что она должна быть отчетливо видна простым глазом) получается толщиной не меньше 0,1 мм.; кроме того, углы в пересечении линии недостаточно отчетливы и ясны, и при сличении какого-либо контура лекала с контуром на доске, получается довольно сильное отсвечивание зеркальной поверхности доводимого контура лекала и вследствие этого расплывчатость проекции контура на засиненной доске.

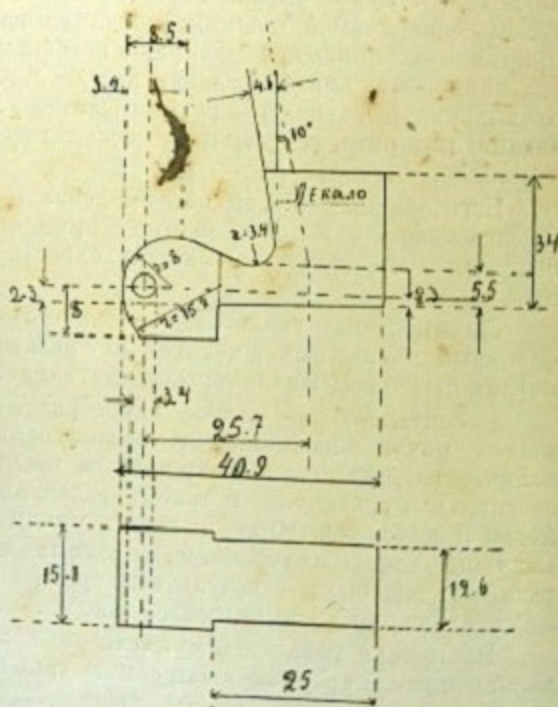
В силу всего вышесказанного, способ этот надо считать мало применимым в особенности в тех случаях, когда приходится изготавливать ^{детали} с точными контурами, удовлетворяющими во всех деталях его геометрическому построению его на чертеже.

2-ой способ изготовления ^{шаблонов} по выработкам. Выработкой в применении к шаблону называется ни что иное, как отдельная часть контура шаблона, которая может быть изготовлена достаточно точно при помощи токарного и шлифовального станков.

Ниже рассмотрен контур следующего ^{металла} ^{детали}. Чертеж 116.

Фигурный контур состоит здесь из частей окружностей 3-х различных радиусов (3,4; 15,9 и 8 мм. мм.), при чем центры этих окружностей занимают друг относительно друга вполне определенное положение следовательно выработывая ^{шаблон} надо проконтролировать точной мерой каждую из вышеуказанных окружностей его, а затем проверить правильность их относительного расположения. Первое достигается тем, что обтачивается на токарном станке 2 диска диаметром 31,8 и 16 мм. и кроме того вытачивается отверстие диаметром 6,8 мм. Диски и отверстие вытачиваются в пластинках толщиной в 3 мм.

В шаблоне-выступающие и вдающиеся части расположены ^{обратно} их расположению в ^{детали}. Например, если условиться считать окружность радиуса 3,4 внешней, то остальные две окружности будут внутренними. В дальнейшем необходимо составить непрерывный контур из отдельных выработок. Первая выработка будет следующего вида. Чертеж 117.



Чер. 116.

Здесь ребро АВ перпендикулярно к основанию СД пластины; с левой стороны пластины металл срезается: по линии гв, отстоящей от центра окруж-

Вырезано автором

Из приведенного примера составления геометрически верного контура шаблона видно, что приходится делать 4 различные выработки.

Ниже приводятся еще несколько различных примеров составления различных контуров из различных выработок, связанных между собою затем в одно целое. Чер. 119, 121, 122, 123.

В Америке вышеуказанный метод воплощен в жизнь применительно к изготовлению самих лекал и шаблонов; однако, автор не разделяет этого, считая подобные конструкции лекал мало прочны и с большим успехом, могут применяться, как выработки к шаблонам.

В лекале собранном из отдельных частей, помимо износа рабочих поверхностей, легко может произойти незаметное расхождение пластин, составляющих лекало при сравнительно небрежном, продолжительном и непрерывном употреблении лекала; шансов же на подобную неприятность в составных выработках гораздо меньше, ибо однажды использованная и при том слесарем-лекальщиком, ее же выработавшим, выработка откладывается в архив мастерской.

Вырезано автором

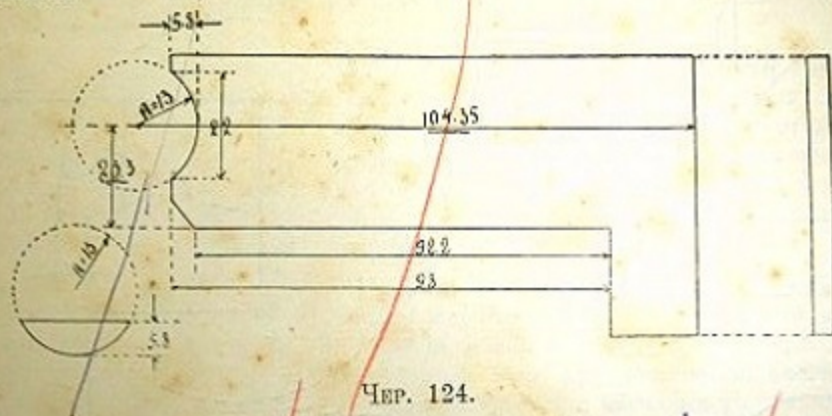
Иногда большое количество выработок, которые затем надо связывать, все вместе, является весьма неудобным, поэтому, применяя выработки, число их сокращают по возможности; последняя задача выполняется следующим образом.

Положим в примере первом, надо связать в одно целое 1-ю, 3-ю и 4-ю выработки. Задачу эту можно выполнить следующим образом—изготавливается диск радиуса 15,9 (плоская сталь или железо в $\frac{1}{8}$ "), затем при помощи керн откладывают положение центра малой окружности, кординируют его от диаметра большого диска; окружность высверливают сверлом или просто растачивают на токарном станке

Вырезано автором

в большинстве случаев выработки, выполнив свое назначение, сдаются, как и стальная засиженная доска с зачерченным на ней контуром, в архив мастерской, как справочный документ. Шаблон, будучи вырезан по выработкам, закаливается и после закалки вновь шлифуется по выработкам.

Два вышеуказанные способа есть ни что иное, конечно, как два варианта одного и того же способа, отличающихся между собой существенно тем, что относительное расположение центров окружностей в первом из них может быть выполнено гораздо точнее, чем во втором способе; второй же вариант будучи проще и дешевле, представляет из себя ни что иное, как комбинацию первого (разметка) и второго (выработки) способов, ибо одну часть контура приходится делать разъемной. Существует, еще третий способ изготовления шаблонов по выработкам. Метод этот наиболее простой по сравнению с двумя вышеуказанными, но зато и наиболее несовершенный.



Чер. 124.

Предположим необходимо изготовить шаблон указанный на чер. 124. Шаблон вычерчивается на пластине обычным способом, но отдельные кривые части контура шаблона изготавливаются по выработкам.

После закалки шаблон деформируется (вытянется или сядет, в особенности, если он из стали). Выработки в виде отдельных дисков не дадут возможности уловить ту незначительную деформацию, которая в шаблоне произойдет и о которой

Вырезано автором

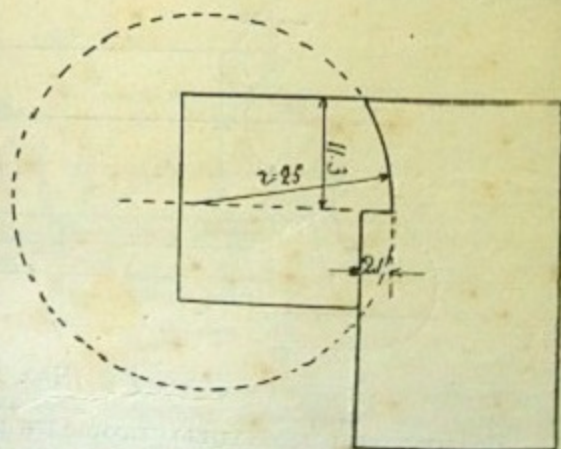
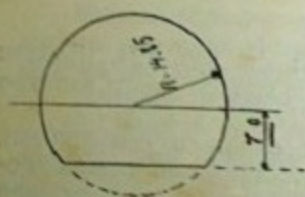
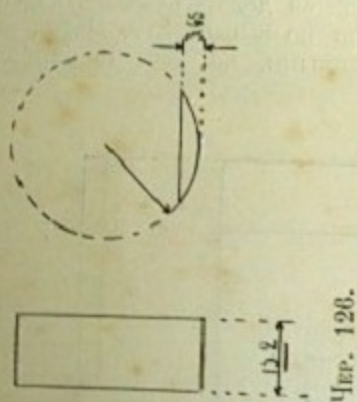
ди. 14,85—3,65 т. е.

Чер. 125.

11,2 мм. и, наконец, уложив диск в выемку ^{Н-11,2 мм} шпона и придерживая его пальцем, вложить между окружностью и стенкой ^{пластины} пластину шириною 13,2 мм. Этим определяется положение центра окружности.

Угол скоса в $33^{\circ} 18'$ может быть определен по угломеру системы „Броун и Шари“ ^{или же} ~~или же~~ ^{готовлен на принособлещи Масленникова, указанным на чер. 130.}

Нижеуказанный пример показывает простейший случай применения выработок, когда они могут служить ^{насосом} ~~насосом~~ и когда нет нужды их между собой связывать. Чертеж 126, 127.



3-й способ выработки шаблонов.

Помимо 2-х вышеуказанных способов выработки шаблонов необходимо указать еще на один весьма простой и быстрый способ.

Способ этот заключается в том, что контурные лекала изготавливаются непосредственно по образцовым деталям машины, которая предварительно хорошо испытана работой. По изготовленным таким образом лекалам изготавливаются уже шаблоны. Способ этот ценен в том отношении, что построительные чертежи контурных лекал, как бы тщательно они не воспроизводились конструктором, но очень часто уловить в точности и запечатлеть чертежом все извилины сложных контуров не удается в точности, не по небрежности, конечно, а в силу физической невозможности произвести эту работу при пользовании теми общемерительными инструментами, которые в обращении находятся (штангенциркуль, микрометр, глубомер, угломер и проч.).

Беда не велика, коль скоро фигурные контуры являются неотвеченными в работе всей системы механизма; гораздо хуже, если от правильности фигурного контура зависит правильная работа системы. В предыдущей главе был указан такой пример в виде рукоятки пулемета Максима. Чертеж 84.

19. Пользование приспособлениями при массовом изготовлении лекал.

В предыдущих главах было указано на различное назначение лекал и шаблонов и в зависимости от этого подразделение их на VI основных групп.

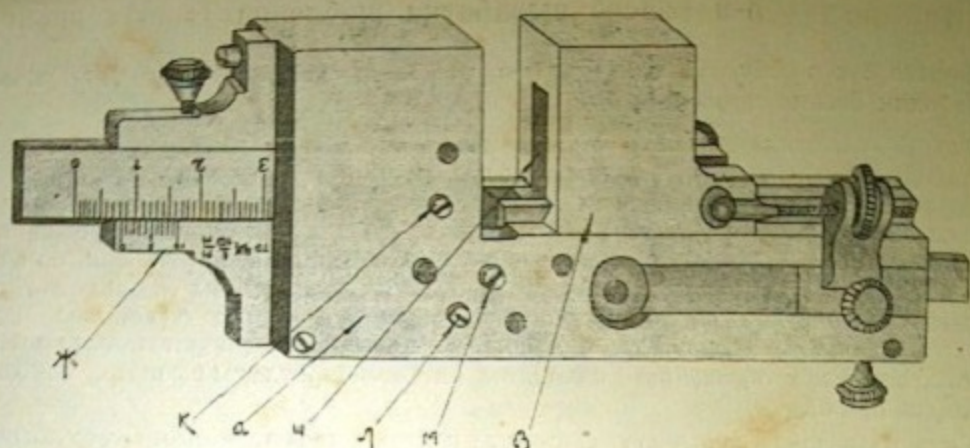
Существенное различие заключается не только в их сложности, но и в приемах их обработки, так например: лекала I, III, V и VI групп могут быть изготовлены исключительно руками человека, при небольшой помощи станка, тогда как лекала II-ой и IV-ой групп могут быть изготовлены исключительно на станках (токарном и шлифовальном) и точность в размерах изготавливаемого лекала зависит здесь, прежде всего, от точности станка, но этим конечно не исключается искусство человека, работающего у станка.

Разбирая с этой точки зрения изготовление лекал I, III, V и VI групп, приходится сталкиваться с вопросом упрощения и облегчения обработки их; хотя вполне исчерпывающего разрешения этого вопроса в изготовлении лекал достичь пока технике не удалось.

Облегчения работы в данном случае можно достичь путем применения различных приспособлений, при помощи которых удастся в одних случаях вполне правильно изготовить лекало-вырез, начиная от узкой щели и кончая максимальным ходовым размером, принятом в данном производстве; или же лекало на высоту и лекало на поверку угла; при чем в этих приспособлениях удается не только довести лекало под закалку, но и довести его при помощи специального приспособления после закалки до требуемых, точных размеров.

Существует два мнения относительно рациональности способов достижения точных линейных размеров в лекалах вышеуказанных групп. 1-ый способ широко применяется в Америке и заключается в том, что вполне готовое лекало поддается непосредственно со станка—плоско или круглошлифовального. 2-ой способ, хотя и не исключает участия станка в обработке закаленного лекала, но завершается в конце-концов ручной обработкой при помощи наждачной мастики. Автор отдает предпочтение второму способу.

Пользование приспособлением, указанным на чер.128, и применяемым для слесарной заготовки лекал под закалку, заключается в следующем: в колодку „а“ закладывается пластина металла, своим ребром она упирается в скрытой в прорези колодки останок снабженный линейкой двигающейся в пазах прибора.



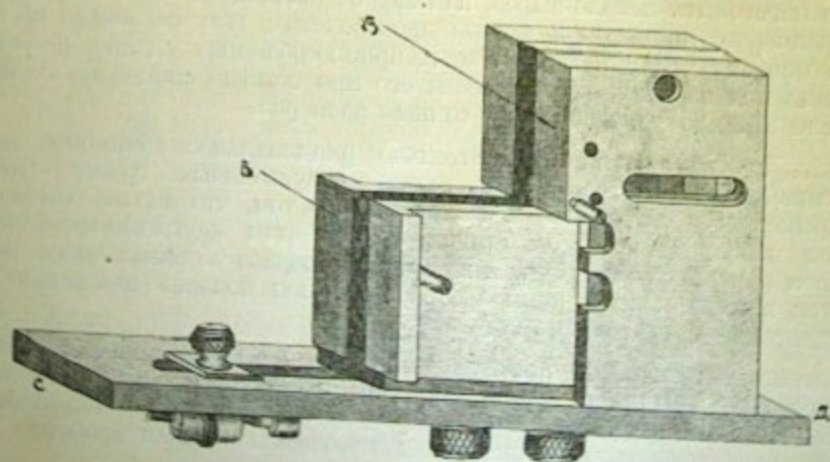
Чер. 128.

Останов, при помощи нониуса, может быть установлен с точностью до 0,02 мм.; такой допуск в большинстве случаев вполне достаточен для заготовки лекал вырезов под закалку.

Колодка несет сверху ползуна А, который, в случае узких прорезей в лекале придвигается почти в плотную к неподвижному выступу колодки на требуемую ширину прореза в лекале, причем установка ползуна в требуемом положении производится по ножевой шиле, которая по толщине своей доводится до надлежащих размеров (на 0,02 ниже нормального размера) на плоско-шлифовальном станке. Шилой этой и производится прорезка щели в лекале. Пластина металла, помещенная в прорезь колодки (а) зажимается неподвижно при помощи винтиков: (к), (л), (м). При помощи этого же приспособления вырез в лекале можно изготовить любого размера, в зависимости от размеров линейного перемещения ползуна. В отличие от первого случая прорезка производится дважды: первая прорезь делается у неподвижной колодки, а вторая прорезь— у места останова ползуна, установленного вправо по нониусу ж. на требуемую ширину выреза в лекале.

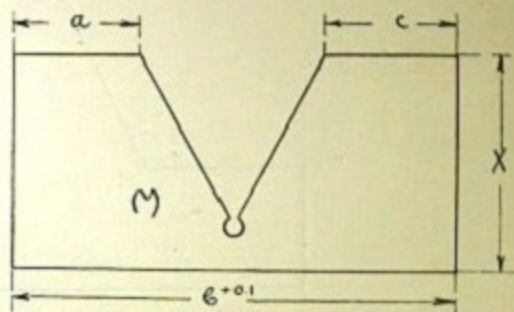
Приспособление для лекал—высот.

По идее вложенной в конструкцию, приспособление указанное на чер. 129, почти ничем не отличается от предыдущего приспособления, хотя может быть использовано не только для сырой заготовки лекал, но и для доводки их после закалки. Стенки (А) и (Б) закалены и служат той направляющей поверхностью заподлицо с которой шлифуется рабочая площадка лекала под закалку с оставлением требуемого для нее припуска металла.



Чер. 129.

Прежде всего спиливаем прямоугольник со сторонами a - b , a' - b' , подсчитав предварительно размеры сторон b и a которым равны соответственно и другие стороны a' и b' . Опиловка сторон производится следующим образом: спиливаем сначала одну сторону b и установив по нижнему штангену размер равный a ставим стороной b на нижний штанген, закрепляем и спиливаем сторону b до каленой площадки пластин (7) горизонтальных параллелей; то же проделываем и с другими сторонами; затем, установив пластинку на нижний глубомер, (10) стороной b на высоту e плюс $0,1$ мм. Ставим угомер на угол равный половине угла при вершине звезды $36^\circ : 2 = 18^\circ$, нулевое деление нониуса угомера ставим на 72° по нижнему полукругу вправо, а боковым штангеном на размер $g + 0,1$ мм. и срезаем ножовкой по линии KL и Lm , повернув пластинку на 180° вырезаем другой угол α' по линиям kL' и $L'm'$, так как углы α и α' и размеры g и g' одинаковы, то у вершины звезды получается угол 36° . После этого нижний и боковые штангены устанавливаем на нормальные размеры g и e и спиливаем до направляющей площадки пластин (7) горизонтальных параллелей и до направляющей площадки угомерной линейки (5). Затем вышпиленной вершиной k вставляем в приготовленную выработку M , упирая заплечиком Lm и $L'm$ на выступающие части a и c выработки и снова отметив на нижнем штангене размер $h + x$ (выработки) $+ 0,1$ мм. ставим угомер на половину угла про или угомер ставим на 54° по полукругу вправо, а боковым штангеном на размер $h + 0,1$ мм.; закрепляем выработку с обрабатываемой пластинкой и срезаем ножовкой по линии rg повернув пластинку на 180° срезаем по другой линии og . После этого нижний и боковые штангены устанавливаем на нормальные размеры и



Чер. 129-с.

спиливаем до направляющих площадок пластин (7) горизонтальных параллелей и до направляющей площадки угомерной линейки. (5) проделав это оставляем обрабатываемую пластинку в выработке на нижнем глубомере (10) установив его на высоту $y + x + 0,1$; ставим угомер на половину угла ofm равн. $36^\circ : 2 = 18^\circ$, т. е. нулевое деление нониуса угомера ставим на 72° по полукругу влево, а боковыми штангенами на размер $t + 0,1$ (припуск) и срезаем ножовкой по линиям of и fz , повернув на 180° пластинку, срезаем по линиям pf и fz .

Установив нижним и боковыми штангенами нормальные размеры, спиливаем до направляющих площадок зажимных пластин (7) горизонтальных параллелей и до каленой площадки линейки угомера. Затем разберем последний прием для снятия частиц mfz' и $m'fz$. Оставив обрабатываемую пластинку в выработке на нижнем штангене на высоту X , ставим угомер на угол V или нулевое деление нониуса угомера ставим на 54° по полукругу вправо, а боковыми штангенами на размер $t + 0,1$ мм., и спиливаем до каленой площадки угомера. При помощи этого же прибора можно изготовить резьбомеры для измерения профиля резьбы различных систем. Прибор пригоден только для заготовки вышеупомянутых лекал под закалку; при пользовании им для доводки закаленных лекал можно быстро развернуть прибор.

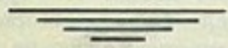
З а к л ю ч е н и е.

Все три типа приспособлений имеют свои недостатки и преимущества. Недостатки всех вышеуказанных приборов заключаются в общем свойстве их конструкции (наметки), а именно приходится спиливать по закаленным поверхностям, а такой способ работы, как это известно из опыта, влечет за собой преждевременный износ пилы. Кроме того, направляющие закаленные площадки приборов изнашиваются от усиленной и продолжительной работы по ним пилой или медной оправкой с наждаком, вследствие чего приходится разверка самого приспособления, требующая его периодической выверки, а в некоторых случаях и замены на новые.

Громадное преимущество этих приспособлений заключается в следующем:

1) Выше мы видели, что вырезы в лекале не должны быть перекошены, т. е. рабочие площадки его должны быть перпендикулярны к плоскостям лекала; неопытный лекальщик и в особенности ученик, мало освоившийся с лекальными работами, может легко допустить подобный дефект в изготовлении лекал, при пользовании же приборами вышеуказанной конструкции, перекоса легко избежать даже ученику лекальщику.

2) Пользование приборами устраняет необходимость пользоваться некоторыми мерительными инструментами как то: штангенциркулем, глубомером, угломером; последние сосредоточены в самих приспособлениях.



Тепловая обработка железных лекал.

Не редко приходится выслушивать жалобы работающих на производстве стальных лекал в том отношении, что лекало в закалке „раздуло“ и не смотря на все старания исправить лекало, исполнить это не удастся; контроль лекало не принимает, благодаря чему завод или фабрика несут не малый материальный ущерб. Очень часто лекало хотя и удовлетворяет после закалки всем требуемым размерам, но оно настолько бывает мягко, что требует безусловной перезакалки, а последняя не безопасна в смысле сохранения размеров лекала.

Дело в том, что химически чистое железо на рынке не встречается, лекальное производство обслуживается сталью и так называемым железом (малоуглеродистая сталь) 1-ое и 2-ое представляют из себя сплав химически чистого железа с углеродом, при чем сплав этот в зависимости от % содержания углерода, проявляет, при закалке, характерное свойство-изменение первоначального удельного объема, а это одно из самых вредных явлений в производстве лекал.

I. Структурные составляющие железа, стали и чугуна.

Структурными составляющими железа, стали и чугуна, обнаруживаемыми под микроскопом, после соответствующего вытравления образца (шлифа), являются: Феррит, цементит, перлит, графит (обнаруживается и без травления) аустенит, мартенсит, троостит и сорбит.

Из них: феррит, цементит и перлит являются нормальными составляющими железа, стали и чугуна в обыкновенном их состоянии (не закаленном).

Аустенит, мартенсит и троостит встречаются исключительно в закаленной стали и в закаленных чугунах.

Сорбит близок к перлиту, лежит на рубеже между перлитом и трооститом.

Графит является нормальной составляющей серого чугуна.

Феррит, цементит, аустенит и мартенсит суть самостоятельные фазы в структуре железа и стали.

Перлит, сорбит и троостит—механические смеси двух определенных фаз (феррита и цементита), но с разной степенью дисперсности.

Ф е р р и т.

Эта составляющая наблюдалась впервые Сорби (Sordy) в 1863 г. в сварочном железе.

Феррит представляет собою химически чистое, или по крайней мере не содержащее углерода, железо α , (по терминологии Осмонда).

Рыночное железо, содержащее мало углерода, состоит, главным образом из феррита.

Если обработать шлиф чистого (электролитического) или малоуглеродистого железа каким либо известным нам реактивом (пикриновая, соляная, азотная кислоты и др.), то под микроскопом мы увидим отдельные зерна (полиэдры, клетки) Феррита.

Микроснимок (213) принадлежит электролитическому железу, а (205) и (206)—малоуглеродистому железу с $C=0,21\%$. На последних снимках: светлая (простая) составляющая—перлит (см. ниже).¹⁾

¹⁾ Примечание: Все микроснимки следует разсматривать в обратной окраске структурных составляющих, где темная составляющая на снимке, так на шлифе под микроскопом должна быть видна светлая составляющая.

При слабом травлении, зерна (полнэдры) эти представляются совершенно светлыми, неокрашенными—только стыки между отдельными зернами представляются в виде черных линий.

При долгом же травлении, вся поверхность ферритовых зерен покрывается так называемыми фигурами травления.

На фиг. 205 и 206, фигуры травления видны в виде раби на феррите.

Фигуры травления, как показал Стед (Stend), являются видимыми следами ясно выраженной кубической спайности, свойственной ферриту, как кристаллическому веществу правильной системы. Каждое зерно феррита представляет собою агрегат многочисленных очень мелких кристалликов (кубов), ориентировка которых постоянна для данного зерна (клетки), но различна от зерна к зерну. В некоторых же случаях от ферритовой массы по спайности можно выделить механическим путем довольно больших размеров кристаллы (кубы).

Фигуры травления и являются видимым выражением внутренней кристаллографической симметрии феррита.

Не только чистое железо, но всякая сталь (не закаленная и всякий чугун содержит феррит, конечно тем в меньшем количестве, чем больше в них углерода (связанного с железом в виде карбида—цементита).

Феррит встречается в стали: 1) свободным—в виде масс неправильной формы (214), либо в виде сетки (оболочки зерен, см. фиг. 215 в тесном сочетании с цементитом, в виде так называемого перлита (фиг. 216). Под перлитом разумеется тонкая механическая смесь пластинок феррита и цементита.

По механическим свойствам, феррит мягок. Он—самая мягкая из всех структурных составляющих железа, стали и чугуна вот почему при полировке шлифа в рельеф, феррит стирается более других составляющих, образуя углубления. Твердость феррита, по шкале Mohs'a равна 4, т. е. твердости плавикового шпата (определено Bouynton'om при помощи микросклерометра iaqqa'a).

Ц е м е н т и т.

По составу, цементит представляет собою карбид железа Fe_3C .

В противоположность ферриту, цементит очень тверд и хрупок, вследствие чего при полировке в рельеф он всегда выделяется над всеми другими составляющими стали. Если принять твердость феррита за единицу, то твердость цементита равна 272, а по шкале Mohs'a твердость цементита выше твердости корунда.

Подобно ферриту, цементит встречается в двух формах: свободной и в тесном сочетании с ферритом (в перлите).

В твердой стали (свыше 0,9 % углерода), цементит находится и в той, и в другой форме. В стали средней твердости (менее 0,9 % углерода), и мягкой цементит находится только в тесном сочетании с ферритом в виде перлита.

Свободный цементит в свою очередь встречается в стали: 1) в форме сетки (оболочки зерен), см. фиг. 208, 2) в форме длинных иголок или пластинок (фиг. 209 и 210). Последней формой он отличается от свободного феррита, залегающего сплошными массами. Но иногда и цементит встречается в стали в виде сплошных масс (фиг. 207) большей или меньшей величины, вплоть до мелких зернышек. Эта форма (третья) встречается главным образом в механически обработанной (энергично и при низких температурах) стали. *Форма цементита в виде мелких зернышек является наиболее желательной для практической стали, в частности идущей на изготовление лекал.*

П е р л и т.

Перлит (обычного вида) представляет собою тесную механическую смесь пластинок феррита и цементита, перемежающихся, но никогда не пересекающихся друг с другом (в пределах определенного участка—зерна). Строение перлита напоминает строение эвтектических смесей. Перлит назван так за свой перламутровый блеск, который он имеет при косом освещении.

Перлит имеется во всякой стали и всяком чугуне, полученных в условиях медленного (обычного) охлаждения.

Сталь, содержащая ровно 0,9 % С, состоит исключительно из перлита (см. фиг. 211 и 212). Такая сталь называется *эвтектоидной* (термин, предложенный Howe и ныне всеми принятый). Сталь, содержащая менее 0,9 % С, состоит из свободного феррита и перлита (см. фиг. 216 и называется *гипо-эвтектоидной* или *до-эвтектоидной*). Сталь, содержащая более 0,9 % С, состоит из свободн. цементита и перлита (207, 208, 209 и 210) и называется *супер-эвтектоидной* или *за-эвтектоиды*.

Отличают „пластинчатый“ и „зернистый“ перлит.

Обыкновенно встречается первая разновидность перлита. При этом пластинки перлита часто бывают настолько тонки и так тесно прижаты друг к другу, что требуется большое увеличение микроскопа для распознавания их.

Твердость перлита в отношении феррита равна 4,3 (Boynpton).

М а р т е н с и т.

Если сталь нагреть выше 900° Ц. (точка А), то все структурные элементы ее феррит+перлит, цементит+перлит (растворяются друг в друге, давая однородный твердый раствор. Если нагретую выше этого предела сталь быстро охладить в холодной воде (закалить), то однородный твердый раствор зафиксирован в так называемый мартенсит—структурную составляющую стали, названную так в честь одного из пионеров металлографии—Мартенса (Martens).

Под микроскопом, после вытравливания каким либо реактивом (лучше всего 1% раствором соляной кислоты в спирте, или 4% раствором пикриновой кислоты в спирте), мартенсит представляется в виде игл параллельно расположенным по трем различным направлениям. Пересекаясь иглы иногда образуют равносторонние треугольники, что указывает на принадлежность кристаллов мартенсита к правильной системе. Вытравлять мартенсит до ясного проявления структуры приходится значительно дольше, чем обыкновенную сталь.

Мартенсит обладает всеми свойствами твердого раствора. Состав его (содержание углерода) непрерывно изменяется. Сталь, с любым содержанием углерода, дает, после нагревания, до известной температуры и закалки, мартенсит.

Температура закалки имеет значительное влияние на строение мартенсита. Чем ниже температура закалки, тем мельче рисунок мартенсита. Эвтектоидная сталь, закаленная при температуре только немного выше точки A_1 , т. е. (в этой стали все три критич. точки совпадают), напр. при 725°, дает мартенсит очень мелкого рисунка, почти однородный (подобный мартенсит часто называется гартенитом).

Мартенситу, как и ферриту, перлиту и аустениту, свойственна зернистая (полиэдрическая, клеточная) структура (см. фиг. 217).

Величина зерен всецело зависит от состава стали и температуры закалки: чем выше температура, тем крупнее зерна и наоборот.

Мартенсит же, как вещество крайне неустойчивое, успевает превратиться хотя бы отчасти в троостит, во—первых, в случае закалки недостаточно сильной и во—вторых, когда при распиловке и полировке образца, хотя бы и сильно закаленной стали, не были приняты меры, что бы избежать нагревания ее (отпуска). В последнем случае, в момент разглядывания шлифа под микроскоп, уже может не быть истинного мартенсита, а только мартенсит более или менее превращенный в троостит и тогда он будет окрашиваться реактивами.

В закаленной стали, мартенсит зачастую сопровождается трооститом, аустенитом, ферритом и цементитом.

Мартенсит сопровождается трооститом (частный случай на практике) в случае менее энергичной закалки, чем закалка на чистый мартенсит (фиг. 218 и 219). Мартенсит сопровождается аустенитом (редкий случай на практике) в случае более энергичной закалки, чем закалка на чистый мартенсит. Наконец, мартенсит сопровождается ферритом, либо цементитом (частый случай на практике) в случае, так называемой неполной (частичной) закалки, когда закалка произведена в кри-

тическом интервале температур, между A_1 и A_2 (775°C) в первом случае (сопровождение ферритом) над до-эвтектоидной сталью, а во втором (сопровождение цементитом) над за-эвтектоидной сталью ф. 211.

По механическим свойствам, мартенсит очень тверд и хрупок. По данным Вуолпюа, твердость мартенсита приближается к твердости цементита. Если принять твердость феррита за единицу, то твердость мартенсита равна 239.

Кроме твердости и хрупкости, характерной особенностью мартенсита является его высокое электрическое сопротивление. Если принять электрическое сопротивление обыкновенной (после отжига) стали за единицу, то электрич. сопротивление закаленной на мартенсит стали в среднем=2.

По магнитным свойствам: мартенсит магнитен. Это свидетельствует о том, что мартенсит представляет собою твердый раствор углерода не в железе γ , которое не магнитно, и не в железе β , которое тоже не магнитно (и во всяком случае не только в железе γ или β), а в железе α .

А у с т е н и т.

Назван Осмондом в честь известного исследователя Роберте — Аустена Roberts-Austen. Аустенит, подобно мартенситу, также представляет зафиксированный быстрым охлаждением (закалкой) твердый раствор железа с углеродом. Однако, аустенит стоит ближе к теоретическому твердому раствору (тому твердому раствору, который получается при нагревании стали выше точки A_2) чем мартенсит, что вытекает из способа получения того и другого.

Аустенит получается при более сильной еще закалке (более высокая температура нагрева, охлаждение в ледяной воде) чем мартенсит, причем для получения его берется обязательно твердая сталь. Ясно, что получаемая при этих условиях структурная составляющая должна быть ближе к теоретическому твердому раствору, чем мартенсит.

В случае мартенсита, получаемого при менее сильной закалке, твердый раствор, прежде, чем зафиксировать в определенную структуру (мартенсита), имеет некоторое время для изменения своих первоначальных свойств (главным образом для превращения железа γ в железо β и в железо α).

Не то в случае аустенита, когда время для такого изменения, благодаря быстрой закалке, сокращено до минимума.

Маурер (Mauger) получил (1909 г. чистый аустенит при закалке стали эвтектоидного состава (C—0, 93%), но содержащей значительное количество марганца Mn=1,67%). Эта сталь была нагрета до 1050° , продержана при этой температуре 15° и затем охлаждена в ледяной воде. Микроструктура ее дана на снимке 222. Строение аустенита в этом случае очень напоминает строение латуни: большие однородные полиэдры с двойниковым сростанцем.

А. А. Бойков (1909 г.) получил чистый аустенит при закалке стали состава: C=1,79, 2,14, Mn=2,14, S=0,89. Эта сталь была нагрета до 1110° и охлаждена в ледяной воде. Микроструктура ее представлена на снимке, фиг. 223: зернистая (полиэдрическая, клеточная) структура, вполне напоминающая таковую чистого железа. Это—обычное строение аустенита.

В специальной стали, с большим содержанием никкеля (до 25% или марганца (до 13%)), чистый аустенит получается легко без всякой закалки, при самых обыкновенных условиях охлаждения.

В углеродистой стали, не содержащей, кроме углерода, других примесей (или содержащей их мало) чистого аустенита до сих пор не удавалось получить, даже при условиях самой энергичной закалки.

В этом случае аустенит всегда сопровождается мартенситом или трооститом, или тем и другим вместе.

Тот же Маурер, беря сталь с $1,66\%$ C и только $0,09\%$ Mn, после нагревания ее до 1110° и закалки в ледяной воде, получил структуру, состоящую из $2/3$ аустенита + $1/3$ мартенсита (см. снимок 224).

По механическим свойствам, аустенит значительно мягче мартенсита и менее хрупок. Это обстоятельство находится в тесной связи со свойствами железа γ .

твердый раствор которого с углеродом представляет собою аустенит, по сравнению со свойствами железа α , которое по видимому, присутствует в мартенсите и которое находится в нем в особом состоянии. Само по себе железо α мягко, но при переходе γ в α , при закалке, сопровождается значительным увеличением объема. Это превращение, совершаясь с весьма большою скоростью в твердой среде, делает металл сильно напряженным, претерпевшим внутреннюю наклепку и потому очень твердым.

По *Wynton*'у твердость аустенита по отношению к твердости феррита=104 (определение по методу *Laggar'a* Аустенит, согласно этому автору, несколько тверже троостита (твердость троостита=88).

По *Maurer*'у, определявшему твердость другим методом (метод *Shore'a*) чистый аустенит даже мягче троостита.

Электрическое сопротивление высокое, но несколько ниже, чем у мартенсита (*Maurer*).

По магнитным свойствам: аустенит не магнитен. Это свидетельствует о том, что аустенит представляет собою твердый раствор в железе γ .

С о р б и т.

Сорбит является переходной формой между мартенситом (т.е. раствором) и перлитом только несравненно более близкой к перлиту, чем к мартенситу. Сорбитовая сталь, в отличие от медленно охлажденной, представляет собою систему вне равновесия (неустойчивого равновесия), хотя опять таки несравненно более близкую к состоянию устойчивого равновесия, чем закаленная сталь (мартенсит).

Как переходная форма, сорбит не имеет вполне определенных свойств. Все зависит от того, в какой степени он приближается к нормальному перлиту.

Впрочем и сам перлит не имеет вполне определенных свойств. Мы знаем, что существует перлит „пластинчатый“ и „зернистый“. Далее, „пластинчатый“ перлит в свою очередь может быть, в зависимости от охлаждения, с ярко выраженной дифференцировкой (крупнослойный) и тонко выраженной дифференцировкой (тонкослойный). Та или иная дифференцировка перлита в сильной степени сказывается на его свойствах (механических).

Сорбит тверже перлита, но твердость его различна, в зависимости от степени его приближения к перлиту. По *Wynton*'у, твердость сорбита (в отношении к твердости феррита, принятой за единицу) изменяется от 5 до 52, в среднем около 30.

При вытравливании различными реактивами (напр., раствором пикриновой кислоты в спирте), сорбит имеет тенденцию быстро окрашиваться в коричневый цвет.

Получить сорбит можно различными путями:

а) Охлаждая нагретую выше критических точек сталь сравнительно быстро, не доводя однако до явной закалки (напр., охлаждая маленькие штуки на воздухе, либо закалывая большие штуки в масле ф. 220).

Т р о о с т и т.

Назван Осмондом в честь французского исследователя Трооста. Троостит представляет собою форму не вполне изученную. Осмонд, впервые, открывший троостит в закаленной стали, вначале относился к нему очень осторожно. Впоследствии *Ле-Шателье* (*H. Le Chatelier*) и *Бенедикс* (*C. Benediks*) определили условия его образования.

По *Ле-Шателье*, троостит получается при закалке стали в момент максимального ее сжатия (около 750°. Если образец стали (*Ле-Шателье* брал эвтектоидную сталь с 0,90% С) нагревать, до точки A_1 (700° Ц) он расширяется. В точке A_1 происходит внезапное сжатие образца, скоро достигающее своего максимума, после чего опять начинается увеличение объема. (Точка A_1 —отвечающая температуре 700° относится к стали с любым процентным содержанием углерода).

Если образец накалил в начале его сжатия, то получится только перлит. Если образец закалить в момент максимального сжатия, то получится троостит с малым количеством перлита. Наконец, если закалку произвести в тот момент, когда образец после максимального сжатия принял свой первоначальный объем, то получится чистый мартенсит.

По Бенедиксу, троостит можно получить при всяких температурах закалки. Все зависит от скорости охлаждения при закалке. Именно, троостит получается при умеренной скорости охлаждения.

По опытам Бенедикса, образец стали с 1% С, 0,25% Мп, 0,15% Si, будучи закален при 725° и при скорости охлаждения=9,5 секунд дал исключительно троостит.

Оставляя температуру закалки прежней (725°), но увеличивая скорость охлаждения путем, напр., уменьшения размеров образца, мы не получили бы уже чистого троостита, а получили бы мартенсит, или, по крайней мере, смесь мартенсита с трооститом. Уменьшая скорость охлаждения, мы при той же температуре закалки, получили бы сорбит или даже перлит.

Под микроскопом троостит представляется в виде однородной твердой составляющей, которая от пикриновой кислоты, йода и др. реактивов сильно окрашивается в коричневый до сине-серого цвет (см. фиг. 221, относящуюся к заэвтектоидной стали: темная составляющая—цементит, светлая—троостит).

Влияние специальных примесей.

Такие примеси, как марганец, хром и никель, несомненно благоприятствуют образованию троостита. Путем закалки, троостит получается легче в присутствии этих примесей, чем без них. Это потому, что эти примеси понижают точки превращения в стали, а при понижении точек превращения увеличивается внутреннее трение, мешающее распаденню твердого раствора на его составные части (распаденню в перлит).

Наоборот, путем отпуска закаленной стали, получить троостит труднее в присутствии примесей, чем без них. Температура отпуска при наличии указанных примесей, должна быть несколько выше, чем без них.

Это обстоятельство всегда нужно иметь в виду, когда дело идет о практической стали, почти всегда содержащей довольно значительное количество Мп. Если для получения троостита из закаленной стали, не содержащей Мп, достаточно нагреть ее до 300°, то в присутствии Мп требуется температура свыше 300°. Точно также для получения сорбита из марганцовистой закаленной стали требуется температура отпуска свыше 400°.

Троостит, подобно сорбиту, имеет важное практическое значение. При закалке стали, на практике, часто имеют дело с трооститом, или смесью мартенсита с трооститом.

Технические свойства стали, содержащей троостит, характеризуются значительной твердостью такой стали. По твердости, троостит занимает середину между мартенситом и сорбитом.

В отношении хрупкости троостита, мы, к сожалению, имеем мало точных данных, по видимому сам по себе троостит еще достаточно хрупок, хотя и не столько хрупок, как мартенсит. Наличие в троостите хрупкости существенно отличает его, в практическом смысле, от сорбита. Это же обстоятельство заставляет говорить в некоторых случаях о троосто-сорбите, именно в тех случаях, когда микроструктура ясно указывает на некоторую дифференцировку, а механические свойства в то же время свидетельствуют о хрупкости.

Разматривая диаграмму плавкости железо-углеродистых сплавов необходимо напомнить здесь следующее:

1) Область между линиями ζ OS, а S и A-а есть область однородных твердых растворов: аустенитовая (терминология Хоу (Howe) или область γ (терминология Осмонда).

2. Область внутри треугольника ζ OM: две тв. фазы — δ (чистое железо) + γ (тв. растворы).

3. Область внутри трапеции MOSP: две тв. фазы α (Феррит) + γ (тв. растворы).
4. Область ac SK: тв. фазы—цементит + γ , либо графит + γ .
5. Область ниже PS: две тв. фазы—феррит + цементит (в перлите), либо феррит + графит (стабильная система).
6. Область ниже SK: две тв. фазы—цементит + феррит в перлите, либо феррит + графит (стаб. сист.).

Диаграммы плавкости железо-углеродистых сплавов, относятся к III типу диаграмм плавкости. Но от обычных диаграмм этого типа она отличается нижнею своею частью отвечающую превращениям в твердом виде.

Примечательно, однако, что нижняя часть диаграммы имеет построение аналогичное верхней: те же две снижающиеся ветки (Jos аналогичная AB, и a S, аналогичная CB) которая пересекаются в минимальной точке S (аналогичной точке B).

Аналогия распространяется не только на построение, но и дальше.

По правым ветвям CB и a S ($S'a'$) выделяется (при охлаждении) цементит (графит) с той лишь разницей, что в верхней части диаграммы это выделение имеет место в жидкой среде, а в нижней—в твердой.

Эвтектическая точка B и горизонтальная эвтектическая линия (ac) верхней части диаграммы вполне аналогичны точке S и горизонтальной линии PK-нижней части диаграммы.

Линия (ac) отвечает распаденню, при определенной температуре, жидкого сплава определенного состава (состав определяется точкою B) в твердый конгломерат из двух составляющих (эвтектическая смесь—ледобурит) характерного строения.

Линия PK отвечает подобному же распаденню, при определенной температуре, твердого сплава (твердого раствора) определенного состава (состав определяется точкой S) в твердый конгломерат из двух составляющих, подобного же строения (перлит).

Последний конгломерат (перлит), как образующийся в твердой среде, в отличие от первого (эвтектической смеси), образуемого в жидкой среде, назван, по предложению Хоу (Howe), *Эвтектоидом*.

Точка S называется *Эвтектоидной точкой*, линия PK—*Эвтектоидной линией*.

Наклонная линия COS нижней части диаграммы отвечает, как мы видели, началу распада (при охлаждении), или концу образования при нагревании твердого раствора, т. е. началу выделения (при охлаждении) или концу растворения (при нагревании) феррита и в тоже время аллотропическому превращению γ в β (и обратно), что отвечает критической точке A-3 чистого железа. Точка A-3 (A-3, —2—для участка Os) для углеродистого железа, с увеличением содержания углерода, падает, согласно линии COS.

Горизонтальная линия MO отвечает аллотропическому превращению β в α (и обратно), т. е. критической точке A₂ имеющей место, как в чистом так и углеродистом железе, при одинаковой температуре. Последняя линия в то же время отвечает и магнитному превращению.

Наконец, горизонтальная эвтектоидная линия PJK отвечает, как мы видели, точке A1 (точка a Чернова), имеющая место только в углеродистом железе. В точке S диаграммы все три критические точки A₂, A₂ и A₁ сходятся (точка A₂, 2, 1).

Точка A₁ (точка a Чернова)—это такая точка, до которой или выше которой необходимо нагревать сталь, дабы она приняла закалку; сталь, нагретая ниже этой точки закалку не принимает.

Гор (Core) нашел, что при охлаждении нагретой до высоких температур железной проволоки, последняя, переходя, через красное каление, претерпевая быстрое расширение, которое не наблюдается в дугих металлах.

Баррет продолжая исследование Гора нашел, что стальная проволока охлажденная до темно-красного каления, внезапно на момент загорается ярко-красным калением. Это явление Баррет назвал *рекалиесценцией* (отвечает точке a Чернова).

Линия «AS» (линия растворимости цементита в γ железе (точка а).

По этой линии начинает выделяться из твердого раствора цементит, при охлаждении. Термический метод с трудом улавливает превращения, отвечающие этой линии, по причине незначительного термического эффекта, которым сопровождаются эти превращения. Поэтому разные авторы дают несогласные результаты для положения линии AS.

Но, независимо от этого, нам думается, разногласие объясняется еще и тем, что разные авторы работали с неодинаково чистой сталью.

Линия as, полученная Карпентером и Килингом, лежит значительно ниже, чем у Роберте—Аустена. Но последний работал со сталью содержащей Mn=0.29—0.39% и Si=0.006—0.007%, тогда как сталь Карпентера и Килинга совсем не содержала Mn, а содержание Si, наоборот, достигало 0.16%. При этих условиях, линия a s Карпентера и Килинга и должна лежать ниже линии Роберте—Аустена.

Гейн (Heup) применил для определения положения линии as метод (см. линия A-a') микрографического исследования закаленных при различных температурах образцов, но его исследования теряют свою ценность именно потому, что он не указывает содержания других примесей в исследуемых им образцах, кроме углерода.

Этот же метод недавно был применен Варком (N. Wark) в лаборатории Бюста. Работа Варка заслуживает полного внимания. Автор заготовил слитки, весом 150 гр. (расплавление в магнелиином тигле и медленное в течение 20 часов охлаждение во избежание ликвации). Было заготовлено 10 сплавов с содержанием C=1.21—1.96%, чистых в отношении других примесей (Mn=0.07—0.09% si=0.03—0.05% Ph—сл.).

Каждый слиток разрезается на 8 частей (секторов) и от каждой части брался маленький образец весом 1 гр. Нагревание всех образцов, при температурах выше 1000°, производилось под прикрытием BaCl₂, а при низких температурах—смеси: 51 ч. KCl и 49 ч. NaCl. Все образцы (8) слитка с 1.96% C нагревались до 1140°, медленно охлаждались до 1120°, 10 минут выдерживались при последней температуре и после этого закачивались в воде комнатной температуры. Микроструктура образцов при этом состояла из аустенита—мартенсита+некоторое количество ледебурита. Более продолжительное выдерживание в течение 30 мин. не изменило дела.

Слиток с 1.76% C, при этих условиях, дает также некоторое количество ледебурита. Чтобы убедиться, не является ли этот ледебурит результатом не установленного равновесия при недостаточно медленном охлаждении от 1140° до 1120°, два образца были вновь нагреты до 1120°, выдержаны при этой температуре 3 часа и затем закалены. Ледебурит и при этих условиях все же сохранился, хотя и в очень незначительном количестве.

Слиток с 1.65% C не обнаружил, при описанных условиях нагрева и закалки, даже следов ледебурита.

Бабшин, в согласии с ранее (1909) произведенным исследованием Гутовского, приходит поэтому к выводу, что предел растворимости цементита в твердом γ железе (точка а) равен 1.7% C.

Все образцы, с содержанием C ниже 1.7%, Бабшин нагревал до 1100°, медленно охлаждал до желаемой температуры, выдерживал при этой температуре определенное время (10 минут), закачивал и затем разсматривал под микроскопом.

По аналогии с жидкими растворами, Бабшин принимал за концентрацию, отвечающую данной температуре, ту концентрацию, при которой под микроскопом только что начинает появляться цементит.

Микроскопически установилось, при какой наивысшей температуре первое выделение цементита имело место и при какой наинизшей температуре еще чистый мартенсит сохранялся; средняя из этих двух температур и принималась за начало выделения цементита для соответствующей концентрации углерода.

Так получены были следующие данные, по которым и построена кривая as, изображенная на диаграмме.

При содержании С:	Температура начала выделения цементита
1.65 %	1065°
1.55 "	1015°
1.50 "	995°
1.45 "	975°
1.32 "	935°
1.21 "	895°

Попутно Бабошин установил время, потребное для достижения равновесия между однородным твердым раствором и цементитом при охлаждении сплава и пришел к заключению, что для этой цели достаточно выдерживания (масса 1 гр.) при данной температуре в течении 10 мин.

Кривая as, полученная при помощи этого метода, представляет собою кривую равновесия; она проходит выше соответствующих кривых, полученных другими авторами с помощью термического метода.

Линия A'S' растворимости Элементарного углерода (графита) в γ железе. Выделение углерода отжига (линия P' K').

О растворимости элементарного углерода в твердом железе имеются данные у Шарпи (1907 г.), Бендикса (1908 г.) и у Руера с Ильным (1911 г. Мы остановимся на последней работе, как наиболее полной.

Авторы, при своих опытах, брали за исходный материал чистый белый шведский чугун, состава: C=3.75%, Mn=0.21%, Si=0.05%, S=0.006%, P=0.01%.

Этот чугун предварительно расплавлялся в графитовом, выложенном магнетитом, тигле с соответствующим количеством сахарного угля и затем быстро охлаждался. При этом получался белый чугун с 4—4½% С. Этот обогащенный материал превращался в серый чугун после вторичной переплавки, с последующим медленным охлаждением, и в пустоте, дабы избежать окисления. При 4% (в среднем) С, получались серые чугуны, содержащие меньше 0.50% связ. углерода.

4—10 грам такого серого чугуна помещались, во избежание окисления, в зашланговую кварцевую трубку, 1 сант. диаметром и 3 сант. длиной; трубка с чугуном нагревалась до определенной температуры в кригтольной печи, или печи Heraeus'a. По истечении 6 час., трубка вынималась из печи и погружалась в холодную воду. По прибыти связ. углерода в нагретом и закаленном образце, судили о растворимости графита.

Опыты показали, что графит растворяется в твердом железе, начиная от 800° в следующих количествах:

1120°	1.25 %
1100°	1.24 "
1000°	0.99 "
900°	0.84 "
800°	0.75 "

В пробах, нагретых до 700°, не наблюдалось никакой прибавки связ. углерода.

Указанные содержания связ. углерода являются насыщающими железо при данных температурах. Опыты показали, что для насыщения продолжительность нагревания при данной температуре в течение 6 час. вполне достаточна.

Согласно этим данным, кривая растворимости элементарного углерода в твердом железе $a's'$ имеет вид, указанный на диаграмме. Эта кривая, как видим, проходит значительно левее кривой растворимости цементита в γ железе.

Опыты Руера и Ильина касались также интересного вопроса о *выделении углерода отжига*. Исходным материалом для этих опытов служил чистый серый чугун с 0,5% связ. углерода.

Опыты показали, что графит, перешедший в твердый раствор при нагревании между 800° и 1100°, обратно, при охлаждении проб не выделяется в интервале этих температур.

Обратное выделение углерода, перешедшего в раствор, происходит только тогда, когда сплав медленно охладится до температур ниже 800°. Таким образом, *скорость выделения элементарного углерода (углерода отжига), которая выше 800° практически ничтожна, ниже 800° приобретает окончательную величину.*

Выделение углерода отжига из твердого раствора, начинаясь от 800°, продолжается по крайней мере до 400°. При последней температуре, скорость выделения имеет еще заметную величину.

Хотя между 1100° и 800° не происходит заметного выделения углерода отжига, однако для результатов выделения углерода ниже 800° не безразлично, как долго материал пребывал при температуре выше 800°. Опыты показали, что, чем дольше пребывает материал в области температур выше 800°, тем лучше выделяется углерод отжига ниже 800°.

Изложенные факты говорят за то, что линия $a's'$ представляет собою лишь линию растворимости элементарного углерода в твердом железе, а не линию выделения из твердого раствора углерода отжига, иными словами, что процессы происходящие по линии $a's'$, не обратимы.

Необратимость процессов вдоль линии $a's'$ можно объяснить на основании теории Геренса (Coerens). Мы знаем, что, по этой теории графит (угл. отжига) является продуктом не первичного, а вторичного образования, продуктом разложения цементита (Fe_3C). Если это так, значит элем. углерод, перешедший в раствор при нагревании по линии $a's'$, при охлаждении этого твердого раствора должен выделиться в виде Fe_3C (цементита). Выделение же последнего из твердого раствора происходит по линии a , т. е. при температурах значительно более низких. Только, выделившись по линии a , цементит имеет возможность, при дальнейшем охлаждении, разложиться и дать углерод отжига.

А что цементит разлагается при температурах около 700° и выше это давно известно из заводской практики отжига белых чугунов. По опытам Hatfield'a над заводскими чугунами, структурно—свободный цементит разлагается при нагревании между 800° и 900° цементит же перлита разлагается при более низкой температуре, между 650° и 740°.

Чистое железо: феррит (зерна-полиэдры-клетки).

Чистое железо, при медленном охлаждении, сохраняет состояние V вплоть до точки A_2 (900°). В этой точке V переходит в B. Последнее в точке A_1 (770°) переходит в α .

Спрашивается, какова структура всех этих модификаций железа.

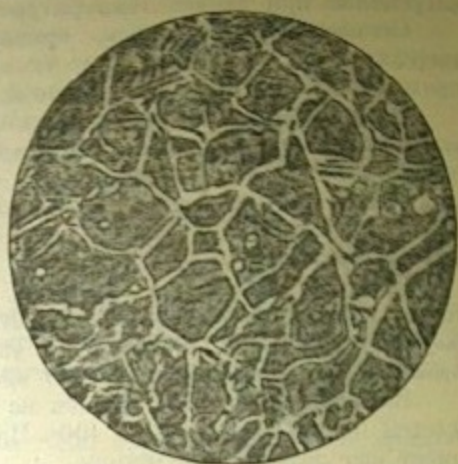
Железо V тем существенно отличается от α и B форм, что ему в сильной степени присуща способность к сохранению остающихся деформаций (линий скольжения), как проявление двойникового сращения кристаллов.

Мы видели также, что эта особенность (двойникового сращения) присуща и чистому аустениту, который ведь также представляет собою железо V, но в растворе с углеродом. Этой способности совсем лишена модификация B и в гораздо меньшей степени обладает ею модификация α .

Выше мы видели, что железу α (ферриту) свойственна зернистая (клеточная) структура. Свойственна ли такая же структура и модификациям γ и β и если свойственна, то совпадают ли все три структуры между собой. Интересные опыты в этом отношении были проделаны А. Кроллем.

Образец железа ($C = 0,03$, $Mn = 0,25$, $P = 0,041$, $S = 0,039$), предварительно отполированный и протравленный на холоду на полиадрическую структуру феррита (α) был медленно нагрет до 950° в фарфоровой трубке в продолжение 4 час. Нагревание велось, во избежание окисления, в атмосфере водорода.

По охлаждении образца, можно было наблюдать под микроскопом совершенно отчетливо три различные полиадрические сетки. Одна сетка — та, которая была проявлена на шлифе предварительной протравкой на холоду, эта сетка принадлежит железу α . Две другие сетки обнаружались, благодаря простому нагреванию в упомянутых условиях, без всякого специального вытравливания при высоких температурах. Все три сетки видны на снимке, 227.



Фиг. 227. Очень мягкое железо после полировки, травления нитриновой кислотой и нагревания в атмосфере водорода при 950° Ц. с обычным охлаждением). Две сетки принадлежащие γ и α железу.

Сетка I принадлежит ферриту (железу α). Сетка II, диаметрально пересекающая сетку α железа и наиболее резко выраженная, принадлежит γ — железу. Между этими двумя сетками III сетка в рельефе в виде темных полос, которые представляют, по мнению Бабошина сетку β — железа.

Нет сомнения, что полиэдры γ и β получались благодаря перестройке, связанной с изменениями объема, в точках A_3 и A_2 Осмонда. Известно, что γ — железо имеет наибольшую плотность по сравнению с другими модификациями железа. При нагревании, железо, переходя через верхнюю точку A_3 , претерпевает быстрое и сильное сжатие. II-я сетка снимка и отвечает этому превращению, т. е. переходу β в γ , или наоборот. III сетка-рельефная по мнению Бабошина принадлежит β — железу; эта сетка могла образоваться при нагревании (при переходе через $t. A_2$), или при охлаждении (при переходе через $t. A_3$).

Опыту Кролля можно поставить на минусе то, что нагревание образца при этом опыте производилось в атмосфере водорода. Окклюзия водорода могла повлиять на структуру. Ле-Шателье считает не доказанным отождествление автором III-й сетки с β железом.

Но если даже согласиться с Ле-Шателье, то и тогда нельзя отказать этому методу в простоте, остроумии и убедительности в целях демонстрирования аллотропических модификаций железа, по крайней мере двух из них: γ и α .

Humfrey и Rosenhain, впрочем применили тот же метод еще раньше (1909 г.) Кролля, нагревая шлифы электролитического железа в пустоте, при 1000° .

По охлаждении, под микроскопом констатировано было две системы (две, а не три) линий:

1) Резко выраженная полиадрическая сетка, границы (очертания) которой представляются в виде γ образных желобков в поверхности. Сетка эта, принадлежащая кристаллам γ — железа, испещрена частыми параллельными полосками, оканчивающимися у ее границ. Эти полоски-очевидно проявления двойниковых кристаллов, которыми характеризуется γ железо.

2) Вторая, более крупная сетка, границы которой пересекают границы первой сетки, обнаруживается тонкими темными линиями. Эти линии выявляются после вытравливания шлифа. Вторая сетка отвечает системе кристаллов, сохраняемых после охлаждения.

Из вышесказанного ясно, что по крайней мере двум модификациям железа γ и α свойственны те же характерные черты структуры, как и аустениту: октаэдр-

рическая кристаллизация с одной стороны и зернистая (полиэдрическая-клеточная) с другой.

При этом чистому железу в состоянии γ , помимо этого, свойственна и третья структурная особенность аустенита — именно двойниковое сращивание кристаллов (двойниковая штриховатость).

Октаэдрическая кристаллизация чистого железа (феррита) лучше всего доказывается так называемой видманштетовой структурой. Чер. 230, 231, 232, 233.

2. Температурный режим при цементации железа.

Цементация есть процесс насыщения (обогащения) верхних слоев железного предмета углеродом.

Рассматривая все вышесказанное приходим к заключению, что наиболее выгоднейшей температурой цементации, в нашем случае железных лекал и калибров, является температура 900—950°; при более же высокой температуре в особенности в присутствии ускорителей (сода, поташ) наружный более углеродистый слой металла приобретает строение грубой цементитовой сетки, не исчезающей при нормальной закалке. Конечно слишком высокая температура при цементации ($> 1000^\circ$) способствует более энергичной цементации. Но сам процесс цементации при этом становится мало экономным (усиленное сжигание топлива в печи), а кроме того строение науглероживание имеет и свою слабую сторону, а именно: быстрое науглероживание легко может привести к пересыщению металла углеродом. Дело в том, что содержание углерода в поверхностном слое желательно иметь не выше 0,9%, иначе говоря, в поверхностном слое не желательно идти далее чистого перлита (эвтектоидная сталь). При содержании свыше 0,9% к перлиту присоединяются иголки цементита (заэвтектоидная сталь). Иголки же цементита делают сталь излишне хрупкой. Однако трудно утверждать, что процесс цементации должен происходить всегда при одной и той же температуре, последняя зависит от многих обстоятельств.

1) От материала применяемого при цементации: каковыми могут служить древесный уголь, кожаный уголь в чистом виде и с примесью KCN, рога, светильного газа, ацетилена.

Цементирующее действие углерода сильно возрастает в присутствии ускорителей одним из которых является азот, соединенный с углеродом в процессе цементации железа, в форме синеродистых оснований.

Если взять для цементации обыкновенный древесный уголь, то в присутствии щелочей (сода, поташа) углерод действует энергичнее по всей вероятности потому, что образуются синеродистые соединения. Синеродистые основания при высокой температуре разлагаются на составные элементы: углерод и азот, причем последний является необходимым для энергичной цементации.

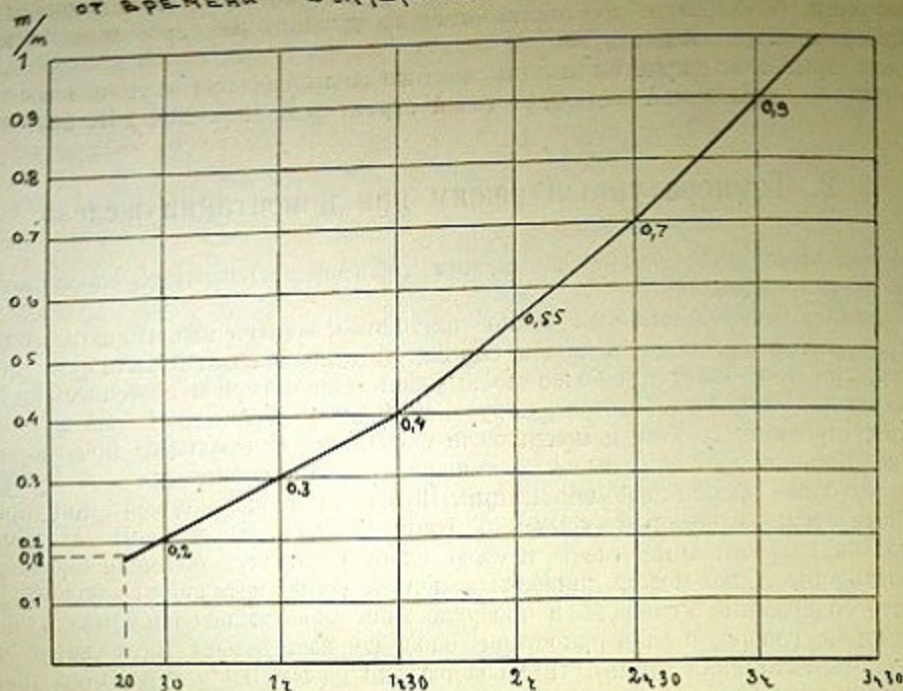
В практическом отношении для цементации железных лекал наиболее пригодным является животный уголь (кожаный, роговой). Животный уголь сам по себе содержит большое количество азота и если к нему прибавить измельченного рогового угля и готовое синеродистое соединение, (KCN), то полученная смесь гарантирует энергичную цементацию не в смысле конечно насыщения углеродом, а в смысле времени на получение требуемой глубины цементации.

2) От характера конструкции цементируемого изделия.

При цементации тонких калибров, резьбовых калибров (с мелкой резьбой) температуру цементации желательно понижать до 900° Ц. При более высокой температуре изделия получаются чрезвычайно хрупкими, а мелкая резьба быстро сбивается.

Опыты цементации железных брусков проведенные в условиях установившегося на заводе процесса цементации железных лекал дают следующую зависимость между временем и глубиной цементации при 900°—1000° Ц. Чер. 234.

Кривая зависимости глубины цементации от времени выдержки в печи $T=950^{\circ}\text{C}$.



Чер. 234.

Опыты велись одновременно над цилиндрическими брусками 4-х диаметров: 48, 22, 12 и 6 мм.

Кривая построена на основании средних, из 4-х полученных глубин цементации (4-х диаметров брусков), отвечающих каждому времени выдержки в печи.

Ванна цементирующего состава во всех случаях имела смесь: кожаный уголь, костяная мука и KCN относящихся по весу как 100 : 4 : 2.

Кривая даст в начале до 1 ч. 30 мин. вполне линейную зависимость между глубиной и временем цементации. Причем здесь каждые 30 мин. дают лишнюю 0,1 мм. глубины цементованной корки, после 1 ч. 30 мин. линейная зависимость нарушается и прямая переходит в прогрессивно возрастающую, кривую.

Успешность процесса цементации помимо всех прочих условий, зависит от герметичности укупок коробок (щели замазываются глиной).

Чтобы не прогорало железо коробок рекомендуется брать 12 фун. железо при времени выдержки в печи до 2-х часов, и 24-х фунтов, при большем времени выдержки в печи.

Размер применяемых при цементации коробок, а следовательно и масса цементирующего состава, должна сообразоваться с размером, цементируемого изделия; так например цилиндрические бруски диаметром в 6 и 12 мм. (при длине в 100 мм.) в коробках № 1.

$d = 22$ мм. в коробке № 2 и $d = 48$ мм. (при длине в 300 мм.) в коробках № 3.

Во всех указанных случаях % содержание углерода в корке колеблется 0,6% до 0,9% С. что вполне отвечает вышеуказанным требованиям, те же опыты, но при цементирующем составе из одного кожаного угля (без KCN и костяной муки) дали % содержание углерода в корке 0,4 до 0,5%, при $T = 1000^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на кажущуюся простоту процесса цементации здесь однако необходимо проявлять чрезвычайную осторожность и аккуратность, в противном случае многие преимущества железа перед сталью в применении их к изготовлению лекал могут остаться неиспользованными. Дело в том, что цементация обычно ведется в пла-

менных печах, с нефтяной форсункой типа указанного на чер. 229; в такой печи удается, при нефти хорошего качества и исправной форсунке, легко регулировать температуру и поддерживать ее на требуемом уровне продолжительное время. Цементация лекал ведется в коробках из кровельного железа и в зависимости от размеров употребляющихся в производстве завода лекал, коробки могут быть различных размеров. Какой бы величины коробка ни была, но загруженная с лекалами в печь с требуемой температурой она начинает постепенно прогреваться и только через некоторое время температура внутри коробки, т. е. вся масса цементирующего состава и изделий достигает надлежащей высоты, равной температуре в печи; с этого момента, собственно, и начинается диффузия углерода в металл (железо изделия) углерод проникая в металл по мере насыщения до нормы отвечающей данной фазе температур, растворяется в железе, следуя, вышеуказанным законам теории сплавов, проникая постепенно в толщу металла, но не переходя практически необходимого предела в % содержания (0,9% С). Ко времени окончания процесса цементации структура осталеванного слоя (аллотропическая форма соединения углерода с железом) вполне определяется и затем при желании и необходимости легко может быть проявлена при помощи закалки и изготовления шлифа.

Однако в зависимости от размеров коробки с изделиями загружаемой при цементации в печь, время достижения надлежащей температуры внутри коробки изменяется и чем больше коробка, тем длительнее ее прогрев. Опыты, произведенные автором с коробками 3-х размеров; № 1 $1,25 \times 3 \times 4\frac{1}{2}$ вер., № 2 $1,25 \times 3,5 \times 5,25$; № 3 $1,5 \times 4,5 \times 6,5$ вершков, показали, что при температуре в печи 1000° также температура в первой коробке достигалась через 40 минут; во второй коробке через 50 мин.; и в 3-й через 60 минут. Измерение температур производилось пирометром Ле-Шателье; бралось 2 термoeлементa из которых один вводился в печь, а другой, одновременно с первым, в коробку с цементирующим составом. Истечение этих промежутков времени и есть те моменты, с которых надо считать начало процесса надлежащей цементации.

Из изложенного вытекает, что практическая постановка дела правильной цементации железных лекал может быть проведена в жизнь только путем целого ряда опытов применительно к оборудованию и прочим факторам сопровождающих цементацию. Ведение опытов требует живейшего участия лаборатории вооруженной оборудованием, для химических анализов и микрофотографических исследований шлифов.

3. Припуски при заготовке лекал под закалку.

Лекало, как мерительный инструмент, изготавливается чрезвычайно точно еще до термической обработки. Причем в назначаемых рабочих размерах, оно доводится особенно тщательно после закалки. Само собою разумеется, что чем тоньше слой закаленного металла приходится снимать, лекальщику при доводке лекала до надлежащих размеров, чем меньше несправных и вредных деформаций приходится претерпевать лекалу при термической обработке, чем тверже лекало, тем экономнее их производство.

При снятии толщн закаленного металла приходится рассматривать 3 случая:

1) Случай лекала выреза и в особенности фасонного лекала, когда работа, безусловно кропотливая и длительная, неизбежно должна производиться в ручную слесарем.

2) Цилиндрические поверхности, плоскости, когда слой закаленного металла легко и быстро снимается на шлифовальном станке.

3) Резьба на винтовых калибрах, когда почти недопустимо снятие металла, хотя с большой осторожностью и умением работа эта может быть произведена на станке — шлифовками.

И так, из рассмотренннх эти трех случаев видно, как желательно, в процессе механического изготовления лекала, устранить или вернее сократить до возможного минимума ту трудную работу в изготовлении лекала, которая заключается в удалении лишнего закаленного металла и которая является самой трудной и дорогой работой в изготовлении лекала.

Стальное лекало участвует в закалке всей массой своего металла, а между тем процесс рекалесценции при закалке сопровождается деформацией, нарушающей линейные размеры и объем, вот эти то деформации и суть причины тех неизбежных наростов закаленного металла, которые приходится снимать лекальщику с большими трудностями и зачастую исключительно в ручную. Металлургам можно пока только пожелать выработать такие сорта стали, которые бы воспринимали хорошо закалку при отсутствии деформации, пока же этого нет приходится прибегать к искусственному и может быть слишком сложным обходам этого зла, это применением на лекалах цементированного железа.

Однако автор, отдавая должное преимущество цементированному железу перед сталью в применении к мерительному инструменту, склонен в некоторых случаях отступить от своего взгляда, в применении к очень тонким лекалам, будь то пластины или цилиндры и к коротким цилиндрам большого диаметра. Принимая нормальную толщину цементованного слоя в 0,6—0,8 мм., что вполне достаточно, как с точки зрения максимальных припусков под закалку, так и с точки зрения наибольшего возможного износа лекала в работе, приходится считать, что пластины и цилиндры тоньше 3 мм. не имеет смысла делать из железа.

После цементации лекала вынимают из печи и дают им постепенно остыть в той же коробке, в которой шла цементация.

Оставшие лекала вынимают из коробки, очищаются от угля и посылаются в мастерскую на просмотр; в случае каких либо деформаций последние исправляются; например длинные цилиндры, калибры, проверяются на станке на прямизну и в случае нужды—правятся.

Наружная поверхность лекала после цементования не должна иметь изъедины и лишаяв, однако это может и быть, если в цементующий состав попала вода или он сильно отсырел. Изъедины и лишай могут иногда быть настолько глубоки, что после закалки они рельефно обнаруживаясь заставляют выбросить лекало.

Преимущества железных лекал сводятся к следующему:

1) Капризное поведение стали в закалке не дает возможности установить определенных припусков в металле при заготовке лекал под закалки. Железные лекала дают возможность во многих случаях делать припуски на сырых заготовках самые минимальные, выражающиеся в сотых долях мм., при том с одним определенным знаком.

На первый взгляд может показаться, что железное лекало требует значительно больших хлопот и затрат, чем лекало стальное, но на самом деле, точные подсчеты произведенные при самых неблагоприятных условиях работы, показали громадную выгоду изготовления лекал из железа несмотря на более сложную тепловую их обработку.

2) Цементованное лекало толщиной 4 и больше мм., неся на себе углеродистую корку в 1,2—1,6 мм. в сечении, находясь под давлением доминирующего металла (железа) в закалке ведет себя так, как поддается железу т. е. почти не изменяется в линейных размерах, будучи с поверхности не менее твердым, чем хорошая углеродистая инструментальная сталь.

3) Находясь, в своей массе, с преобладанием железа, лекало и после закалки остается внутри мягким и коль скоро лекало при закалке повело, его можно легко выправить путем ли простой правки на изгиб, или путем рихтования. Стальное лекало правки не допускает и ломается.

4) Будучи мягче стали, железо легче и быстрее обрабатывается на станках и в руках слесаря.

5) С уменьшением % брака на железных лекалах, вызываемого закалкой сплошь и рядом на стальных лекалах, повышается производительность мастерской при том же ее составе.

6) Железо, как материал значительно дешевле, чем тигельная сталь.

7) Продолжительность службы железного лекала обеспечена, гарантией тому служит сравнительно толстая высокоуглеродистая корка рабочей поверхности лекала; но продолжительность службы здесь подразумевается при условии надлежащего обращения с лекалом в работе, как того требует всякий точный мерительный инструмент например, нельзя бросать лекало на твердые поверхности, стальное лекало

может насквозь треснуть, железное лекало только погнется, но и при этом оно перестанет оправдывать назначение и потребует исправления погнутости.

Все перечисленные преимущества железа могут быть соблюдены при одном неизменном условии-безукоризненном качестве железа. Металл должен быть свободен от раковин, плен, пузырей, шлачных скоплений и пр. словом таких дефектов, которые не встречаются и в хорошей тигельной стали.

Для лекал железо желательно иметь только литое, ибо внутри сварочного железа наблюдаются почти всегда шлачные скопления, содержащие в себе силикаты фосфорнокислых соединений, которые могут служить, или причиной вредных деформаций в лекале после закалки, или причиной всучивания или расслоения металла и в том и другом случае лекало приходится, в большинстве случаев, бросать.

Шлак обычно бывает вытянут в нить, большей или меньшей толщины, идущая параллельными рядами в направлении прокатки.

Включения шлака в сварочном железе настолько крупны, что их можно видеть простым глазом. (См. фиг. 226).

В литом железе теоретически шлака не должно быть, на практике и здесь наблюдается небольшое количество шлака.

8. Капризное поведение стали в закалке указанное в п. 1-м выражается в изменении ее объема, а следовательно и линейных размеров лекала; при чем изменение объема не одинаково для различных железо-углеродистых сплавов. Следи за состоянием железо-углеродистых сплавов по нижней части диаграммы плавкости напомним читателю следующее; тотчас по затвердевании, чистое железо, по Осмонду, имеет состояние γ , это состояние железо сохраняет до точки A_2 .

В точке A_2 (900°) состояние γ переходит в состояние β . В точке A_2 (770°), β переходит в состояние α . При дальнейшем охлаждении, чистое железо уже не претерпевает больше никаких превращений.

Переход железа из одной аллотропической формы в другую, при охлаждении, сопровождается некоторым выделением теплоты в точках A_2 и A_1 . При нагревании железа, те же превращения идут в обратном порядке и сопровождаются поглощением теплоты. Помимо того, переход из состояния γ в β (точка A_2) сопровождается значительным увеличением объема (расширением) что видно из кривых расширения. Чертеж 228.

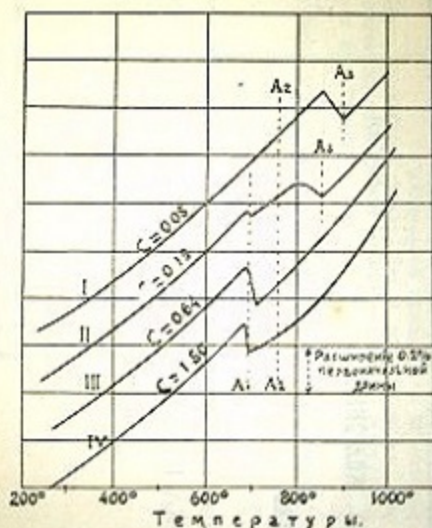
По данным Шарпи и Грева, для железа с 0,05% С линейное расширение = 0,0008. По свидетельству Киндера, прокатанная полоса, длиною около 300 футов удлинилась при охлаждении на 8°.

Переход из γ в β сопровождается также значительным ускорением падения электрического сопротивления.

Переход от β в α (точка A_1), сопровождающейся выделением теплоты, не сопровождается, однако, изменением объема, как об этом свидетельствуют Ле-Шателье и Шарпи и как это видно из кривой расширения. Чер. 228.

Зато переход от β к α сопровождается внезапным появлением магнетизма. Железо, будучи не магнитным в состояниях γ и β , становится вдруг магнитным при переходе в состояние α .

При нагревании железа, все названные превращения идут в обратном порядке: при переходе из α и β наблюдается поглощение тепла и исчезновение магнетизма, при переходе из β в γ поглощение тепла, сжатие, сильное замедление повышения электрического сопротивления.



Чер. 228 Кривые расширения для сталей с различным содержанием углерода.

Условия термической обработки железных лекал.

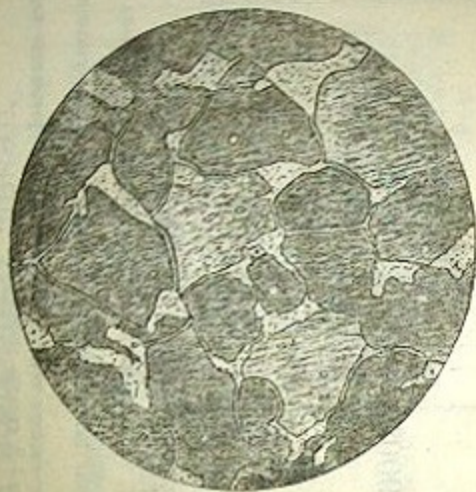
Наименование железных лекал	РАЗМЕРЫ			ПРИПУСК ПОД ЗАКАЛКУ В М./М.	Температура цементации по Цельсию	Время цементации		НАГРЕВ ПОД ЗАКАЛКУ НЕЗАВИСИМЫЙ ОТ ЦЕМЕНТАЦИИ	Охлаждение железной при закаливании
	Диаметр		Длина			часы	мин.		
	от	до							
ГЛАДКИЕ КАЛИБРЫ	3	10	—	20	950°	—	40	В пламенной печи при t = 800° по Ц. казбры закаливаются „муром“ (старый перегородный порошок оставшийся от цементации).	В О Д А при t = 15° Ц
	3	10	20	100		1	30		
	(Большой диаметр малой длины и диаметр меньше 3 м./м. делать из стали).								
	10	20	50	50		1	30		
	10	20	50	200		2	—		
	20	40	—	100		2	—		
	20	40	100	300		3	—		
	—	—	—	—		0,1	—		
	—	—	—	—		0,15	—		
	—	—	—	—		0,2	—		
ГЛАДКИЕ КОЛЬЦА (Сюда относятся: конические трубки. Слинком длинные трубки удобнее делать из ветвальных втулок).	—	—	—	—	950°	—	40	В пламенной печи при t = 800° по Ц. в „муром“ (выгоревшем порошке от цементации).	В О Д А при t = 20° Ц
	5	10	10	10		1	—		
	5	10	10	25		1	—		
	5	10	10	10		1	30		
	10	25	—	10		1	—		
	10	25	10	25		2	—		
	25	40	—	15		2	30		
	—	—	—	—		0,03	—		
	—	—	—	—		0,05	—		
	—	—	—	—		0,07	—		
ПЛОСКИЕ ЛЕКАЛА (Выреза, высоты и проч.). При толщине плит меньше 3 м./м.—стальные. ФАСОННЫЕ ЛЕКАЛА.	—	—	—	—	950°	—	30	800° по Ц. в печи.	В О Д А при t = 15° Ц
	20	50	—	—		1	30		
	50	и выше	—	—		1	30		
	—	—	—	—		0,05	—		
	—	—	—	—		0,15—0,2	—		
—	—	—	—	0,05 (закаливается только концы)	—				
—	—	—	—	В размер—без припусков.	950°	от 1 ч.—до 2 ч. 30 м. (в зависи-мости от лекала).	800° по Ц. в печи.	МАСЛО при t = 20° Ц	

Наименование железных матриц	РАЗМЕРЫ			ПРИПУСК ПОД ЗАКАЛКУ В М.М.	Температура цементации по Цельсию	Время цементации часы мин.	НАГРЕВ ПОД ЗАКАЛКУ НЕЗАВИСИМЫЙ ОТ ЦЕМЕНТАЦИИ	Охлаждающая жидкость при замачивании
	Диаметр		Длина					
	от	до						
РЕЗЬБОВЫЕ КАЛИБРЫ	От 14 до 40 виток на 1"		7,938 отверстие	Внутренний диаметр ниже нормального от 0,005 до 0,01 м.м.	900°	1	В печи при t=800° В старом порошке.	Через тол- стый слой масла в воду при t=25° по Ц.
	От 11 до 14 виток на 1"							
	От 8 до 11 виток на 1"							
РЕЗЬБОВЫЕ КОЛЫЦА	7,938		15,875	Наружный и внутренний ди- аметр отверстия выше нор- мального на: 0,01—0,015	900°	1	В п е ч и .	МАСЛО при t=20°
	15,875							
	2,05							
	15,875		2,05	Наружный и внутренний ди- аметр отверстия выше нор- мального на: 0,015—0,02.		1		МАСЛО при t=25°

Оба торца резьбового кольца рекомендуется предохранять от цементации замазывая глиной.

- Примечание: 1) Нагрев под закалку всех калибров рекомендуется производить в старом порошке предохраняя калибры от окисления и выгорания углерода с их поверхности. Свищовая ванна для нагрева под закалку не применяется.
- 2) При укладке изделий в коробки для цементации следует их укладывать так, чтобы цементующий порошок окружал достаточно толстым слоем поверхность подлежащие цементации.
- 3) Припуски под закалку на резьбовых секторах указаны условно, в зависимости от свойств металла (см. производство резьбовых калибров и колец).
- 4) Вода для замачивания—30 литров речной воды+1 литр серной кислоты+2 литра поваренной соли.

×140



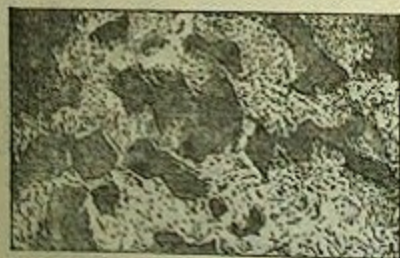
Фиг. 205. $C=0,21\%$ $Mn=0,16\%$
Феррит+перлит располагается в стыках между
зернами Феррита

×350



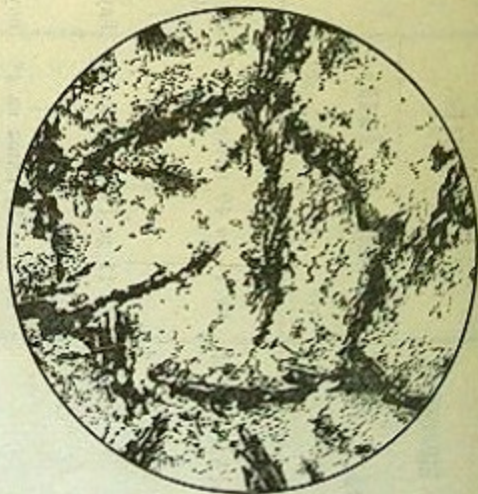
Фиг. 206. тоже что на фиг. 205.

×370



Фиг. 207. Твердый (цементированный) слой
Цементит+Сорбит $C=1,48\%$ $Mn=0,18\%$

×140



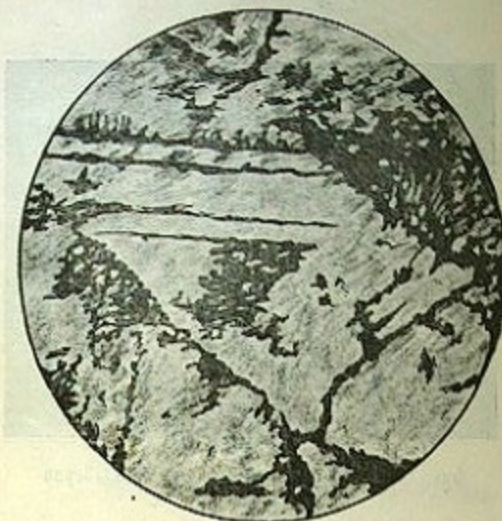
Фиг. 208. Тоже что на фиг. 207, но после
отжига при 1100° Цементит+Перлит.

×140



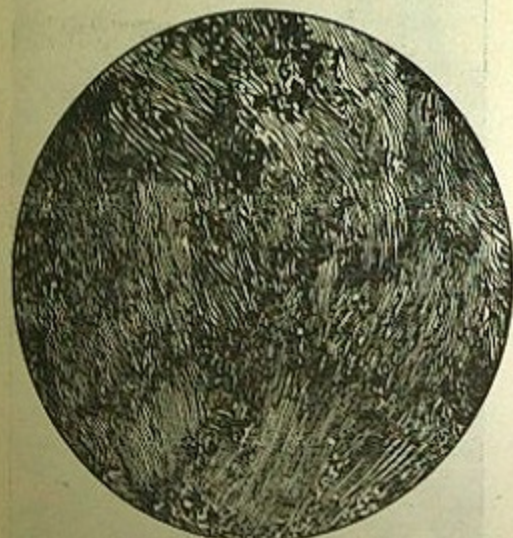
Фиг. 209. То же что на фиг. 207, но после отжига при 1100° Цементит+Перлит.

×1000



Фиг. 210. Инструментальная сталь (после механ. обработки) $C=1,15\%$ Цементит+перлит

×400



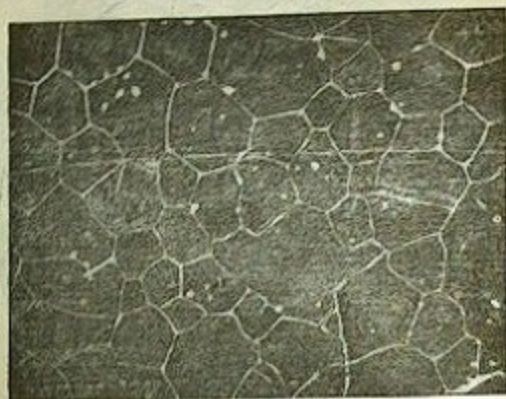
Фиг. 211. Пластинчатый перлит.

×450



Фиг. 212. Инструментальная сталь эвтектоидного состава. Один перлит (зернистое строение)

×75



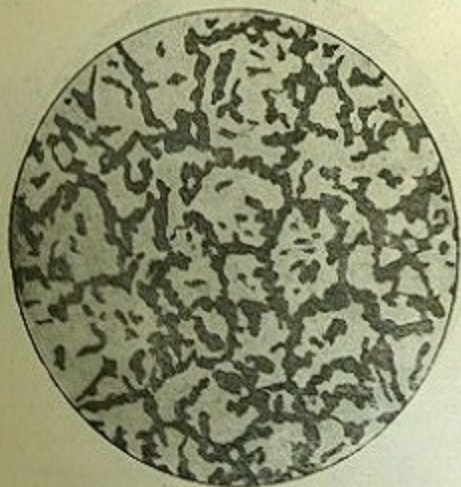
Фиг. 213. Электролитическое железо. Зерна
(клетки Феррита)

×750

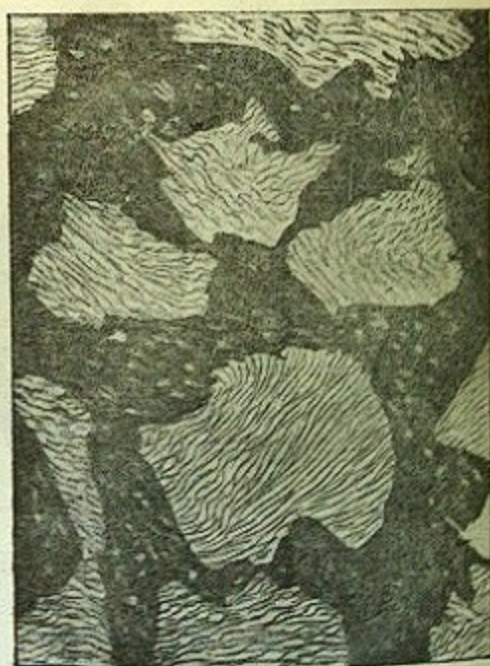


Фиг. 214. Сталь: $C=0,3\%$ Феррит-Перлит.

×750

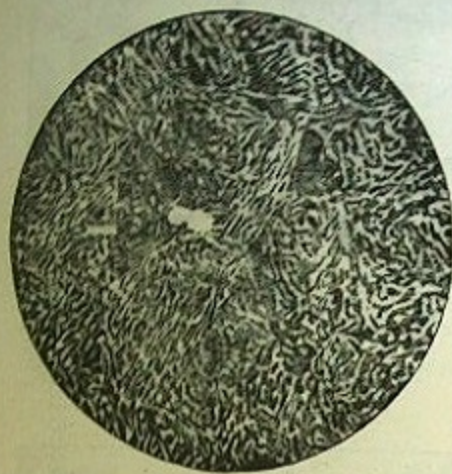


Ф. 215. Феррит-Перлит $C=0,52\%$ $Mn.=1,1\%$



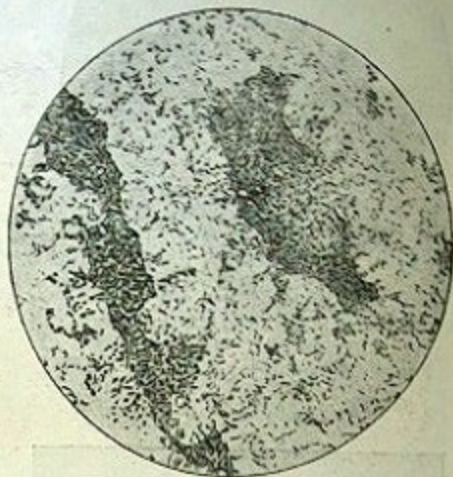
Фиг. 216. Доэтектоидная сталь
Феррит-Перлит.

×960



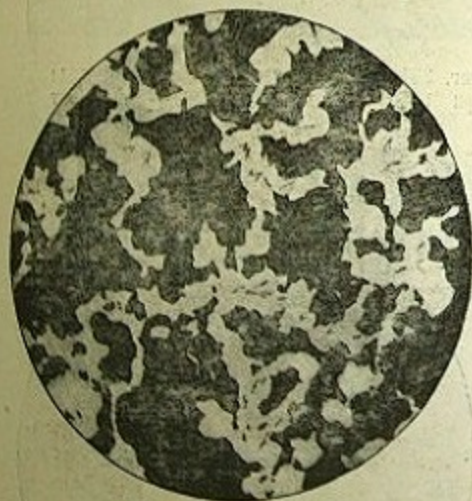
Фиг. 217. Закаленная сталь. Зернистое (клеточное) сложение мартенита.

×200



Фиг. 218. Закаленная сталь Троостит+Мартенсит $C=0,68\%$ Mn. 0,20.

×100



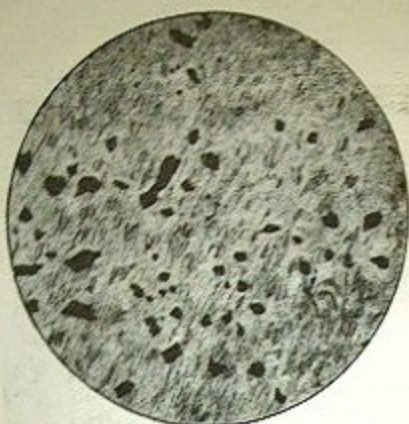
Фиг. 219. Закаленная сталь. Мартенсит+Троостит. $C=0,50\%$ Mn. $=0,25$

×960



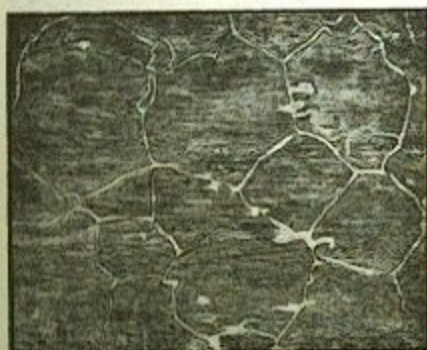
Фиг. 220. Инструментальная сталь, закаленная в масле при 800° (без отпуска). Феррит+Сорбит.

×1700



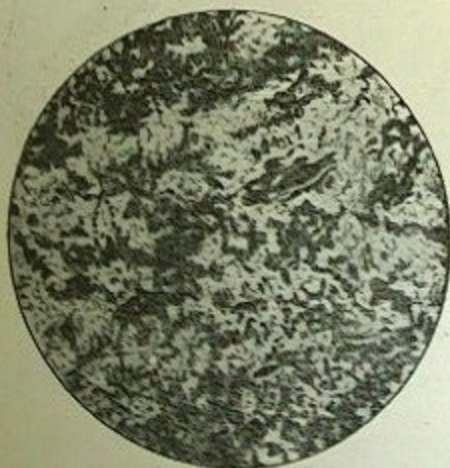
Фиг. 221. За-эвтектоидная сталь после закалки (на мартенсит) и отпуски при 300° Цементит + Троостит.

×1000



Фиг. 223. Сталь закаленная в ледяной воде при 1100° Аустенит. С=1,79% Mn.=2,14%

×250



Ф. 225. Сталь С=0,51% Mn.=1,22 P=0,082. S=0,041. Темная часть богата углеродом, фосфором и серой.

×2000



Фиг. 222. Сталь закаленная в ледяной воде при 1050° Аустенит. С=0,94% Mn. 1,67%

×1000



Фиг. 224. Сталь закаленная в ледяной воде при 1050° Аустенит (светлый) + Мартенсит (темный). С=1,66% Mn.=0,09.



Фиг. 226. Шлак по границе зерен Феррита.

×250



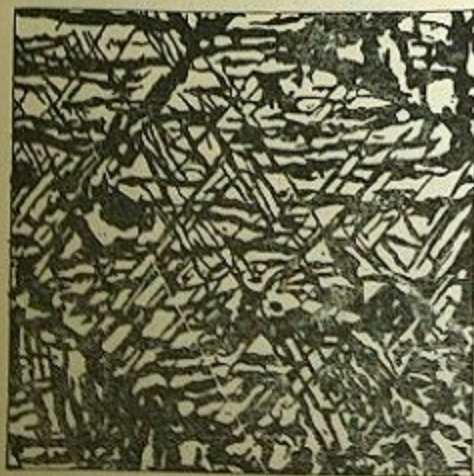
233. Микроструктура по месту сварки.
Видманштетовое строение.

×75



Фиг. 231. Видманштетовое строение.
 $C=0,39$ $Mn.=0,80$.

×75



Фиг. 230. Сталь $C=0,37$ $Mn. 0,58$.
Видманштетовое строение.

×140



Фиг. 232. Сталь $C=0,22$ $Mn.=0,84$.
Видманштетовое строение.

ГЛАВА III.

Универсальный мерительный инструмент и его изготовление.

1. Делительные и измерительные машины и работы производимые на них.

Делительные машины по своей конструкции могут быть подразделены на два основных типа:

1. машины прямолинейные
2. машины круговые.

Машины первого типа дают возможность наносить деление в одном из требующихся масштабов (дюймовым, миллиметровым или специальным нониусом) и притом исключительно по прямой линии. Например, на этой машине делаются линейки штангенциркулей, глубомеров, счетные линейки и т. п.

Машины второго типа в свою очередь могут быть подразделены на следующие разновидности:

а) круговые машины для деления цилиндрических поверхностей, эти машины снабжены двумя центрами между которыми и зажимаются делимые предметы. Машина называется круговая центровая, черт. 134.

в) Круговые радиальные машины, здесь деления в том или ином масштабе наносятся по радиусам. Предмет закрепляется на горизонтальном диске черт. 135.

г) Специальные круговые машины для деления дуг квадрантов и пр.

Прежде чем описывать конструкции машин по типам и работы, производимые на каждом из вышеуказанных типов делительных машин, необходимо сказать несколько слов об общих условиях, в которых эти работы должны протекать.

Делительные машины настолько деликатный и чувствительный механизм, что требуют при оперировании на них прежде всего особой аккуратности в обращении со всеми деталями; по чувствительности своей к сотрясениям машины эти могут быть уподоблены сейсмографу, они в высшей степени чувствительны ко всяким побочным колебаниям или дрожаниям даже на отдельном от нее расстоянии, вследствие чего машины эти требуют установки на специальных фундаментах, изолированных от верхних почвенных слоев. Специальных фундаментов можно было бы избежать, коль скоро место, выбранное под установку делительной машины, изолировано на далекое расстояние от мастерских, трамвая, железных дорог, но так как машины эти преимущественно и устанавливаются на заводах, то здесь глубокий фундамент (до трех метров) является безусловно необходимым, при чем место его на территории завода должно быть выбрано по возможности дальше от кузницы и силовых станций.

Чувствительность машины к температуре является одним из факторов, влияющих на работу машины. Нормальной температурой при которой рекомендуется производить работу, следует считать температуру от 15° до 25°, а в среднем 20° Ц. по (Иогансону). Понижение температуры до 0° уже настолько отражается на работе машины, что крайние деления, на длине=1 метру при 0° отходят от делений, нанесенных по той же шкале и на той же машине при температуре 25°, на 0,25 мм., если металл линейки на котором наносятся деления—углеродистая сталь.

2. Прямолинейная делительная машина.

Прямолинейная делительная машина изображена на черт. 136. Состоит она из следующих главных частей: прямоугольные чугунные станины (а) отлиты задно с чугунным столом, поверх чугунного стола надевается стальная коробка, которая

собственно и служит столом для закрепления на нем различных предметов, предназначенных для нанесения на них делений. Между станинами помещается стальной проводник (ц) диаметром 20 мм. и с шагом в 1,016 мм. и с трапециевидной резьбой; на левом конце проводника, выходящем за поперечную чугунную стенку, скрепляющую станины, помещается лимб (ж) со 100 делениями на окружности, против лимба нониуса на станине закреплен указатель (е); по направлению (г) и (д) станина скользит сушпорт делительной машины (А), передвижение которого вдоль станины производится через сцепление муфты, сидящей в нижнем приливе сушпорта между станин с проводником; проводник, вращающийся в неподвижной муфте, увлекает за собой муфту, а следовательно и сушпорт.

Сушпорт несет на себе два штатива с микроскопами, штативы могут быть так установлены, что поле зрения их расположится как раз над столом машины.

Регуляционный механизм (22), держатель резца (3) и рычаг (15), подающий каретку сушпорта, а с нею и резец, в направлении перпендикулярном к столу машины. Чер. 137.

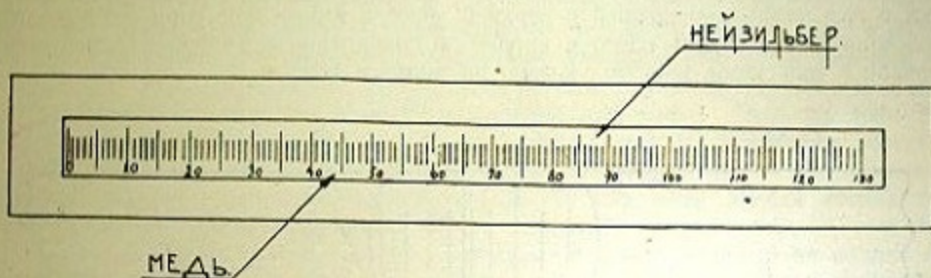
При работе на вышеуказанной делительной машине следует различать два основных метода:

1-й метод— работа по шкале непосредственно при помощи микроскопа.

2-й метод— без шкалы, при помощи одного нониуса.

Для линейной делительной машины полагается иметь набор различных шкал, как-то: миллиметровую, дюймовую и целый ряд нониусных шкал для отсчетов с точностью до 0,1 мм. и 0,01 мм. 1:100^ю и 1:1000^ю.

Все вышеуказанные шкалы могут быть разделены на три категории: первая категория— шкалы образцовые, черт. 130-а, они в работу совершенно не употребляются и служат лишь для проверки справочных шкал. Нанесена эта шкала на нейзильберовой линейке, вделанной в медную или стальную оправу.



Черт. 130-а.

Вторая категория— шкалы справочные: шкалы этого рода наносятся часто на никелевых брусках квадратного сечения (10×10 мм.) и служат для периодической проверки работы машины. Третья категория— шкалы рабочие; шкалы этого рода обычно наносятся на стальные линейки и служат для непосредственной работы по ним.

Дело в том, что проводник есть самая ценная и точная часть машины; от проводника, главным образом, зависит точность машины; от долгого употребления он может сработаться, и естественно, что работа такой машины не будет удовлетворять тем требованиям точности, на какую она рассчитана; но еще более быстро и легкому износу подвергается муфта. Кроме того может произойти: во-первых— износ самого профиля резьбы проводника и муфты делительной машины; во-вторых— износ нониуса; в-третьих— износ делений от нуля шкалы влево и затем, от того же нуля, должны наноситься вправо, то, зная мертвый ход проводника, предположим в 0,1 шага, можно учесть мертвый ход перевода диск (ж) от нуля нониуса в обратную сторону, на величину поправки на мертвый ход, однако, здесь лучше установить микроскоп на нулевом делении и при помощи его корректировать, по рабочей шкале, показания машины на мертвый ход проводника.

К сказанному выше о шкалах следует добавить, что за шкалу может быть принята любая система делений, если есть уверенность в правильности цены их. Здесь даже нет нужды задаваться вопросом, по какому расчету деления нанесены. Достаточно их скопировать при помощи делительной машины (логарифмические линейки, счетные линейки Тейлора и пр.)

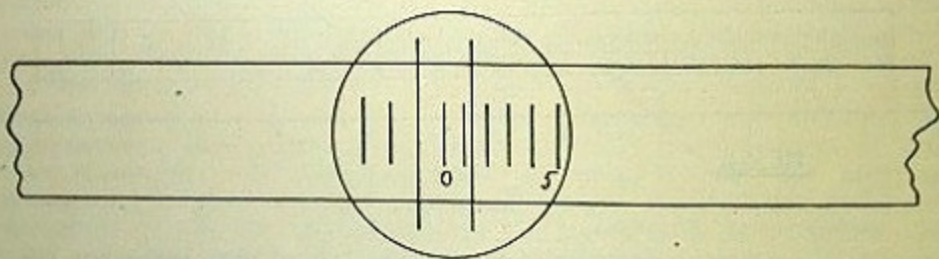
Первый метод работы на линейной делительной машине.

При первом методе приходится пользоваться микроскопом и нониусом, но роль последнего здесь отлична от роли его при втором методе работ.

Предположим, что на стальной линейке требуется нанести три шкалы делений:

- 1—миллиметровую шкалу, по одному краю линейки—на длине 200 мм.
- 2—0,5 мм. шкалу по противоположному краю линейки— „ „ 100 „
- 3—0,2 мм. шкалу „ „ „ „ „ 100 „

Для производства вышеуказанной работы поступают так: на столе делительной машины устанавливается и закрепляется рабочая миллиметровая шкала; установка заключается в том, что деления шкалы после закрепления ее наметками должны стать перпендикулярно к направляющей рейке стола, а нулевое деление нониусного диска должно в это время приходиться против своего указателя (е) черт. 136. Микроскоп устанавливается над шкалой и по зрению работающего. Зеркальце (2) микроскопа устанавливается на отражение света на шкалу. Кроме вышеуказанного, шкала устанавливается так, чтобы одно из делений ее, принятое за нулевое, пришлось между двумя волосками, виднеющимися в поле зрения микроскопа, черт. 133; сперва шкала устанавливается от руки и, затем, когда не наблюдается перекоса делений, шкала закрепляется на столе медными накладками. Дальнейшая точная установка микроскопа производится при помощи перемещения рамки с волосками, помещенной в верхней коробке микроскопа, при этом волоски микроскопа можно подать влево и вправо до совпадения исходной нулевой черты на шкале с волосками, как это указано на чертеже 133.



Чер. 133.

Как только эта установка произведена, помещают на столе машины делимую линейку так, чтобы предполагаемое начало делений или поперечный обрез ее совпал с нулевым делением на шкале. Если же деления должны начинаться с произвольной черты, то вопрос о нанесении начальной черты на делимой линейке значительно упрощается.

Совпадение начальной черты на шкале и заданной начальной черты на линейке достигается следующим образом: лезвие резца устанавливается через луну над заданной чертой, на линейке или над поперечным срезом линейки; линейка предварительно прижимается к столу медными накладками. Установив резец, устанавливают нулевое деление лимба нониуса против нулевой черты самого нониуса и передвигают микроскоп до совпадения волосков с ближайшей чертой шкалы, могущей служить исходной базой наносимых на линейке делений. Раз установка произведена, можно начинать работу деления. Однако совмещение начального среза линейки или исходной черты пройденной резцом с исходной чертой шкалы может быть легко произведено вторым микроскопом, установленным на делительной машине.

В дальнейшей работе, при нанесении делений, пользуются исключительно микроскопом. После нанесения первой черты на делимом предмете, суппорт, несущий резец, должен быть передвинут в требуемом направлении, для нанесения следующей черты, при чем в зависимости от шкалы или на 1 мм. или 0,5 мм. или на 0,2 мм. Для такого передвижения суппорта вращают рукой лимб винтуса до тех пор, пока волоски микроскопа не совпадут со следующей порядковой чертой рабочей шкалы, после чего резцом наносится черта. Контроль нанесенных делений производится при помощи второго микроскопа (см. ниже). Здесь необходимо указать, каким образом происходит автоматическое нанесение длинных и коротких линий, чередующихся в строго определенном порядке.

Для последней цели на платформе суппорта, в передней его части, помещен регулирующий механизм (22), снабженный счетчиком (28) соединенным с подающим рычагом (14) черт. 137.

Действие режущего и регулирующего механизмов заключается в следующем: между направляющими клиньями стола суппорта движется каретка суппорта 0, несущая на себе стойку (11); между боковыми стенками стойки подвешен на винтах (16) двухплечий рычаг (3) служащий держателем оправки (4) для резца, закрепляемой на месте в развилке рычага (3) двумя винтами (5) и (5). Резец закрепляется в оправке двумя винтиками.

Рычаг (3) так подвешен, что может свободно качаться на винтах (16); задний конец рычага упирается в винт (31), подернув который можно опустить задний конец рычага, а конец несущий резец тогда поднимается. Подобное положение рычагу придается тогда, когда работа кончилась и машина бездействует продолжительное время.

На каретке под стойкой находится цапфа (10), сквозь которую проходит длинный валик (14) подталкивающего рычага (15). Цапфа имеет оси, которыми она сцепляется при помощи винтов (34) со стойкой. Сцепление валика (14) с цапфой таково, что сквозь цапфу и валик пропускается болтик (32), кроме того, в валике имеется прямоугольная прорезь (35), благодаря которой валик имеет мертвый ход в цапфе (10), этот мертвый ход необходим для того, чтобы валику (10), несущему на переднем конце валик (7) на подъемном винте (8) можно было продвигаться по направлению к столу машины, поднять конец рычага (3) и вывести резец из соприкосновения с делимой линейкой, не увлекая в то же время всей каретки суппорта; последняя остается неподвижной до тех пор, пока задняя ступка прорези (35), валика (14) не упрется в болтик (32). После этого начинает скользить вся каретка суппорта до тех пор, пока останок (26), закрепленный на валике при помощи хомутника (20) не упрется в упорные штифты, помещенные по окружности особого барабанчика—регулятора (22), после этого отвод резца назад прекращается—резец введен—находясь в положении перед работой.

Для того, чтобы нанести первое деление, необходимо рукоятку рычага (15) двигать от себя, тогда валик (14) продвинется прежде всего на величину мертвого хода прорези, (35) не увлекая пока всей каретки; ролик (7) перекачивается по нижней плоскости рычага (3) и резец опустится до соприкосновения с делимым предметом, при чем под тяжестью балласта, положенного на конец рычага несущего резец, последний будет сильнее или слабее надавливать на делимый предмет. Вес балласта определяет толщину прорезаемой резцом линии, последняя может быть такова что на 1 дюйме можно нанести до 2500 делений.

Как только стенка прореза на валике упрется в болтик (32), начнется передвижение всей каретки суппорта, и резец прорежет на предмете черту; если все деления должны оканчиваться на одной высоте, то остановка резца после прорезки черты регулируется упорным хомутником (18), который при заранее установленном положении резца закрепляется на валике упираясь в неподвижную пластинку (33), наглухо привинченную к суппорту.

Если деления должны как, начинаться, так и оканчиваться на различных высотах, то здесь необходимо установить 2-ой останок (17). Упорные штифты барабана (22) сделаны такой длины и такого набора, что позволяют резцу наносить линии 3-х различных длин, причем самый короткий штифт дает возможность

резцу продвигаться дальше, чем остальные штифты, и естественно, что при этом получается самая длинная черта в наносимой шкале делений.

Для автоматичности перестановок барабана регулятора, определяющего таким образом длину наносимых черточек, на валик надевается счетчик (27) и (28).

Собачка (28) счетчика зацепляет зубцы храповичка, помещенного над барабаном регулятора на 1-ой оси, соединяющей их в одно целое; поворачивая храповичек, собачка поворачивает барабан с упорным штифтиком, при чем в зависимости от установки счетчика на валике, собачку можно заставить поворачивать барабан так, что его перемещение будет происходить только: или на один штифт, или через два штифта. Эта регулировка достигается передвижением счетчика вдоль валика (14) вперед или назад до тех пор, пока барабаны со штифтами не будут поворачиваться на требуемый угол.

Второй метод работы на линейной делительной машине-по нониусу.

При втором методе работ микроскоп может совершенно не участвовать в работе, не считая начала работы, когда достигается совпадение исходных черт на шкале и на делимом предмете и производится также, как и при первом методе работы. Над нанесенной резцом чертой на делимой линейке устанавливается надлежащим образом второй микроскоп, после чего шкала устанавливается надлежащим образом второй микроскоп, после чего шкала устанавливается на стол машины и пока не закрепленная, передвигается в ту или иную сторону до совпадения с волосками первого микроскопа, после чего шкала закрепляется и установка микроскопа еще раз проверяется и машина считается налаженной для начала работы. Отведенный перед этим назад суппорт надо продвинуть вперед так, чтобы резец совпал с нанесенной им первой чертой, последняя работа здесь может быть произведена и без лупы, а лишь при помощи первого микроскопа. Далее участие микроскопа в работе прекращается и лишь от времени до времени приходится смотреть во второй микроскоп, направленный при самом начале работ в первую из нанесенных черт на предмете и контролирующийся таким образом при помощи первого микроскопа отсчеты по нониусу.

Предположим требуется нарезать миллиметровую шкалу; для этого на стол делительной машины устанавливают рабочую миллиметровую шкалу так, чтобы исходная линия ее вела между волосками микроскопа, при чем нулевое деление лимба нониуса устанавливается против нулевой черты указателя (установка производится заранее).

Зная шаг резьбы проводника, не трудно путем вычислений передвигать резец на требуемое расстояние, вращая лимб нониуса каждый раз на определенное число делений, и от времени до времени контролируя правильность отсчетов по микроскопу. Например, для того, чтобы нанести черту отстоящую от исходной на 0,5 мм., нужно лимб нониуса, установленный предварительно нулевым делением против черты указателя повернуть на

$$1,016 \text{ мм.} \dots \dots \dots 100 \text{ делений лимба.}$$

$$0,5 \text{ мм.} \dots \dots \dots X$$

$$X=49,2 \text{ делений.}$$

Для того, чтобы не сбиться в отсчетах, удобно бывает заранее составить таблицу всех установок лимба нониуса через 0,5 мм. на протяжении 100 мм. и после нанесения черты на линейке соответствующую цифру записей на бумаге зачеркивать.

Однако, несмотря на кажущуюся быстроту и удобство этого способа, последний способ по точности уступает первому, где всю работу проводят по микроскопу. Способ этот совершенно не рекомендуется при работе на делительных машинах с сильно изношенными проводниками.

Дело в том, что в некоторых местах своих проводник от работы может растянуться по длине своей или просто сползти в резьбе и тогда, естественно, деления на предмете могут не сойтись с делениями на шкале; работу в таких случаях следует считать неправильной и прекратить ее.

Слов нет, что проводник должен от времени до времени контролироваться при помощи справочной шкалы, и износ резьбы в особенности в муфте, сцепляющей суппорт с проводником компенсируется тем, что муфта делается разрезанной и станутой винтом, черт. 138-а.

В случае износа резьбы и, следовательно, наличия мертвого хода проводника в муфте, необходимо только поджать кольцом муфту и мертвый ход можно этим уничтожить.

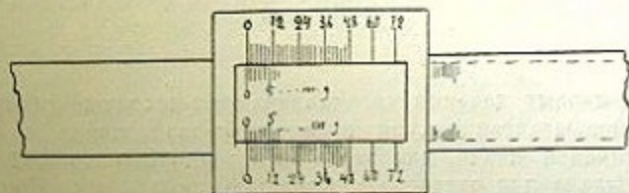
Идея уничтожения мертвого хода таким способом широко применяется в микрометрах некоторых конструкций. Муфта изнутри нарезается шной резьбой, чем на проводнике, черт. 138; шаг резьбы на ней остается тот же, и все отступления заключаются в профиле резьбы, причем последняя на муфте делается более углубленной для того, чтобы иметь возможность в случае износа резьбы более плотно обхватить резьбу проводника при поджатии муфты.

Кроме того, проводник достаточно чувствителен к температуре. Работу рекомендуется производить при температурах, в помещениях, занятых делительными машинами, от 15° до 25° Ц., при температурах вне этих пределов—работу лучше не производить.

Делительная поверхность смазывается маслом для лучшего сохранения реза от затупления.

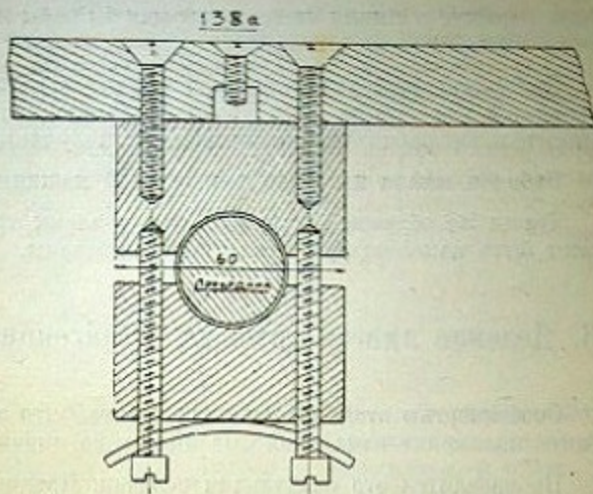
В некоторых случаях приходится иногда зараз наносить две шкалы и притом одну над другой так, чтобы деления одной шкалы были бы вполне тождественны с делениями другой шкалы по своему относительному расположению.

Предположим, что требуется наделить какой-либо одноименной шкалой два ноууса, соединенных между собой коробкой, охватывающей линейку.

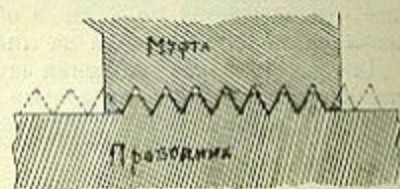


Чер. 139.

Для этого в резцедержателе делительной машины укрепляют зараз два реза, и при том так, чтобы лезвие второго реза стояло на одной линии с лезвием



Чер. 138-а.



Чер. 138.

резца первого, а линия их соединяющая была бы перпендикулярна к направляющей стенке стола.

После подобной установки приступают к работе, которая в данном случае ускоряется тем, что за один проход суппорта наносится сразу две шкалы, причем относительное расположение их делений получается вполне тождественным.

Рабочая шкала на столе делительной машины устанавливается только одна.

Таким же образом могут быть установлены три резца и, следовательно, зараз может быть нанесено три тождественных шкалы.

3. Деление линеек готовых штангенциркулей и нониусов к ним.

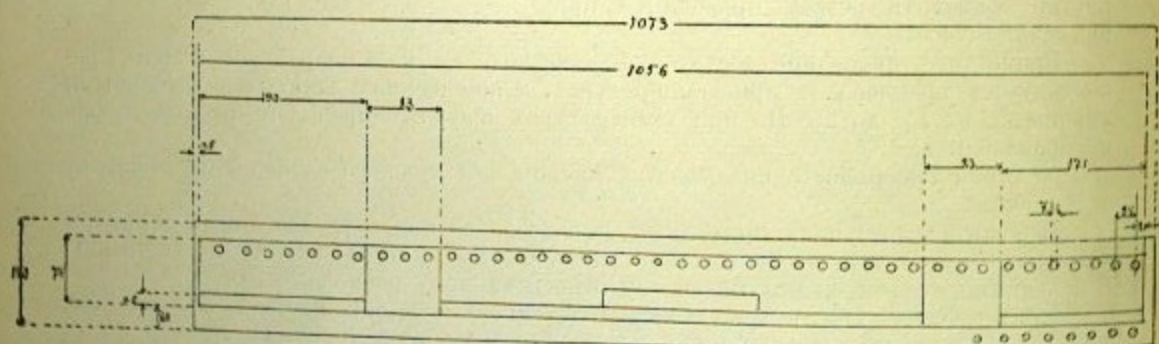
Особенностью этой работы является то, что здесь необходимо бывает определить положение начальной „0“ линии на линейке собранного штангенциркуля.

Производится это следующим образом. Предположим нужно наделить штангенциркуль миллиметровой шкалой и нониус его для измерений с точностью до 0,02 мм. Штангенциркуль совершенно готов и ждет только нанесения делений, нониус стоит на месте в штангене на винтах.

Протяжение всей шкалы нониуса=12 мм.

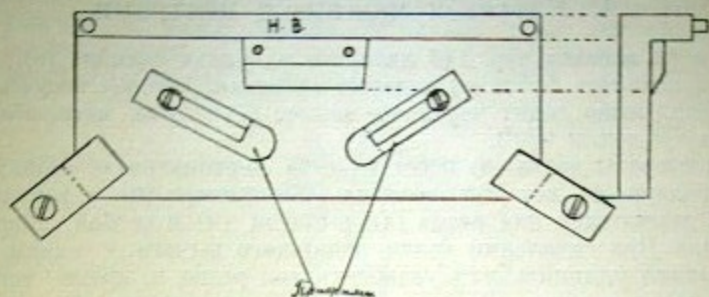
На нониусе намечается середина, для симметричного расположения шкалы от нее откладывается по 6 мм. в обе стороны. Резцом машины проводится общая нулевая риска на нониусе и на линейке штангенциркуля.

Для удобства расположения штангенциркуля на столе машины, в последнем имеются особые вырезы, в которые и вставляется своими лапками штангенциркуль; линейка штангенциркуля своим ребром прикладывается в плотную к установочной рейке стола, чер. 140.



Чер. 140

Проведением первых делений устанавливаются исходные линии для нанесения делений на линейке штангенциркуля по миллиметровой шкале и на нониусе—по специальной нониусной шкале, для отсчетов с точностью до 0,02 мм., но может быть применена шкала для отсчетов с точностью до 0,01 мм. Нониус имеет скошенный край, для того чтобы нанести на нем деление необходимо снять его передварительно со штангенциркуля и посадить на специальное приспособление, которое устанавливается на столе делительной машины и закрепляется на нем накладками черт. 141.

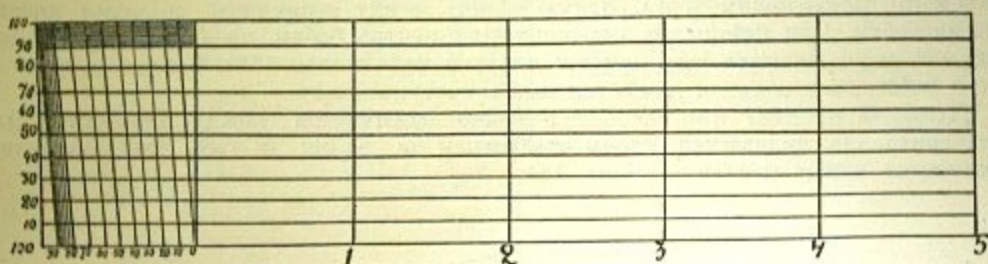


Чер. 141.

Приспособление превращает наклонную площадку ноннуса в горизонтальную. Наделенный ноннус ставится на месте в штангенциркуль. Иногда приходится наносить деления под углом к линии перпендикулярной к направляющей стола.

Для такой работы необходимо прежде всего установить под требуемым углом суппорт; производится это очень просто:

Отжимаются винты (12) и (12) чер. 137 и стол поворачивается на требуемый угол, после чего винты зажимаются. Машина в таком виде готова для нанесения косых линий. Подобный наклон линии может потребоваться, например, при изготовлении поперечного десятичного масштаба с точностью до $0,001''$, чер. 142. На чертеже каждую $0,1''$ и каждую $0,1$ часть по высоте следует считать еще разделенными на 10 частей.



Чер. 142.

Нанесенная шкала делений поперечного масштаба разделяется продольными сплошными линиями. Для того, чтобы провести такую линию на той-же делительной машине, необходимо 1) резец повернуть лезвием его вдоль линейки, 2) установить резец на месте предполагаемой проводимой линии, 3) резцедержатель закрепить неподвижно при упоре резца в предмет. После установки резца вращают лимб ноннуса за рукоятку, перемещая суппорт вдоль станины машины до тех пор, пока резец не прорежет всю линию.

Трудно описать все те разнообразные работы, которые можно производить на прямойлинейной делительной машине.

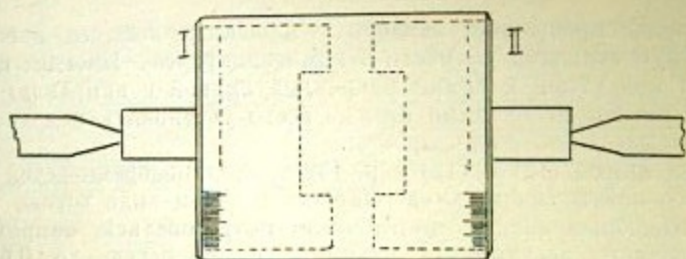
Выше мы видели, что резцедержатель представляет из себя рычаг 2-го рода, подвешенный на конических концах двух винтов; на некоторой высоте над кареткой суппорта. Дело в том, что эта высота позволяет делить предметы только до некоторой ограниченной высоты, при чем пределом этой высоты считается наклон резцедержателя, недоходящий до горизонтального положения на $10-15^\circ$; дальше ролик (7) поднимающий резец, перестает уже работать.

Для того, чтобы можно было наделить предметы и более высокие, чем в описанном выше случае, рычаг подвешивается выше, на вторую или третью пару винтов, расположенных в следующих по высоте навинтованных отверстиях.

4. Круговая машина с центрами.

Основой всей машины чер. 143 является чугунная станина (а), на которой с левой стороны покоится бабка (в) с двумя стойками, которые несут на себе ось (б), на которой неподвижно сидит червячное колесо (с) с 3-мя масштабами по окружности (в 1000, 780 дел. и 360°).

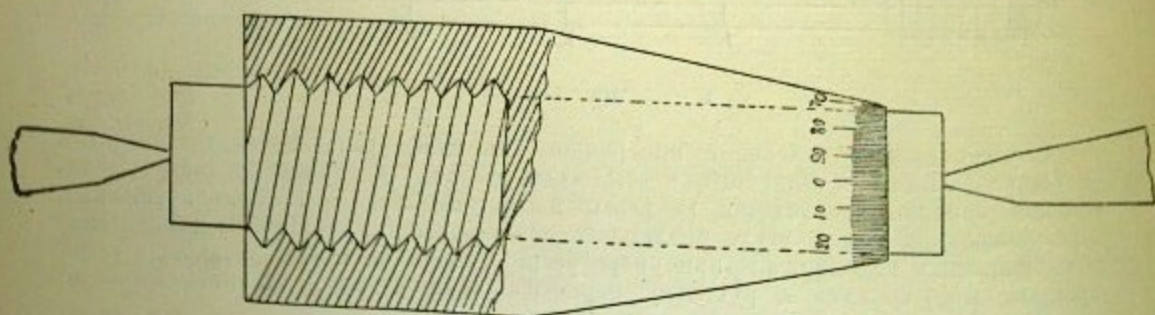
С правой стороны бабка (д) несет на себе вертикальную стойку (е), по которой ходит ползун (ф), который несет на себе суппорт (ц) с регулирующим механизмом (к), держателем для резца (л), рычагом (м) и особой линейкой с 5-ью отверстиями (н). При сцеплении конца подающего рычага с одним из делений на линейке, можно удлинить или укоротить ход резца и, кроме того, перевести наносимые деления с одного 1 края делимой цилиндрической поверхности на другой II. Чер. 143.



Чер. 143.

Правая бабка перемещается вдоль станины при помощи проводника с маховичком (о), проходящим через глухую стенку между станинами и через нижний прилив бабки. При небольших перемещениях центра бабки, последняя имеет возможность передвигаться при помощи винта с маховичком (50). Скалка центра сидит в бабке, на шпонке и движется лишь поступательно.

Делимый предмет или непосредственно зажимается между центрами, или, предварительно, надевается своим отверстием на валик и уже этот последний зажимается между центрами. Черт. 144.



Чер. 144.

Работа, производимая на круговой машине, может быть двоякого рода:

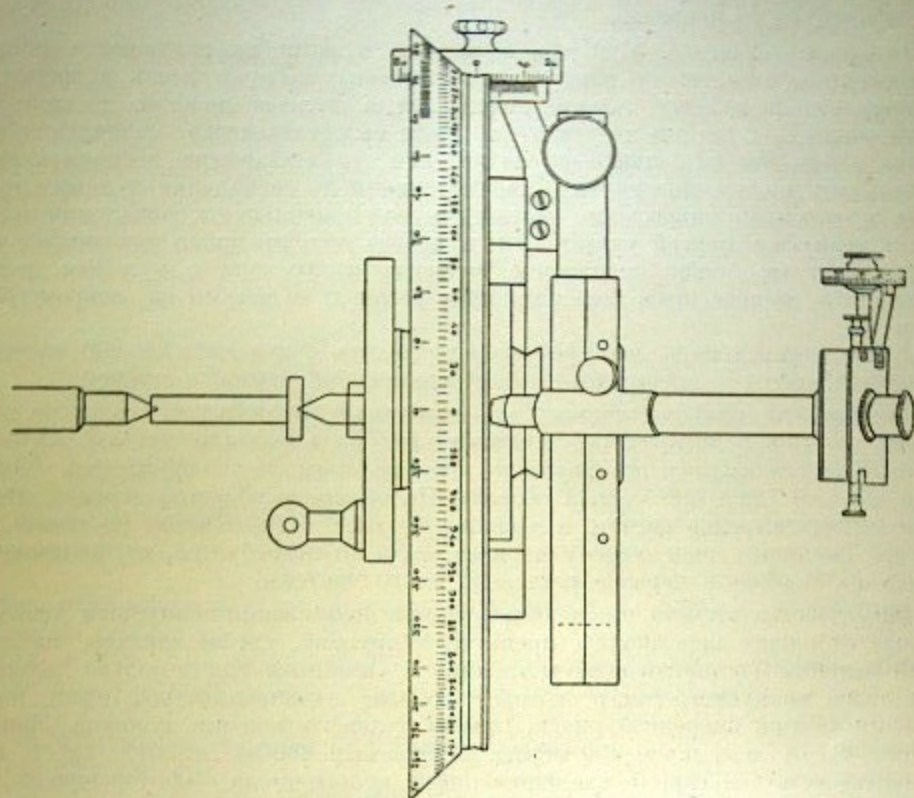
- 1) Деление цилиндрических поверхностей и
- 2) Деление конических поверхностей.

Работа первого рода производится следующим образом: в отличие от прямой делительной машины, на круговой машине имеется определенное количество шкал, например 1000, 780, 360° и некоторые нониусные шкалы, и все они находятся непосредственно на ободу круга, связанного червяком нониуса.

Здесь, как и в прямой делительной машине, работа может производиться или непосредственно по шкале, с участием микроскопа, или исключительно нониусом.

Первый способ. Требуется разделить цилиндрическую поверхность диска диаметром в 150 мм. на какое нибудь небольшое число частей кратное 1000, предположим на 100 частей.

Предмет зажимается между центрами.



Чер. 145.

Просвет между двумя волосками микроскопа, об'ектив которого предварительно установлен по зрению работающего, устанавливается на нулевое деление лимба после того, как хомут, надетый на валик предмета сцеплен с поводком (р) червячного колеса (с).

Точная установка микроскопа производится легко при помощи особого храповичка, производящего небольшие перемещения волосков микроскопа вправо или влево от первоначального их положения. Как только установка произведена, резец опускается и производится нарезка первой линии на делимой поверхности.

Рычаг берется за ручку (м) и плавно подается вдоль станины.

Длина наносимых делений регулируется при помощи регулирующего механизма, устройство и самая работа которого вполне схожа с регулирующим механизмом прямолинейной делительной машины.

Глубина и ширина наносимых делений, как и в предыдущей машине, зависит исключительно от заточки резца (из лучшей хромо-никкелевой стали) и степени надавливания резца на делимую поверхность, которая регулируется балластом (добавочными грузами), накладываемыми на конец рычага — резцедержателя. Далее наносится второе деление, отстоящее от первого на $1/100$ окружности (по шкале 1000 делений); для ускорения работы червячный диск, перед каждым поворотом на $1/100$ окружности, расцепляется с червяком и коническим колесом, поворачивается от руки приблизительно на 10 делений и затем червяк и масштабный диск сцепляются и последний точно червяком подводится соответствующим делением

под волоски микроскопа. Резец опускается и наносится второе деление. Таким образом наносится 3,4 и т. д. до 99-го деления.

При пользовании микроскопом деления на делимом диске отстоящие например на 36° , наносятся также по шкале и точно подводятся под волоски микроскопа при помощи нониусного червяка.

Второй способ. При втором методе деления на окружности наносятся исключительно отсчетом по нониусу и микроскоп участвует лишь в начале при установке его на нулевое деление шкалы, когда нулевое деление диска нониуса должно совпасть с чертой на указателе. Если вышеуказанного совпадения не получится и при том на большое число делений, то необходимо расцепить червяк со шкальным диском, повернуть рукой последний до совпадения нулевого деления шкалы с волосками микроскопа, вновь проверить правильность совпадения нулевого деления нониуса с чертой указателя и нулевого деления шкального лимба с чертой своего указателя; точное совпадение волосков микроскопа с нулевым делением шкалы диска производится передвижением рамки с волосками ее микрометрическим винтом.

Предположим теперь, что требуется разделить окружность на 300 частей причем каждой десятое деление отмечается удлиненной чертой и цифрой.

Масштабный лимб делительной машины имеет 732 зуба, следовательно, поворот червяка на один полный оборот повернет лимб на 1 зуб или на $\frac{1}{732}$ окружности; для того же, чтобы диск повернуть не на $\frac{1}{732}$, а на $\frac{1}{300}$ окружности, червяком нужно сделать $732 : 300 = 2,44$ оборота. Целое число оборотов червяка отсчитывается непосредственно счетом, а десятые и сотые доли отсчетом по шкале диска нониуса. Тысячные доли оборота червяка, если то потребуется, отсчитываются по нониусу (0,09 оборота червяка разделено на 10 частей).

Для удобства отсчета числа оборотов при пользовании нониусным диском, при переходе от одного нарезаемого предмета к другому, удобно заранее, на данный случай деления, составить особую таблицу с указанием одних только десятых и сотых долей нониусного диска, которые должны устанавливаться перед началом нанесения каждой очередной риски, против нулевого деления нониуса, например: 0,44, 88, 32, 76 и т. д. до 299 черты, отмечающей 300-му делению; здесь всякий раз подразумевается скрыто входящая цифра целого числа оборотов червяка, после чего уже следует порядковая цифра десятых и сотых долей оборота, устанавливаемых против нулевой черты нониуса. После нарезки соответствующего деления цифра, соответствующая этому делению, перечеркивается карандашом для памяти.

При пользовании такой таблицей можно вполне правильно довести деление окружности до конца; без такой таблицы легко сбиться и повести нарезку делений неправильно.

Предположим требуется разделить окружность на 360 частей, что соответствует 360 угловым градусам. Деление это можно произвести или:

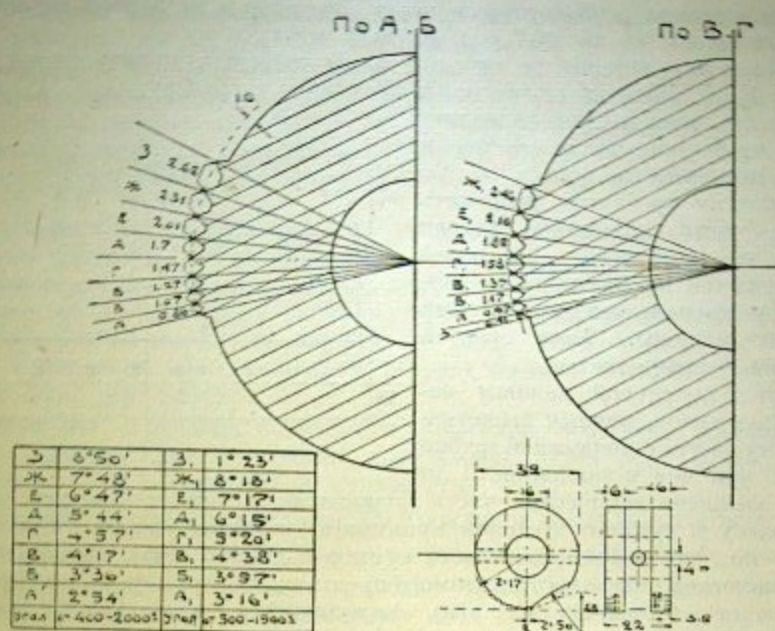
- 1) Пользуясь для отсчета поворота на каждый градус микроскопом или
- 2) Установив микроскоп на нулевое деление, затем его устранить, переводя все отсчеты на нониусный диск.

Во втором случае одно нарезаемое деление от другого деления (при одном градусе) должно отстоять на $732 : 360 = 2,03$ оборота.

Предположим еще, что каждая $\frac{1}{360}$ часть окружности должна быть разделена еще на 10 частей, тогда отсчет наносимых делений должен производиться по нониусу поворотом червяка на 0,203 оборота $1732 : 3600 = 0,203$ при чем каждое 10, 20, 30-ое деления наносятся длинной чертой, а промежуточное между ними (6 мин.) короткой чертой.

Деления с различной ценой их.

Интересный пример представляет из себя нанесение делений с различной ценой их Чер. 146.



Чер. 146.

Здесь цена каждого деления особая, выраженная в градусах и минутах, как это видно из прилагаемой к чертежу таблицы.

Наша задача здесь будет заключаться в том, чтобы цену каждого деления, выраженную в градусах и минутах, перевести на нониусный диск.

По В—Г.

1° = 2,03 оборот. червяка (нониусного диска).

1" = 0,03 оборот.

3' = 1°23

$$2,03 \times 1 = 2,03$$

$$0,03 \times 23 = 0,69$$

$$2,03 + 0,69 = 2,72 \text{ оборота.}$$

А'	= 3° 16'	6,57
Б'	= 3° 57'	7,80
В'	= 4° 38'	9,26
Г'	= 5° 20'	10,75
Д'	= 6° 15'	12,63
Е'	= 7° 17'	14,23
Ж'	= 8° 18'	16

По сечению А — Б.

А	= 2° 54'	5,68
Б	= 3° 36'	7,17
В	= 4° 17'	8,63
Г	= 4° 57'	9,83
Д	= 5° 44'	11,47
Е	= 6° 47'	13,59
Ж	= 7° 48'	15,65
З	= 8° 50'	17,74

Предмет (накатка), надетый на справку, зажимается между центрами и соединяется с поводком диска.

Установив на нуль градусной шкалы волоски микроскопа и совместив нуль нониуса с чертой указателя, на накатке проводят резцом первую (нулевую) черту по сечению А—В, затем резец поднимается и нониусный круг поворачивается на

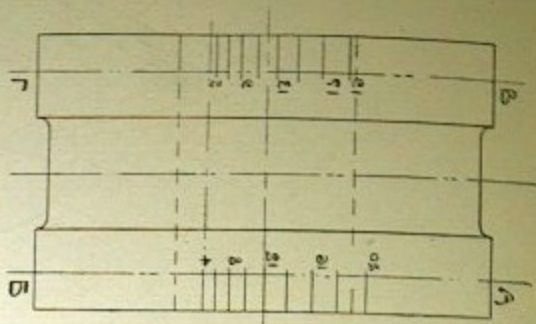
5,68 оборота: проводя резцом вторую черту, отстоящую от первой согласно вышеприведенных подсчетов на $2^{\circ}54'$ и т. д. до 9 черты.

Как только все деления по сечению А—В нанесены, приступают к нанесению по сечению В—Г. Накатка снимается и поступает к граверу.

Эта же круговая машина позволяет делить на требуемое число частей и конические поверхности.

Предположим требуется разделить коническую часть подвижной трубки микрометра на 50 частей. Для этого трубка надевается на цилиндрическую оправку, помещаемую между центрами делительной машины. Угол конуса трубки заранее определяется.

Суппорт делительной машины наклоняется под углом, равным высеку-завному углу конуса подвижной трубки микрометра, при чем в зависимости от того, куда обращена коническая часть подвижной трубки—к суппорту или к червячному колесу и суппорт со столом принимает соответствующий уклон и при том всякий раз так, что верхняя плоскость суппорта должна быть параллельна производящей конической поверхности делимого предмета. Поворот суппорта производится около болта (х), второй-же болт (ц), находящийся в круговой прорези вертикальной стенки стола суппорта, отжимается. Будучи установлен на требуемый угол суппорт зажимается в неподвижном состоянии болтом (ц). Далее работа производится, как при делении цилиндрических поверхностей.



Чер. 147.

5. Круговая радиальная машина.

Круговая радиальная машина служит для деления окружностей на плоскости чертёж 135.

Машина в основных деталях своих схожа с круговой центральной машиной.

Суппорт ее с регулирующим механизмом ничем не отличается от суппорта линейной делительной машины. Все различие заключается в горизонтальной установке круга, несущего на себе несколько шкал, а по ободу своему зубцы для червячного зацепления.

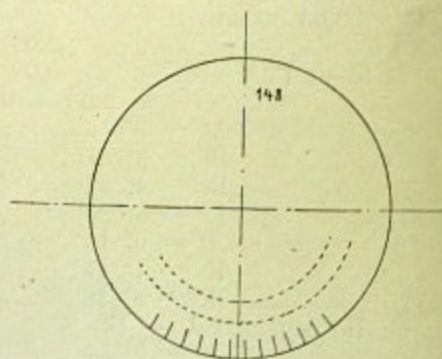
Выше мы видели, что для деления конуса на линейной делительной машине всякий раз приходится прибегать к установке специальных конических шкал.

На кругах, как вертикальной круговой машины, так и горизонтальной (радиальной) эти шкалы для всевозможных конусов наносятся на самых кругах, причем в первом случае на ободу, а во втором случае на верхней плоскости латунного круга.

Шкала конуса для отчета углов с точностью до 5 мин. делится следующим образом: берется дуга круга 23° и делится на 12 частей; тогда цена каждого деления конуса будет равна $1^{\circ}55'$.

При наличии на круге минутной шкалы, шкалу конуса нанести на латунном круге не трудно.

К машине прилагается второй круг, меньшего диаметра чем первый накладывается при употреблении на большой круг и закрепляющейся на нем неподвижно. На большом круге имеются следующие шкалы: 360° , 4320 частей (5 мин.) на серебряной пластине и 1080 частей.



Чер. 148.

Кроме главных шкал на плоскости того же круга расположен ряд шкал для различных нониусов: на 36, 50, 108, 480, 540 делений.

Делимый круг надевается на оправку.

Конической своей частью оправка входит в коническую же выемку в центре шкального круга, на цилиндрическую часть оправки надевается делимый круг; кроме того, последний прижимается к шкальному кругу медными накладками, для чего шкальный круг имеет ряд навинтованных отверстий расположенных по 8-ми радиусам.

В виду того, что делимые круги будут иметь различные отверстия в центре, кругу полагается иметь набор вышеуказанных оправок, с различными диаметрами выходящих кверху их цилиндрических центрирующих частей.

В случае экстрординарных работ оправки приходится изготовлять вновь.

Круг со шкалами имеет на окружности своей 1080 зубцов, которыми круг сцепляется с червяком нониуса: полный поворот червяка перемещает круг на 1 зуб или на $\frac{1}{1080}$ долю окружности.

На кронштейне, в обоиме, помещается микроскоп, чер. 135. Кронштейн может быть так установлен, что поле зрения микроскопа будет или около периферии круга, или на любом расстоянии от центра его.

На платформе помещается суппорт (2) с режущим и регулирующим механизмами.

Методы работ ничем существенным от таковых на круговой машине не отличаются.

В некоторых случаях микроскоп удобнее бывает иметь вдали от реза; для подобной установки микроскопа существует стол с отверстиями вокруг шкального круга 1, 2, 3, 4, в одно из отверстий ввинчивают кронштейн с микроскопом.

Три основных типа делительных машин имеют значительное количество вариантов их конструкций. Помимо разнообразия конструкций все типы делительных машин разделяются на обыкновенные и автоматические. В последних все движения реза совершаются автоматически от специального привода и мотора в 0,5 кв.

Разнообразие конструкций делительных машин, с исчерпывающей полнотой представлено каталогом Швейцарской фирмы „Société Jenevoise d'instruments de Physique“ фирма эта снабжает своими машинами весь мир. Машины этой фирмы отличаются большой точностью сборки.

Интересной особенностью в конструкции машин этой фирмы является компенсатор температуры (патент фирмы). Компенсирующий автоматически изменяет шаг проводника машины в связи с изменением всей его длины при колебаниях температуры в помещении где работает делительная машина.

6. Резцы для делительных машин.

Работа деления резцом на делительных машинах тем существенно отличается от рядовых работ, что лезвие реза должно наносить линии одинаковой толщины за все время работы по делению шкалы заданного протяжения; естественно, при этом, что резец для выполнения вышеуказанного требования должен быть достаточно стойким и не затупляться преждевременно.

Профиль реза, вследствие таких требований, и материал, идущий на его изготовление, должны удовлетворять определенным требованиям. Что же касается профиля реза, то он ясен из чертежа 134 и 135.

Резцы делаются из хромоникелевой или из быстрорежущей стали.

В случае затупления реза, что иногда неизбежно может случиться, в особенности при мягкой закалке и длинной делимой линейке, достаточно бывает резец заточить камнем „Индия“ по передней его плоскости, не вынимая его из резцодержателя. Вынимать резец на полпути произведенной работы, конечно, не рекомендуется, ибо установить резец вторично так, чтобы его лезвие совпало с только что нанесенной чертой на линейке невозможно, а пробовать резцом на изделии это значит испортить делимый предмет.

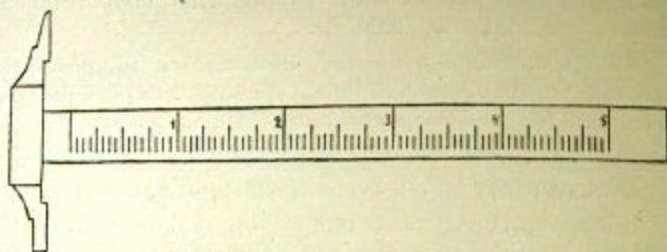
7. Производство штангенциркулей, глубомеров, микрометров и угломеров.

Универсальный мерительный инструмент, как то: штангенциркули, микрометры и т. д. настолько общеизвестны, что здесь нет нужды останавливаться на описаниях их устройства и обращения с ними в работе и потому ниже будет описано только их изготовление.

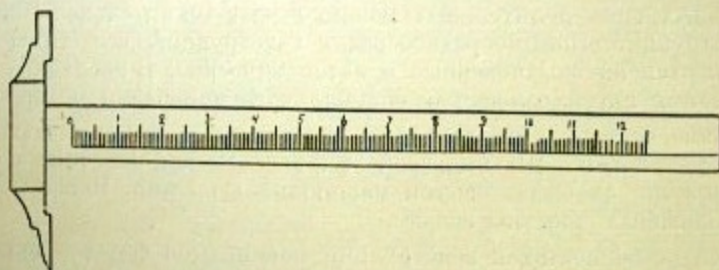
Конструкция штангенциркулей в общих чертах почти сходна у всех заводов, их изготавливающих; большее разнообразие, представляют конструкции микрометров и угломеров и подчас самые незначительные различия в устройстве деталей или способ соединения их между собою рассматриваются как изобретение и охраняются особыми свидетельствами выданными на имя завода или отдельного лица, изготовляющего эти мерительные инструменты.

Штангенциркули по размерам бывают на 7", 12", 24"; больших размеров изготавливаются редко и лишь по специальным заказам. Обычно одна сторона линейки несет дюймовую шкалу делений, а другая миллиметровую.

Чертеж 151, 152.



Чер. 151.



Чер. 152.

У неточных штангенциркулей обе шкалы сосредоточены на одной стороне линейки, чертеж 155.

По типу своему штангенциркули разделяются на:

- 1) штангенциркули для обычных измерений,
- 2) штангенциркули для разметок по металлу,
- 3) штангенрейсмусы для разметок от плиты, в вертикальном направлении,
- 4) штангенциркули для измерения расстояний от окружности до окружности или плоскости,
- 5) штангенциркули для измерения внутреннего диаметра резьбы,
- 6) штангенциркули специальных конструкций.

По точности измерений штангенциркули бывают:

- a) с нониусом до 0,1 мм.
- б) с нониусом до 0,02 мм. или по дюймовой шкале до 0,001".
- в) с нониусом до 0,01 мм.

Точностью ниже 0,1 мм. штангенциркули обычно не делаются, более грубые промеры с успехом могут быть произведены при помощи кронциркуля и стальной линейки с делениями.

В конструкции штангенциркулей существует следующее различие: штангенциркуль типа указанного на чер. 153, у которого почти все детали изготавливаются штамповкой, затем полируются и никелируются.

Конечно, конструкция такого штангенциркуля настолько ненадежна, что рассчитывать на большую точность здесь не приходится, тем паче, что миллиметровая

шкала имеет нониус для отчета с точностью до 0,1 мм. дюймовая шкала несет нониус, позволяющий делать отчеты с точностью до $\frac{1}{64}$ " чер. 153.

Части штангенциркуля неточной конструкции, изготавливаемые штамповкой:

Подвижная коробка (А).

Пластинчатая пружина; рейка глубомера (Д)

Л а п к и.

Части изготавливаемые на станке:

Линейка (Ж).

Винт и барашек к нему.

Шкалы делений наносятся здесь как на линейке, так и на нониусах, не на делительной машине, а особыми цилиндрическими накатками, в аппаратах особой конструкции. После накатки штангенциркуль собирается и отлаживается.

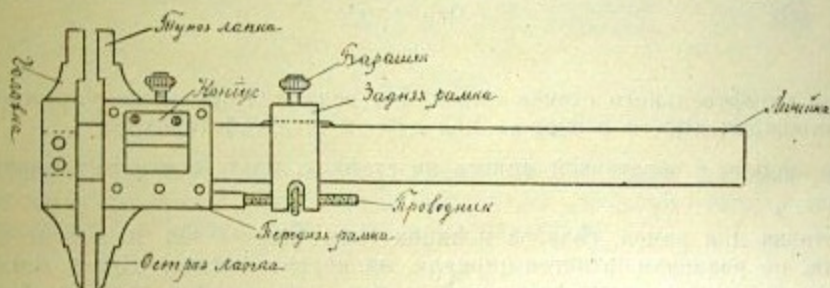
Производство штангенциркулей повышенной точности.

Для изготовления штангенциркулей употребляется полосовая: 1) инструментальная и 2) поделочная сталь.

Полосы металла прямоугольного сечения и требуемых размеров, будучи рассортированными, являются весьма удобными в процессе производства различных деталей штангенциркулей.

Штангенциркуль состоит из нескольких частей: линейки, головки, лапок, передней рамки, задней рамки, нониусной линейки, пружинок, проводника нониуса и барашка.

В собранном виде штангенциркуль имеет вид указанный на чер. 154.

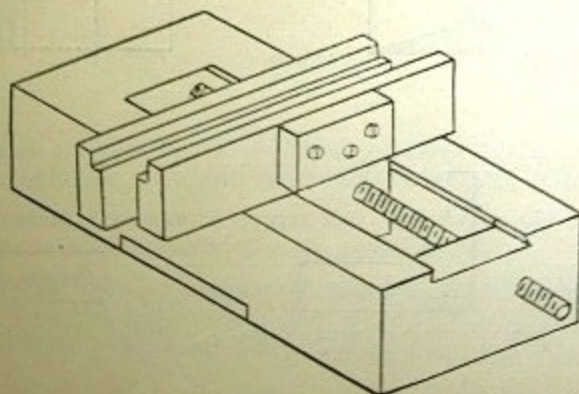


Чер. 154.

Станочная заготовка частей.

Заготовка линеек. Берется соответствующий материал и режется на куски определенной длины, после чего куски правятся под линейку или на плите и затем, отдаются в строжку.

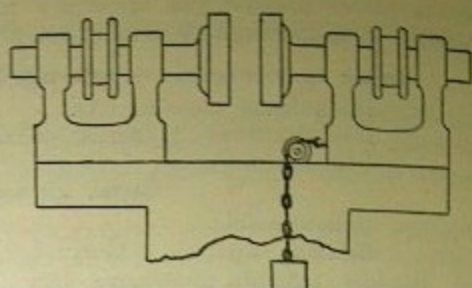
Проводится строжка площадок и ребер этих линеек в специальных тисках, чер. 156.



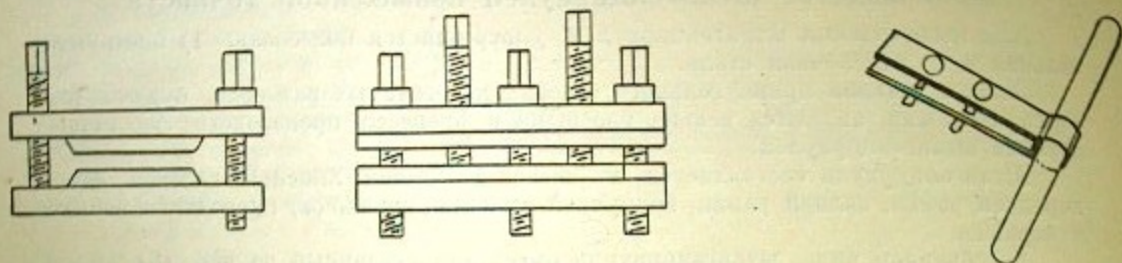
Чер. 156.

После строжки линейки помещаются на шлифовальный станок; здесь линейка помещается между двух кругов красной меди чер. 149 и при помощи наждачной мастики грубые штрихи, остающиеся после строжки линейки, удаляют шлифовкой. Станочная шлифовка значительно облегчает работу слесари по притирке линейки.

Жимки захватывающие за конец линейки делаются из двух железных пластинок и прикрепленных к ним пластин красной меди, чер. 150.



Чер. 149.

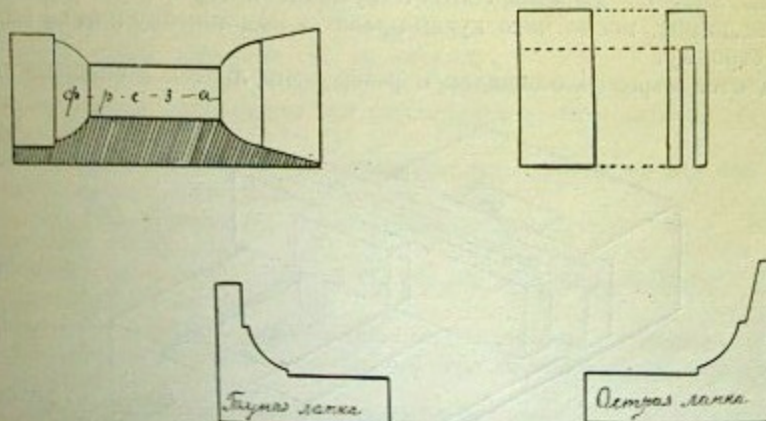


Чер. 150.

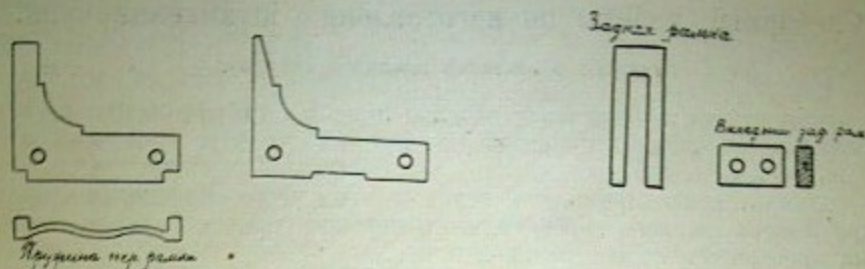
После шлифовального станка линейки передаются притирщику, который выравнивает площадки линейки в жимках под детали штанген-циркуля.

Параллельно с заготовкой линейки на станках, идет заготовка: головок, рамок и лапок.

Заготовка для рамок, головок и лапок также нарезается из соответствующего материала, по размерам штанген-циркуля, на круговой пиле. Далее вся заготовка передается на универсально-фрезерный станок, где лапки и головки фрезеруются партиями, при помощи сборных фасонных фрез, а задняя рамка лишь прорезается по толщине линейки.

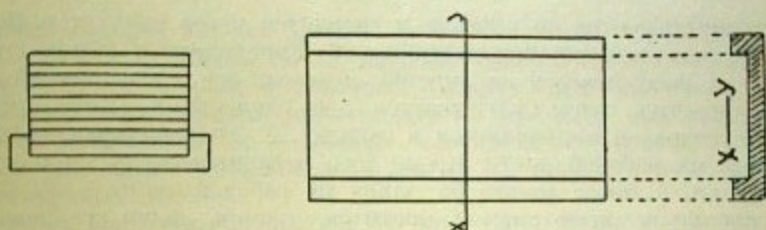


Чер. 157.



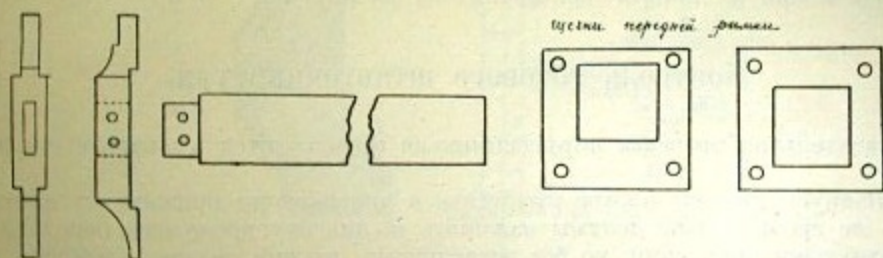
Чер. 160.

Параллельно с вышеуказанным идет также заготовка пружинки для передних и задних рамок. Пружинки делаются из стальной полосы, в которой вырезается посередине паз так, что по концам остаются некоторой ширины заплечики. Пластина режется на отдельные пружины шириною равной толщине линейки чер. 158.



Чер. 158.

Передние рамки изготавливаются из такой плоской стали, которая режется на ножницах на куски требуемого размера, квадратное отверстие в них продавливается под прессом; одна сторона шлифуется на медном круге.



Чер. 159.

Нониусы также изготавливаются из такой плоской стали, которая в виде заготовок режется на ножницах на куски требуемой ширины и длины.

Проводник, гайка, барашки и винты для нониусов могут изготавливаться или на токарных винторезных станках или на револьверных.

Вышеуказанными операциями заканчиваются все станочные работы по изготовлению частей штанген-циркулей и дальше вся заготовка в виде полуфабрикатов передается для сборки и отладки штанген-циркуля слесарю.

Слесарные работы по изготовлению штангенциркуля.

(сборка и отладка штангенциркуля).

Слесарная работа начинается с отделки линейки. Ребра линейки, прежде всего, припиливаются на параллельность и под прямым углом к широким плоскостям линейки на всей ее длине.

Как только линейка припилена, вслед за этим ребра линейки притираются на плите при помощи мелкого карборундового порошка, причем параллельность ребер все время проверяется по контрольной плите.

Для того, чтобы слесарю можно было производить вышеуказанные работы, ему необходимо иметь под рукой: 1) две чугунных плиты, из которых одна служит для притирки по краске, а другая для притирки карборундовым порошком и 2) контрольную плиту для периодической проверки линейки.

Передняя рамка шлифуется по своему контуру по наметке Чер. 161.

Эллиптическое отверстие в головке выфрезеровывается на вертикально-фрезерном станке для образования гнезда которым головка надевается на конец линейки.

Один конец линейки, на который надевается головка, зашлифовывается и образует заплечики.

Нониусы опиливаются по наметке и сверлятся через кондуктор. После слесарной заготовки всех деталей штангенциркуля, приступают к сборке его. Головка штангенциркуля насаживается на линейку и сквозь нее и конец линейки сверлятся 2 сквозных отверстия, затем склеиваются 2-мя заклепками. После сборки штангенциркуль с головкой направляется в закалку. У головки закаливаются только концы, на длину их рабочей части. Кроме того, закаливаются тупой и острый концы подвижной лапки, и также только на длину их рабочей части.

После закалки штанген-циркуль чистится, причем, лапки его доводятся в рабочих поверхностях по угольнику, в направлении перпендикулярном к ребру линейки. Затем заклепывается коробка, состоящая из передней и задней рамок и 2-х лапок тупой и острой.

После сборки штангенциркуль поступает на делительную машину, где производится нанесение дюймовой и миллиметровой шкал на обеих сторонах линейки и, кроме того, деление 2-х нониусов.

После делительной машины штанген-циркуль отлаживается, или, иначе говоря калибруется по нормальным мерам так, чтобы лапки тупые и острые сходились без просвета при различных положениях их на линейке.

Контроль готового штангенциркуля.

Окончательная проверка штангенциркуля производится в контроле следующим образом:

а) Нониусы должны плотно прилегать к линейке при прижиге их винтиками, но в то же время они не должны нажимать на линейку; кроме того, передняя рамка с привернутыми нониусами, но без вставленных пружинок должна свободно скатываться по наклоненной линейке, под тяжестью своего веса.

в) В штанген-циркуле не должно быть перекоса тупых и острых лапок при зажиме передней рамки винтом, причем, при измерении различных мер длины, острые и тупые лапки должны иметь одинаковую степень „чувствительности“.

о) Правильность и однообразие показаний лапок обеих сторон линейки:

Обе стороны должны давать одинаковую степень „чувствительности“. Равноценность делений шкалы, перпендикулярность рабочих площадок лапок к ребрам линейки проверяются на следующих мерах:

Дюймовые—0,1"; 0,2"; 0,3"; 0,4"; 0,5"; 0,6"; 0,7"; 0,8"; 0,9"; 1"; 2"; 3"; 4"; 5"; 6"; 7"; и т.д.

По всей длине штангена допускается погрешность в нанесенных делениях в пределах $\pm 0,001"$. С допусками вне этих пределов штангенциркули бракуются.

Шкалы проверяются: миллиметровые при—10 мм.; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 30; 35; 40; 45 мм. и т. д.

330

По всей длине линейки погрешность в нанесенных делениях допускается в пределах $\pm 0,025$ мм. С допусками вне этих пределов штангенциркули бракуются.

д) Надетая на линейку штангенциркуля передняя рамка не должна иметь качки, плотно прилегать к широким плоскостям линейки.

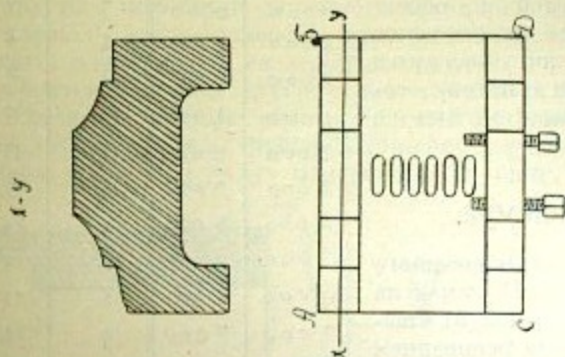
Гравировка готовых штангенов, при массовом изготовлении их, производится на специальных гравировальных станках, если же станков таких нет, то гравировку можно производить и вручную.

Совершенно готовые штанген-циркули поступают к слесарю и здесь производится: 1) осторожное зашлифовывание на кружке и, затем камнем острых концов лапок предварительно разобранных; 2) Сдвинутые до отказа тупые лапки доводятся с наружной поверхности так чтобы в сдвинутом положении они входили в отверстие кольца калибра определенных размеров. Размеры эти затем выгравливаются кислотой на лапках и служат для принятия их в расчет при измерениях внутренних размеров в изделиях.

Пользование наметками при слесарной обработке деталей штангенциркуля.

Выше было сказано, что все детали штангенциркуля, предварительно, подвергаются машинной обработке, после чего поступают к слесарю. Слесарная отделка заключается, главным образом, в опиловке, которую при массовом изготовлении штангенциркулей рекомендуется производить по наметкам, при чем как на станке, в тисках зараз зажимается по несколько одноименных деталей, так и при опиловке по наметкам может быть зажато в слесарных тисках с наметкой зараз несколько одноименных деталей.

Что касается конструкции наметок, то она может быть самая разнообразная, сводящаяся по идее к опиловке фасонного контура детали штангенциркуля по закаленным фасонным профилям наметки. Само собою разумеется, что опишиваются исключительно неотчетливые контуры, служащие или для облегчения штангенциркуля или для наружной красоты его.



Чер. 161.

Здесь в наметке, изображенной на черт. 161 стенки АВ и СД, с фасонными очертаниями головки штанген-циркуля, твердо закалены и служат теми направлениями, по которым движется пила слесаря. Для того, чтобы острые и тупые концы у всех головок были на одном определенном расстоянии от отверстия для линейки, и, кроме того, на одном уровне с лапками подвижной рамки, головки так устанавливаются в наметке, чтобы своими отверстиями для линейки штангенциркуля встать над сквозною прорезью в основание наметки, после чего в головку и прорезь в наметке пропускается штифт, который центруя головку придает ей надлежащее и устойчивое положение.

Уложенные таким образом, в ряд между стенками АВ и СД головки зажимаются винтами, после чего наметка берется в тиски и контуры опишиваются личной шлой.

Подобную вышеуказанной, наметку можно сконструировать и для лапок, прикрепленных к передней раме.

Работа по изготовлению штангенциркулей в России содержит значительное преобладание ручной слесарной работы, и все это только потому, что массового производства точного мерительного инструмента в больших масштабах, как это практикуется на Германских и Американских заводах, у нас еще не производится. Ниже, при описании массового производства микрометров одной из американских фирм, читатель может увидеть, как широко можно развить пользование приспособлениями, при помощи которых устраняется пользование даже такими точными и специальными машинами, как делительные.

8. Штанген-циркули точной конетрукции.

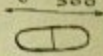
К штангенциркулям точной конетрукции относятся все те типы, которые дают возможность производить отсчеты с точностью до 0,02 и 0,01 мм. или до 0,001".

Особенностью этих конетрукций является раздельное машинное изготовление всех деталей, сопровождаемое самой точной лекальной выверкой каждой детали и, кроме того, самой точной выверкой шкал делений, нанесенных на линейной делительной машине по контрольным эталонам, процессе выверки сопровождается составлением аттестата, прилагаемого к каждому штангенциркулю выпускаемому с завода.

Все относящееся к изготовлению штанген-циркулей в общих чертах относится к изготовлению штанген-рейсмусов, г глубомеров плоской конетрукции и потому особого описания их изготовления не последует.

Штанген-рейсмус.

Нижняя лапка обыкновенного штангена здесь, чер. 164 заменена особой широкой подставкой (а), тщательно притертой своим основанием к поверочной плите. Л и н е й к а поставленная на место в подставку, должна занимать абсолютно вертикальное положение, при вполне же собранном штангенрейсмусе нижняя плитка должна быть отлажена в сочетании с линейкой, так что ряд горизонтальных черт, проведенных на вертикальной стенке на расстоянии 10, 20, 30, 100, 150 мм. должны быть абсолютно параллельны. Непараллельность же укажет неправильность сборки и отладки штангенрейсмуса.

АТТЕСТАТ. Чер. 162.			
5 АПРЕЛЯ 1917 ГОДА			
ШТАНГЕН-ЦИРКУЛЬ № 4629			
Длина линейки .. 10" дм.		300	
Длина делений .. 7" дм.			
Нормальная мера Показывающая погрешность до $\frac{1}{1000}$ дм.		Показывающая штанген-циркуля Показывающая погрешность до $\frac{1}{50}$ $\frac{1}{1000}$ м.	
0.100	0.100	1	1
0.200	0.200	2	2
0.300	0.300	3	3
0.400	0.400	4	4
0.500	0.500	5	5
0.600	0.600	6	6
0.700	0.700	7	7
0.800	0.800	8	8
0.900	0.900	9	9
1.000	1.000	10	10
2.000	2.000	11	11
3.000	3.000	12	12
4.000	4.000	13	13
5.000	5.000	14	14
6.000	6.000	15	15
7.000	7.000	16	16
		17	17

Проверка производится нормальными мерами

Заведующий мастерской

Для того, чтобы можно было измерить расстояние, начиная от плоскости самой плиты (предмет стоит на плите), определить его высоту, верхнюю лапку (б) делают изогнутой, причем так, что при совмещении нулей нониуса и линейки нижняя площадка лапки должна вплотную прилегать к чугунной плите или к контрольному брусу, к которому также плотно прилегает и нижняя подставка (а).

Штангенциркуль для измерения внутреннего диаметра резьбы.

Штангенциркуль этот с лапками специальной конструкции, черт. 165, из которых одна широкая и ложится при измерении поверх резьбы, захватывая собою несколько витков, другая лапка заострена под углом в 30° и при измерении ложится на дно впадины резьбы.

Внутренний диаметр резьбы может быть измерен следующим образом:

$$r = d - (d + r):$$

d — диаметр внутренний,
d — диаметр наружный,
r — глубина выемки.

Тогда $d = d - 2r$.

Штангенциркуль системы „Jacobis“

Штангенциркуль системы „Jacobis“, черт. 153 портативен, легок, совмещает в себе и нутромер и глубомер (узкая рейка выдвинутая из линейки штангена кверху), но в виду грубости его конструкции он пригоден лишь для неточных измерений.

Обе шкалы помещены на одной стороне линейки; двухсторонним сделан и нониус (а), который в виде коробки охватывает линейку.

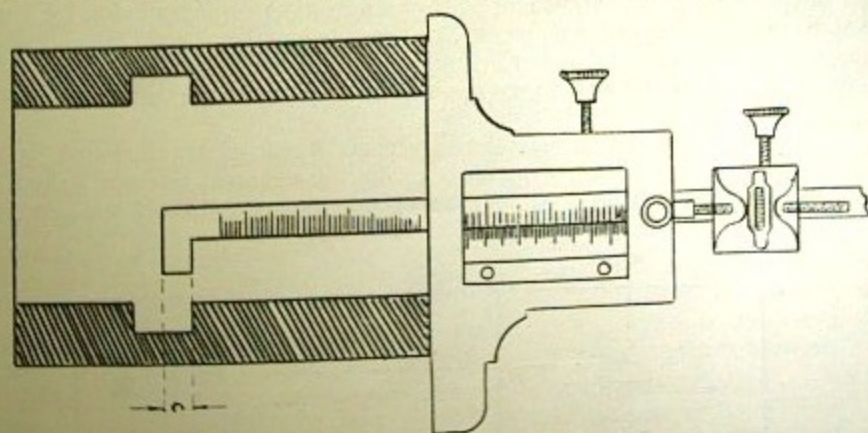
Одна пара ножек его заострена, так что ими можно производить разметку на металле.

Острые ребра лапок позволяют производить измерения внутренних диаметров окружностей и вообще всяких внутренних размеров (нутромер).

Г л у б о м е р .

Конструкция глубомеров также, как и штангенциркулей, может быть самая разнообразная. Глубину или положение по высоте какой-либо скрытой внутри площадки от пеходной площадки можно измерить или при помощи винтового глубомера, или глубомера плоского, однотипного со штангенциркулем, черт. 166, 167, 168.

Предположим требуется измерить глубину дна глухого канала относительно верхнего среза его. Для этого нижнюю плоскость лапок глубомера устанавливают вплотную к площадке верхнего среза трубки, а линейку глубомера опускают до упора в дно. Показания нониуса и дадут измеряемую глубину.



Черт. 168.

Или, предположим требуется измерить высоту кругового канальца на внутренней цилиндрической поверхности того же канальца; для этого нижним срезом

крючка линейка глубомера касается нижней стенки круговой выточки, а затем поднимают крючек до упора его в верхнюю площадку кругового паза; из разницы показаний нониуса в первом (а) и втором промерах (в) принимая во внимание постоянную высоту крючка (с), получают высоту круговой выточки $[a-b]+c$.

Предположим дальше, что круговая выточка перекошена, т. е. один ее бок поставлен выше относительно другого. Перекос этот можно обнаружить при помощи того же глубомера; придав глубомеру вышеуказанное положение и уперев крючек в дно круговой выемки, поворачивают глубомер около вертикальной оси и упирая крючек все время в дно круговой выемки, смотрят на показания нониуса; в случае расхождения показаний нониуса, при различных положениях глубомера, круговой паз следует считать перекошенным.

Невозможно описать все случаи применения глубомеров, но общее назначение глубомера видно из вышесказанного.

Универсальный угольник.

К категории точного мерительного инструмента нельзя отнести универсального угольника чер. 169, хотя он и не имеет совершенно шкалы делений, но ценность его применения, в некоторых случаях точных работ слесарных и станочных, несомненна.

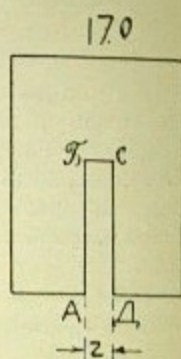
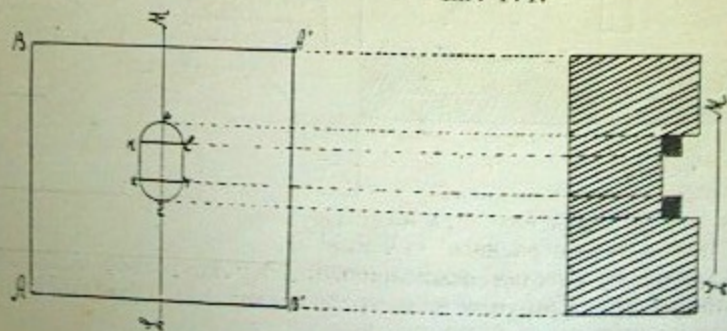
Предположим в лекале, чер. 170, требуется измерить перпендикулярность рабочих площадок его АБ и СД к плоскостям лекал. Паз АВСД настолько узок, что проверить вышеуказанное, и при том чрезвычайно важное для правильной работы лекала, нельзя совершенно без универсального угольника.

Линейка у обыкновенного угольника настолько широка, что в вырез в 2 м.м. она не войдет совершенно, здесь чрезвычайно удобной является линейка узкая, универсального угольника, у которого первую сторону прямого угла составляет линейка, которая несет на конце коробку с пазом, перпендикулярным к боковой стенке линейки; через паз, определенной высоты и ширины, пропускается линейка того же сечения, как и паз. Линейка может быть закреплена винтиком (к) в неподвижном положении. Для вышеуказанного случая линейка № 1 вынимается и на ее место вставляют линейки № 2 и 3, у которых суммарное поперечное сечение равно поперечному сечению первой линейки и, следовательно, линейки 2 и 3, вставленные на место, сидят в коробке без качки, образуя при этом при любом из своих положений прямые углы. Если требуется только одна линейка № 3, то конец второй — прячется в коробку совершенно.

Универсальный угольник может до некоторой степени заменить и глубомер и, в особенности, при работах массового производства на горизонтально и вертикально-фрезерных станках.

Предположим, например, в машинных тисках фрезеруется изделие, указанное на чер. 171 и имеющее на 2-х сторонах своих, фасонные выемки. Дно выемок уступчатое и должно отстоять от основных площадок АВА', В на определенном расстоянии.

Чер. 171.



Чер. 170.

Вышеуказанное понижение площадок можно было бы измерить и при помощи глубомера, но последнего может и не быть в распоряжении работающего, тогда применяется универсальный угольник, пользование которым заключается в следующем: линейки угольника устанавливаются; ребро основной линейки с коробкой прикладывается к площадке АВА', В, линейку (2) опускают до упора в дно выемки КВР. Линейку (3) опускают до упора в дно выемки КвХУ. До изготовления первой выемки, подобное соотношение между концами линеек достигается установкой их при помощи пластинок „ИОГАНСОН-а“, после установки линейки зажимаются винтом.

Установленный угольник передается фрезеровщику, как лекало, которым он руководствуется при фрезеровке выемок. Контур выемки заранее размечается—разметчиком. Подобный угольник особенно успешно может быть использован, когда выемок приходится делать не 2, а много и все они должны иметь одинаковую глубину.

Аналогичные случаи при фрезерных работах могут попадаться очень часто, и наличие в этих случаях под рукой у работающего универсального угольника незаменимо.

Прибор для нанесения ризок у закаленных цилиндрических и конических калибров. Чер. 197.

Назначение этого прибора заключается в том, что он может заменить соответствующие шаблоны. Штангенциркуль для нанесения ризок, имея специальное назначение значительно облегчает, упрощает и уточняет ту работу, которая обычными способами производится довольно грубо—ризки при употреблении специального прибора получаются не перекошенные и не волнистые.

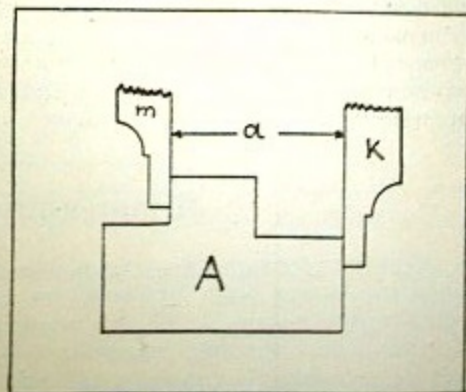
Разберем пример пользования этим прибором. Положим требуется нанести ризку на заданном расстоянии от конца калибромера, покрытого предварительно с поверхности воском или лаком. Закрепляем прибор в суппорте станка, рукояткой (к), так чтобы его линейка встала параллельно оси центров, затем ножкой (а) ползуна (в) подводим к торцу калибромера в таком положении, чтобы ризка на конце стрелки (с) совпала с ризкой на шкале (в), что показывает на правильность сопоставления ножки (а) с торцом калибромера (г), что необходимо для точного отсчета заданного размера по конусу прибора. Резец (т) пока находится в закрепленном положении винтом (к). Затем устанавливаем резец на заданный размер передвигая сперва от руки, а затем микрометрическим винтом рамку (п); закрепляем рамку (п). Калибр приводится от руки во вращение, а резец осторожным подводом суппорта к центрам наносит требуемую круговую ризку.

Штангенциркуль с выдвижными ножками.

Чер. 202.

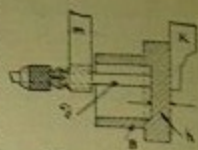
Этот штанген имеет преимущество перед обычно применяемыми штангенциркулем в том, что при помощи его является возможность произвести промеры разнообразных форм выемок, углублений, симметричность и т. д. Например требуется узнать размеры (а) лекала чер. 171-а. Не имея выдвижной ножки (т) штангенциркуля, мы не в состоянии были бы произвести точный обмер в указанном месте лекала. Штангенциркулем с выдвижными ножками этот обмер произвести можно, для этого ставим выдвижную ножку (т) выше неподвижной ножки (к) и тогда уже эта задача до нельзя упрощается.

Теперь положим требуется промерить размер (h) лекала—В, для этого вставляем вспомогательную выдвижную ножку (т) с цилиндром (д) к штангену прилагается набор таких цилиндров разного сечения) посредством которого имеется возможность измерить толщину (h). При этом надо предварительно определить размер длины выд-



Чер. 171-а.

вижного цилиндрика (д), подводя неподвижную ножку (к) к торцу этого цилиндрика. Затем вставляем цилиндр (д) в углубление лекала—В, подводим ножку (к) к дну и вторично делаем отсчет по нониусу; из полученного отсчета вычитаем предыдущий размер длины цилиндра (д) и получаемый требуемый размер (h). Таким же образом производится измерение с остальными цилиндриками, вставляемыми в подвижную ножку. Прибор такой конструкции совмещает в себе глубомер и штангенциркуль.



Чер. 171-в.

Прибор для измерения отверстий в изделиях закрепленных на станке

Чер. 196.

Назначение прибора следующее: при помощи его возможно измерить цилиндрическое отверстие не снимая предмета со станка и, таким образом, можем не только знать диаметр расточки обрабатываемого предмета в данный момент, но и ту толщину слоя металла, которую надо еще снять шлифовкой, полировкой или расточкой, которую обычным нормальным цилиндрическим калибром определить невозможно.

Разберем пример пользования этим прибором. Положим, требуется промерить отверстие $d=10$ мм. Размер сдвинутых ножек прибора равный 9, 7 мм. т. е. когда они находятся на нулевом положении; 0,3 мм. остается на расход ножек прибора во время работы. Устанавливаем на основной линейке (1) заданный размер и закрепляем рамку (2), вследствие чего эта часть становится неподвижной, а незакрепленная ножка ползуна (5) имеет возможность отходить в сторону в виду ее упругого соединения с основной линейкой при помощи пружины (4), находящейся сзади линейки (1) и скрепленной одним концом с ползуном (3), а другим—упирается в стенку паза на линейке (1), пружина оттягивает ползун в сторону, показанную стрелкой на чер. 196, стремясь ножкой (5) ползуна (3) приблизиться к упору (6) и чем дальше от упора находится при промере отверстия подвижная ножка, тем больше надо снять металла (резцом или наждачным кружком). При доведении отверстия до требуемых размеров подвижная ножка, при измерении отверстия, не должна совершенно отходить от упора. Величина отхода ножки от упора определяется в линейных размерах по нониусу ползуна.

Патрон для точной расточки лекал и выработок.

Чер. 201.

С помощью этого патрона можно вполне точно, по заданиям, расточить отверстие лекала, что достигается разводом кулачков Т, П, М, И не зависимо друг от друга, для пояснения приведем такой пример, предположим, требуется изготовить плоское отверстие лекала, где имеется два отверстия радиусов (а) и (в) центры которых находятся на разных расстояниях от граней (кт и ки). Отводим кулачек (т) на расстояние центра окружности радиуса (а) от грани (кт) лекала, кулачек (п) на расстояние центра окружности радиуса (а) от грани (ки). После этого закрепляем осторожно предмет вспомогательными кулачками (п) и (м) до отказа. Установив таким образом лекало, прикрепляем его окончательно лапками (в) к плоскости планшайбы и производим расточку в центре (а). После этой операции расточки, лекало поступает в дальнейшую разработку.

Чер. 171-с.

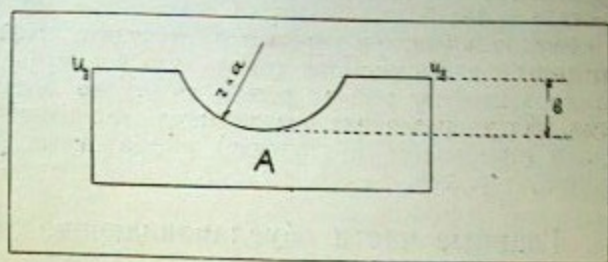
Штанген-глубомер-радиусомер.

Чер. 199.

Прибор предназначен для измерения глубины выемки определенного радиуса. Измерение может быть произведено следующим образом: предположим требуется произвести в лекале А измерение сферического углубления определенного радиуса (20 мм.) и определенной глубины—(в). Для этого вставляем в основание А прибора диск Д, указанного диаметра (40 мм.) и закрепляем его винтом К, после чего диск продвигается в коробку прибора Б настолько, чтобы его сферическая поверхность была заподлицо с ребрами АА ползунов М. Чер. 171-к.

При таком положении диска положение нулевого нониуса принимаем за исходное, для измерения углубления других радиусов (больше или меньше 20 мм) приходится вставлять диски соответствующих диаметров и таким же образом определять исходное положение нулевого деления нониуса по шкале на линейке прибора.

Для требуемого измерения глубины выемки выдвигаем диск на требуемую величину (v) вперед, отмечая размер по нониусу, после чего мы можем проверять углубление, упирая ребро (a) ползуна (m) в грань ($n-n$) лекала, а диск опуская в выемку. Неправильно сделанная выемка даст, в результате обмера, либо просвет между ребром (aa) ползунов и опорной плоскостью ($n-n$) либо на две выемки.



Чер. 171-к.

Штангенциркуль с выдвижными цилиндриками. Чер. 163.

Этот штангенциркуль отличается от имеющихся штангенциркулей тем, что у него одна пара ножек цилиндрической формы и другая пара состоит из призматической и цилиндрической ножек. Всякий раз, когда приходится измерять расстояние от наружной грани до центра отверстия, в особенности небольшого диаметра, указанный здесь штангенциркуль с круглыми лапками является незаменимым.

Этим же прибором можно пользоваться измеряя расстояние между двумя отверстиями находящимися в одной плоскости.

9. Изготовление микрометров.

Микрометр, или как его называют в России, пальмер—служит для тех же точных линейных измерений, как и штангенциркуль, с тем только различием, что конструкция этих мерительных инструментов винтовая.

По самой сути своего устройства микрометр, пожалуй, менее универсален, чем штангенциркуль общепринятой конструкции и служит только для линейных наружных измерений. В противоположность штангенциркулю у микрометра почти все детали изготавливаются, в окончательном своем виде, на станках.

Вся трудность изготовления микрометра заключается в точном изготовлении проводника и разрезной муфточки, в которой проводник вращается в собранном микрометре. Трудность изготовления складывается из следующих факторов:

а) Для изготовления проводника требуется особой точности токарно-винторезный станок, который не всегда может иметься даже при богатом оборудовании завода.

б) Заточка резца должна производиться особенно точно.

в) Срез упора закаленного конца проводника доводится так, чтобы плоскость была перпендикулярна к оси проводничка.

Материалом для проводника может служить инструментальная сталь. Что касается профиля резьбы, то выбор ее представляется усмотрению того завода, который микрометры изготавливает. В большинстве случаев резьба на проводнике делается треугольной, с усеченной вершиной, или трапецевидной (см. массовое изготовление микрометров).

Обычный способ регулировки износа резьбы проводника при помощи муфты, в которой проводник вращается, предпочитает делать резьбу трапецевидной (равносторонняя), по следующим соображениям: предположим, что проводник и разрезная муфточка, в которой проводник ходит, износились и появился мертвый ход; естественно, что при таком дефекте, показания микрометра при измерении длины будут неправильны, расходясь всякий раз с истинными показаниями на величину мертвого хода проводничка в муфте.

При трапецевидной резьбе проводника проявившийся мертвый ход можно уничтожить, сжав муфточку настолько, чтобы слабина уничтожилась; сжатие это происходит при помощи специального сжимного кольца, навинчиваемого на коническую нарезную часть муфточки, захватывающую проводник. Для того, чтобы муфта могла сжиматься и разжиматься, она разрезается по трем производящим, чер. 175 и 181-Б.

Втулочка изнутри нарезается несколько иной резьбой, чем на проводнике; шаг резьбы здесь остается тот же, что и у проводника и все отступление заключается в профиле резьбы; резьба на втулке делается полной, без притупления, тогда, как у проводника она делается трапецевидной для того, чтобы при сжатии втулки (при износе проводника) резьба могла плотнее обнять резьбу на проводнике, чер. 138.

Главные части обуславливающие точность микрометров.

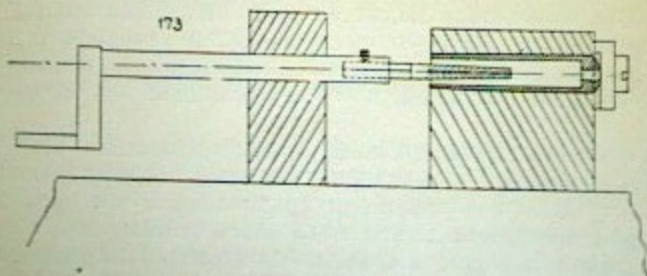
1. *Проводник.* Часть проводника, ближайшая к упору делается гладкой, часть же соединяющаяся с втулочкой нарезная. Длина нарезной части делается в 25 мм. + высота нарезной части муфточки (которой проводник вращается это у микрометров измеряющих до 25 мм. и такая же длина нарезной части проводника у микрометров делающих промеры от 25 до 50 мм. Нарезка правая с шагом 0,5 мм. проводник не закаливается.

2. *Муфта.* Стальная с внутренней нарезкой и с тем же шагом, как у проводника.

3. *Корпус.* соединяющий все части микрометра в одно целое.

В заготовке муфты, которая имеет вид цилиндра с конусной заточкой на конце, сверлится центральное сквозное отверстие, которое затем развертывается до диаметра на 0,05 мм. выше наружного диаметра трубки со шкалой. Сверление, во избежание сноса сверла в сторону под конец отверстия, рекомендуется производить на специальных станках, при чем вращается, как сверло, так и сама заготовка в особом патрончике. Но как бы точно и аккуратно мы не стремились получить отверстие, а снос отверстия от оси в сторону произойти может, поэтому наружная обточка муфты производится перед сверлением, с припуском на 0,5—0,03 мм.) конусной заточки под конус здесь не делается; после окончательной развертки отверстия до требуемого диаметра, заготовка надевая на точную оправку ставится на центры токарного станка и обтачивается до должного профиля, а задняя часть муфты накатывается. После обточки зачищается шлифной шилой или наждачной бумагой. Дно муфты сверлится через кондуктор, или на обыкновенном токарном станке сверлом с направляющим цилиндриком и затем нарезается метчиком, при чем, чтобы не было перекоса резьбы относительно оси отверстия в муфте последнее нарезается метчиком, который предварительно закрепляется в скалке особого приспособления, схематически показанного на чертеже 173-а. Скалка вместе с метчиками вводится в полость муфты, после чего начинается нарезка дыры для проводника. Скалка центрует метчик при работе, причем необходимо соблюдение одноосности метчика и скалки.

Муфточка устанавливается в приспособление так, что ось отверстия приходится на одной оси со скалкой и метчиком.



Чер. 173-а.

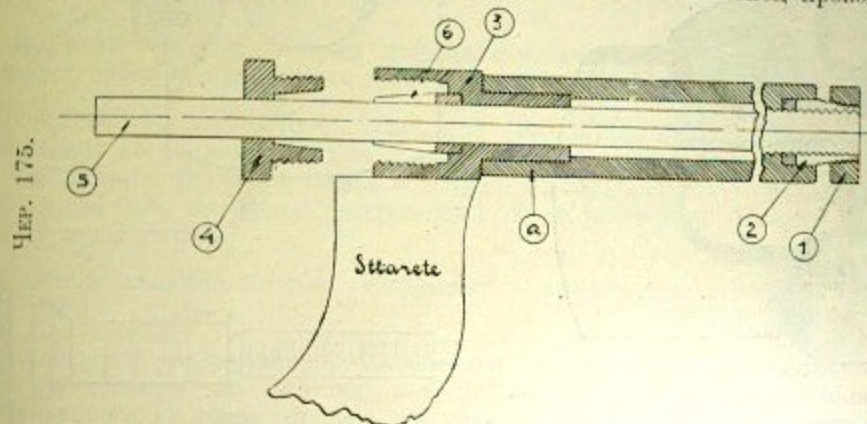
Нарезанное отверстие проверяется резьбовым калибром, соединенным с гладким направляющим калибром; кроме того нарезка в отверстии проверяется с наружной стороны муфты, одним резьбовым калибром.

3. Корпус. В зависимости от максимальных измеряемых размеров корпус может иметь различный пролет. Например, у микрометра на 25 мм. пролет скобы бывает от 27 мм. до 30 мм., в зависимости от длины неподвижного упора; у микрометра на 50 мм. соответственно больше, и, наконец, у такого микрометра, который указан на чертеже 173. Для измерений до 250 мм., величина пролета скобы

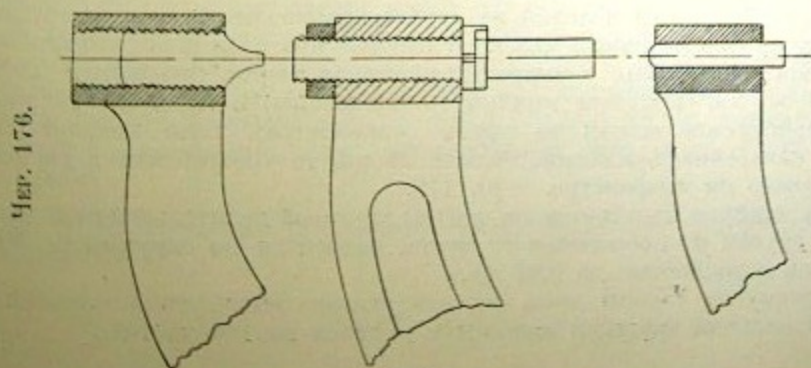
скоба, может быть изготовлена отливкой из стали и, будучи зачищенной просверливается и обрабатывается в патрубке под трубку (а), со шкалой микрометра черт. 174, кроме того, с противоположного конца просверливается под неподвижный упор. После сборки и отладки микрометра, скоба иногда окрашивается черным металлизированным лаком. Иногда скоба изготавливается фрезеровкой фасонным фрезом, черт. 172, при чем, для большей продуктивности в работе в тиски закладываются сразу несколько экземпляров скоб. (См. „массовое изготовление микрометров“).

Цапфа фрезеруется фасонной фрезой; патрубок под трубку со шкалой обрабатывается на токарном станке.

В микрометре указанном на чер. 175 стенки разрезной муфточки (6), в зависимости от степени подвнутости зажимного кольца (4) в цапфу скобы, либо в плотную прилегают к проводничку, либо между проводником и муфтой остается зазор. Эта же муфточка поддерживает все время свободный конец проводника, не

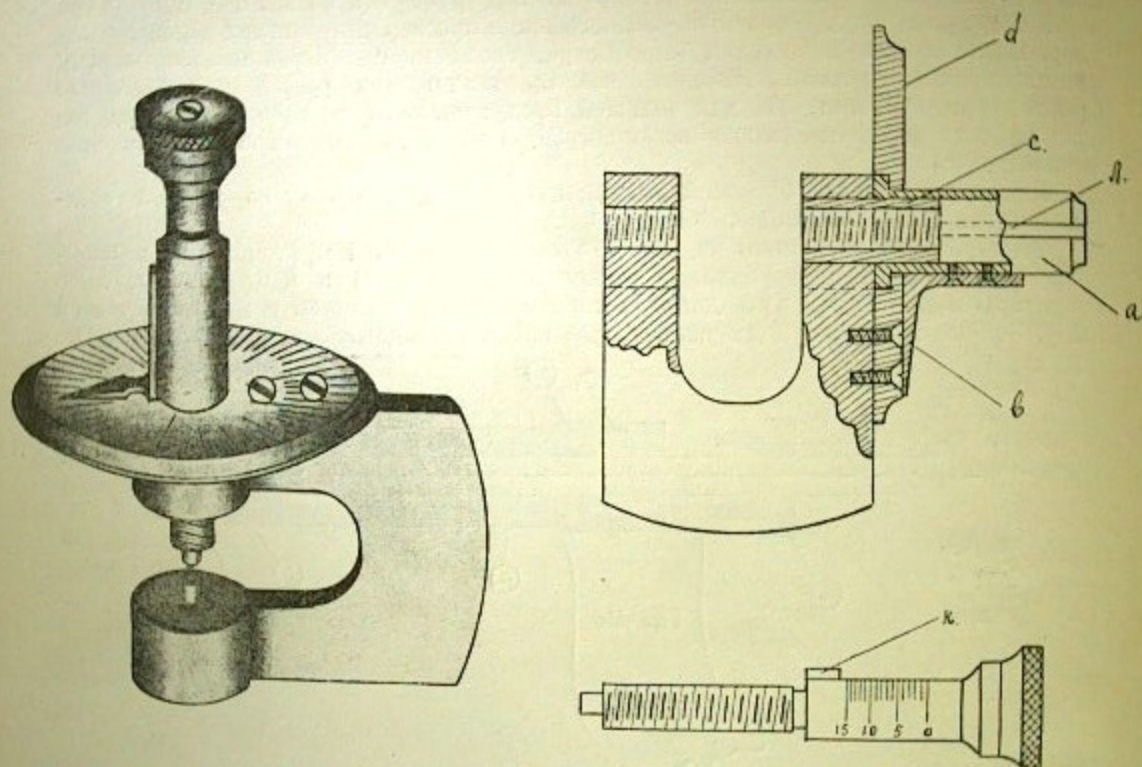


на весу, и тем предотвращает его перекокс. С другой стороны, при промерах, очень часто приходится пользоваться одним и тем же размером несколько раз подряд, в этих случаях проводничек закрепляется зажимным кольцом, чем предотвращается невольный поворот проводничка и, следовательно, нарушение того размера—на который микрометр установлен. С противоположного конца, в скобе просверливается отверстие гладкое или нарезное, в которое вставляется, одним из способов—указанных на черт. 176, упорный неподвижный штифт.



4. Трубка со шкалой в большинстве случаев делается неподвижной, но будучи неподвижной она не составляет одного целого со скобой, а надевается в нагретом состоянии или на штифте на патрубок цапфы скобы. В некоторых случаях трубка эта (а), чер. 177 делается неподвижной: шкалы на своей поверхности она уже не имеет, а несет на себе стрелку (в) указателя нониуса; последний представляет из себя диск (d) диаметром 65 мм., разделенный по окружности на 100 частей. Микрометр такой конструкции служит для очень точных измерений и с успехом может заменить мерительную машину. Точность его измерения 0,005 мм.

Трубка указателя нониуса связана с проводником при помощи шпонки на проводнике (к), входящей в прорезь (л) трубки.



Чер. 177.

Шкала микрометра и его нониуса.

Нанесение делений на шкальной трубке и на нониусной муфте или круге производится на делительных машинах в тех случаях, когда производство микрометров не имеет массового характера.

Первая черта шкалы делений на трубке производится от произвольного места, но не очень далеко от цапфы скобы и сообразуясь с длиной проводника и положением винтовой муфты в микрометре, вторая черта проводится короткая, на расстоянии 0,5 мм. (в случае миллиметровой шкалы) и т. д., до 25 мм. (обычно принятое протяжение шкалы на трубке микрометра). Если микрометры предназначены к измерению предметов, больше 25 мм. то употребляются сменные упоры, как это указано на микрометре, черт. 178.

Трубка нониуса надевается на центры круговой делительной машины. На скате нониусной трубки от произвольного места, наносится по окружности 50 делений для отсчетов с точностью до 0,01 мм.).

Если нониусом служит диск, как это указано выше, то последний ставится на стол радиальной круговой машины и делится на 100 частей.

Сборка и отладка микрометра.

При изготовлении микрометров каждая из деталей подлежит декаральной проверке.

Из законченных и годных деталей собирается микрометр.

Сборка микрометра заключается в следующем: а) тщательно выверается перпендикулярность срезов у упоров к оси проводника для этого проводник и упор приводятся в соприкосновение и смотрят на свет через стык; поворачивают проводник вокруг оси на 360° и если с одного боку виден просвет, то отмечают краской этот бок проводника и упора; микрометр зажимается в тиски, проводник отводится в сторону и при том настолько, чтобы между ним и упором можно было поместить медную шлифовку с параллельными боками; этой шлифовкой срезы упора и проводника доводятся постепенно „на перпендикулярность“ к оси и вновь смотрят на свет, подводя срезы вплотную; в случае наличия просвета, операция доводки вновь повторяется и так до тех пор, пока просвета не будет при различных положениях проводничка. Если упор неподвижный, то проверка срезов на перпендикулярность к оси проводника, при поворотах его на различные углы (до 360°) сопровождается по пластинкам „Иогансона“ с разницей в толщине на 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; и 0,5 мм.; если упор винтовой то ту же операцию можно проделывать вывинчиванием упора на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ и 1 полный оборот, хотя здесь так же как при неподвижном упоре работу доводки лучше вести по пластинкам Иогансона. Как только срезы установлены на плотность соприкосновения приступают к установке нониуса.

Упор, если это винт, отводят несколько назад и, затем устанавливают нониус, совмещая нулевое деление его с нулевым делением на шкальной трубке.

Проводник, предварительно, закрепляют зажимным кольцом. Упор постепенно подвигивают до соприкосновения с упором проводника и при этом до такой степени, чтобы при отжатии зажимного кольца, проводник можно было отвести без усилия (трещеткой на конце микрометра). Этим операция отладки микрометра считается законченной.

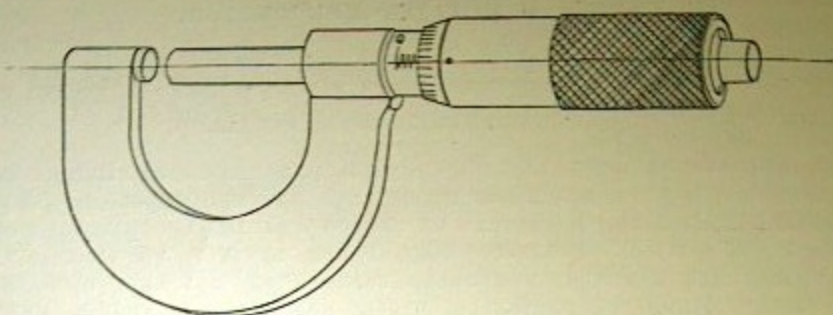
Несколько сложнее отладка собранного микрометра с неподвижным упором, черт. 181 А.

Отладка микрометра здесь заключается в постепенной подшлифовке среза упора и его доводке до тех пор, пока нулевые деления на трубке нониуса и шкальной трубке не совпадут, при чем, само собой разумеется, операцию отладки здесь приходится вести одновременно с операцией доводки среза неподвижного упора на перпендикулярность к оси проводника. Эту же отладку можно упростить путем подборки упоров различающихся по высоте на 0,01, 0,002 и т. д. до 0,1 мм.

Дальше следует контроль микрометра, который сопровождается составлением аттестата, как и при контроле штангенциркуля.

Невзирая на все предосторожности, во всем процессе изготовления проводника и разрезной муфты, последние представляют из себя самые трудные и капризные части, из за которых совершенно готовый микрометр нередко бракуется. При выверке готового микрометра по контрольным мерам, здесь обнаруживается гораздо больше невязкостей шкалы на трубке микрометра с контрольными мерами чем это наблюдается в штанген-циркулях или глубомерах. Допуски за которыми микрометр бракуется — следующие: для миллиметровой шкалы до 0,005 мм., для дюймовой — 0,0002.

Лучшими по изготовлению и точности считаются микрометры системы „Броун и Шарп“ и „Starrett“.



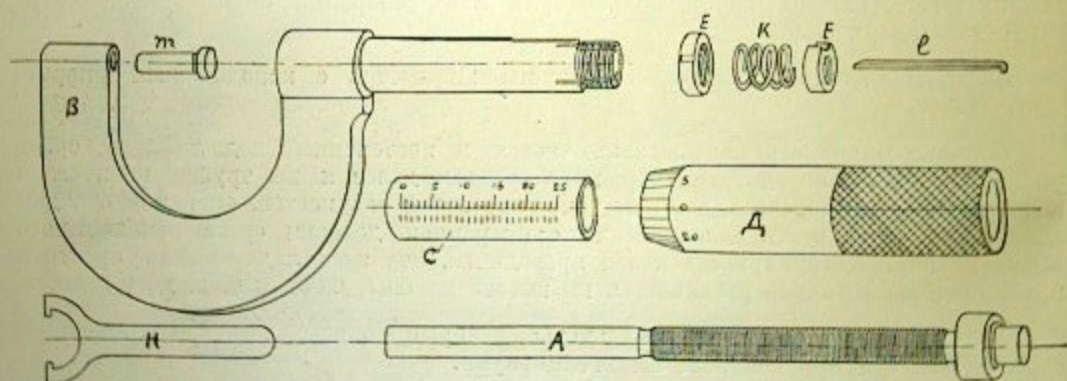
Чер. 181-А.

10. Массовое изготовление микрометров.

Ниже описаны некоторые из механических операций, через которые проходят части микрометров при массовом их изготовлении, однако, здесь не описываются, как и ранее, все их бесконечные вариации и то искусство рабочего, которое на каждом шагу требуется.

Нет инструмента более совершенного и точного, чем микрометр. Обычно изготовление микрометров подобной точности и тщательной отделки может обслуживаться в значительной своей доле рабочими высшей квалификации. Искусство рабочего, есть, по крайней мере, значительный фактор, обуславливающий успех изготовления подобного измерительного инструмента; иными словами инструменты подобной точности, будучи хороши сами по себе, могут быть показательными в смысле обучения точной механической работе.

Двадцати пяти миллиметровый микрометр показан на чертеже 181-А, а его составные части на чертеже 181-Б.



Чер. 181-Б.

Здесь А — проводник и шпindel, который делается из целого куска инструментальной стали; В — корпус; С — шкальная трубка; Д — нониусная трубка; М — упор; Е — зажимная гайка; К — натяжная пружина; Н — ключи. В собранном виде микрометр показан на фигуре 181-А.

Изготовление корпуса микрометра.

Следует всегда помнить, что изготовление каждой части микрометра требует чрезвычайной осторожности, так, чтобы в окончательной сборке его получились удовлетворительные результаты.

На подковообразном корпусе операции следующие:

- 1) обдирка.
- 2) фрезеровка сторон.
- 3) фрезеровка внутри и подрезка концов стебля.
- 4) токарная обточка, нарезка резьбы под зажимную гайку.
- 5) сверление отверстия.
- 6) развертка отверстия.
- 7) нарезка отверстия для проводника метчиком.
- 8) разрезка, по производящим, корпуса стебля.
- 9) выемка продольных пазов на стебле под пружину.
- 10) окончательная обточка.
- 11) выборка гнезда под упор.
- 12) сверление отверстия под упор.
- 13) развертка отверстия под упор.
- 14) шлифовка.
- 15) гравировка травлением.
- 16) сборка.

Обдирка заключается в простой обточке кружком кузнечного облоя и в зачистке драчевой шилой.

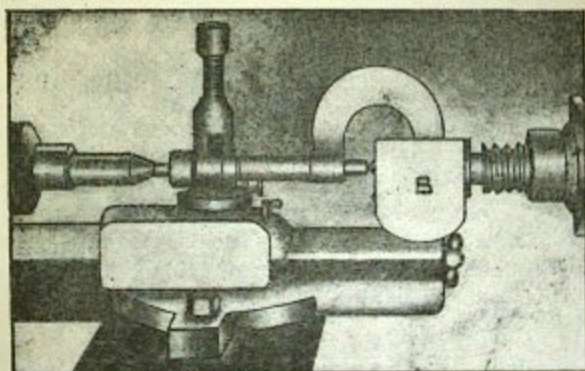
В последующем корпусе располагаются по 4 одновременно в специальном приспособлении, где стороны фрезеруются. Так как обе стороны в этом приспособлении фрезеруются одновременно, то два корпуса оканчиваются одновременно после каждого прохода фасонными фрезами. Внутренность корпуса также фрезеруется и конец стебля подрезается.

Корпуса до 10 в ряд располагаются в приспособлении в особых гнездах шпиндельной конструкции, которые затем сжимаются губками параллельных тисок установленных на столе горизонтально фрезерного станка.

Следующие операции, это: сверление проводникового отверстия, наружная обточка стебля и нарезка конца под зажимную гайку. Для этой цели корпус помещается в вращающийся кондуктор, накрученный на шпindel револьверного станка.

Очень простой по конструкции, винтового действия, зажимной кондуктор

удерживает корпус прочно на месте. Круговая обточка здесь производится резцом в державке, а нарезка конца стебля самооткрывающимися плашками. После сверления отверстия под нарезку для проводника оно развертывается и отсылается в полировку. В последующем нарезка под проводник проходит вручную метчиком с направляющей, как указано в предыдущей главе. Нарезанный конец стебля разрезается на 4 сектора, в специальном для этой операции приспособлении.



Чер. 181-0.

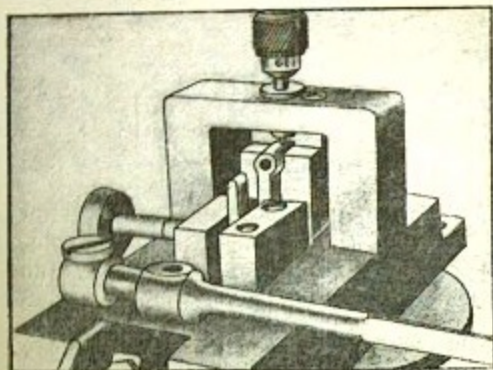
Надлежащая работа в приспособлении обеспечивается средней закаленной головкой винта, на которую корпус упирается. Делаются первые прорезы при указанном положении приспособления, а при повороте на четверть окружности прорезают вторую канавку и т. д. до 4-ой прорези.

Заусеницы снимаются напильником и затем корпус готов для окончательной обточки внешней стороны стебля на малом токарном станке. Для этой работы корпус помещается на оправку. Муфточка на конце центра и оправка поддерживают стебель неподвижно на центрах с двух концов. Вращение корпуса при работе производится поводком В, имеющим выемку, в которую и входит конец корпуса.

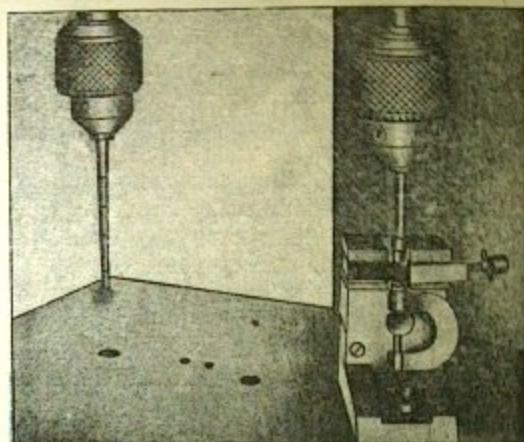
Чер. 181 о.

Впадина в стемле для плоской пружины (е) Чер. 181 Б фрезеруется как указано на чер. 181 п. Корпус укрепляется в приспособлении, и впадина на стемле выфрезеровывается с одного конца фрезой, скрытой в грибке, утопленном в верхней поперечине приспособления. Здесь длина канавки определяется автоматически, продвижением скользящей части приспособления, несущей в себе корпус до специального упора; глубина канавки—определяется опусканием шпинделя копировального станка на заранее установленную глубину.

Сверление и развертка, как самостоятельные операции, выполняются на сверлильном двухшпиндельном станке. Корпус укрепляется в кондукторе, как показано на чер. 181 с. Справа показано сверление, слева—развертка.



Чер. 181 п.



Чер. 181 с.

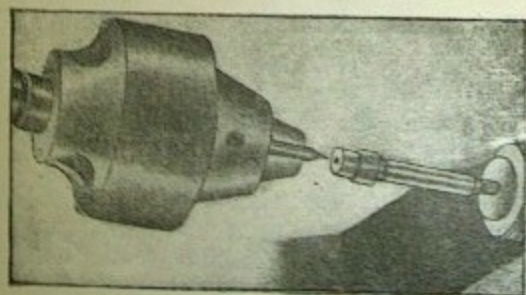
По окончании сверления, сверло поднимается и в отверстие вводится развертка. Затем корпус полируется и на нем производится соответствующая гравировка.

Гравировка выполняется загрузкой поверхности воском и вырезыванием на ней букв при помощи пантографа. По вырезанному восковому трафарету травят кислотой.

Изготовление проводника.

Как уже было указано, шпиндель и проводник составляют одно целое.

Заготовку проводников производят на токарном станке, центруя при этом один конец. Затем отрезок помещают в кулачный патрончик малого токарного станка, а толстый конец центруется как показано на чер. 181 р. После токарной обработки тонкий конец закалывают и тогда проводник укрепляют на центрах шлифовального станка. После этого он доводится по поверхности на малом токарном станке, как показано на чер. 181-ч.



Чер. 181 р.

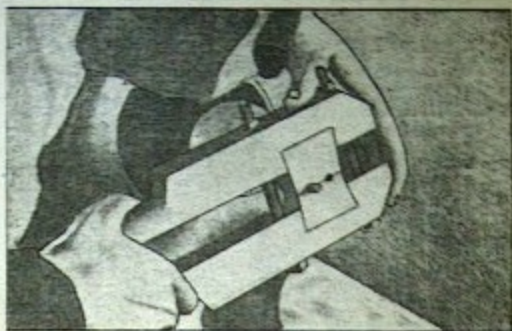


Чер. 181 ч.

Зажим для доводки состоит из свинцовых блоков, снабженных тонкими насечками, которые сжимаются деревянными тисками, как показано на чер. 181 t.

Та часть проводника, на которой резьба должна обрываться, доводится по диаметру на верстачном токарном станке, фиг. 181-ч.

Теперь проводник готов для того, чтобы нарезать резьбу, что представляет из себя одну из самых точных работ, какую только можно себе представить.



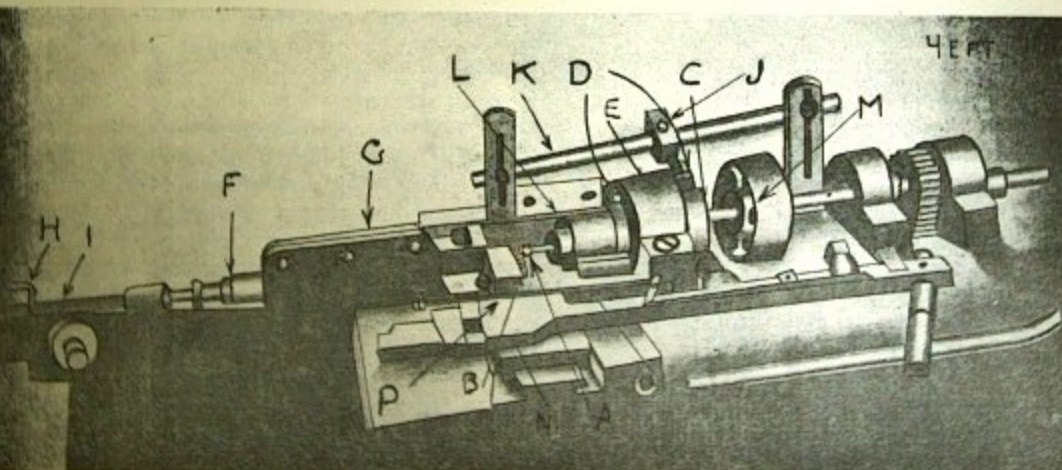
Чер. 181 t.

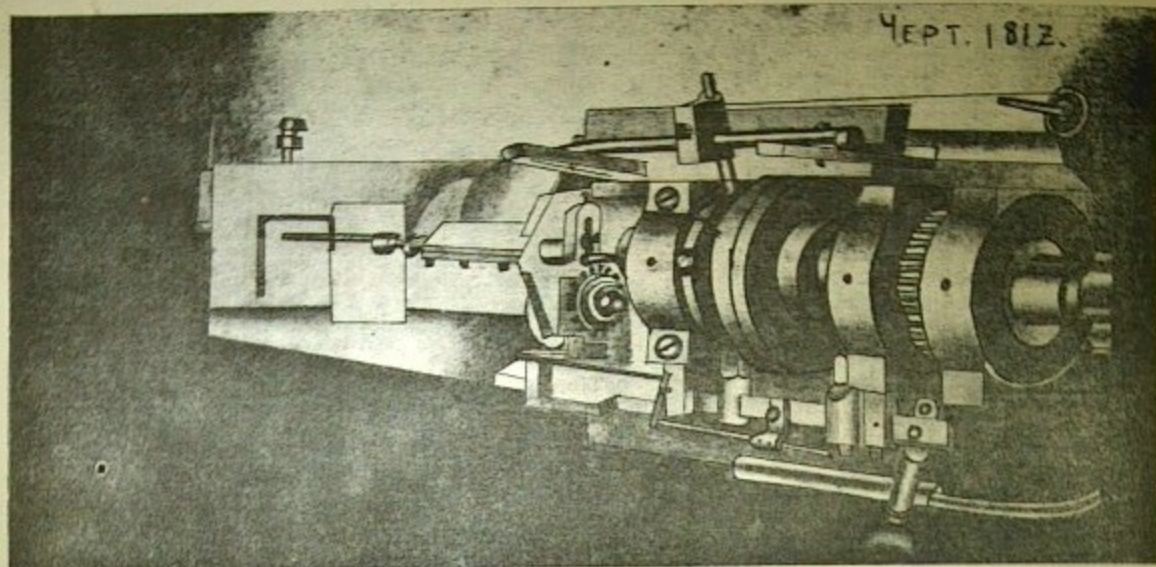
Винторезный станок.

Показан на чер. 181-Р и 181-Z A—нарезаемый брусок, B—нарезающий инструмент, имеющий только поперечную подачу, тогда как мимо него происходит подача бруска.

Ходовой винт нарезки непосредственно на шпинделе станка в C, и подает через разрезную гайку D, вставленную в подшипник или подушку E.

Задний шпиндель F уравновешен и скользит в разрезном подшипнике U, тогда как нарезаемый брусок подается вперед или назад. При вставке или вынимании брусков задний шпиндель можно выключать из контакта, отодвигая его назад, пока собачка H не заскочит в вырез I.





Нарезаемый брусок устанавливается на центрах и движется маленьким хомутиком без мертвого хода. Ходовой винт имеет шаг одинаковый с нарезкой микрометрического шпинделя, именно 40 ниток на 1 дюйм; он нарезан с наибольшей возможной точностью (нарезка винта продолжалась несколько месяцев для получения достаточно однообразного хода нарезки для данной цели).

Тем не менее, разности температуры заставляют принять меры для компенсации неточностей хода винта. Тот же механизм конечно может служить и для исправления погрешностей, происходящих от того, что данный винт подает слишком быстро или же медленно. Применяемый здесь способ состоит в помещении гайки ходового винта в подушку, как упомянуто выше, таким образом, чтобы уничтожить мертвый ход на конце, но в то же время сохранить возможность свободного вращения в известных пределах. Стержень плотно ввинченный в один из фланцев гайки, соединяет ее с тягой *J* на бруске *K*.

Можно видеть, что чем больше угол установки бруска *K*, тем на больший угол повернется гайка *D* по мере того, как шпиндель станка подает нарезаемый брусок к резцу. Если направление поворота гаек совпадает с вращением ходового винта, нарезка получается меньшей длины хода, если же гайка повернута в обратном направлении вращению ходового винта, длина хода нарезки увеличивается.

Однако, в виду того, что длина хода нарезки, а следовательно и продольное перемещение шпинделя станка равны приблизительно $1\frac{3}{8}''$, проходимое расстояние оказывается недостаточным для получения хороших результатов, почему применяется устройство, дающее возможность бруску *K* иметь движение параллельное шпинделю станка, со скоростью приблизительно в 3 раза превосходящей скорость подачи шпинделя вперед или назад. Это достигается насадкой бруска *K* на салазки, имеющие зубчатую планку *L*, с которой сцепляется нарезанный диск *M*. Этот диск прочно соединен шпонкой со шпинделем станка, но нарезка его имеет 12 ниток на 1 дюйм, тогда как самый шпиндель имеет 40, откуда видно, что подача планки и компенсирующего бруска *K* происходит приблизительно в 3 раза скорее, чем подача шпинделя и нарезаемого бруска.

Вследствие этого гайка ходового винта имеет перемещение приблизительно втрое больше, чем она имела бы, если бы применялось только одно движение шпинделя, при установке компенсирующего бруска *K* под тем же углом. Этим можно избежать слишком большой величины угла установки бруска *K*.

При нарезке винтов было найдено, что угол под которым приходится устанавливать компенсирующий брусок *K* значительно колеблется по величине в жаркое

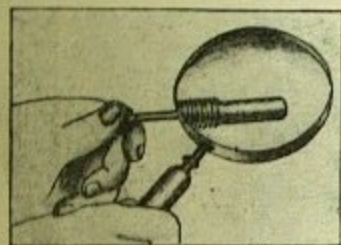
лето или холодную зиму. При внезапных изменениях температуры, угол приходится подбирать каждый день, чтобы получить точные результаты в шаге нарезаемых винтов. Нарезка шпинделя станка—правая, также как и нарезка микрометричного шпинделя. Поэтому приходится устанавливать резец вниз головой, но этим достигаются некоторые выгоды, одна из которых заключается в том, что стружка легче выпадает из нарезов.

После того, как шпиндель продвинулся вперед с нарезаемым бруском, брусок *N* автоматически подается вправо посредством упора и позволяет суппорту резца отойти назад, а резцу очистить нарезаемый брусок. Шпиндель отходит тогда в начальное положение, а другой упор отводит влево брусок *N*, который толкает резец вперед опять в положение для резания. Резец подается вперед на величину достаточную для каждого требуемого нарезания действием зубчатого останова маленького скользящего прута *Q*, действующего на зубчатку *P* на конце ходового винта.

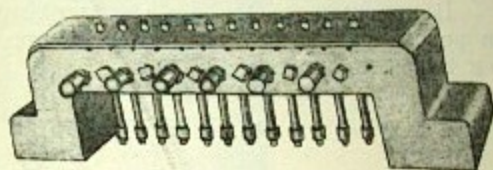
Некоторые части описанного механизма показаны яснее на плане того же станка, данным на фиг. 181-Z.

Профиль нарезки показан в увеличенном виде на фиг. 181-a.

Закаленные концы проводника микрометра зажимаются в приспособление, закрепляемое на столе шлифовального станка, как показано на фиг. 181-b.



Чер. 181-a.



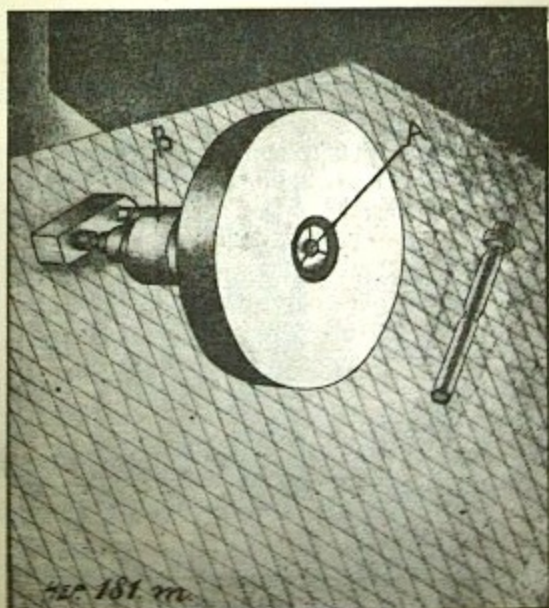
Чер. 181-b.

Шлифовка конца проводника является чрезвычайно точной работой. Доводка опорной площадки проводника производится в приспособлении показанном на чер. 181-m.

Блок на стойке *C* может отходить в сторону, нажимая или не касаясь проводника. Стойка ограничена сверху прижимом *B*, который служит для давления на проводник книзу, когда он вставлен в приспособление для доводки. чер. 181-d. Основание оправки, представляет собой разрезанный зажим, (патрон), который охватывает конец проводника, черт. 181-m.



Чер. 181-d.



Патрон зажимается посредством рифленой гайки. Действуя этой оправкой, рабочий трет ею о поверхность чугунной плиты с наждачной мастикой повертывая ее при каждом движении.

Существует специальное лекало чтобы время от времени проверять перпендикулярность дна приспособления к вертикальной оси его. Употребляются два прижима В, один для того, чтобы снять нужную часть металла, а другой для того, чтобы получить окончательный результат. Доводка среза производится так аккуратно, и так ровно, что будучи приложен к упору, проводник должен не отделяться от него если его ни чем не поддерживать как это указано на чер. 181-h.



Чер. 181-h.

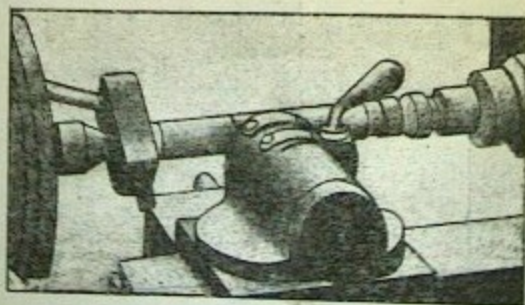
Изготовление нониусных трубок.

Нониусные трубки грубо обтачиваются, сверлятся и отрезаются из целого куска на револьверном станке, а затем они развертываются точно выверенной разверткой, как показано на фиг. 181-f.



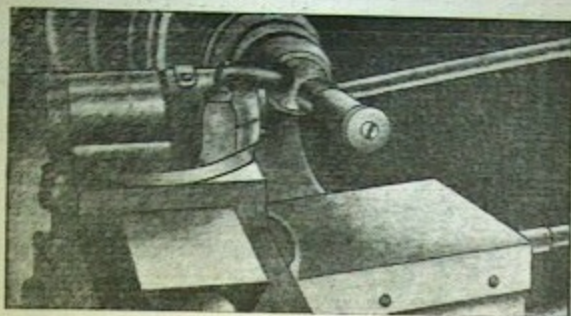
Чер. 181-f.

Затем трубка надевается на точную оправку, которая зажимается между центрами токарного станка и начисто обтачивается с поверхности. Чер. 181-e.



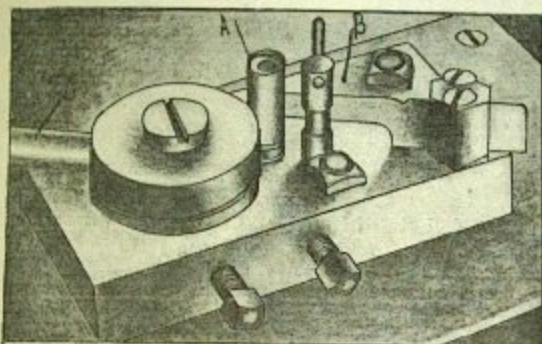
Чер. 181-e.

После этого, трубку надетую на оправку, помещают в шпиндель токарного станка, суппорт поворачивают, как показано на фиг. 181-g, и затачивают конический конец трубки.



Чер. 181-g.

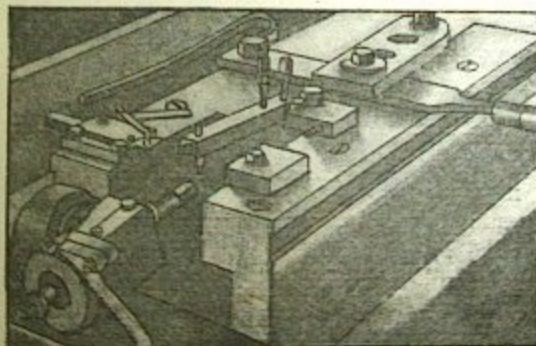
Затем гравировются накаткой номера делений все зараз, способом, указанным на фиг. 181-k.



Чер. 181-k.

На этом приспособлении штемпеля расположены по радиусам, а накатка приводится в движение ручным рычагом.

Деление трубки нарезаются машиной фиг. 181-i.



Чер. 181-i.

Установка производится левой рукой, а правой рабочий производит движение рычага.

Изготовление шкальных трубок.

Шкальные трубки высверливаются, грубо обтачиваются из полосы, а затем разворачиваются таким же образом, как нониусные трубки. Затем их помещают на оправку и окончательно обтачивают.

Нарезка делений, идущих вдоль трубок, производится на машине, изображенной на фиг. 181-с. Здесь все деления наносятся в один прием.

В приспособлении 181-с трубка помещена на оправке в точке А и укреплена на месте посредством эксцентрика, укрепленного под точкой В. Передаточное кольцо для этого нижнего скрепа может, по мере надобности, отводиться в сторону простым освобождением эксцентрика и подачей кольца в сторону.

Инструмент для нарезки делений вводится в полость приспособления и закрепляется в верхнем вращающемся диске. Здесь державка резцов приводится в действие посредством поворота рукоятки С, упорами Д и Е заканчивается проходимый путь. В конце нарезки резцы освобождаются отводом диска в обратную сторону, после чего вершина резцов утапливается и работа прекращается. Приспособление заменяет собой делительную машину и значительно ускоряет работу.

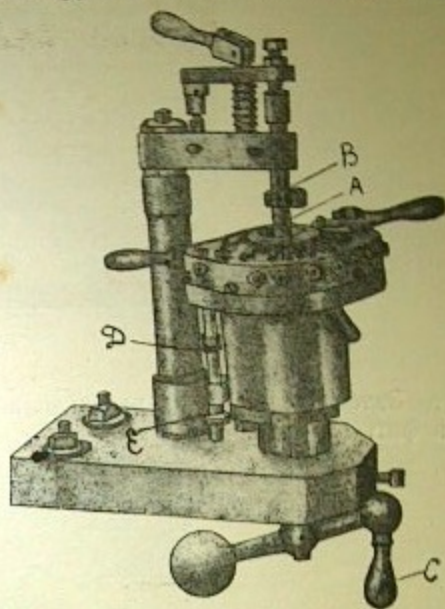
Цифры для нумерации делений на трубке через каждые 0,1" накатываются на таком же приспособлении, как показано на фиг. 181-к.

Трубка со шкалой помещается на штифте или оправке в точке—А и закрепляется в неподвижном положении, посредством неподвижного упора—В, который поддерживает трубку при накатке делений. Затем номера накатываются путем нажима на рычаг—Д. Накатка здесь ставится другая, с соответствующими цифрами для трубки со шкалой делений в м.м. или дюймах.

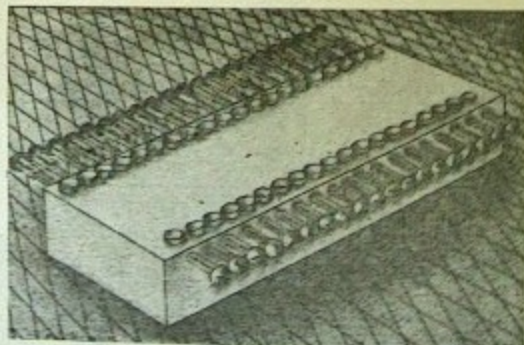
У п о р ы.

Упоры обтачиваются на револьверном станке, закаливаются и закатые внутри патрона, цепьком своим, шлифуются в цилиндрической части. Затем они помещаются в кондукторе, указанном на фиг. 181-л. Кондуктор дном своим ложится на поверхность магнитного стола шлифовального станка и торце упоров шлифуются.

Когда все части микрометра собраны концы упоров и шпинделя испытываются на параллельность, особой тщательной выверкой, а резьба проводника и правильность шкалы делений проверяются через каждую 0,1" на точность помощью образцовых контрольных мер или пластин Ногансова; если находят не параллельность срезов наковальни и шпинделя, то применяют метод постепенной доводки, описанный выше, чтобы устранить эту ошибку.



Чер. 181-с.



Чер. 181-л.

11. Механические и оптические способы точных измерений.

Одними из важнейших элементов, составляющих в сумме организацию машиностроения, являются современные методы измерения, применяемые в этой области. Непосредственно, по окончании войны немецкие техники с необыкновенным напряжением начали подводить итоги своих достижений. При этом на одном из первых мест ими поставлен вопрос о методе измерений.

Основанием для измерения длины, как известно, служит метр, прототип которого хранится в Париже: при этом истинной величиной метра считается расстояние между боковыми чертами на этом прототипе при $T=0^{\circ}C$.

Все общеупотребительные копии метра, а также прочие измерительные инструменты изготавливаются без соблюдения последнего условия о температуре. Это происходит от того, что не существует интернационального соглашения о том, какую именно температуру считать нормальной, т. е. другими словами, при какой именно температуре истинная длина измерительного инструмента совпадает с номинальным обозначением на нем размером.

Современная техника точных измерений знает два основных метода: механический с помощью мерительных машин и приборов, и оптический.

В основе устройства точных мерительных машин лежит окулярный микрометр с помощью которого и определяется истинная длина того или иного эталона измерения.

Предел точности микрометра ограничен достигнутым методом деления единицы длины на шкале микрометра.

По методу Grayson'a можно проводить тонкие черты так, что их помещается 120.000 на длине дюйма.

Следовательно одно деление равно $0.0002 \text{ мм.} = 0,2 \text{ микрона.}$

Американский ученый Michelson указал на возможность определять истинную длину так, чтобы она была основана на наблюдении определенного явления, зависящего только от основных свойств материи и эфира. Для этого требуется принять длину волны определенного луча данного цвета (преломляемости) при строго формулированных условиях за первичную единицу длины и раз навсегда определить ее отношение к метру.

Таким образом, он нашел, что $1 \text{ м.} = 1553163,5 \cdot h$ где h длина волны красного луча, испускаемого накаленными парами кадмия—в воздухе, при давлении в 760 мм. ртутного столба и при $15^{\circ}C$.

Исходя из этого метода, последующими работами были найдены наиболее точные на существующих в настоящее время способов измерения—основанные на явлениях интерференции световых лучей.

Укажем на основы этих способов измерения, поскольку они имеют приложение при изготовлении эталонов измерения, употребляемых в машиностроении, так называемых нормальных калибров.

В то время, как с помощью мерительных машин разность в длине 2-х одинаковых длинных предметов может быть дана, как сказано выше 0,2 микрона по методу интерференции она может быть дана в (0,05—0,02 микрона.)

Кроме того, для того, чтобы нормальные пластинки малых размеров были действительно исполнены с требуемой точностью, необходимо, чтобы была соблюдена строгая параллельность плоскостей их боковых граней. Способы точной проверки параллельности плоскостей не просты, механическими методами не осуществимы и здесь применяется исключительно метод интерференции.

Метод этот основан на наблюдении кривых интерференций одинаковой толщины или одинакового наклона.

Способ интерференции, о котором идет речь, изложен профессором G. Berndt в его статье: „Interferenzmethoden Zuruntersuchung V. Endmessen“, помещенной в журнале „Betriew“, № 14—1921 г., где интересующиеся вопросом найдут исчерпывающее и полное его освещение.

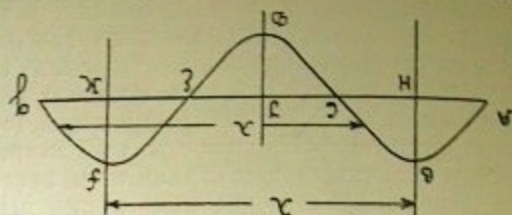
Здесь мы дадим лишь краткое понятие о методах, следуя изложению профессора Berndt'a.

Для постановки измерения по описываемому способу берется не обыкновенный белый свет обнимающий волны всех длин от 0,4 до 0,8 микрона, но только свет одногоопределенного цвета, т. е. определенной длины.

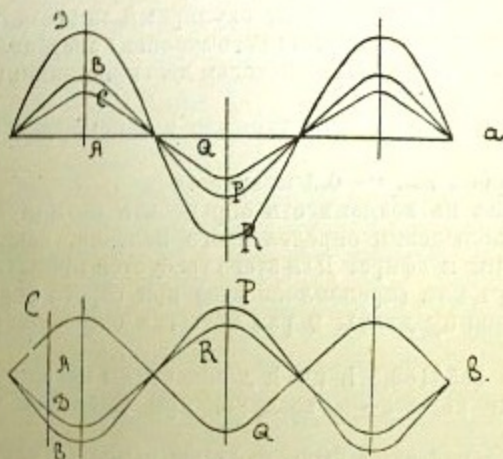
При этом, как известно, колебания частиц эфира происходят перпендикулярно к линии распространения луча света: таким образом, световые волны образуют колебания совершающиеся по закону синусоиды (чер. 205). По оси абсцисс при этом откладываем, единицы времени, по ординатам отклонения частиц от их состояния покоя; наибольшая величина такого отклонения $NB = DJ = KF$ (амплитуда колебания).

Расстояние по горизонтали между двумя частицами света, находящимися в одинаковой фазе, (одинаковое состояние i колебаний), называется длиной волны, λ —(AE, Cg, BF).

Если встречаются две волны P и Q равной длины и одинаковой фазы, то обе они складываются в одно результирующее движение (чер. 206). В этом случае возникает волна большей амплитуды; при этом, если величины амплитуд, складываемых волн, между собой равны, то амплитуда результирующей в два раза больше.



Чер. 205.



Чер. 206.

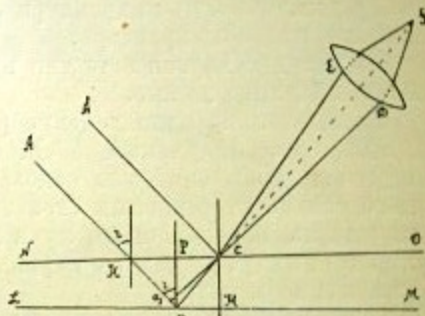
Если разность фаз равна $\frac{1}{2} \lambda$, то амплитуда результирующей будет меньше ($AD = AB - AC$) и будет равна нулю, когда амплитуды двух различных волн между собой равны.

Направляем пучек параллельных лучей (AB, AC) на слой воздуха, заключенный между двумя пластинками (NO, LM), расположенными клинообразно одна относительно другой.

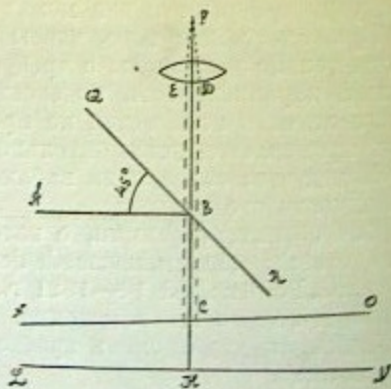
Здесь часть света отражается обратно (CE) от плоскости ON, другая часть проникает внутрь и отражается от второй плоскости LM (луч BCD).

Оба луча, исходящие из точек C (CE и CD) собираются линзой в точке F и здесь интерферируют; при этом место, где наблюдается самое явление интерференции, находится в точке S, на плоскости NO.

Чтобы найти разность между длиной волн двух лучей AC и AB, надо спустить из C перпендикуляр Cg на AB. Длина лучей до точек C и G равны между собой, тоже в отношении длин CEF и CDF. Таким образом, разность длин волн или разность фаз-лучей интерферирующих в точке S будет $\delta = gB + BC$.



Чер. 207.



Чер. 208.

Обозначим толщину клина в точке через d и угол падения $ABP = i$. Тогда

$$BC = \frac{CH}{\cos i} = \frac{d}{\cos i}.$$

$$gB = BC \cos 2i = \frac{d \cos 2i}{\cos i} \text{ или}$$

$$b = \frac{d}{\cos i} (1 + \cos 2i) = \frac{d}{\cos i} \cdot 2 \cos^2 i \text{ или } b = 2d \cos i$$

Если лучи падают вертикально, будучи отклонены от горизонтального направления стеклянной пластинкой QR (чер. 208), поставленной под углом в 45° к отвесу, то тогда $b = 2d$.

Наступает одно и тоже явление интерференции (минимум или максимум) если b изменилось на величину кратную h т. е.

$$b = 2d; 2d + h; 2d + 2h; 2d + mh \text{ или}$$

$$b = 2d; 2(d + \frac{h}{2}); 2(d + 2\frac{h}{2}); 2(d + m\frac{h}{2})$$

От одного минимума или максимума интерференции до другого толщина слоя изменилась на $\frac{h}{2}$. При этом самое явление интерференции наблюдается в форме

темных полосок, параллельных граням, образующим клинообразный слой воздуха.

Если на определенную длину L падает Z таких темных полосок, то изменение толщины слоя составляет $\frac{zh}{2}$ мм. (h измеряется в мм.) и угол клина $F = \frac{zh}{2L}$.

Темные полоски интерференции представляют места, где слой воздуха, заключенный между плоскостями клина, имеет одинаковую толщину.

То же самое наблюдается, когда одна из поверхностей ограничивающих среду, перестает быть плоскостью.

Если положить шаровую поверхность NO (чер. 209) на плоскость LM , то места равной толщины заключенного слоя (наприм. HF и VW), расположенные вблизи точки S , представляются окружностями, концентричными и имеющими общий центр S (круги Ньютона).

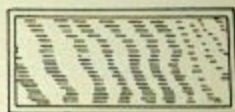
Если поверхность NO неправильная, то и круги становятся неправильными-кривыми, но они при этом постоянно являются кривыми слоя воздуха равной толщины.

Исследуя таким образом пластинки измерительных эталонов, представляется возможным проверить, насколько они приближаются к идеальной плоскости. Для этого достаточно установить стеклянную пластинку под небольшим углом над исследуемой пластинкой и осветить ее. При этом отклонения от правильной плоскости выражаются неправильной формой темных полосок и неодинаковым расстоянием их друг от друга.

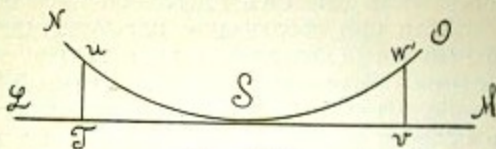
Так на чер. 210 мы видим два ряда зубчиков, при этом допустим, что они выступают на четверть толщины темной полоски. Это означает, что имеются две полоски по всей длине испытуемой плоскости, которые отклоняются от идеальной плоскости на $\frac{1}{4}sh = 0,05$ микрона, что свидетельствует о наличии в пластинке слоев неравномерно твердого материала.

В случае, когда производится исследование плоскости не только качественное, но и в числовой величине, то для этого измеряется величина отклонения темной полоски от прямой, выраженная в долях толщины этой полоски (S); при этом душой можно оценить $\frac{1}{4} - \frac{1}{10}$ этой величины.

Если для исследования взять зеленый луч света ($h = 0,564$ микрона), то точность измерения может быть достигнута до $0,03$ микрона, а если влить фиолетовую линию того же спектра, то точность будет равна $0,02$ микрона.



Чер. 210.



Чер. 209.

Метод интерференции применяется не только для проверки плоскостей, но для измерения разности длин, абсолютной длины, а также для проверки правильности шариков и цилиндров с той же точностью.

Описание этих случаев можно найти в статье профессора Berndt'a.

Сказанное здесь выясняет вопрос о том, какова существующая в настоящее время предельная достижимая степень точности в области точных измерений вообще.

Однако, практически удерживание размеров в этих пределах точности при изготовлении нормальных пластинок встречается с препятствиями экономического и производственного характера. Так, например, по данным фирмы Hilger в Лондоне, 1²см. пластинки стоил до войны 800 марок, при точности параллельных плоскостей 0,03 микрона. Далее, такие условия, как колебание температуры, пыль, теплота рук и проч. ставят границы для практически достижимой точности. Отклонение температуры измерения в 1° от нормальной (20°), при размере калибра в 100 мм., уже изменяет длину на 1,15 микрона. Таким образом, чтобы гарантировать точность даже в 2 микрона, колебание температуры при измерении должно быть менее 2° С.

В последнее время найдены способы точных измерений, соединяющие в себе простоту, точность и изящество, применимые при этом в любой инструментальной мастерской. Способы эти следующие:

Для проверки точности обработки плоскостей применяется тот же метод интерференции, однако при этом берут лучи обыкновенного света (от лампы или при дневном освещении).

Плоскости проверяемой пластинки и стекла тщательно очищаются от пыли, масла и т. п. Затем стеклянная пластинка легко надавливается на проверяемую плоскость.

Если теперь осветить лучами обыкновенного света стеклянную пластинку, то на поверхности проверяемой металлической пластинки появятся радужные полосы. Эти полосы обозначают те места, в которых между обоими пластинками заключен слой воздуха одинаковой толщины.

Как уже сказано выше, разница в толщине слоя воздуха составляет половину длины волны того света, которым пользуются, следовательно, в данном случае около 0,003 мм.

Появление радужных полосок интерференции не наблюдается, если исследуемая поверхность окажется идеальной плоскостью или, если она плохо отшлифована.

Если при наблюдении пластинку поставить под углом к испытуемой плоскости, то полоски появляются в виде кругов, то это говорит о том, что в местах их появления поверхность является шаровой.

Если при наблюдении пластинку поставить под углом к испытуемой плоскости, то полоски появляются в виде прямых параллельных полосок, которые лежат тем гуще, чем угол наклона пластинки больше.

Для измерения абсолютной длины, изготовленного эталона способы, основанные на интерференции, довольно сложны. Взамен этого в Германии фирмой Цейсса построен оптический прибор, названный оптиметром (чер. 211) пользование которым настолько просто, что он должен найти себе самое широкое распространение в заводской практике.

Оптиметр Цейсса имеет следующие основные качества:

1) Простота.

2) Независимость результатов измерения от индивидуальности лица, производящего измерение.

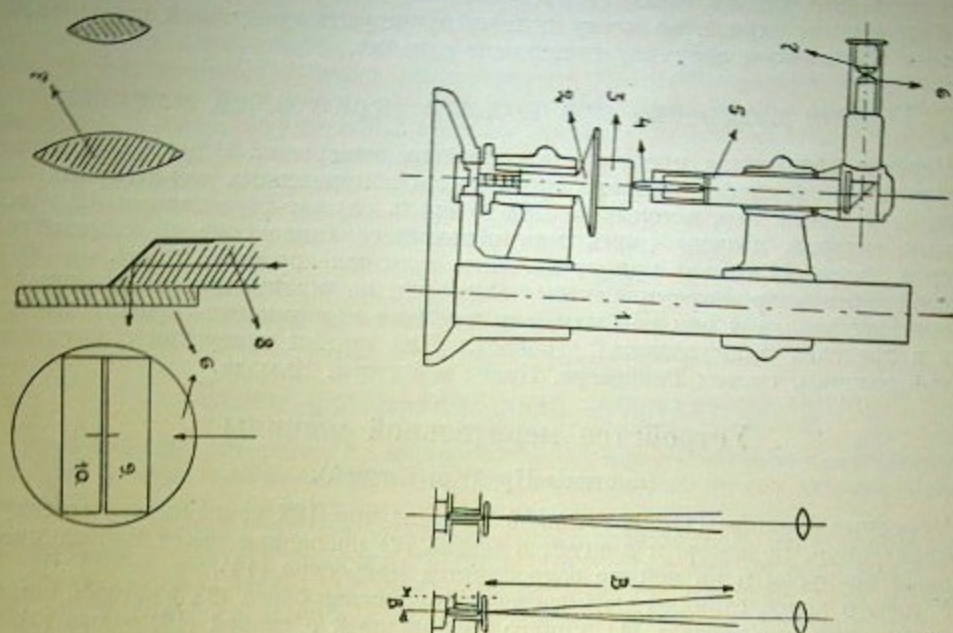
3) Точность измерения—0,0003 мм.

Устройство оптиметра и принципы его действия схематически представляются в следующем.

Луч света проходит через призму (8), чер. 211—отражается и проходит далее, отклоняется под прямым углом и падает на зеркало (5). На стеклянной пластинке (6), нанесена скала (8), которая не видна в поле зрения лупы (7), так как задняя сторона призмы (8) закрашена. На пластинке (6) против нулевой черты скалы (9) нанесена справа черта, вполне отвечающая этой исходной точке.

Зеркало (5) удерживается пружиной нормально, в положении перпендикулярном к оптической оси трубы; при этом зеркало (5) может отклоняться от этого положения.

вращаясь около шарнира, расположенного слева от оптической оси, на расстоянии 5 мм. от последней.



Чер. 211.

В нижнем конце трубы имеется указатель (4) с наконечником из агата, который может подвигаться по оси вверх и вниз в известных пределах.

Если положение зеркала (5) нормально, то луч света проходит через стекло (6), освещая шкалу (9) и отражает ее от зеркала (5) так, что на обратном пути эта шкала появляется в первой части стекла (10) и видна в поле зрения лупы (7). При этом шкала накладывается так, что ее нулевая черта совпадает с нанесенной на самой пластинке нулевой чертой. Наоборот, если зеркало отклонено от перпендикулярного к оси положения, то тогда шкала отраженная на правой стороне стекла, накладывается так, что она будет сдвинута в отношении нулевой черты. Сдвиг этот является в результате перемещения указателя (4) по оси, что и вызывает отклонение зеркала от нормального положения (см. схему направления лучей). Таким образом, сдвиг шкалы в поле зрения от нулевой черты является мерой перемещения указателя (4).

При этом каждое деление шкалы (9) отражается так, что общее увеличение каждого деления шкалы (10), будет равно.

$$V = \frac{B \cdot 2v}{b} \text{ где}$$

B — 200 мм. оптическое плечо;

b — 5 мм. расстояние осей вращения зеркала от оптической оси;

V — 12 мм. увеличение лупы.

Поэтому числовая величина упомянутого увеличения в данном оптиметре равна 960, так что 0,001 мм. шкалы появляется в поле зрения равной 0,96 мм. Эти последние деления так ясны, что можно отсчитывать их десятые доли. Таким образом, в приборе достигается отчет в 0,0003 мм.

Измерение производится так: с помощью особого приспособления зеркало (5) устанавливается нормально к оптической оси. Затем с помощью точного эталона (3) устанавливается тот размер, который должен быть выдержан в проверяемом изделии. Для последней цели стол (2) может быть точно установлен с помощью винта.

После этого эталон удаляют и помещают на стол взамен него измеряемое изделие. Если последнее изготовлено идеально точно, то в поле зрения (6) мы не будем наблюдать сдвига скалы (10).

В противном случае, по числу делений сдвинутых от нулевой черты, мы определяем абсолютную величину неточности изделия.

Точные измерения при помощи мерительной машины.

Нередко приходится производить точнейшие измерения: 1) длинных предметов которые нет возможности измерить при помощи обыкновенных мерительных инструментов; 2) таких мер, которые в свою очередь служат образцовыми или справочными, которые должны иметь минимальнейшее отклонение от теоретических размеров, например лекала при точности их изготовления $\pm 0,001$ мм.

Измерения микрометрами, как бы точно они не производились и какой бы точности изготовления они не были, они не дают возможности произвести измерение в пределах вышеуказанной точности. Для точных измерений служат мерительные машины, систем Рейнекера, Прайт и Витней, Ньюола.

Устройство мерительной машины

(системы Прайт и Витней).

Чугунные станины (1) мерительной машины чер. 182 точно выверены и служат направляющими, по которым движется бабка (2) последняя имеет проводничек с дисковым нониусом и на ней же закрепляется микроскоп (14).

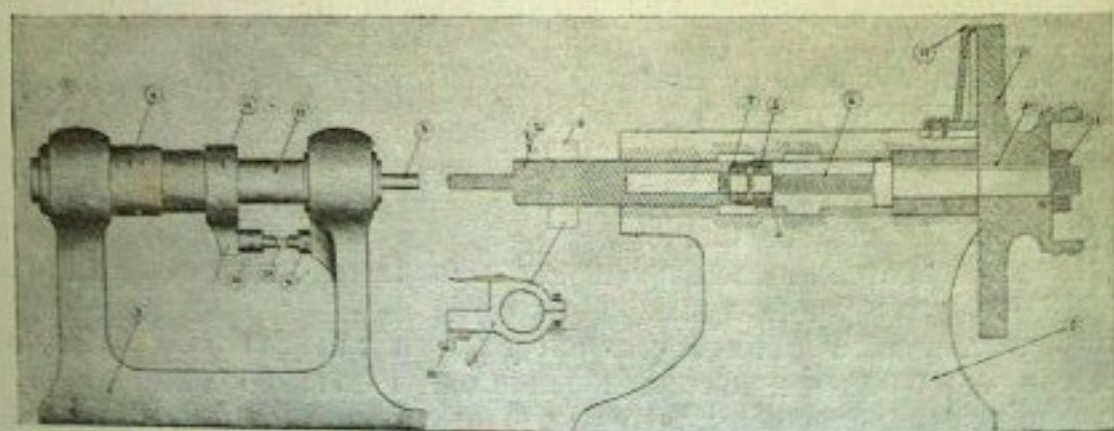
У левого конца станины помещается неподвижная бабка (3), в которой помещен пневматический чувствитель (4), упруго соединенный с скалой (12) упора (5).

Спереди, вдоль станины, тянется стол, на котором помещены две крупных шкалы делений в виде стальных пуговок имеющих вид усеченного конуса. Одна из этих шкал дюймовая, другая миллиметровая. Шкалы состоят из одинаковых 25 мм. участков 25-50-75-100-125-150 1200 дюймовых: 1", 2", 3", 4", 5", 6" . . . 48". Линии, отделяющие каждые 25 мм. или каждый дюйм нанесены алмазом, в виде ризок на закаленных верхних площадках стальных пуговок; линии эти простым глазом почти незаметны и видны отчетливо в микроскоп.

Стол с вышеуказанной шкалой закрывается откидными полуцилиндрическими щитами, защищающими их от пыли и грязи и случайных повреждений.

Бабка нониуса и устройство последнего.

Устройство бабки видно на чертеже 183.



Чер. 183.

Подвижной упор здесь в виде цилиндра различного диаметра. Он тем существенно отличается от упора микрометра, что в последнем случае упор составляет продолжение нарезного проводника, в мерительной же машине проводник (6) из-

готовлен отдельно и входит в полость скалки упора, несущей на левом конце своем 2 стальных гайки (7) и (8) отстоящие друг от друга на некотором расстоянии и закрепленные так, что крайняя втулка неподвижна, а внутренняя может быть приближена к наружной или отделена от нее при помощи винтиков (а) и (а).

На правом конце проводника сидит лимб нониуса (23), разделенный по окружности на 500 частей, шаг винта проводника — 0,5 мм. Таким образом, при помощи последнего можно производить отсчеты с точностью до 0,001 мм. Таким образом, при помощи лимбированной шкалы. Мерительная машина системы Рейнекера позволяет делать отсчеты с точностью до 0,0001 мм.

Лимб нониуса сидит на шпонке (24) проводника и, кроме того, укреплен гайкой (25).

К машине прилагается вторая бабка с дюймовой шкалой.

Устройство этой бабки одинаково с миллиметровой, различие лишь в проводнике и шкале нониусного диска, окружность которого разделена на 200 частей и точность отсчетов, даваемая при этом нониусом, получается в 0,0001" (шаг проводника — $\frac{1}{600}$ ").

Бабка пневматического чувствителя.

Особенностью измерения на мерительной машине является та чувствительность к степени зажима измеряемого предмета, которая автоматически регулируется при помощи пневматического чувствителя.

Суть устройства и работа пневматического чувствителя заключается в следующем: между упорами чувствителя (9) и (10), из которых (9) неподвижен а (10) подвижной, сидит на муфте (11), соединенный с зажимом с подвижной скалкой (12) упора, помещается какой нибудь калибрик абсолютно цилиндрический или „пластина Иогансона“, для чего достаточно скалку отвести рукой назад. Сила зажима пневматического чувствителя настолько велика, что калибрик диаметром 5—7 мм. под тяжестью собственного веса не проваливается между упорами; вместе с тем эта сила, при указанной конструкции чувствителя, служит автоматическим указателем той постоянной и однообразной степени зажима измеряемого предмета, который в это время помещен между упорами (5) и (5-а) мерительной машины.

Если только степень зажима предмета упором проводника (6) превзойдет ту постоянную силу сжатия воздуха в пневматическом чувствителе, которая удерживает калибрик между упорами (9) и (10) на весу, то подвижной упор обязанный быть во время промера предмета неподвижным, отойдет от своего нормального положения и калибрик (13) выпадет.

В этом случае круг нониуса следует отвести немного назад (от себя), отвести рукой упор (10), водворить калибрик на место и вновь осторожно подводить круг нониуса не доводя его до того деления, при котором калибрик провалился. Полезно при этом слегка поддерживать калибрик рукою и прекращать вращение круга нониуса, как только рука начинает чувствовать едва заметное скольжение калибрика (13).

Здесь пропускается описание подробностей устройства пневматического чувствителя, составляющего патент завода „Прайт и Витней“.

Следствием износа проводника является мертвый ход, уничтожение которого достигается удалением или приближением внутренней втулочки (8) к наружной (7), путем подвинчивания винтиков (а) и (а) но как бы тщательно не компенсировался мертвый ход проводника при помощи втулочек (7) и (8), а некоторая слабость хода проводника во втулочках все-таки может быть; чтобы избежать самой незначительной ошибки показаний нониуса на мертвый ход, принято за правило, вращение лимба нониуса при измерениях вести всегда в одном и том же направлении и если например, ошибка в установке нониуса при измерении допущена (круг нониуса переведен за должное положение) и цилиндрок чувствителя выпал из упоров (9) и (10), то лимб необходимо повернуть сперва в обратном направлении на 40—50 делений а затем уже снова вращать круг нониуса на себя, стараясь не перейти надлежащего положения при отсчете длины данного предмета.

Конечно здесь все таки необходим некоторый навык, применительно к данной машине, который легко можно приобрести измерив предварительно несколько эталонов (сравочных и контрольных мер).

Операции линейных измерений.

Прежде чем измерить ту или иную длину, надо получить задания: в каких единицах это измерение следует производить, в миллиметрах или дюймах. В зависимости от такого задания следует установить на станках машины миллиметровую или дюймовую бабку и, затем, „установить машину на 0“.

Установка машины на 0. Предположим требуется измерить длину цилиндрического бруска длиной 78,865 мм.

Соприкасающиеся площадки обоих упоров должны быть абсолютно параллельны. В кронштейн бабки (14) вставляется микроскоп, с 40 кратным увеличением, с параллельными нитями в фокусе объектива.

Волоски микроскопа наводятся на миллиметровую шкалу перед мерительной машиной.

Чувствитель устанавливается, как указано выше.

Грубая установка волосков микроскопа производится микрометрическим винтом (2) и лишь незначительное передвижение, до полного совпадения волосков с чертой на пуговке, производится перемещением рамки (30) микроскопа соответствующим микрометрическим винтом в рамке микроскопа. Как только такое совпадение достигнуто, вращают лимб нониуса до соприкосновения упора проводника с упором чувствителя, при этом нулевое деление нониуса должно совпасть с чертой на указателе, а черта на указателе хомутка (A) должна встать против нулевого деления двадцати пяти миллиметровой шкалы, помещенной на горизонтальной линейке (18).

Шкала эта служит для грубого отчета делений с точностью до 0,5 мм. Если черта указателя и нулевого деления лимба нониуса далеки друг от друга, то хомутки (A) передвигаются до такого совпадения через луну. Хомутки (A) в то же время упирается верхней своей частью в гладкое ребро линейки (18) и тем удерживает скалку упора от вращения, заставляя ее двигаться лишь поступательно. Снизу хомутки упирается в ту же линейку пластинчатой пружиной, привинченной к нему снизу, и так же удерживающей скалку от вращения.

Как только указатель (20) установлен, приступают к установке нулевого деления круга нониуса против черты указателя. Почти никогда такого совпадения достигнуть сразу не удастся, и поэтому установку нониуса на нуль приходится производить дополнительно, следующим образом: если нуль нониуса не доходит до нуля указателя при надлежащем соприкосновении упоров, (5) и (5-a), на 10—15 делений, то полное совпадение их достигается поворотом указателя при помощи микрометрического винта (17). После этого бабка закрепляется неподвижно при помощи рычажка помещенного между станин, который так устроен, что, прижимая бабку эксцентриком к внутреннему пазу станин, он не сбивает произведенной установки бабки.

Если, для достижения совпадения нулевых делений на нониусном лимбе и указателе, лимб приходится повернуть на 200—400 делений, то приходится, чтобы не сбить установки микроскопа и следовательно нетрогая бабки нониуса, передвинуть упор (10) чувствителя зажав между ним и упором (9) калибрик (13) диаметром на 0,2—0,4 мм. больше того который стоит уже и при котором лимб нониуса не доходит до надлежащего положения на 200—400 делений (от такого отделения упоров (9) и (10) упругия показания чувствителя изменяется незначительно).

Отходом указателя (20) от нулевого деления игнорируют, если этот отход не больше 0,5 мм., ибо шкала эта служит для отчета с точностью до 0,5 мм.

После всех манипуляций, указанных выше, мерительная машина считается „установленной на нуль“ и готова для каких угодно измерений. Условия работы таковы: 1) воздух в помещении занимаемом машиной не должен быть слишком влажным, потому, что влага, оседая на соприкасающиеся поверхности измеряемого предмета и упоров, может заметно изменить показания машины и кроме того вызывать ржавление ответственных деталей ея. 2) Нормальной температурой для работы машины следует считать температуру от 12 до 17° Ц, вне этой температуры работу лучше приостанавливать; 3) Перед началом измерения упоры и площадки измерительного предмета тщательно очищаются замшей от смазки и пыли.

В случае выше заданного нам измерения предмета, длиной в 78,865 мм. или еще более длинных предметов, важным и необходимым условием точного измерения является горизонтальное расположение измеряемого предмета между упорами; для этой цели служат специальные лунеты, помещаемые поверх станин, чер. 182.

Измеряемый цилиндрический брусок ставится на лунеты между упорами мерительной машины и при таком положении его возможность перекоса предотвращается.

При измерении диаметров калибров возможны также перекосы последних, в особенности если этот калибр большого диаметра и тяжелый; чтобы и здесь избежать перекоса, калибр устанавливают на подставку с подъемным столом чер. 182, упирая ручку калибра или гладкого стержня в стол, калибр, так устанавливают, чтобы перекоса его был невозможен.

Процесс измерения. Для промера длины в 78,865 мм. отжимают рычажком бабку нониуса и отодвигают ее вдоль станины влево, сперва грубо, рукой, а затем, когда волосок микроскопа подойдет к ризке на 3 пуговки (75 мм.), бабку подводят исключительно микрометрическим винтом (2). Как только такое совмещение произошло, бабку закрепляют рычажком. (Рычажок между станин).

К 75 мм., на которые сейчас раздвинуты упоры, надо прибавить еще раздвиг на 3,865 мм. Из них 3 мм. отсчитываются 6-ти кратным поворотом диска нониуса на себя (резьба проводника левая), затем 0,5 мм. поворотом того же диска на один полный оборот и 0,365 мм., поворотом диска еще на 365 делений; в результате упор нониуса отодвинется от упора чувствителя на $75 + 3 + 0,5 + 0,365 = 78,865$ мм.

В зависимости от температуры, износа соприкасающихся поверхностей и, что самое главное, мертвого хода проводника, показания делительной машины могут вызвать сомнения в их правильности.

Чтобы проверить показания мерительной машины, существуют контрольные меры—эталоны, которые тщательно сохраняются и не менее раза в год сверяются с эталонами, хранящимися в Палате мер и весов.

Э т а л о н ы э т и с л е д у ю щ и е :

0,5"	хрустальный	1"	из металлического сплава	10 мм.	сплав.
	"	2"	"		
1"	"	3"	"	20 мм.	"
	"	4"	"		"
3"	сплав	5"	"	30 мм.	"
		6"	"		
6"		7"	"	40 мм.	"
		8"	"		
12"	сплав	9"	"	50 мм.	"
		10"	"		
		11"	"	100 мм.	"
		12"	"		
		13"	"	200 мм.	"
		14"	"		
		15"	"	300 мм.	"
		16"	"		
		17"	"		
		18"	"		
		19"	"		
		20"	"		

Материалом на большинство эталонов выбран такой сплав, линейные меры которого проявляют минимум чувствительности к колебаниям температур, т. е. с изменением температуры размеры их остаются почти на месте и, кроме того, сплав этот обладает достаточной твердостью для того, чтобы эталоны не изнашивались от частого их употребления (принцип, вложенный в материал для пластинок Погансона).

Износ соприкасающихся поверхностей упоров, при частых и непрерывающихся измерениях мерительной машины, явление самое обыкновенное и, конечно, неизбежное, ибо при измерениях особенно круглых тел малого диаметра, показания

машины будут различны в зависимости от того, каким местом упоры захватили диаметр, хотя машина установлена на нуль и правильно.

От времени до времени упоры доводят, при помощи медной, пластины, с корундовой мастикой, до полного соприкосновения рабочих площадок обоих упоров.

Измерения в дюймах производятся также, как и в миллиметрах, но для этого вместо бабки с миллиметровой шкалой на станине машины ставится бабка с дюймовой шкалой. Для начала работ машина „устанавливается на 0“, как это описано выше.

12. Угломеры.

Угломер—это такой мерительный инструмент, который дает возможность производить измерения не только плоских углов, но и многогранных, подойти к измерению которых при помощи одного лишь плоского угломера (транспортира) не представляется возможным.

Систем угломеров много, и здесь мы остановим внимание читателя на типах, наиболее употребительных.

По точности производимых промеров, угломеры обычно изготовляемые с нониусами, дают возможность производить отсчеты с точностью до 6 мин., до 5 м. и до 3 мин.

Угломеры системы «Браун Шарпа».

Изготовление угломеров, в особенности такой простой конструкции, как указано на черт. 184, сводится, главным образом, к нанесению делений на круге и нониусе.

Работа этого рода производится на радиальной круговой машине, и, в зависимости от точности отсчетов, для которых угломер предназначается, деления наносятся по одной из соответствующих шкал, расположенной на круге делительной машины.

Угломер системы „Браун Шарпа“ (черт. 185) более сложной конструкции, чем указанный на черт. 184, но вместе с тем и более универсальный.

Угломер этой системы состоит из следующих частей:

- 1) внутреннего диска (4),
- 2) наружных дисков (2) и (3) с короткой линейкой (12),
- 3) центрующего кружка (1)
- 4) эксцентрика (6)
- 5) Пластинчатой пружины (5),
- 6) барашка (9),
- 7) винтика для эксцентрика (7) и шайбочки (17),
- 8) винтика, скрепляющего короткие линейки (8),
- 9) муфточки (15),
- 10) линейки (13) и (14),
- 11) нониусов (16) и (19),
- 12) муфточек (20).

Одними из главных частей угломера служат три диска, из которых внутренний (4) несет на себе градусную шкалу. Нулевые деления шкалы расположены на концах диаметра параллельного хорде-сегмента, по которому срезан внутренний диск. Деление „90“ расположено на перпендикуляре к диаметру.

Шкала диска наносится по градусной шкале, причем, через каждые 10 градусов отмечается цифрами: 0, 10, 20, 30, 40, 50 90, 80 и т. д. до 0.

Нижний наружный диск (2) имеет ось с заплечиками и навинтованным концом. Ось эта служит для сборки на ней внутреннего и верхнего дисков (3) через посредство центрующего кружка (1).

Точность показаний угломера прежде всего зависит от правильности нанесенных шкал—главной и нониуса, но этим дело не ограничивается, не менее главным фактором, обуславливающим точность указаний, является и сборка угломера; последняя должна быть так произведена, чтобы все три круга (внутренний и два

наружных) не имели бы друг относительно друга качки и коль скоро они не вполне концентричны и не вплотную прилегают друг к другу, от показания угломера могут быть уже в силу одного только этого неправильны.

Почти все части угломера системы „Браун и Шарна“ изготавливаются на токарном станке и поэтому понятно, что вся точность сборки будет зависеть от того, как точно изготовлены все части в отдельности.

При сборке угломера обращается внимание на следующее.

Диски должны быть концентричны и не иметь качки, и в то же время должны вплотную прилегать друг к другу своими краями.

Нониусы, будучи привинчены к верхнему диску, не должны надавливать на внутренний диск, но в то же время не должны и отходить от него чрезмерно (между диском внутренним и нониусом должен проходить лист писчей бумаги), при различных положениях нониуса на внутреннем диске.

Длинная линейка должна свободно передвигаться между короткими линейками, коль скоро она не поджата пружинкой (5) эксцентрика (6). Будучи поджата пружинкой, она не должна отжиматься произвольно, оставаясь все время неподвижной. Длинная линейка должна иметь совершенно ровные ребра, прилегающая которыми к хорде сегмента внутреннего диска в различных положениях не должна менять раз установленного угла ни при одном из своих положений: отклонение в углах на 6 мин. служит указателем негодности отладки угломера.

Прижим длинной линейки к сегменту должен быть таким, что не должно чувствоваться ни малейшей качки линейки, но будучи отжатой, линейка должна свободно передвигаться. Величина упругости пластинчатой пружины в зацепе ее должна быть такова, что пружина эта должна давать максимум чувствительности к зажиму подвижной линейки; муфточка, навинченная на навинтованный конец центрирующей оси, должна туго сжимать все три диска между собою, для чего резьба оси должна быть опущена ниже плоскости верхнего диска.

Эксцентрик (6) должен без качки, но в то же время достаточно свободно вращаться в своем гнезде. Величина эксцентриситета должна быть такой, чтобы при максимальном отводе пружины (5) от оси диска, пружинка не упиралась стенкой своего выреза в ось.

Устройство нониуса угломера системы Браун Шарна.

Нониус для отчета с точностью до 5 мин. устроен следующим образом: дуга окружности протяжением в 23° делится на 12 частей, тогда цена каждого деления нониуса получается в $1\frac{11}{12}''$ или на $\frac{1}{12}''$ 15 мин. меньше двух делений шкалы; следовательно, при совмещении нулевого деления нониуса с нулевым делением шкалы, первое деление нониуса не будет доходить до 4-го градуса на $\frac{2}{12}''$ или 10 мин. и т. д.

Следовательно, если предположим, что измеряемый угол заключается между 25 или 26° , т. е. нулевое деление нониуса остановилось между указанными градусами, причем 7-ое деление нониуса совпадает с соответствующим делением шкалы диска, то зная, что одно деление нониуса разнится от цены одного деления шкалы на 5 мин., можно сказать, что измеряемый угол будет равен $25^\circ 35$ мин.

Шкала нониуса нанесена, в двух направлениях от нуля. Это сделано для того, чтобы можно было вести отсчеты в двух направлениях, в зависимости от условий измерения.

Существуют угломеры которые дают возможность производить отсчеты с точностью до 2 мин., но такая точность является не всегда необходимой даже при производстве лекал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Точность измерения ложится в основу массовых производств, поскольку одним из главных и основных требований предъявляемых к массовым изделиям является взаимозаменяемость частей и следовательно повышенная точность механической обработки.

Чем выше поставлена механика точных измерений, тем полнее проводится принцип взаимозаменяемости частей.

В массовых производствах производится дифференциация разработок каждой детали независимо от сложности ее конструкции.

Чем полнее проведен принцип дифференциации, чем проще каждая разработка, тем дешевле в результате обходится изготовление каждой детали, тем ниже квалификация обслуживающих рабочих и тем ниже себестоимость изделия, при всех прочих конечно благоприятствующих факторах производства т. е. организации, полноте использования всего оборудования и пр.

Одним из следствий дифференциации разработок каждой детали является необходимость проектирования на каждую операцию, каждой детали, своего мерительного инструмента и следовательно, чем полнее проведен принцип дифференциации разработок, тем больше приходится иметь в производстве индивидуальных, неизменяемых мерительных инструментов—лекал.

Не массовики иногда задают вопрос: „а разве штангенциркулем, микрометром, глубиномером и прочими универсальными мерительными инструментами нельзя было бы заменить с тем же успехом лекала и тем сократить непомерно большое количество лекал в массовом производстве, разве эти мерительные инструменты не могут дать той же точности измерения, как и лекала. Как будто это и так, по крайней мере на первый взгляд, однако этот взгляд ошибочен и ни в коем случае не применим к массовым производствам. Достаточно учесть неизменяемость т. е. жесткость размеров в лекалах и полную зависимость от индивидуальных свойств человека, установки универсально мерительного инструмента, чтобы заранее гарантировать великого рода недоразумения в измерениях, а эти недоразумения в массовых производствах могут повлечь за собой забракование не одной, а сотен и тысяч деталей.

Вероятность ошибки в установке универсально мерительного инструмента, конечно может быть понижена, но для этого требуется безусловно хорошее зрение, грамотность, знание и опыт, словом все те качества, которые обычно предъявляются высококвалифицированному рабочему, массовое же производство обслуживается рабочими средней и низшей квалификации.

Наконец, если учесть то обстоятельство, что весь процесс каждого массового производства построен на пользовании предельными калибрами, не требующими ни какой установки, то при пользовании универсальным мерительным инструментом пришлось бы каждый раз изменять установку на предельный размер, а эта операция сравнительно длинная и совершенно неприменимая в массовом производстве, где время самой обработки измеряется секундами и минутами.

Наконец универсальный мерительный инструмент дороже даже средней стоимости лекала.

Все вышесказанное говорит за то, что в массовом производстве приходится иметь специальный мерительный инструмент, индивидуального назначения, неизменяемый в размерах, который на наших заводах принято называть лекалами.

Говоря о проектировании лекал необходимо подчеркнуть, особенно, подразделение лекал на 2 основных группы—рабочих и приемных и том существенном

различии между ними которое вызывается особенностями постановки самого массового производства.

В Англии, по системе допусков Ньюола и в частности у нас в России на одном из военных заводов, в массовом производстве принята двойная система допусков. Первая расширенная система допусков, принята на построительных чертежах деталей, вторая суженная относительно первой, система принята в самом производстве на чертежах операционных разработок.

По первой системе построены приемные лекала, проверяющие окончательно изготовленные изделия, один комплект которых находится в производстве, второй комплект в контрольно-сборочной, третий у приемки и два комплекта составляют справочный и неприкосновенный.

Рабочие лекала находятся только в производстве. Поясним на примере смысл и значение двойной системы допусков. Предположим, что деталь, на одной из своих операций, выполняется в размер по построительному чертежу 13,6 м/м. с допуском в 0,2 м/м. На чертеже операционной разработки, этот допуск берется не 0,2 м/м., а—0,1 м/м. По первому допуску строится приемное лекало 13,6—13,4 м/м., а по второму—рабочее лекало 13,6—13,5. Спрашивается какая выгода от такой двойной системы допусков. Здесь, во первых, используется до отказа точность станка валового производства, во вторых—уменьшается вероятность брака в окончательной приемке изделия и в третьих—что самое главное—рабочий, установщик, мастер и контроль производства приучаются внимательнее относиться к своим обязанностям и работе.

О величине допусков на построительных чертежах рабочему, установщику и мастеру знать и не нужно, им достаточно и необходимо знать только допуски на чертежах операционных разработок. Вывод из сказанного такой: количество лекал на изделие увеличивается от принятия двойной системы допусков—увеличивается разнообразие промеров.

Если же разделить нормальные от допусковых лекал, что вообще говоря имеет большой смысл в отношении сокращения расхода лекал на единицу изделия, то количество отдельных экземпляров лекал возрастет еще более.

Количество отдельных экземпляров лекал, при наличии всех вышеуказанных факторов, может быть несколько понижено, если проведен с исчерпывающей полнотой принцип нормализации деталей изделия и самих лекал.

Нормализация лекал.

В основу проектирования, как режущего, так и мерительного инструмента должен быть положен метод нормализации.

Преимущества нормализации всем хорошо известны. В отношении лекал нормализация представляется в следующем виде: все плоские калибры разделены на 5 типов: тип $H_{1,2}$, T , I , $H_{1,2}$ и специальные. Точные размеры на чертежах лекал, рекомендуется подчеркивать, один, два, три раза в зависимости от той точности с которой лекало должно быть изготовлено см. табл. стр. 28. К последней категории специальных лекал относятся все лекала первых четырех групп отличающиеся своими конструктивными размерами и все фасонные.

II. Круглые калибры, тип— $O_{1,2}$, конические и специальные.

III. Резьбовые лекала " "PO.

Лекала II и III групп имеют с'емные ручки надевающиеся на конические хвосты калибров, которые в свою очередь нормализованы.

Сложные и стрелочные лекала нормализации не поддаются, это лекала узкоспециального назначения.

Говоря о нормализации лекал необходимо сказать еще о систематизации подбора одноименных по размерам и точности изготовления типов лекал в особые таблицы (таблица 42 А). Такие таблицы нужны и полезны главным образом для лекальной мастерской, в особенности при изготовлении первого комплекта лекал, в начале установки массового производства; подобная систематизация полезна в том отношении, что сокращается количество рабочих шаблонов, при помощи одного шаблона можно изготовить все лекала одноименного размера и типа. Если нужно из-

готовить 12 лекал одного размера и типа по три экзempl. каждого, то мастерская готовит 36 сразу. В процессе производства это составляет не малое удобство в смысле рационального использования рабочей силы и распределения работ по соответствующим квалификациям.

Материал употребляемый на изготовление лекал.

Всякое лекало применяемое для промеров металлических частей должно в части своих рабочих площадок удовлетворять вполне определенным требованиям:

I. Лекало должно иметь достаточно твердую и гладкую поверхность. Твердость по Бринелю не ниже 600.

II. Металл лекала должен обладать достаточной упругостью и эластичностью, это необходимо при самом пользовании лекалом, чтобы упав случайно на каменный пол, оно не могло разлететься в куски, и в самом процессе производства лекал.

Для того чтобы получить твердые рабочие поверхности у лекал, их как известно приходится закалывать. Если это сталь, обыкновенная инструментальная, то при закалке она сильно деформируется, рассчитать всякий раз правильно допуск под закалку, в большинстве случаев не удается, потому что степень деформации тесно связана со степенью закалки. Кроме того, широко применяемый опытным лекальщиками метод рихтования при закалке, требует от металла достаточной эластичности, а кроме того лекало не может быть достаточно хрупким и при пользовании им в производстве.

Перечисленные требования вызывают необходимость иметь такой металл на лекалах, который удовлетворял бы условиям:

I) Получения большой твердости при закалке.

II) Не деформировался бы при закалке, и

III) Был бы достаточно эластичен для правки и рихтования.

Металла удовлетворяющего всем перечисленным требованиям металлургия пока не дала.

Есть инструментальная сталь (углеродистая) удовлетворяющая первому из вышеуказанных требований.

Есть хромоникелевая сталь с 15%—Cr, и 2%—C, удовлетворяющая первому и второму требованию.

Есть железо, удовлетворяющее второму и третьему требованию, но совершенно не закалывающееся. Поэтому в технике лекального производства приходится пока остановиться на железе, которое путем предварительной цементации и последующей закалки начинает удовлетворять все трем вышеуказанным требованиям.

Стойкость лекал в работе.

Твердость и степень полировки рабочих поверхностей является доминирующим фактором в стойкости лекала, иначе говоря его сопротивляемости износу. Однако в процессе самого производства лекал-твердость и деформация его при закалке, как известно являются двумя постоянно враждующими сторонами, при чем на стороне первого это элементарное требование предъявляемое к каждому лекалу и гарантирующее его стойкость, на стороне второго интересы лекальщика, который стремится получить лекало из закалки таким, чтобы оно под доводку пошло не деформированным и не слишком уже твердым; при наличии последних факторов лекальщик быстро доводит лекало под требуемые размеры, но лекала с малой твердостью мало ценны, оно быстро изнашивается и выйдет из строя. С другой стороны, лекальщик стремится сохранить лекало от деформации невольно придает ему малую твердость т. е. без всякого умысла он в процессе закалки достигает и довольствуется одним только достижением (избегая деформации) в ущерб самому важному это твердости лекала. В особенности это наблюдается на стальных лекалах.

Стойкость лекал в массовых производствах измеряется средним расходом лекал на единицу изделия.

Методы и точность изготовления лекал и шаблонов.

Современная техника знает 3 метода изготовления лекал:

1-й метод. Заключается в изготовлении лекал по чертежу и имеющемуся готовому шаблону.

2-ой метод. Лекало изготавливается по чертежу, но параллельно с этим приходится выработать и шаблон.

3-й метод. Лекала изготавливаются по образцовым деталям изделия; здесь шаблон копируется с изготовленного таким образом лекала.

1-ый метод практикуется обычно в установившемся массовом производстве, когда шаблоны уже выработаны и когда, пользуясь рабочими и справочными шаблонами, все производство лекал сводится к простому копированию. Метод этот достаточно прост.

2-ой метод. Лекало приходится изготавливать по чертежу, но параллельно с этим приходится изготавливать шаблон.

Прежде всего является вопрос, что изготовить первым. Трудно дать на это вполне определенный ответ и прежде всего приходится обратиться к классификации лекал на группы. Если разбить все лекала на VI групп—отнеся скобы и T—образные вкладыши к 1-ой группе.

Гладкие кольца и калибры к II-ой группе.

Фасонные лекала—к III-ей группе.

Резьбовые калибры и кольца—к IV-ой группе.

Стрелочные лекала—к V-ой группе.

Сложные лекала специального назначения—к VI-ой группе, то в первой группе можно изготовить и лекало и шаблон одновременно и независимо друг от друга. Вырез изготавливается по пластинкам „Югансона“—вкладыш шаблон изготавливается, пользуясь мерительной машиной.

Во II-ой группе первым удобнее изготовить калибр независимо от того, шаблон это или лекало. Калибр легко изготовить с желаемой степенью точности и поверить при помощи мерительной машины. Кольцо изготавливается по изготовленному калибру, однако это не значит, что калибр лекало должно служить шаблоном для лекала—кольца т. е. если отверстие в изделии диаметром в 25 мм. проверяется калибром в 25 мм., а в отверстие в изделии входит вал, то независимо от того какова система соединения вала и отверстия—подвижная или мертвая (т. е. посадка в горячем состоянии) в обоих случаях лекало калибр не может служить шаблоном для лекала кольца.

Независимо от того, что вал и отверстие делаются всегда с различными допусками в зависимости от системы их соединения и степени точности сборки, но кроме того и само лекало—калибр и лекало—кольцо делаются во всех случаях с допусками обратными их износу и вопреки установившимся у нас понятиям о направлении допуска в рядовых изделиях т. е. всегда в металл; хотя в Германии направление допуска противоположное износу применяется главным образом к нормальным калибрам, а к браковочным—обычное направление в металл и по величине своей в 2 раза меньше первого. См. табл. 4—степени точности.

Все здесь сказанное о несовместимости лекала-калибра с шаблоном для лекала-кольца для одних и тех-же номинальных размеров проверяемых отверстия и вала относится в одинаковой степени к лекалам 1-ой группы, вот почему и здесь рекомендуется выработку лекал и шаблонов вести не зависимо. Для лекал I-ой группы это еще более осуществимо.

Изготовление резьбовых лекал удобнее всегда начинать с калибра, ибо методы проверки резьбы на калибре гораздо разнообразнее и полнее чем в кольце благодаря малой доступности резьбы в кольцах.

При втором методе изготовление фасонных лекал удобнее начинать с выработки шаблона—здесь подразумевается, что кроме построительных чертежей лекала и шаблона ничего больше не имеется т. е. нет образцовых деталей механизма.

Выработка шаблона может быть произведена двумя способами. 1-ый способ заключается в разметке изготавливаемого фасонного контура на завороченной стальной плитке.

2-ой метод—это способ комбинированных выработок, из которых каждая изготавливается либо под угольник, либо на токарном станке обточкой диска или расточкой отверстия. Каждый фасонный контур можно рассматривать, как комбинацию одних только прямых линий (ломаная линия) или частей соприкасающихся или сопряженных окружностей различного диаметра и потому комбинация таких выработок вполне допускает получение шаблона. Выработки сырые и служат лишь для изготовления по ним лекала однажды, после чего с изготовленного (закаленного и отделанного) лекала снимается настоящий шаблон, а временный шаблон скомбинированный из выработок сдается смазанным в архив мастерской.

Стрелочные лекала, как общее правило, начинают изготавливаться всегда с шаблона ибо доводка стрелочных лекал сводится в конце концов к нанесению ризок у длинного конца стрелки или нанесению целой шкалы делений, что можно проделать достаточно точно лишь при готовых соответствующих шаблонах.

У сложных лекал узкого специального назначения выработка их также начинается почти всегда с изготовления шаблона или нескольких шаблонов если то требуется. Каждый из составляющих комплект шаблонов обычно имеют простую конструкцию относясь к лекалам первых 4-х групп и потому допускающих достаточно точное и удобное их изготовление.

3-й метод изготовления лекал—по образцовым деталям машины пожалуй также прост, как и первый способ. В точности этот метод значительно уступает первому ибо образцовая деталь механизма, как бы точен он не был, не может, конечно, претендовать на лекальную точность в полном смысле этого слова. Кроме того этот метод может иметь применение, главным образом, для лекал фасонных и сложных; фасонных—потому, что лекала этой группы не претендуют в 90 проц. случаев на большую точность, а для сложных потому, что они значительно облегчают их изготовление и последующую выработку шаблонов. В конце же концов этот метод можно рекомендовать исключительно для лекал фасонных. Все остальные группы лекал могут быть изготовлены достаточно точно обычным способом по нормальным мерам.

Степень точности изготовления лекал.

Точности изготовления лекал установленные у нас в России и за границей могут быть различны в зависимости от назначения и конструкции лекал.

Все лекала или калибры, употребляемые в современном машиностроении независимо от того к какой группе они принадлежат, относятся к системе предельных калибров т. е. изготавливаемое изделие никогда не может быть изготовлено по теоретическому размеру, могут произойти по разным причинам погрешности, когда теоретический размер превзойден, на валике в меньшую сторону, а в калыде (отверстие) в большую сторону и в первом и во втором случае погрешность неисправима, но чтобы знать до каких пределов эта погрешность допустима устанавливается предел. Величина этого предела зависит от степени точности представляемой при сборке машины и от характера самого изделия т. е. будет ли это деталь измерительного инструмента или сельскохозяйственной машины, или будет это гладкий вал, или нарезанный проводник.

Я не буду здесь подробно останавливаться на системах допусков, скажу лишь—что существуют различные единицы меры допусков, так например для вала и втулки за единицу меры допуска в Америке у Броун-Шарп'a принята $C \sqrt[3]{D^2}$, в Германии господствовали $C \sqrt[3]{D}$ Коэффициент C —от $\frac{1}{100}$ до $\frac{1}{300}$ в зависимости от рода работы (резьба или гладкая работа) и размеров предмета—у крупных C —больше, у мелких предметов C —меньше, так например при $D < 10 \frac{1}{8}$ допуск $\frac{1}{100}$
 $< 100 \frac{1}{8}$ " $\frac{1}{200}$
 $< 100 \frac{1}{8}$ " $\frac{1}{100}$

в Англии $C \sqrt[3]{D}$ Германская комиссия по нормализации приняла 4 степени точности:

- 1) — Очень точную сборку $\frac{1}{8}$ ($\frac{1}{200} \sqrt{D}$) для вала 150 $\frac{1}{8} = 0,02 \frac{1}{8}$ —
- 2) — Точную сборку 1 ($\frac{1}{200} \sqrt{D}$) — — — — — = 0,04 —
- 3) — Обыкновенную нормальную сборку $1,5 \times \frac{1}{200} \sqrt{D} = 0,06$ —
- 4) — Грубая сборка — — — — — $2 \times \frac{1}{200} \sqrt{D} = 0,08$ —

Взаимозаменяемость во всех случаях обеспечена при сборке машин

Витовая резьба также делается с различной степенью точности во всех элементах ее—например: приняв за единицу меры допусков $\frac{1}{200} \sqrt{h}$ или $\frac{1}{200} \sqrt{D}$, где h шаг нарезки, мы можем выполнить нарезку с различной степенью точности по таблице I (Резьба Витворта для различных чисел витков) и также для всех элементов ее—таблица I, II и IV.

Зависимость между единицами мер допуска такова, что $7 \cdot \frac{1}{100} \sqrt{h^2}$ и $8,75 \cdot \frac{1}{100} \sqrt{D}$ дают почти одинаковые размеры линейных величин допусков на шаге и диаметре одной и той-же резьбы например:

Число витков	Шаг в мм.	7 G P.	Д-винта	в мм.	8,75 PE
20	1,270	0,077	$\frac{1}{4}''$	6,35	0,074
10	2,54	0,130	$\frac{3}{4}$	19,05	0,127

Переходя к рассмотрению степени точности выполнения калибров и лекал всех вышеуказанных групп необходимо указать на то общее правило, которое ложится в основу определения степени точности или иначе допусков при изготовлении лекал. Допуск на лекале должен быть в пределах 0,1—0,2 (браковочного и нормального) допуска на изделии, при чем допуск этот, как общее правило направлен всегда в сторону противоположную износу лекала: у калибра или вкладыша в вырез со знаком+, а у кольца или выреза со знаком—(у нормальн.).

Если допуск на изделии равен 0,1 мм., то на соответствующем лекале он будет равен 0,01 мм.

Если сравнить степень точности выполнения вышеуказанного вала в 150 мм. и степень точности исполнения калибров по таблице на стр. 28 то станет понятным применение коэффициентов точности изготовления лекал в 0,1 допуска на изделии у браковочного лекала и 0,2—у нормального.

В Германии установлены 4 класса допусков для изготовления лекал. (Таблица страница 28).

У нас в процессах массовой фабрикации допуски колеблются от 0,02 до 0,3 мм и больше; если руководствоваться вышеуказанным правилом т. е. назначать допуск на лекале в 0,1 допуска на изделии, то по таблице класса допусков, обычно практикуемые способы изготовления лекал у нас на заводах пойдут главным образом под II, III и IV класс т. е. под тонкую, точную и грубую пригонку. Кроме того эту таблицу необходимо дополнить еще 2-мя степенями грубой отделки V и УГ.

Изготовление лекала по II классу точности требует уже мерительной машины или безусловно мало употреблявшегося набора пластинок Иогансона.

Последние между прочим выполняются с точностью;

- до 1 мм. — 0,0005 мм.
- .. 100 мм. — от 0,001 до 0,002 мм.
- .. 500 мм. от 0,005 до 0,01 мм.

Практически, выполнение пределов точности изготовления лекал по таблице (страч. 28) встречается с препятствием экономического и производственного характера. Такие условия как колебания температуры в помещении, теплота рук, нагрев самого калибра от доводки, ставят границы для практического выполнения точности. Отклонение температуры измерения в 1°Ц от нормального (20°Ц) при размере калибра в 150 мм. уже изменяет длину на 0,0015 мм. Таким образом, чтобы гарантировать точность по таблице колебание температуры от вышеуказан-

ных причин должно быть в пределах 1) для благородной доводки—3° Ц, 2) тонкой—4° Ц, 3) Точной—8° Ц и 4) грубой 14° Ц.

Последние две степени точности выполняемы легче, а 2 первые требуют соблюдения чрезвычайной аккуратности и принятия особых мер по созданию подходящих условий работы.

Существенно важным является вопрос до каких же пределов может изнашиваться лекало не вызывая ощутительных погрешностей в изготавливаемым деталях. Немецкие данные указывают, что таким пределом износа может служить размер равный нормальному теоретическому $\pm 0,2$ допуска на изделии или лекало может сноситься на 0,3 допуска на изделии—предполагая, что в начале оно имело размеры, нормальному теоретическому $\pm 0,1$ допуска на изделии. (5—5, 1); 5.11—0,03—5,08 мм. (изношенное до предела).

Степень точности выполнения резьбовых калибров будет несколько иная.

Если обратиться к таблице II резьбы Витворта, предусматривающей очень точное выполнение резьбы во всех ее элементах, то оказывается, что допуски на резьбовых калибрах резко отличаются от допусков на прочих лекалах как по своему знаку, так и по величине. Дело в том, что если винтовой калибр изготовить с допуском в сторону противоположную износу, то он не навернется на нормальный винт; поэтому в отличие от предыдущего правила о направлении допусков на лекалах—последний на винтовых калибрах делается в направлении износа, причем степень точности резьбы на калибрах такова, что допуски здесь колеблются от 0,2 до 0,4 допусков по табл. II. Иначе говоря профиль резьбы здесь подводится почти вплотную к теоретическому. Достигается это путем целого ряда шлифовок закаленного металла калибра или кольца.

Методы поверки лекал и шаблонов.

Существует 2 метода механический и оптический. Первый способ достаточно известен и заключается в применении бесконечного разнообразного мерительного инструмента, пластин Йогансона и мерительных машин причем на последних степень точности достигает 0,001 мм.

Остановим наше внимание на оптических способах.

Первый способ заключается в том, что степени точности изготовленного лекала, соединенного в притык с шаблоном определяют при помощи проекционного фонаря. Лекало помещают перед двояковыпуклой линзой на двойном фокусном расстоянии; на экране, удаленном на 100—150—200 фокусных расстояний от фонаря, получится увеличенное изображение щели. В особенности этот метод удобен для фасонных лекал, где щель на экране удобно измерить в линейных размерах пропорционально уменьшив ее в 100—200 раз и доведя в соответствующих местах лекало до требуемого плотного соприкосновения с шаблоном.

Кроме того этот способ очень удобен для измерения всех элементов резьбы на винтовом калибре, главным образом его шага (растяжение или сжатие получающиеся после закалки).

Второй способ заключается в пользовании оптиметром.

Большой % ручной работы неизбежной пока, у нас в России при изготовлении лекал.

Характерным при фабрикации лекал является резко выраженное преобладание ручных работ над машинными в особенности на лекалах I, III, V и VI групп; лекала II и IV групп т. е. круглые, гладкие и резьбовые заканчиваются в обработке почти исключительно на станках, но так как количественно они составляют обычно небольшой процент от общего количества лекал в серии и поэтому не оказывают существенного влияния на общий характер обработки лекал всех остальных типов.

Для характеристики сказанного в отношении преобладания ручных работ над машинными в фабрикации лекал, я приведу здесь данные характеризующие производство лекал у нас в России.

Распределение работ	Изделие № 1				Примечание
	Плоские	Круглые	Резьбовые	Сложн.	
Машинная работа . . .	7.27%	100%	100%	9,93%	Из 2.500 лекал (без шаблона) при следующем распределении лекал по типам: 1) Плоских . . . 74,5% 2) Круглых . . . 11,22% 3) Резьбовых . . . 1,46% 4) Прочих . . . 12,82%
Ручная работа . . .	92,73	—	—	90,07%	
Итого 100%					

Одно из главных объяснений подобного преобладания ручных—чрезвычайно дорогих работ в изготовлении лекал можно искать в весьма повышенной точности лекальных работ и тех специфических особенностях, какими является отделка твердых закаленных поверхностей самых разнообразных конфигураций, которым в окончательной отделке придается зеркальная поверхность.

Применение различного рода приспособлений для ручной доводки лекал, главным образом, под закалку значительно сокращает время на обработку лекал и понижает квалификацию лекальщика, но полного решения вопроса с доводкой закаленных лекал эти приспособления все-же не дают, ибо употребление их для последней цели вызывает быстрый износ рабочих площадок и следовательно раз-верку этих приспособлений, делающее невозможным их дальнейшее применение.

К сожалению заграничные новинки, проникшие к нам в последнее время в печати в виде трудов известного Шведского Инженера Иогансона не дают возможности извлечь из описываемого им производства мерительного инструмента центр тяжести заметно перешел бы на сторону машины, освободившись от искусства человеческих рук, сделав этот труд не столь кропотливым и нервным.

За границей, в Америке в этом отношении уделяется гораздо больше внимания чем у нас в России шлифовальным кружкам (корборундовым и алундовым) вплоть до доводки камнями резьбовых калибров там; как будто не так гонятся за зеркальной поверхностью, которая у нас является обязательной на рабочих поверхностях лекала. Однако последнее обосновывается с нашей точки зрения отнюдь не красотой лекала, а расчетом на более длительное сохранение точных размеров лекала от износа; гладкая зеркальная поверхность лекала лишняя заусениц, которые остаются после шлифовального круга и ясно видны в лупу, лучше сопротивляется истиранию при частых обмерах лекалом изделия и не так легко ржавеет от пота и от атмосферной влаги. Таким образом, прodelываемая у нас кропотливая работа по доводке лекал в ручную, по моему вполне оправдывает себя, лекала при этом становятся долговечнее, чем Американского изготовления и что в результате обходится дешевле—наше лекало или Американское это еще вопрос, полагаю что—нашего изготовления лекало заслуживает предпочтения.

Европейские заводы применяют тот-же способ доводки лекал, который применяется у нас.

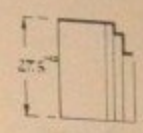
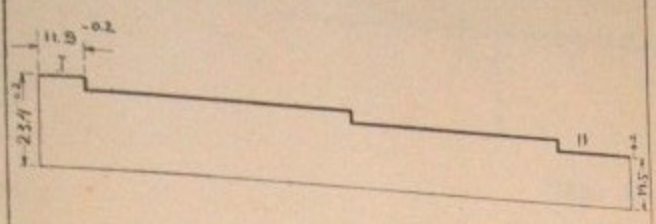
В зависимости от степени точности предъявляемой к измерительному инструменту растет и стоимость его; так например в то время, как лекало вкладыви при величине поверхности рабочих площадок в 2 кв. смт. доведенное на параллельность сторон с точностью до 0,004 мм. обходится ок. 2 черв. рублей или квадратный сантиметр обходится в 96 черв. коп. Считая 32 коп. заработн. + 200% накл. цеховых расходов—64 коп., у пластины Иогансона доведенных с точностью до 0,0005 мм. 1 кв. сант. обходится ок. 10 черв. рублей и, наконец, по данным фирмы Hilder-a в Лондоне до войны (1914 года) один квадратный сантиметр пластины доведенный на параллельность с точностью до 0,03 микрона или 0,00003 мм. обходился около 400 рублей т. е. едва-ли не ценой алмаза одноименных размеров стальной пластины обходится современной технике труд достижения подобной точности, хотя эту точность смело можно сравнить с величиной атома.

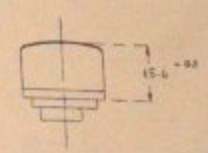
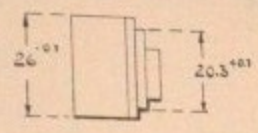
19/25 г.

Инж. Г. Апарин.

ЧЕР. 2

Л1

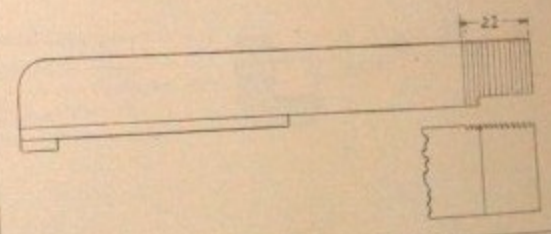
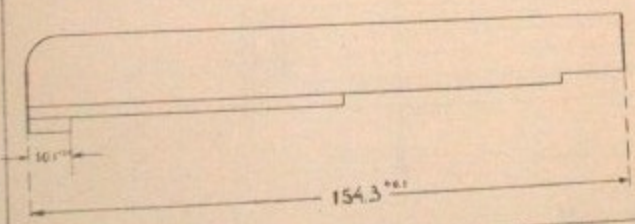




отр. 5

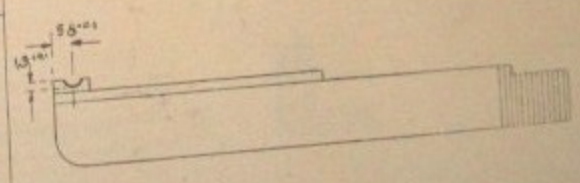
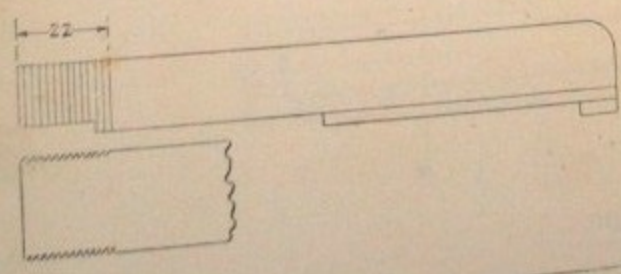
ЧЕР. 3

отр. 6

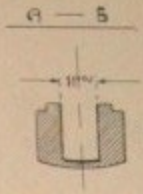
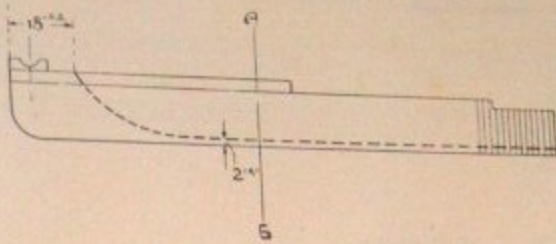


отр. 7

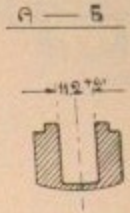
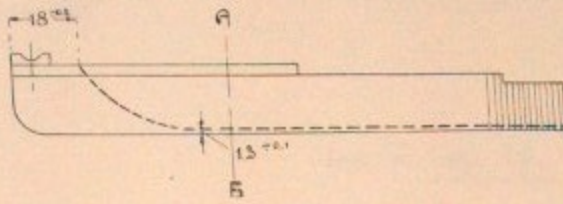
отр. 8



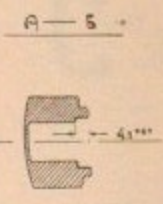
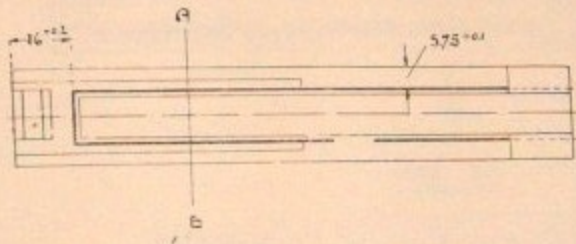
Чер. 4. опр. 9.



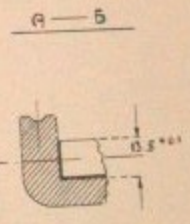
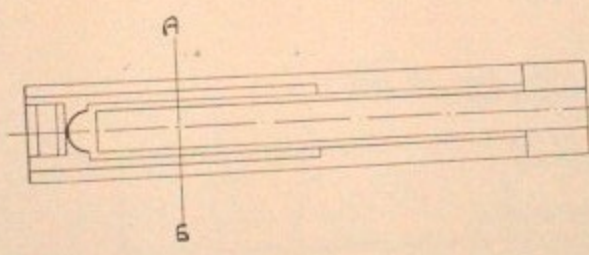
Чер. 4. опр. 10.



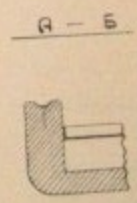
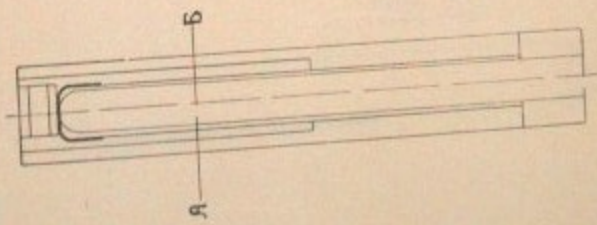
Чер. 5. опр. 11.



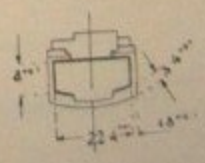
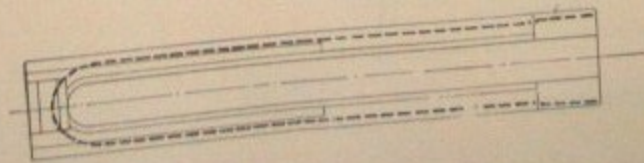
Чер. 5. опр. 12.



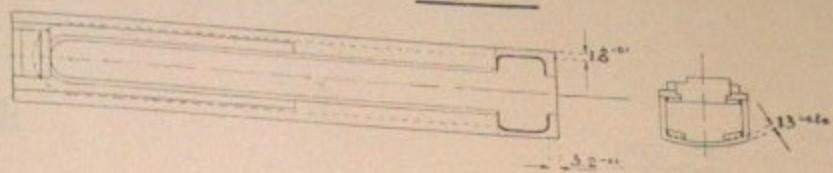
Чер. 6. опр. 13.



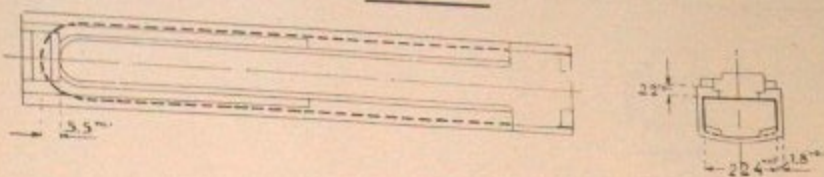
опр. 14.



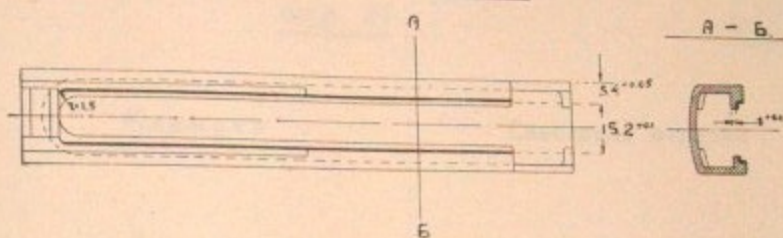
Чер. 7. опр. 15.



опр. 16.



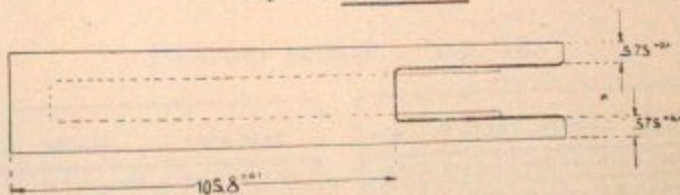
Чер. 8. опр. 17.



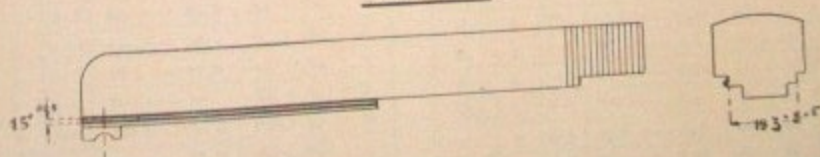
опр. 18.



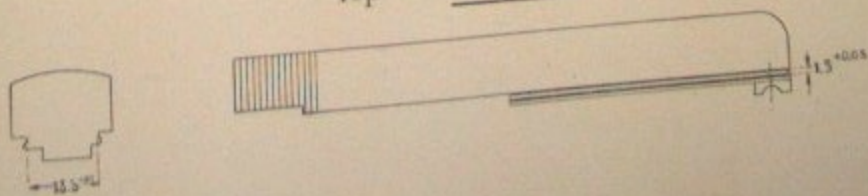
Чер. 9. опр. 19.



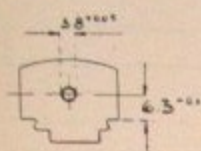
опр. 20.



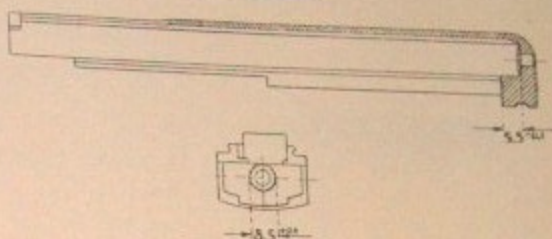
Чер. 10. опр. 21.



опр. 22.



опр. 23.



Чер. 11.

опр. 24.

опр. 25.

Нарезка

Слесарная отделка

опр. 26.

опр. 27.

Закапка

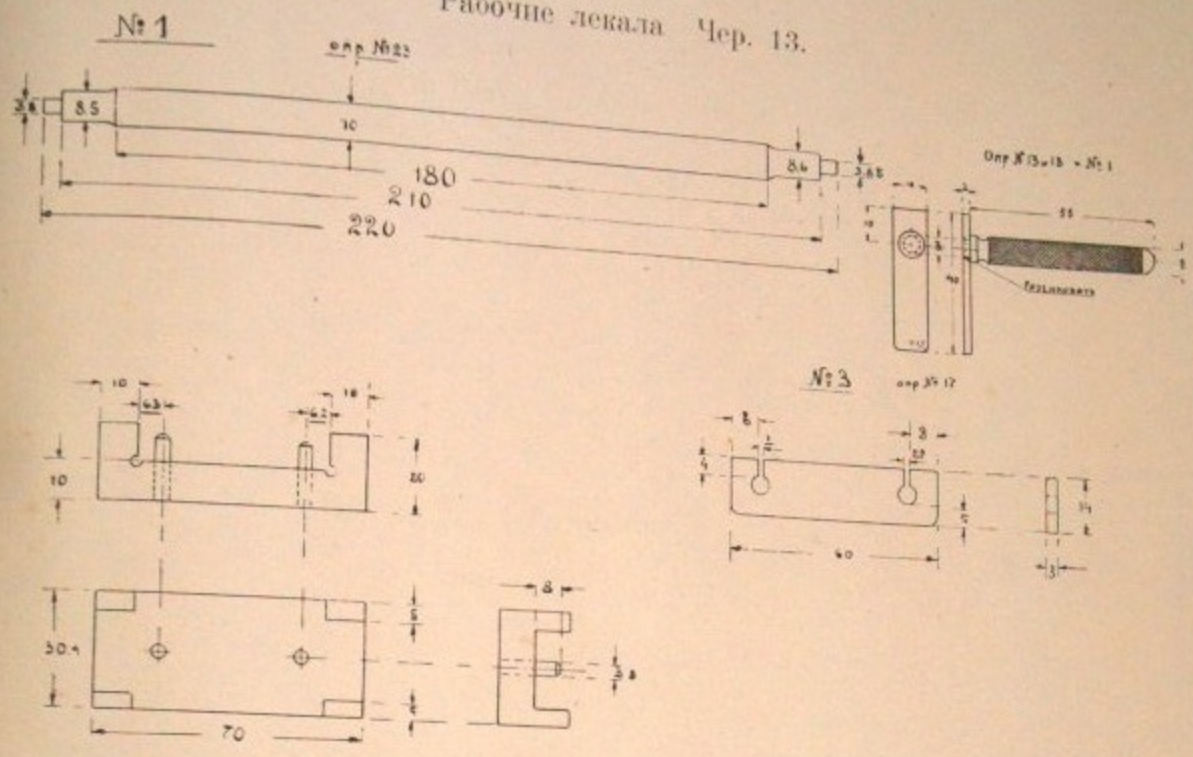
Полнровка

Рабочие лекала. Чер. 12.

опр.	шт.	тип	размер	разм. плит
1	1	H-3	11.9 — 11.7	50 × 40 × 3
1	2	H-3	14.5 — 14.3	50 × 40 × 3
1	3	H-4	23.4 — 23.2	50 × 40 × 3
2	1	H-5	27.5 — 27.3	60 × 50 × 5
3	1	H-5	24 — 23.9	40 × 50 × 5
3	2	H-4	20.3 — 20.2	40 × 50 × 5
4	1	H-3	15.6 — 15.5	60 × 50 × 3
5	1	H-2	10.1 — 10	50 × 40 × 3
5	2	H-1	154.3 — 154.2	200 × 60 × 5
9	1	H-3	18 — 17.8	50 × 40 × 3
8	2	I-1	11 — 11.1	60 × 20 × 25
10	1	H-3	18 — 17.8	50 × 40 × 3

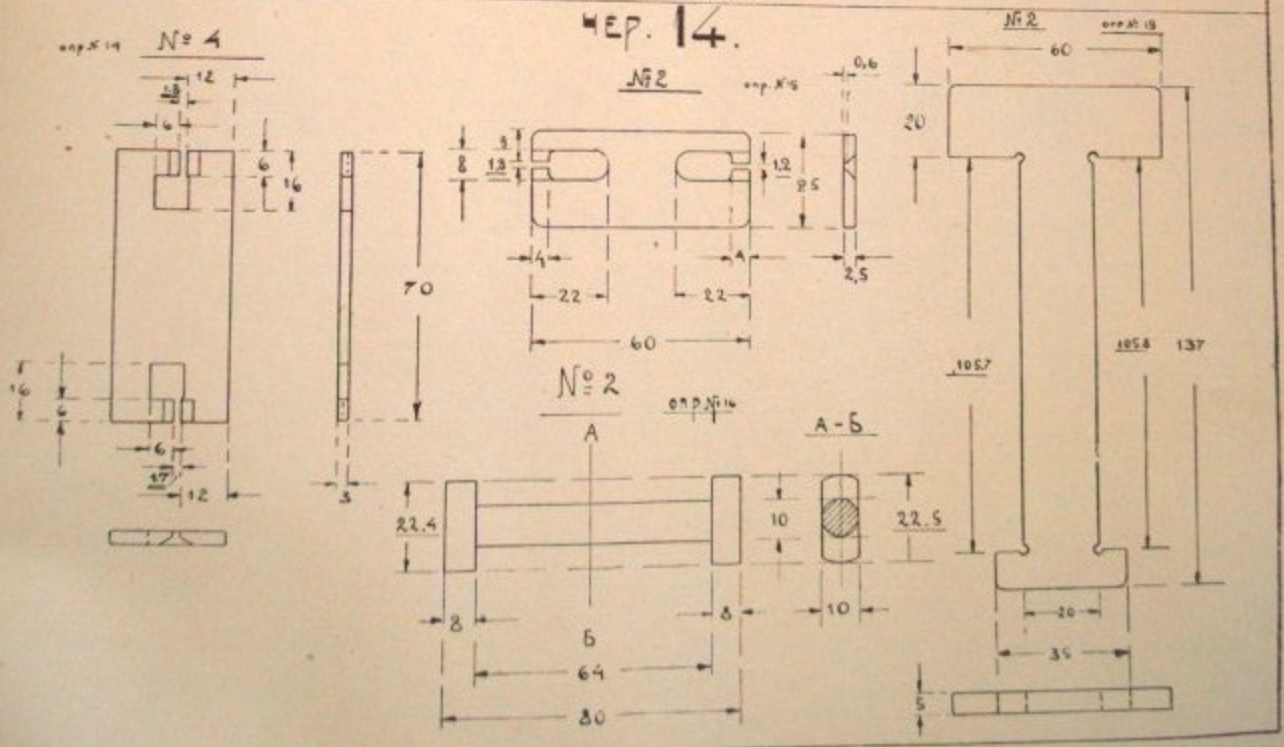
опр.	шт.	тип	размер	разм. плит
10	2	H-1	11.2 — 11.3	60 × 20 × 25
11	1	H-3	14 — 13.8	50 × 40 × 3
11	2	H-2	575 — 565	40 × 30 × 3
11	3	I-1	14.5 — 14.6	60 × 20 × 25
11	4	T-1	4.1 — 4.2	60 × 20 × 25
12	1	T-1	13.5 — 13.6	60 × 20 × 25
14	1	I-1	8 — 8.1	60 × 20 × 25
14	2	I-2	28.4 — 22.5	60 × 25 × 5
15	1	H-1	3.2 — 3.1	60 × 20 × 25
17	2	H-1	15.2 — 15.3	60 × 20 × 3
19	1	H-3	575 — 565	40 × 30 × 3
22	1	O-1	3.1 — 3.25	60 × 10
17	1	H-2	54 — 53.5	40 × 30 × 3

Рабочие лекала Чер. 13.

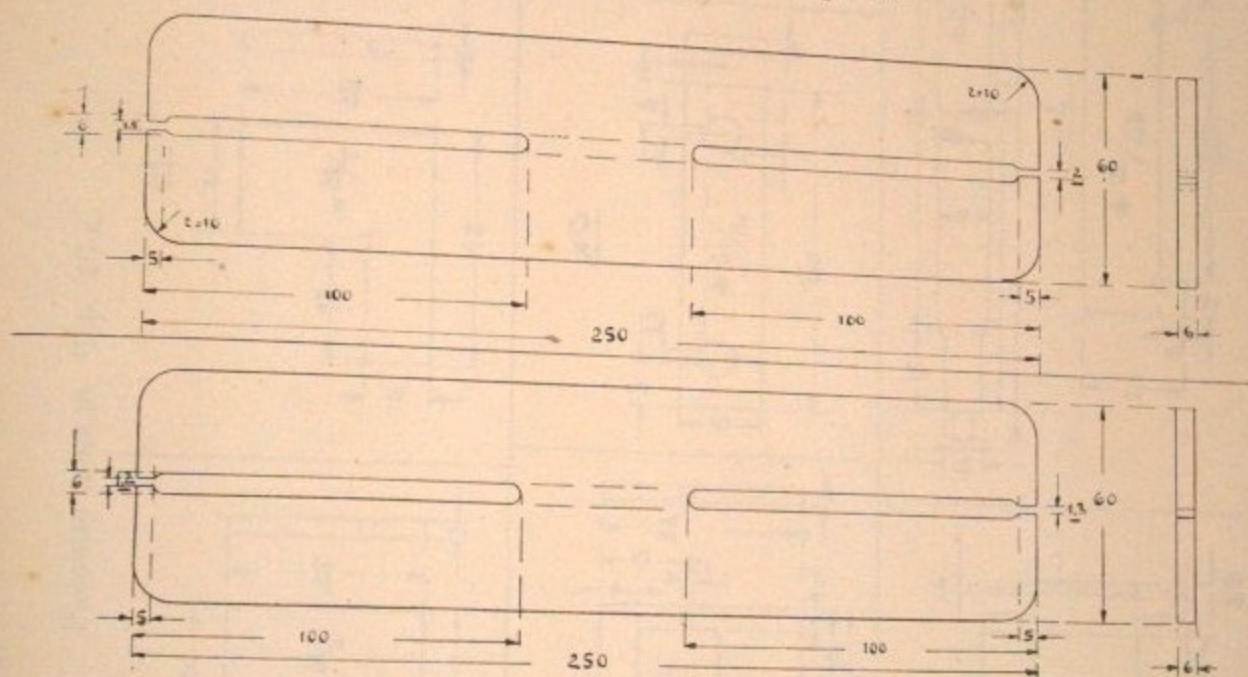


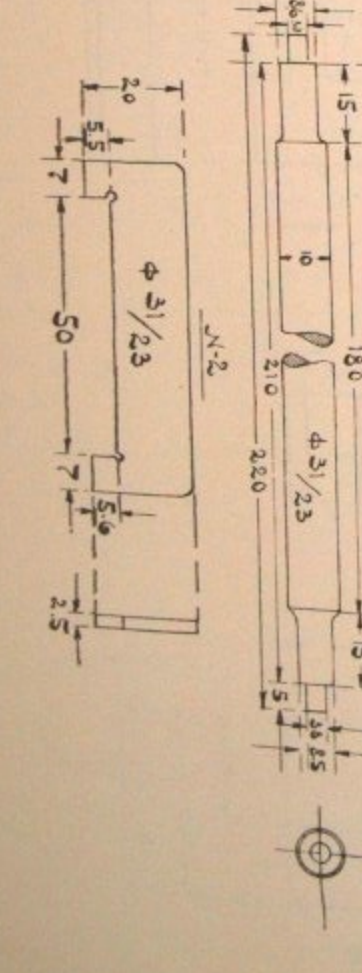
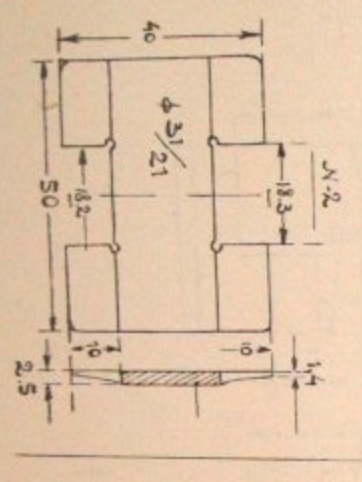
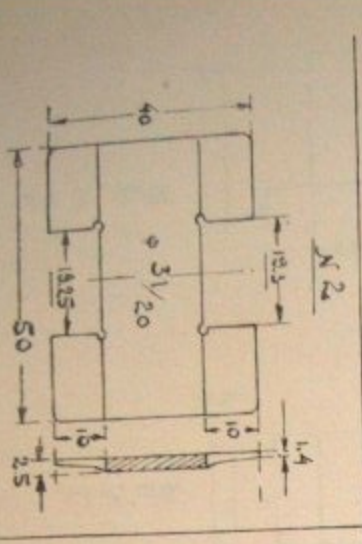
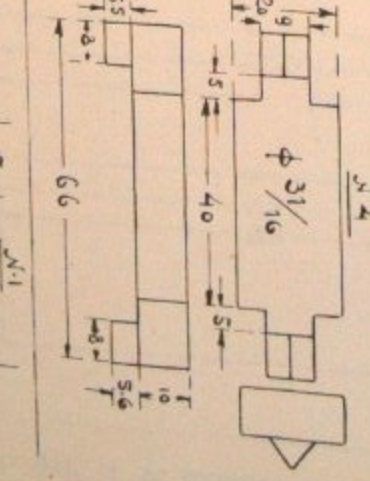
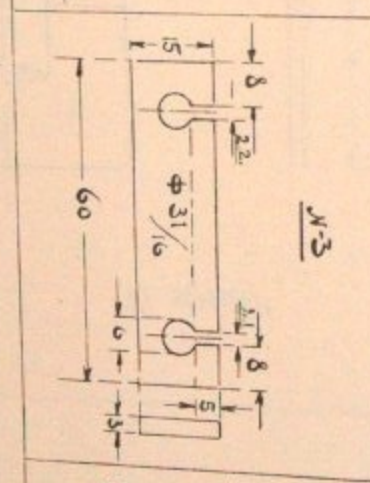
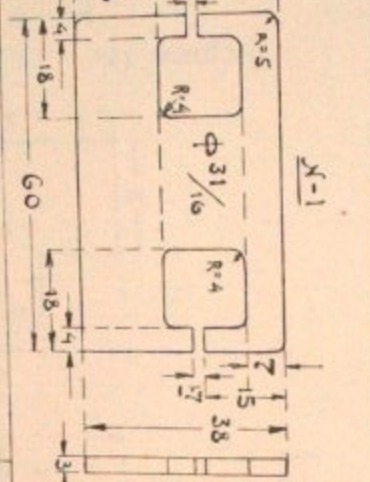
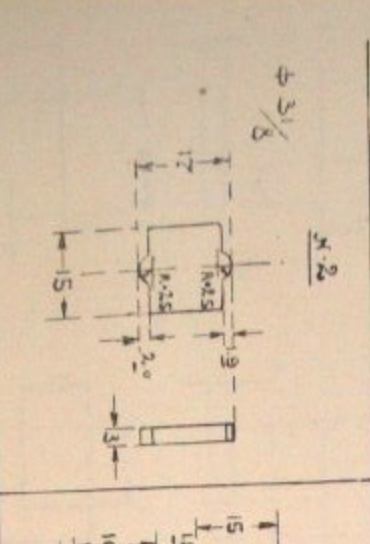
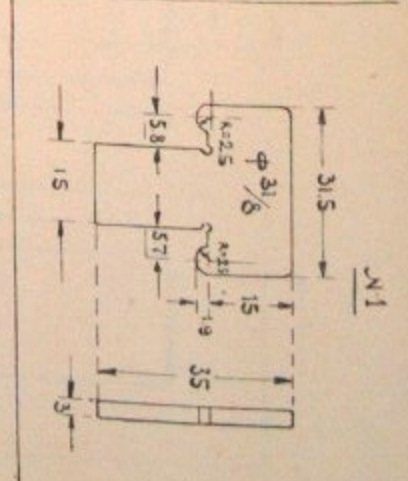
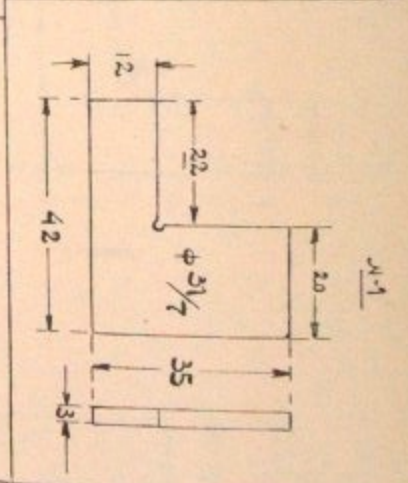
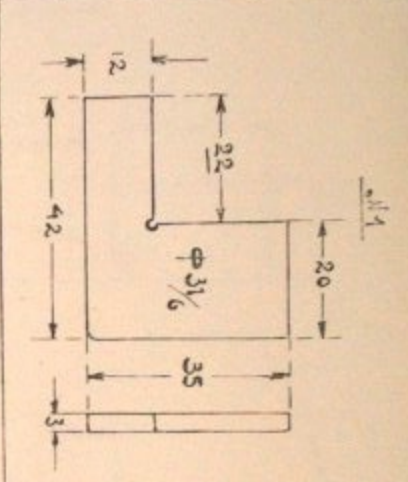
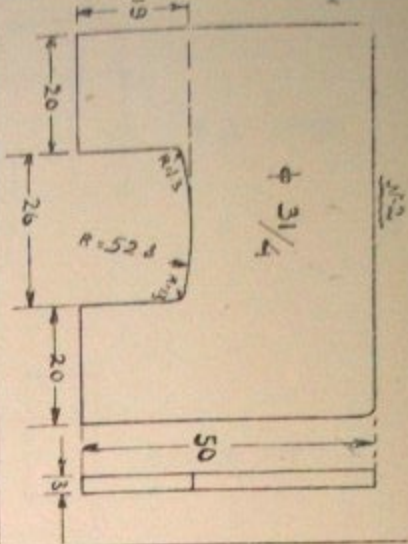
РАБОЧИЕ ЛЕКАЛА

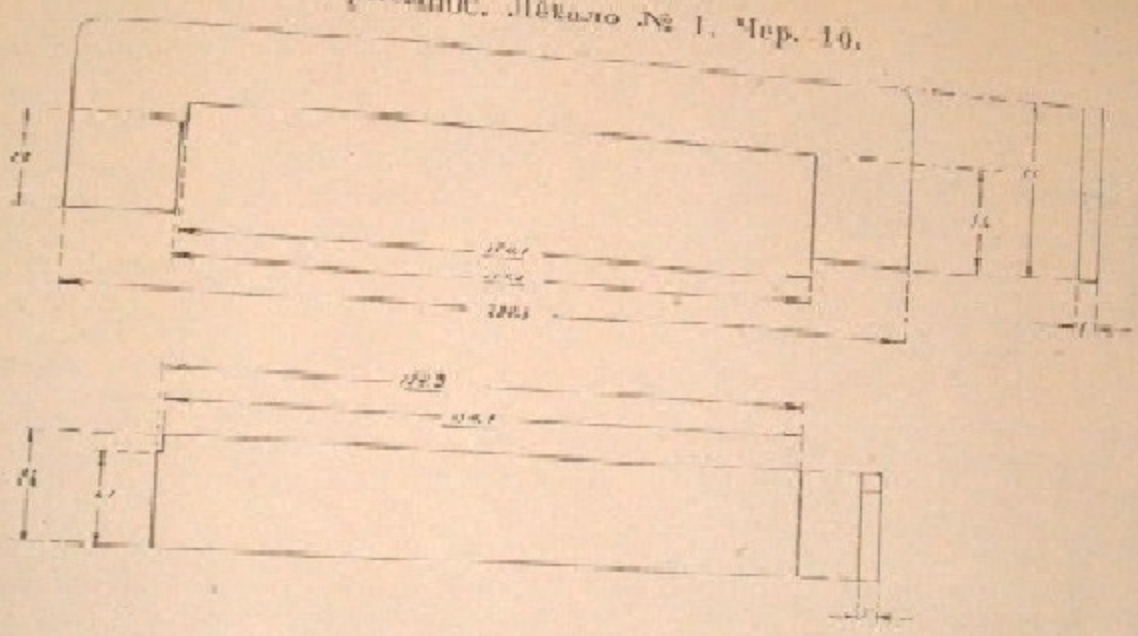
Чер. 14.



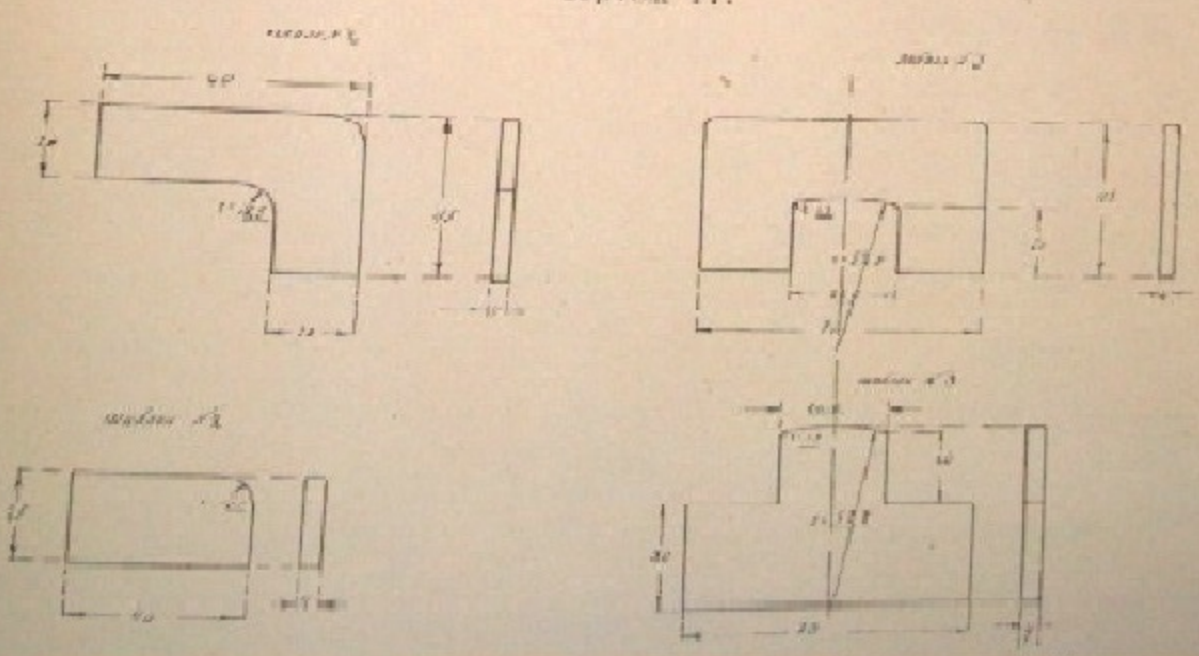
Рабочие лекала. Чер. 15.



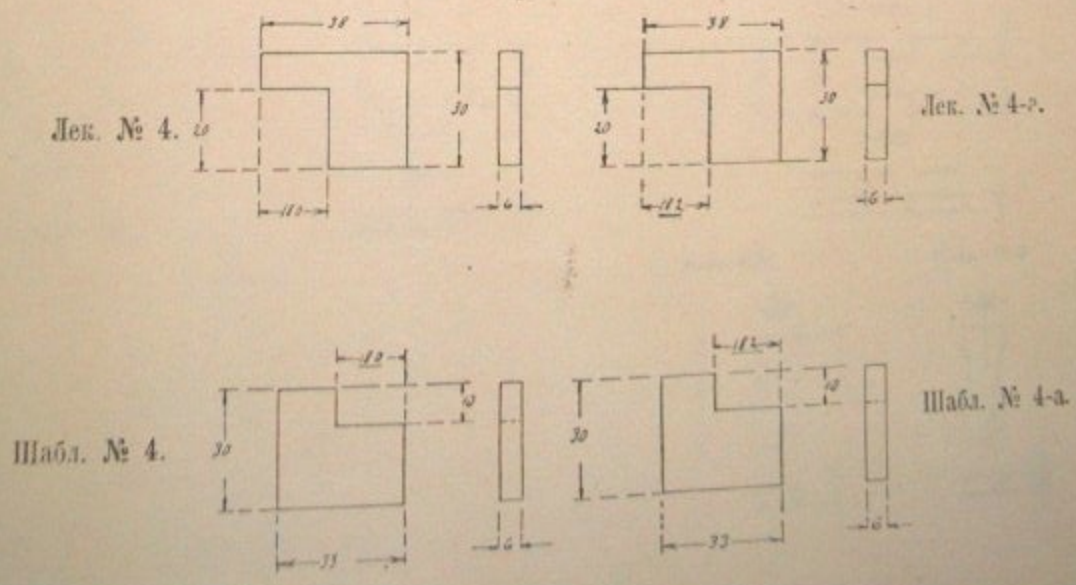




Чертеж 17.

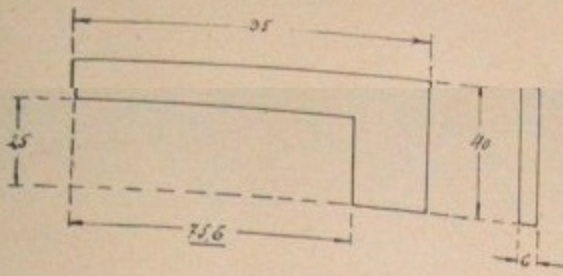


Чертеж 18.

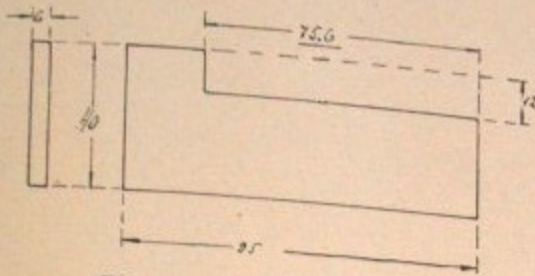
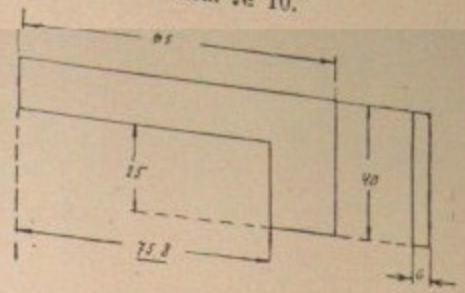


Лек. № 5.

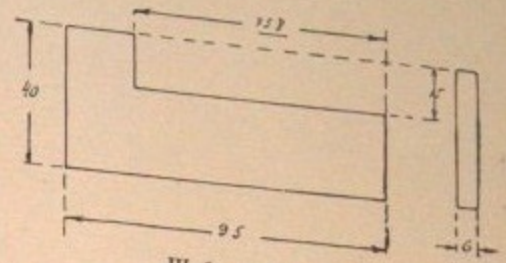
Чертеж 19



Лек. № 10.

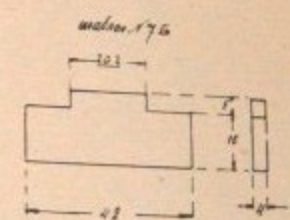
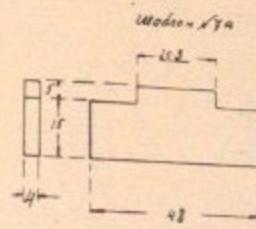
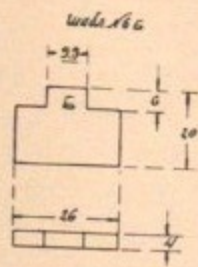
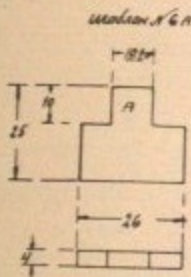
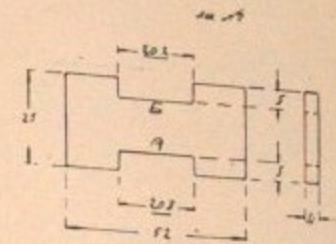
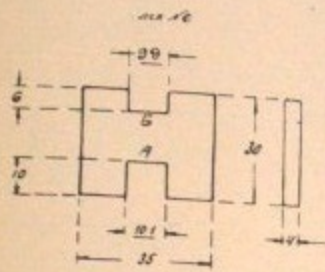


Шабл. кр. кор. № 5.

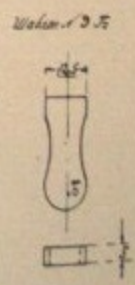
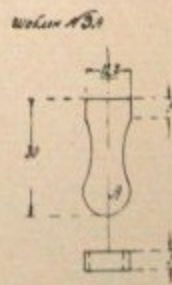
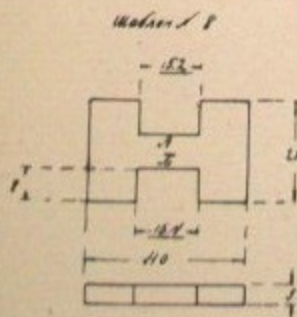
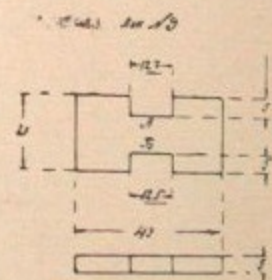
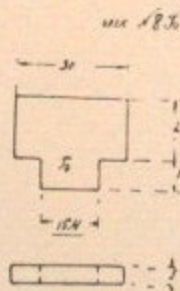
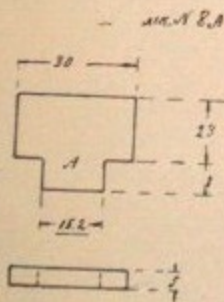


Шабл. кр. кор. № 10.

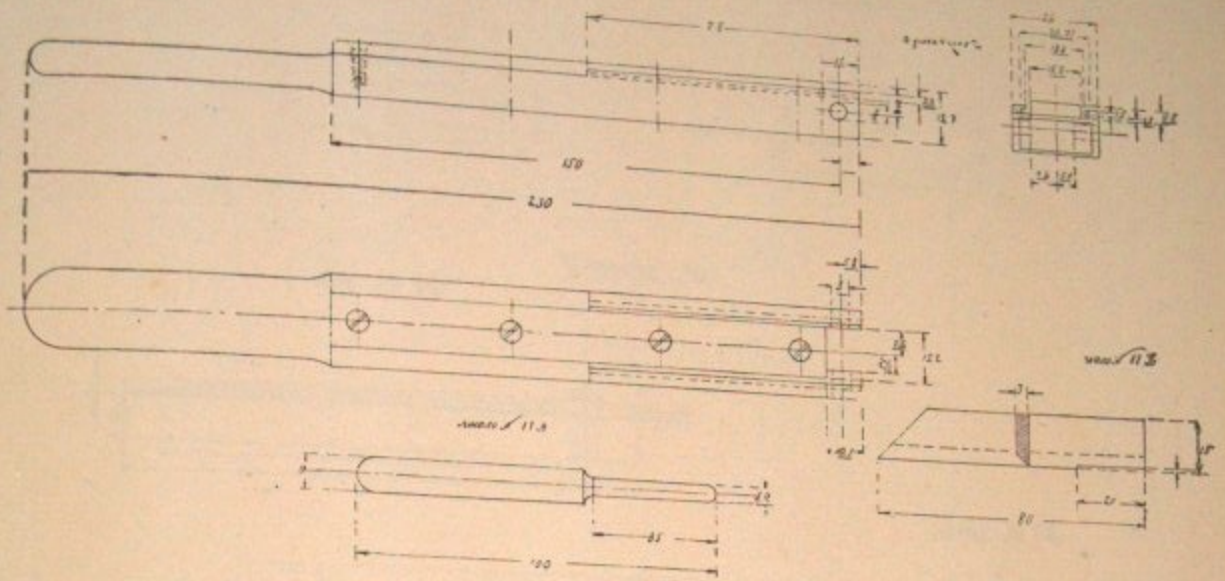
Чертеж 20.



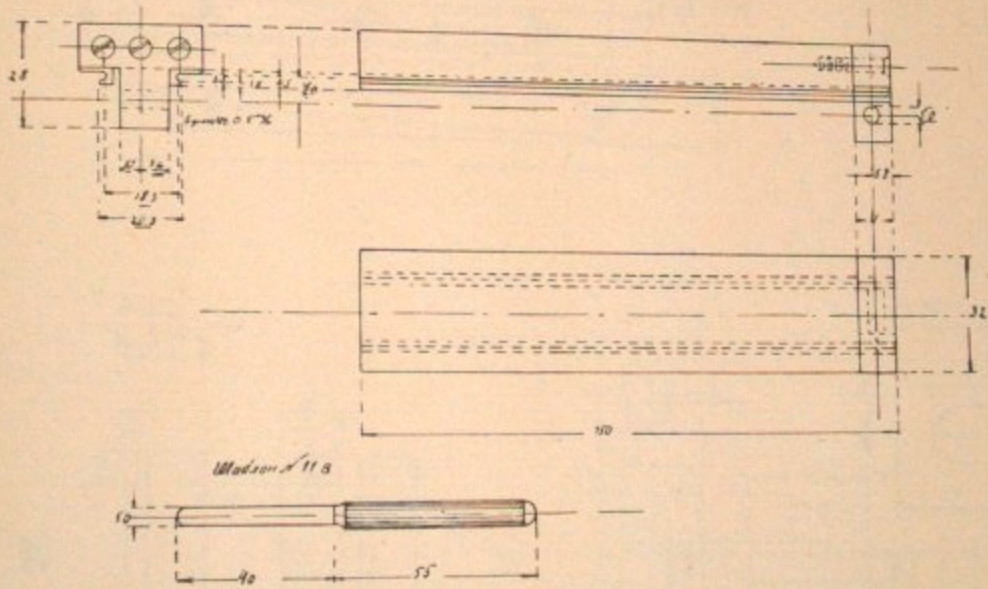
Чертеж 21.



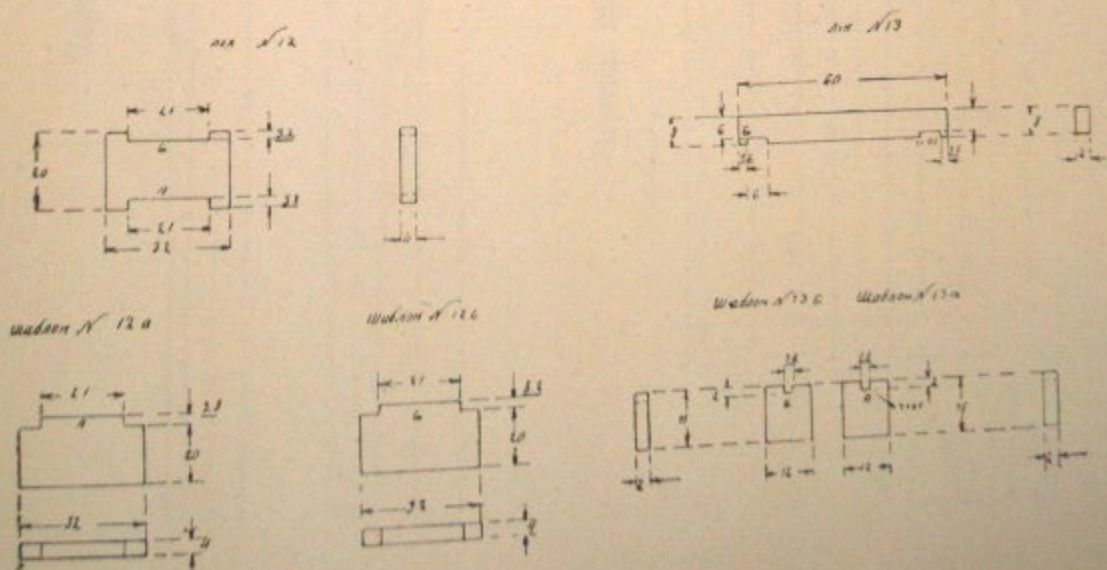
Лекало № 11. Чер. 22.



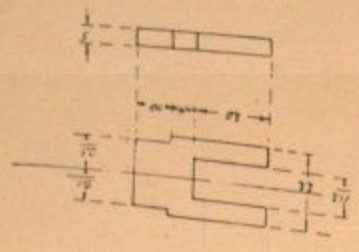
Шаблон № 11. Чер. 23.



Чертеж 24.

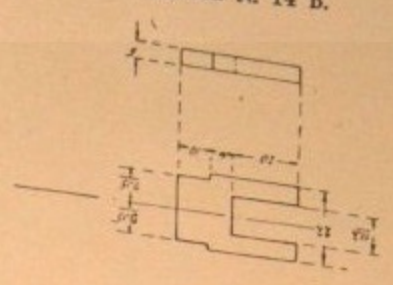


Шаблон № 14 А.



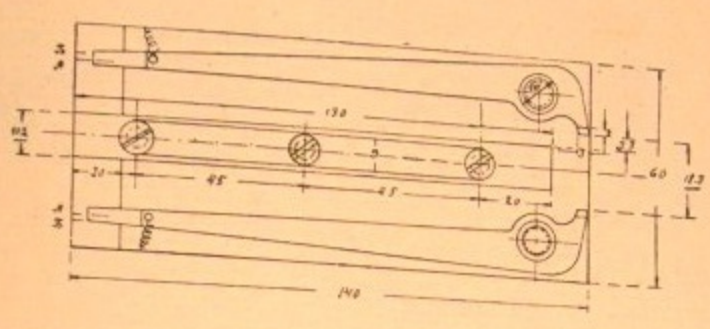
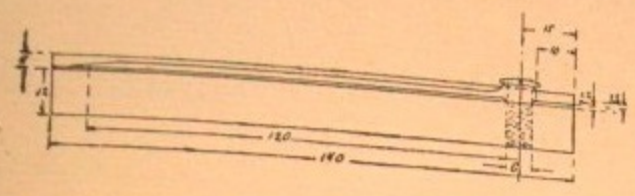
Чертеж 25.

Шаблон № 14 В.

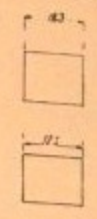


Лек № 14.

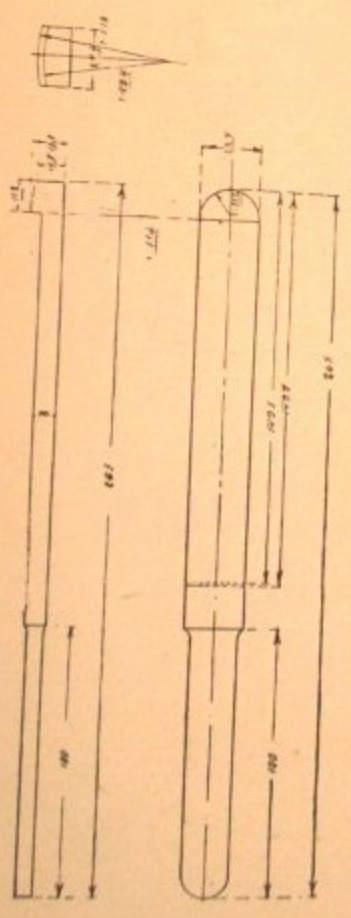
Чертеж 26.



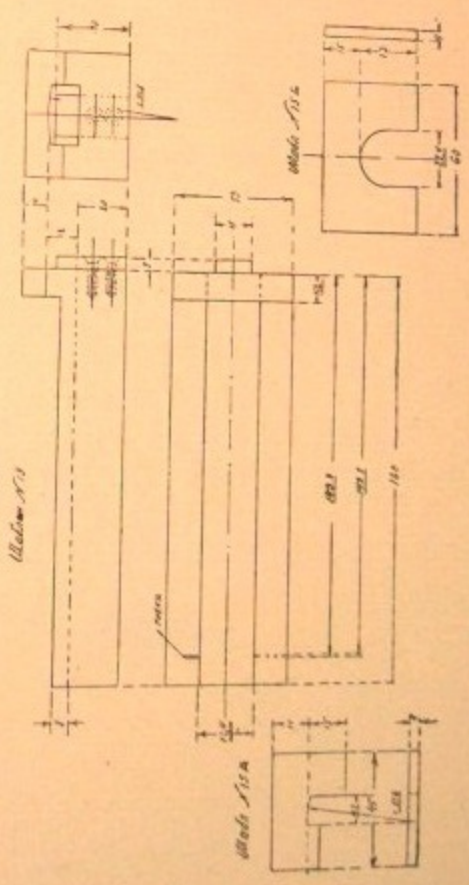
Шабл. № 14.



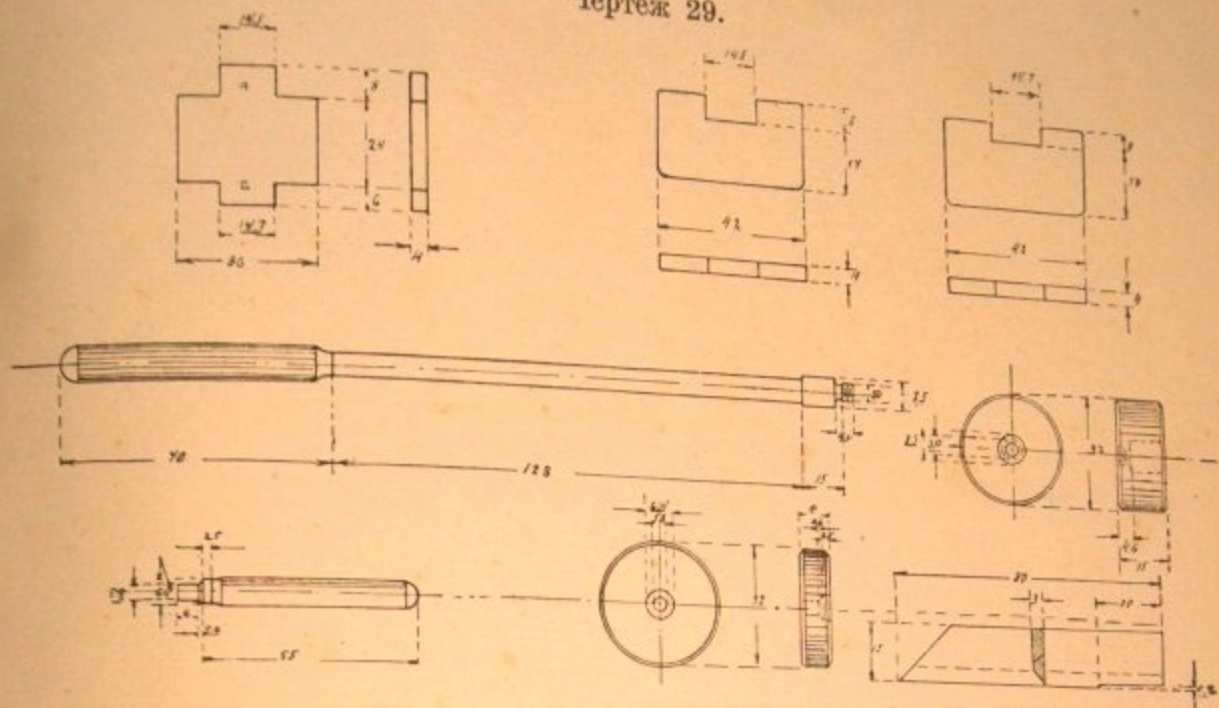
Чертеж 27.



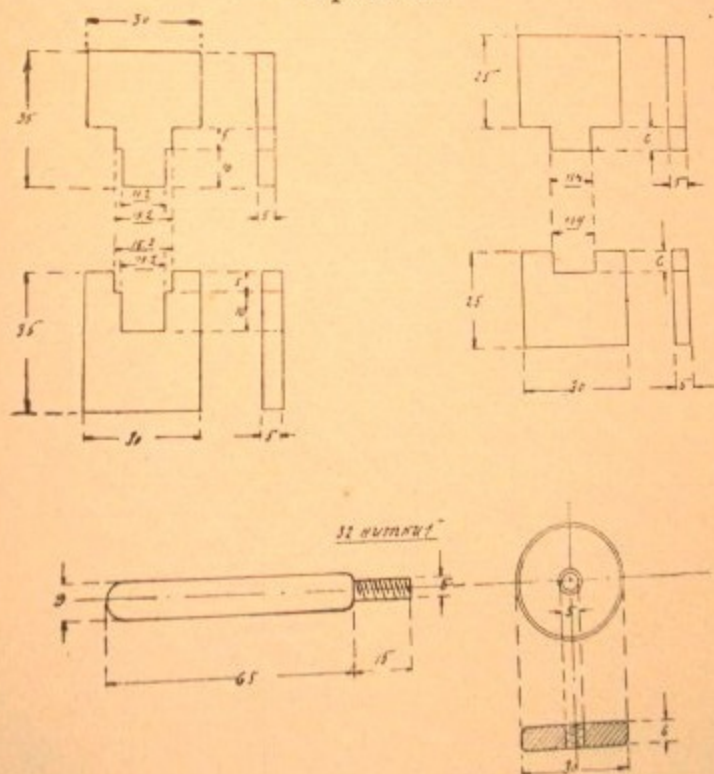
Чертеж 28.



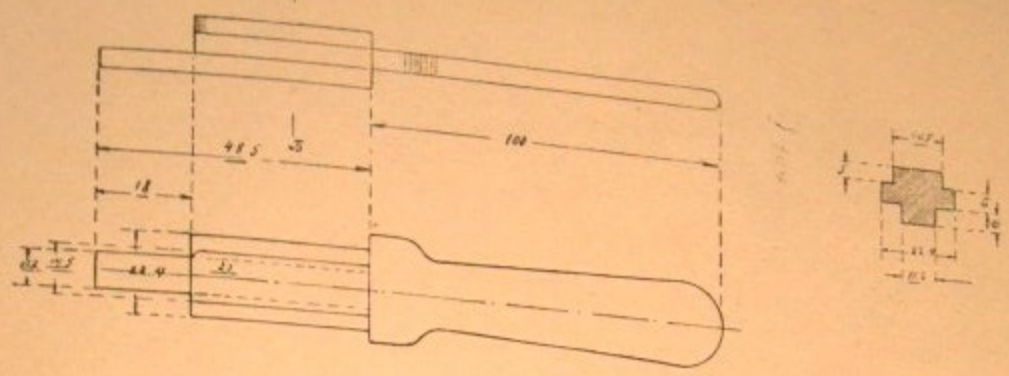
Чертеж 29.



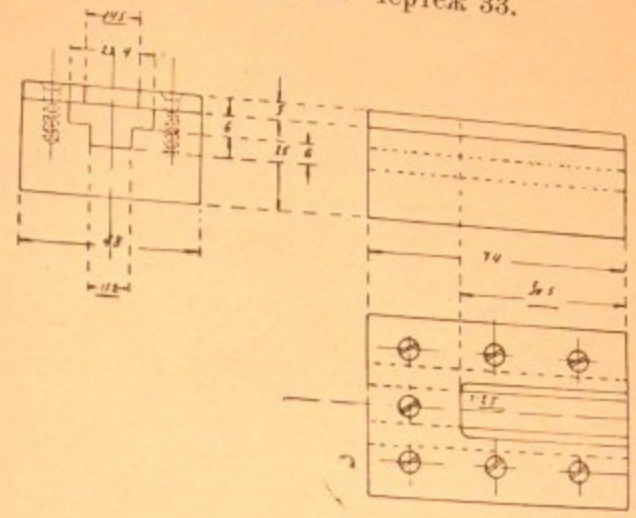
Чертеж 30



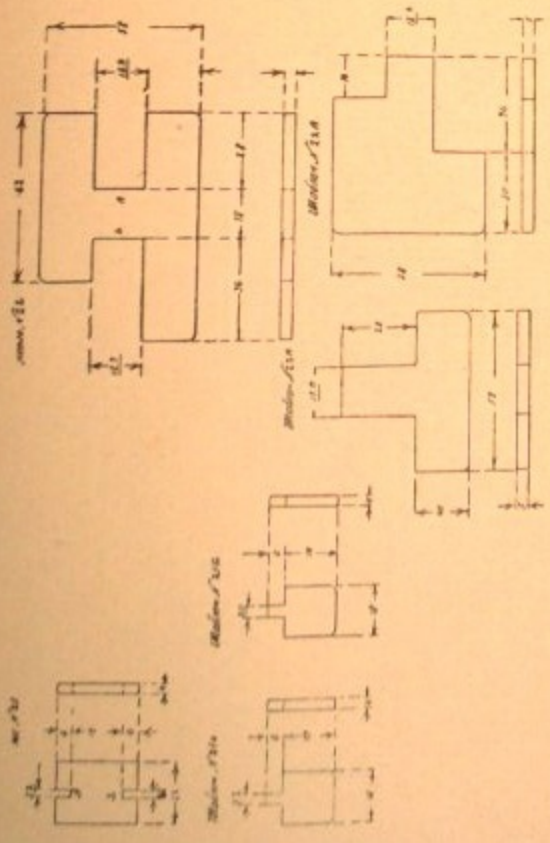
Лекало № 20. Чертеж 32.



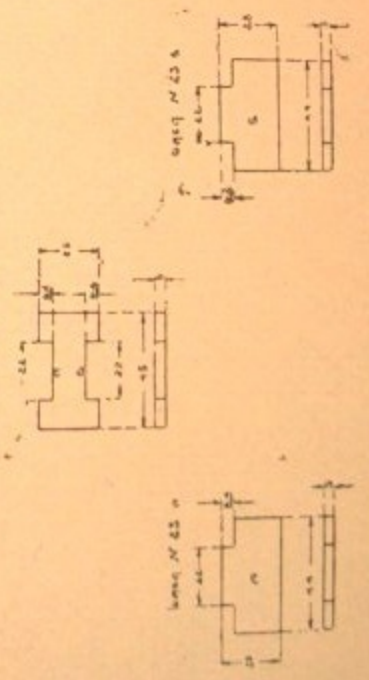
Шаблон № 20. Чертеж 33.



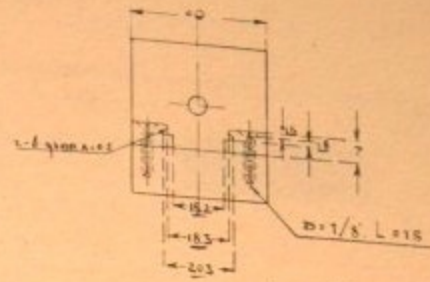
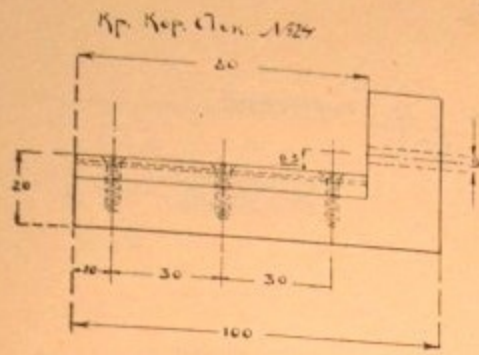
Чертеж 84.



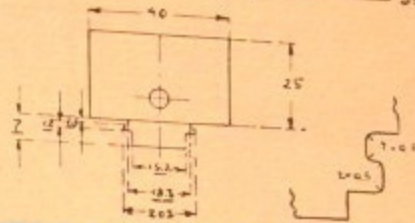
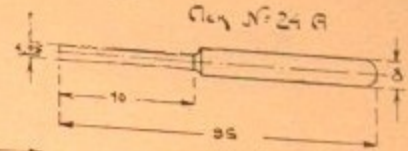
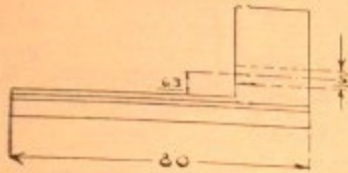
Чертеж 85.



Чертеж 36.



Шар. Кор. Стен. №24



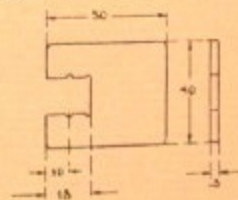
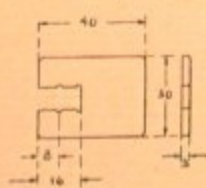
Вырезано автором

С.1 НОРМАЛЬНЫЕ U-КАЛИБРЫ

0—8 мм U-1

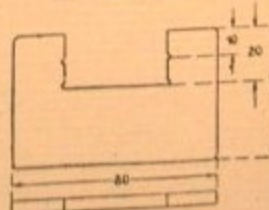
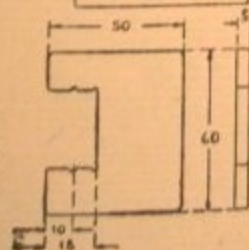
Чер. 39

8—15 мм U-2



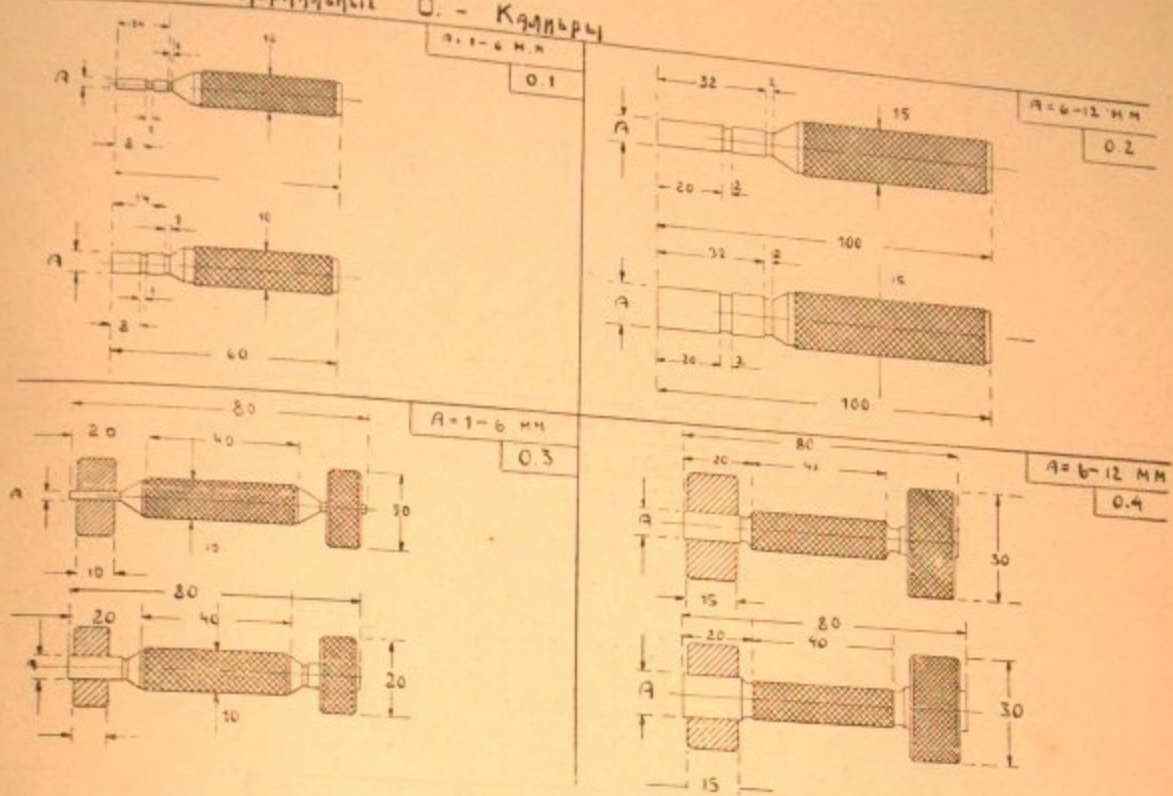
15—30 мм U-3

30—50 мм U-4



A		B	
50—60	U.5	100	
60—70	U.6	110	
70—80	U.7	120	
80—100	U.8	140	
100—120	U.9	160	
120—140	U.10	180	
140—160	U.11	200	
160—180	U.12	220	

Нормальные О - Калибры



С.1 Нормальные Н-калибры

масштаб 1:2

№ 7. 41.

0-5 мм Н.1

Н.1

5-10 мм Н.2

Н.2

10-16 мм Н.3

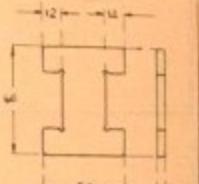
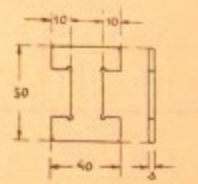
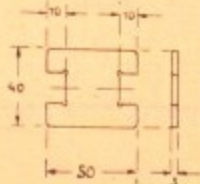
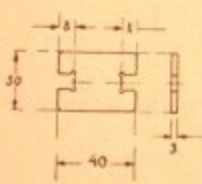
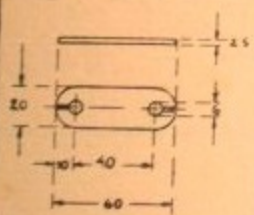
Н.3

18-25 мм Н.4

Н.4

25-32 мм Н.5

Н.5



32-40 мм Н.6

Н.6

40-50 мм Н.7

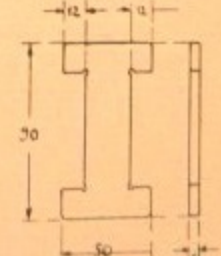
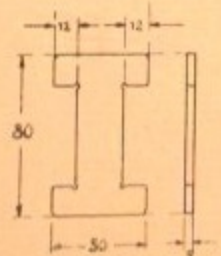
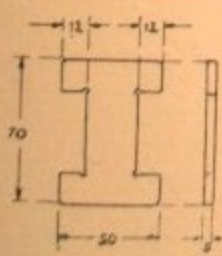
Н.7

50-60 мм Н.8

Н.8

А

Б



60-70	Н.9	110
70-80	Н.10	120
80-90	Н.11	130
90-100	Н.12	140
100-110	Н.13	150
110-120	Н.14	160
120-130	Н.15	170
130-140	Н.16	180
140-150	Н.17	190
150-160	Н.18	200
160-170	Н.19	210
170-180	Н.20	220

G.1

Нормальные I и T - калибры

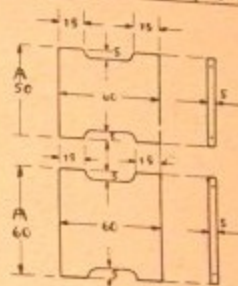
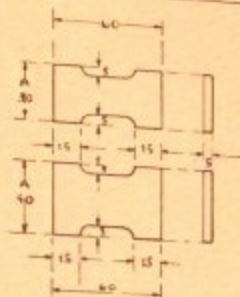
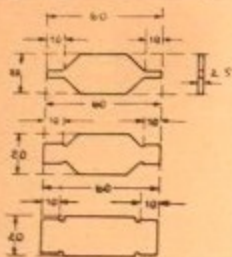
ЧЕР. 42.

$q = 0 - 18 \text{ мм}$

T.1

$q = 18 - 100 \text{ мм}$

1:2



$q = 0 - 20$

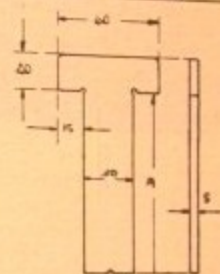
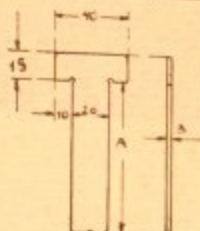
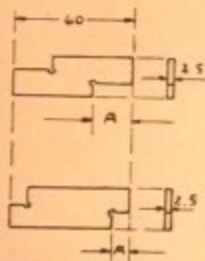
T.1

$q = 20 - 80$

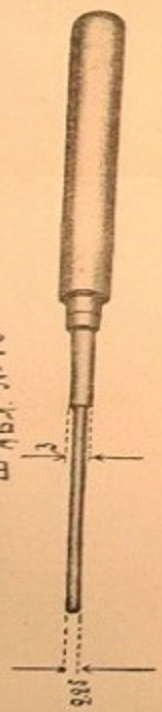
T.2

$q = 80 - 200$

T.3



Шабл. № 70



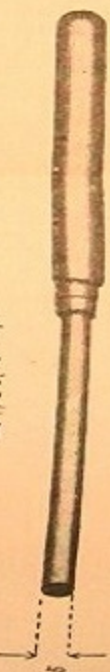
Шабл. № 70



Шабл. № 70



Шабл. № 70



Шабл. № 70



Коп. шек. № 70 H



Коп. шек. № 70 B



Коп. шек. № 70 B



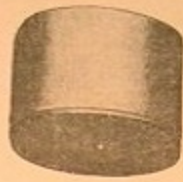
Коп. шек. № 70 Г



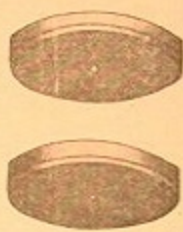
Коп. шек. № 70 Д



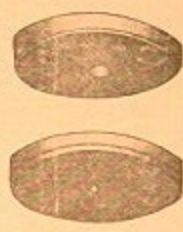
Шабл. № 70 A



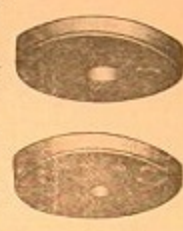
Шабл. № 70 B



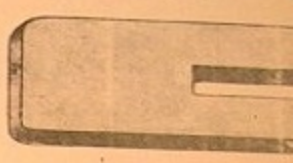
Шабл. № 70 Г



Шабл. № 70 Д



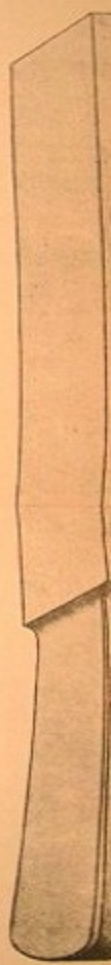
Шабл. № 70 E



Шабл. № 70 E

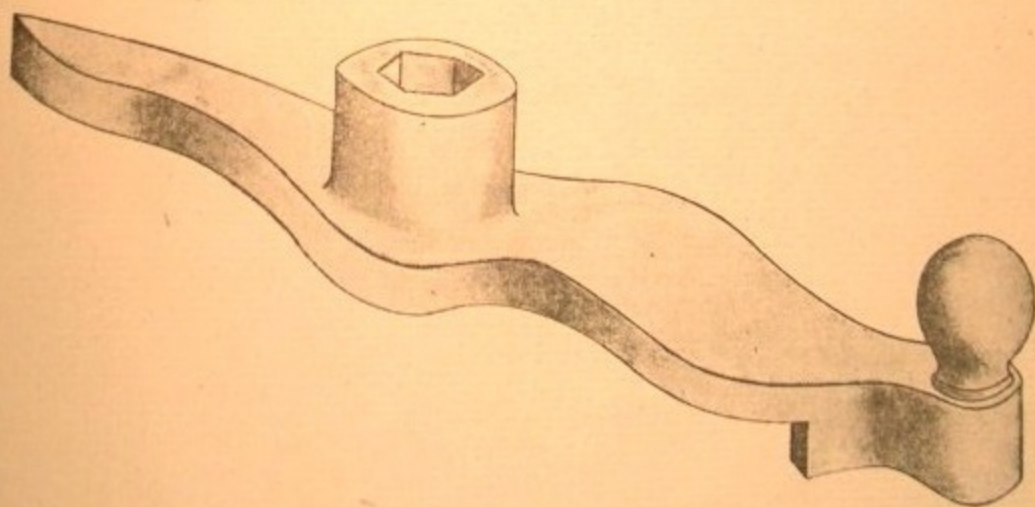


Коп. шек. № 70 E

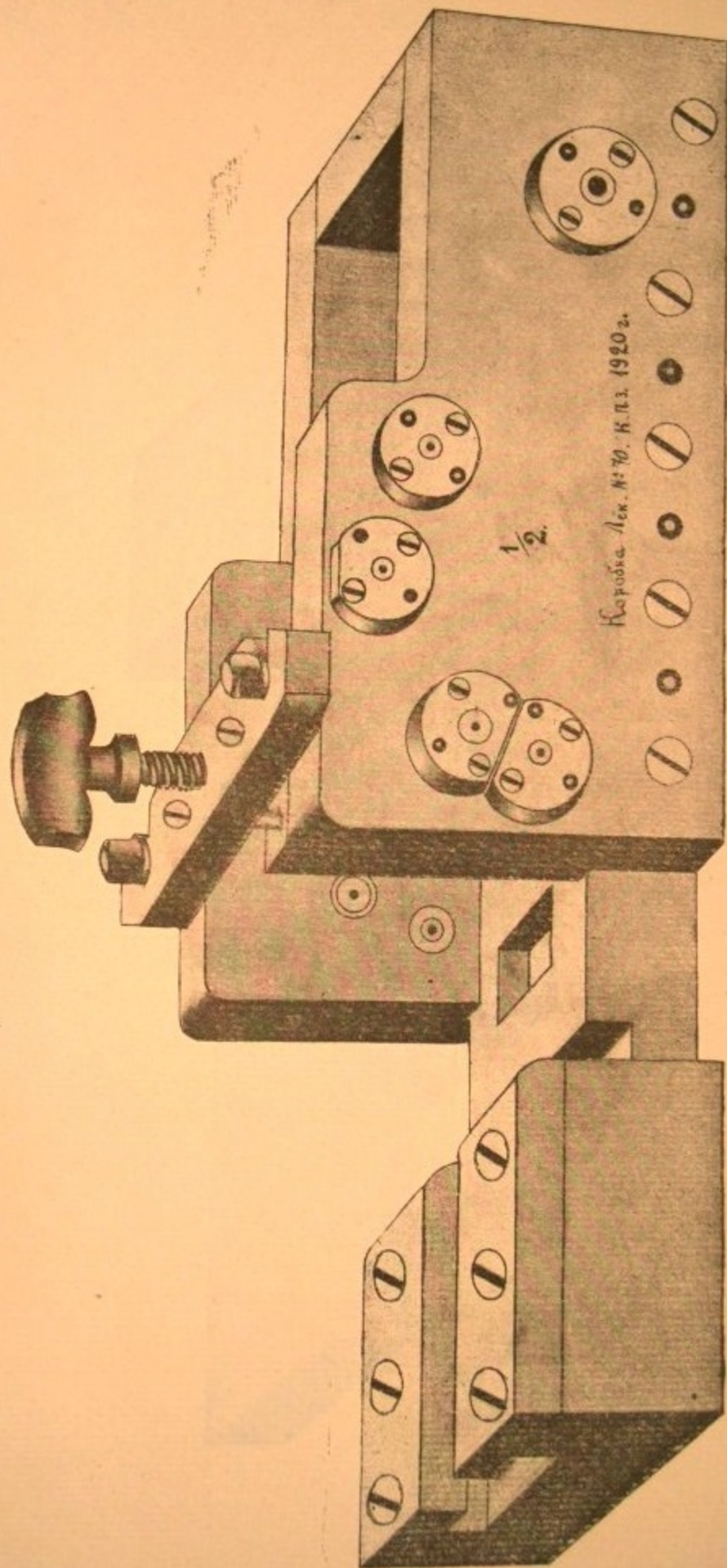


Вырезано автором

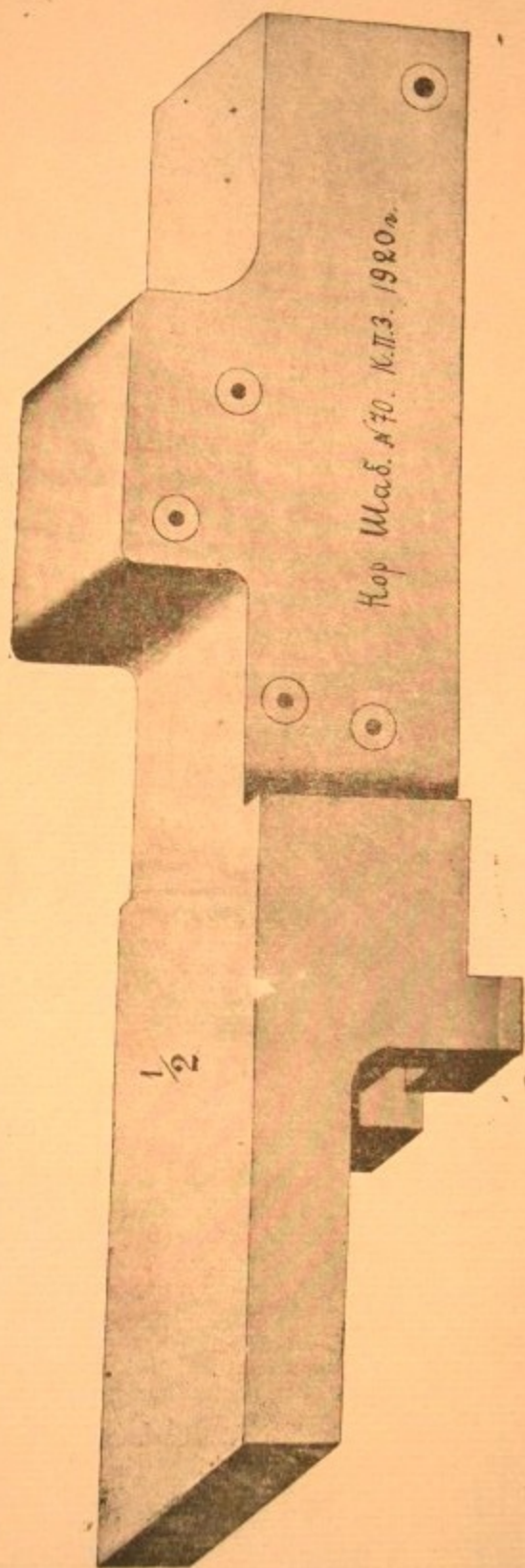
Чертеж 84



Чертеж 101.

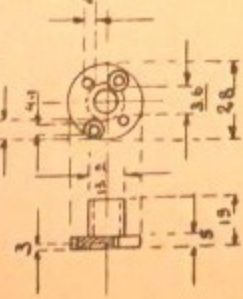


Шаблон к № 101.



Чертеж 103.

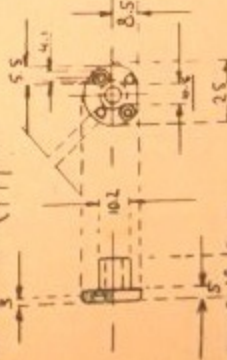
Грибок №511.



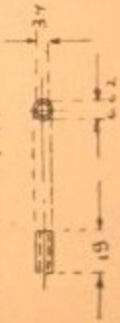
Вставка в грибок №511 квадрат



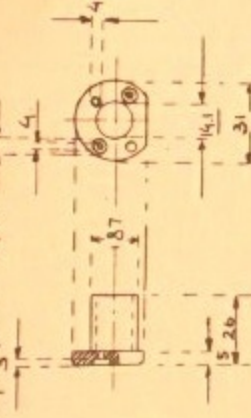
Грибок №147 квадрат



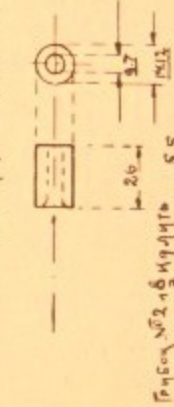
Вставка в грибок №147 квадрат



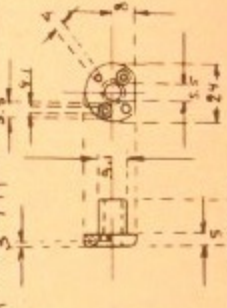
Грибок №6 квадрат 55



Вставка в грибок №6 квадрат



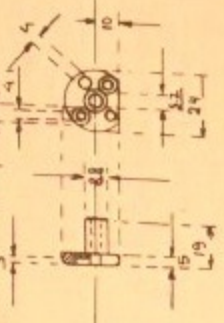
Грибок №2 квадрат 55



Вставка в грибок №2 квадрат



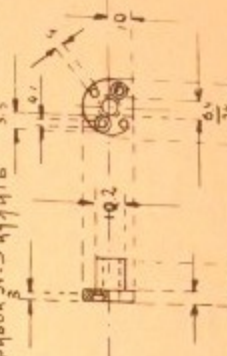
Грибок №9 квадрат 55



Вставка в грибок №9 квадрат



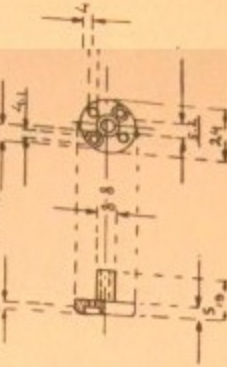
Грибок №3 квадрат 55



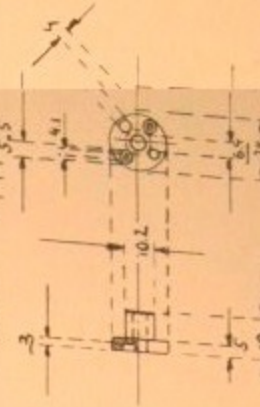
Вставка в грибок №3 квадрат



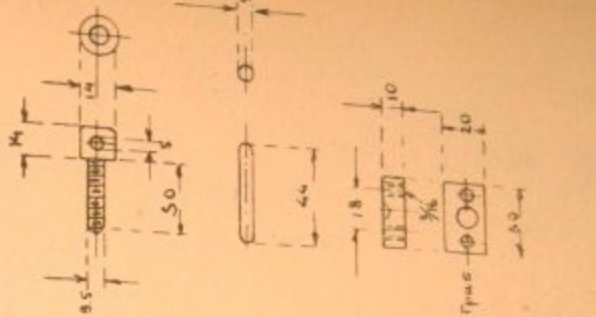
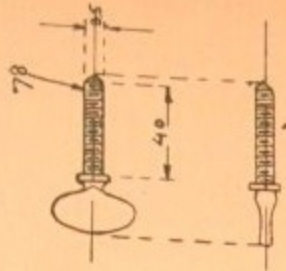
Грибок №10 квадрат 55



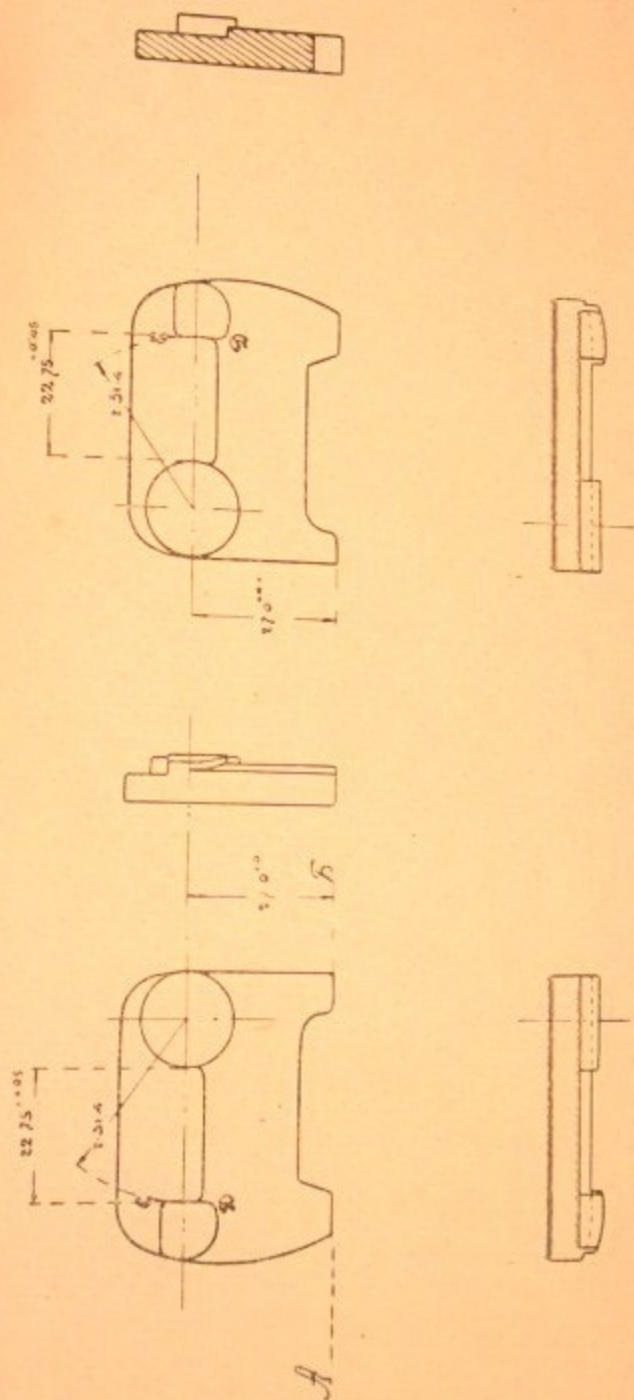
Грибок №4 квадрат 55



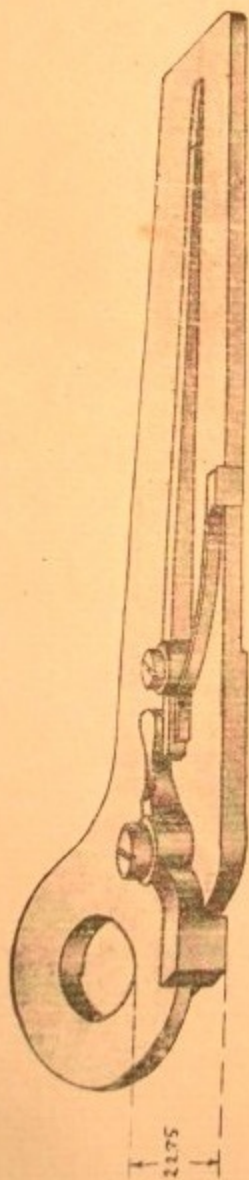
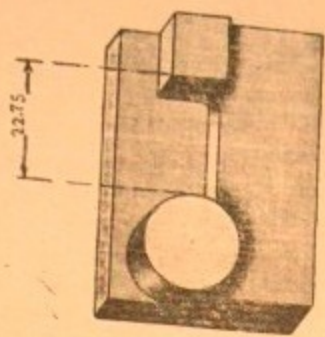
Вставка в грибок №4 квадрат



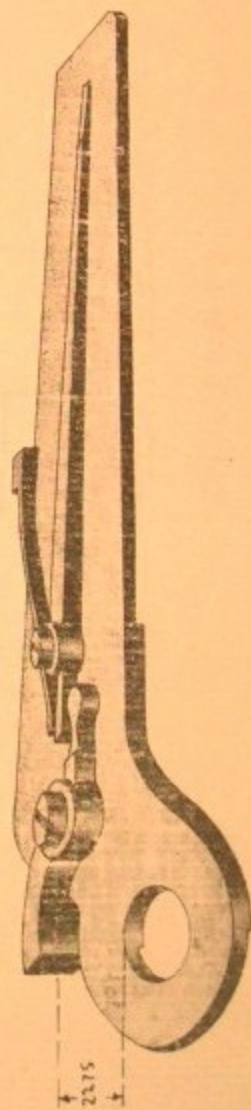
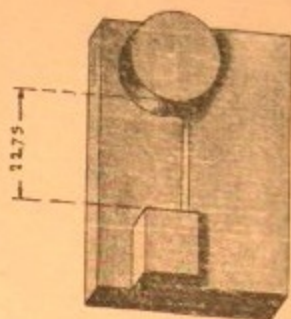
Чертеж 108.



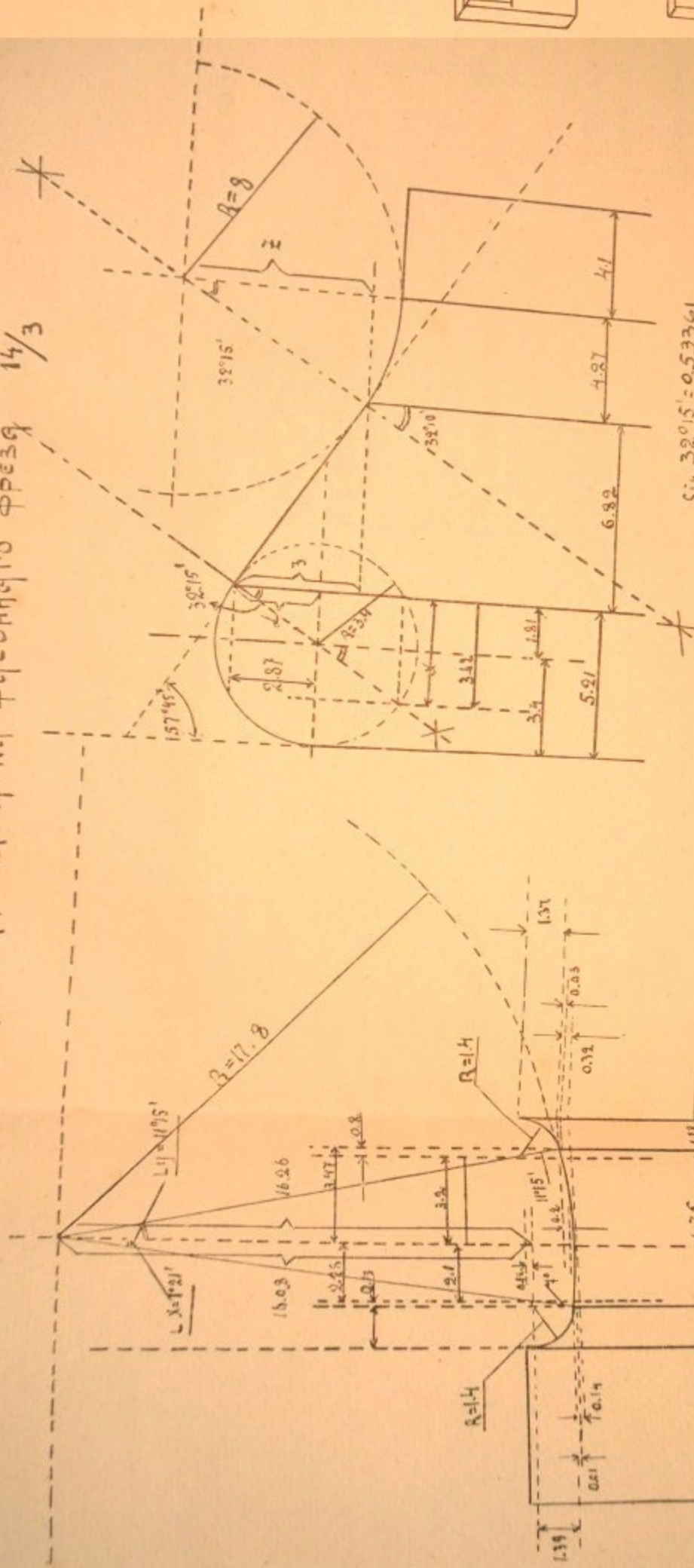
Чертеж 110



Чертеж 111



Вироботки шаблону фасонного фрезя 14/3



$$\sin 32^{\circ}15' = 0.53361$$

$$x = 6.8 \times \sin 32^{\circ}15' = 6.8 \times 0.53361 = 3.62$$

$$\cos 32^{\circ}15' = 0.84573$$

$$\frac{dx}{3.4} = \cos 32^{\circ}15' = 0.84573$$

$$x = 0.84573 \times 3.4 = 2.87$$

$$\sin 32^{\circ}15' = 0.53361$$

$$x = 6.8 \times \sin 32^{\circ}15' = 6.8 \times 0.53361 = 3.62$$

$$\frac{z}{8} = \cos 32^{\circ}15' = 0.84573$$

$$z = 0.84573 \times 8 = 6.76$$

$$\tan 57^{\circ}45' = 1.58491$$

$$y = 6.82 \times 1.58491 = 10.81$$

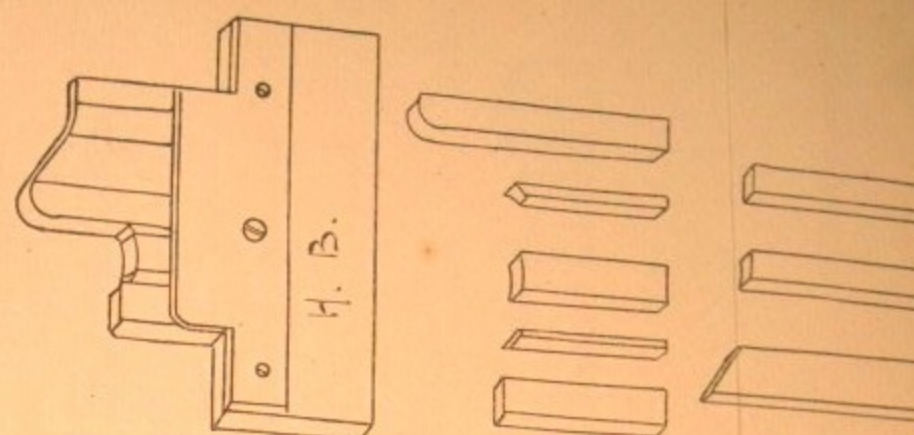
$$\sin \gamma = \frac{3.2}{16.4} = 0.19510$$

$$\gamma = 11^{\circ}15'$$

$$\sin X = \frac{2.1}{16.4} = 0.12805$$

$$X = 7^{\circ}21'$$

Масштаб 5:1

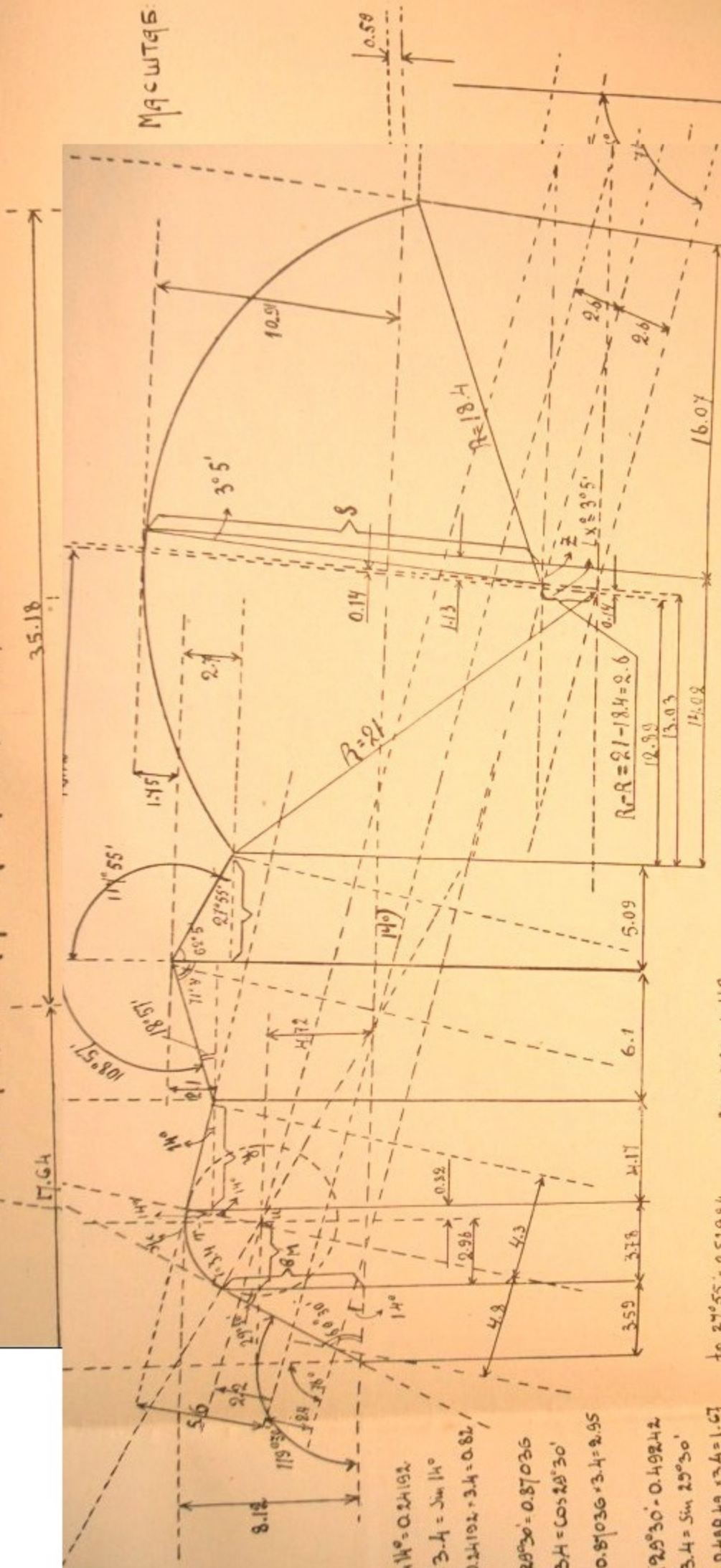


Чертеж 122.

Выработка шпел φ90мм фрезой

2.2/3.

Масштаб: 4:1



$\sin 14^\circ = 0.24192$
 $x = 3.4 = \sin 14^\circ$
 $= 0.24192 \cdot 3.4 = 0.82$
 $\cos 29^\circ 30' = 0.87036$
 $y = 3.4 = \cos 29^\circ 30'$
 $= 0.87036 \cdot 3.4 = 2.95$
 $\sin 29^\circ 30' = 0.49242$
 $x = 3.4 = \sin 29^\circ 30'$
 $= 0.49242 \cdot 3.4 = 1.67$
 $z = 1.67 - 4.79 = 6.39$
 $\cos 14^\circ = 0.97030$
 $y = 4.3 = \cos 14^\circ$
 $x = 0.97030 \cdot 4.3 = 4.17$

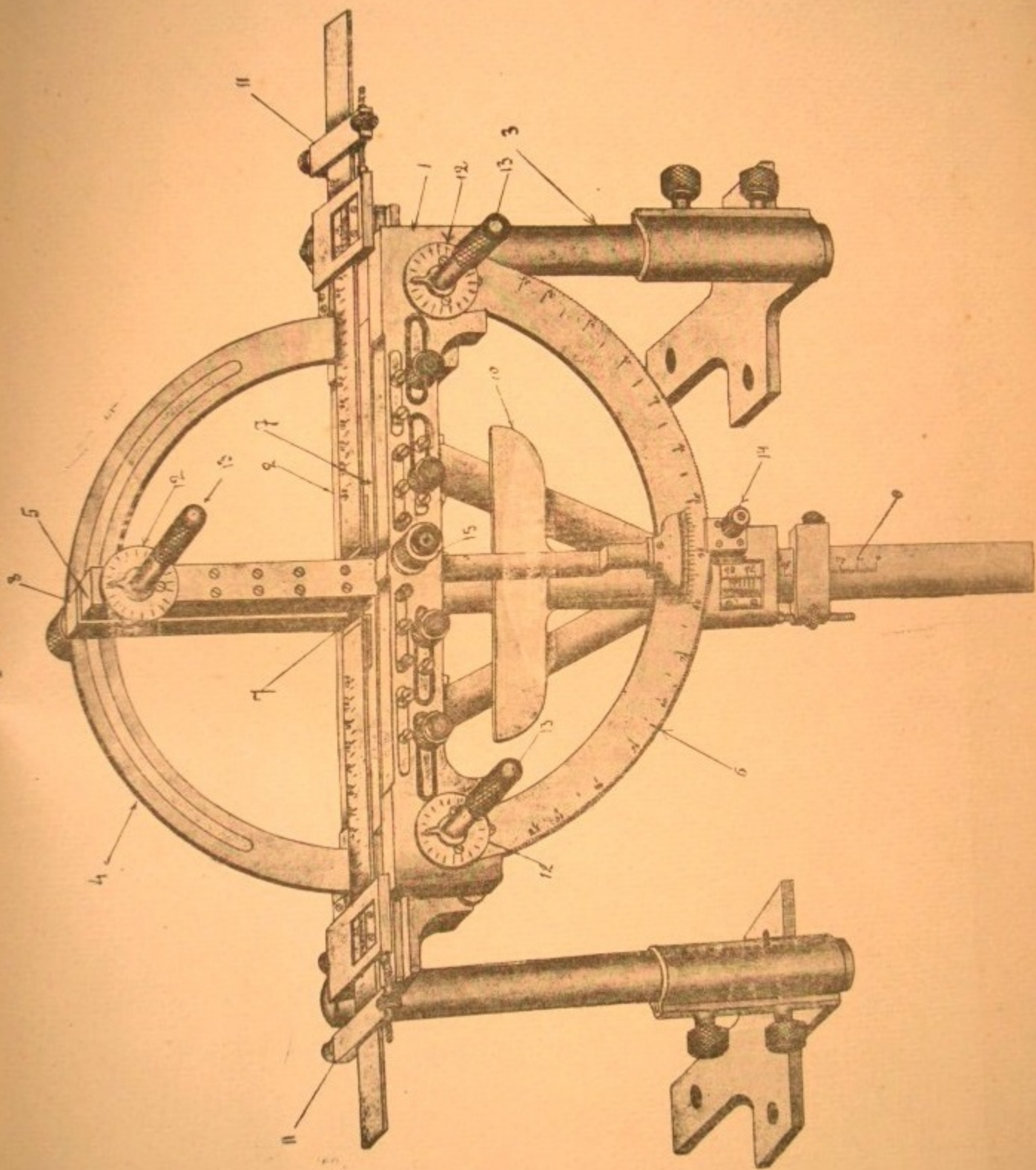
$\tan 27^\circ 55' = 0.52984$
 $2.7 \cdot x = \tan 27^\circ 55'$
 $x = 2.7 \cdot 0.52984 = 5.09$
 $\tan 14^\circ = 0.24933$
 $T = 4.17 \cdot \tan 14^\circ$
 $T = 0.24933 \cdot 4.17 = 1.04$
 $\sin 3^\circ 5' = 0.06855$
 $y = 18.4 = \cos 3^\circ 5'$
 $y = 0.06855 \cdot 18.4 = 1.25$
 $\sin 3^\circ 5' = 0.06384$
 $z = 2.1 = \sin 3^\circ 5'$
 $z = 0.06384 \cdot 2.1 = 1.34$

$\cos 3^\circ 5' = 0.99855$
 $y = 18.4 = \cos 3^\circ 5'$
 $y = 0.99855 \cdot 18.4 = 18.37$
 $\sin 3^\circ 5' = 0.05384$
 $z = 2.1 = \sin 3^\circ 5'$
 $z = 0.05384 \cdot 2.1 = 1.13$

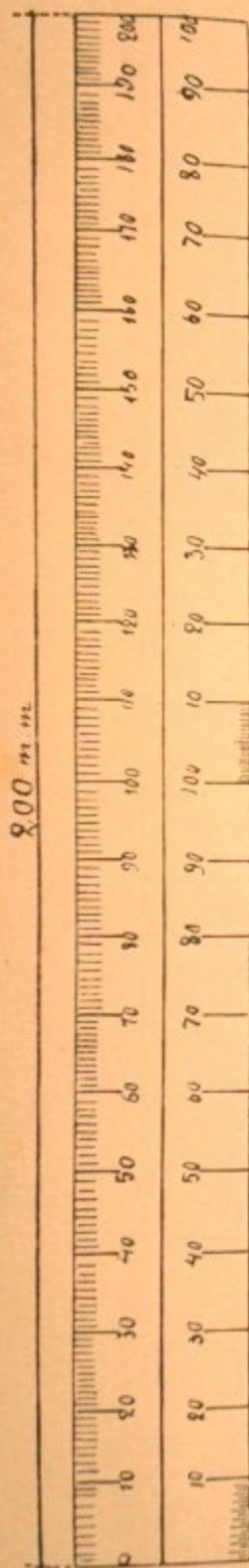


2/19/2019 15:22:04

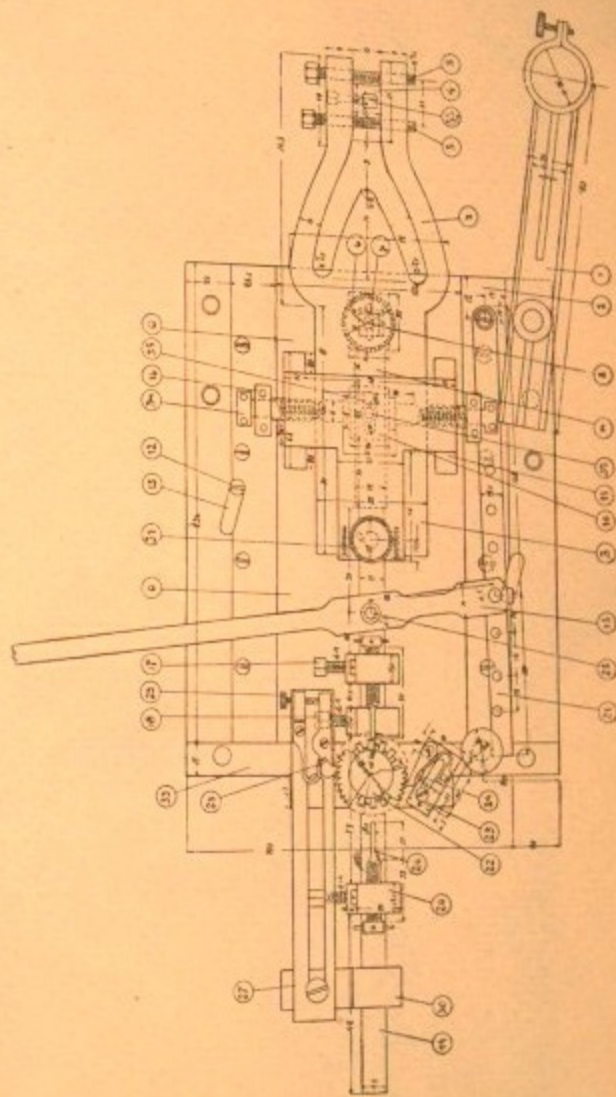
Чертеж 130.



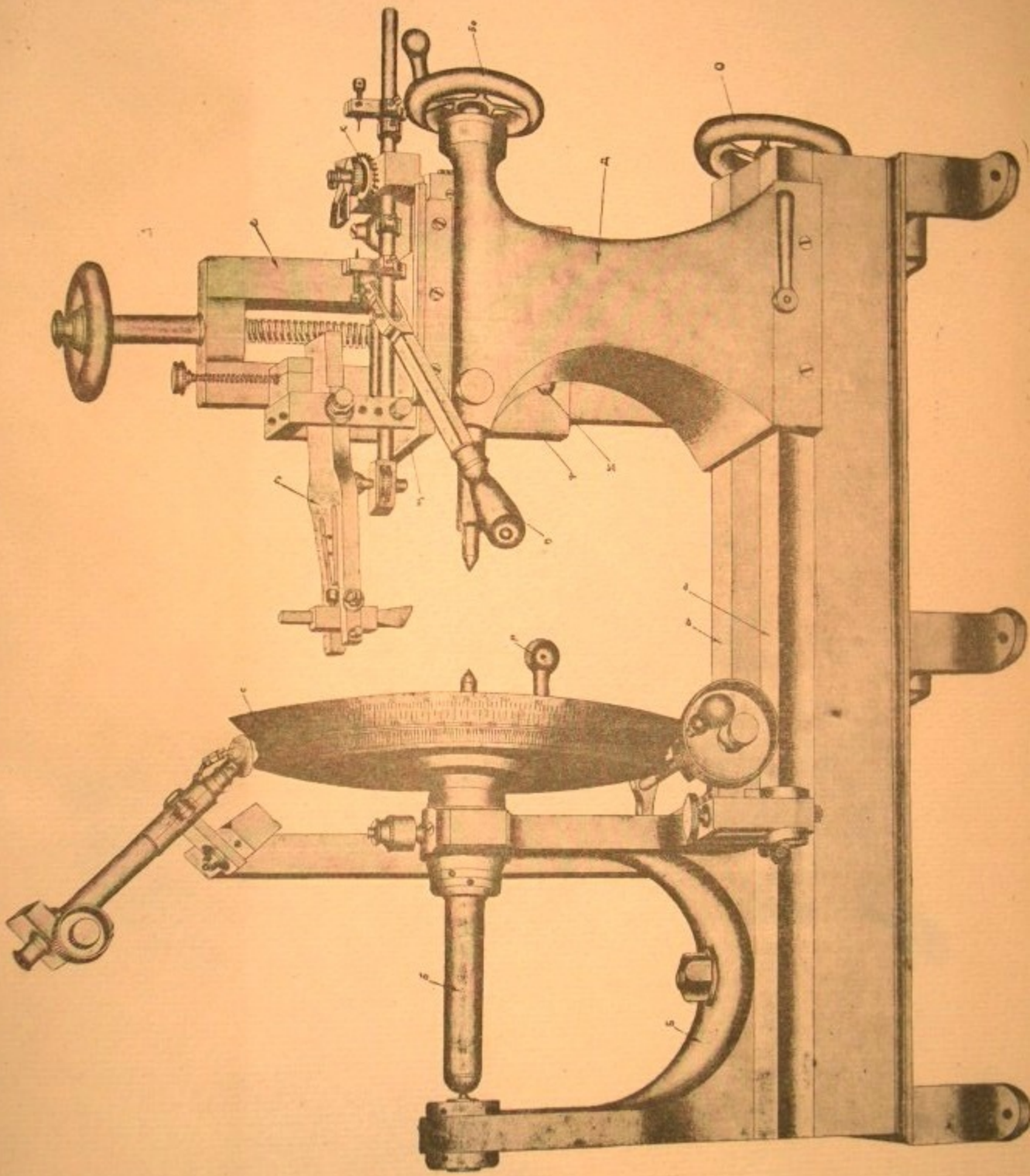
Чертеж 132.



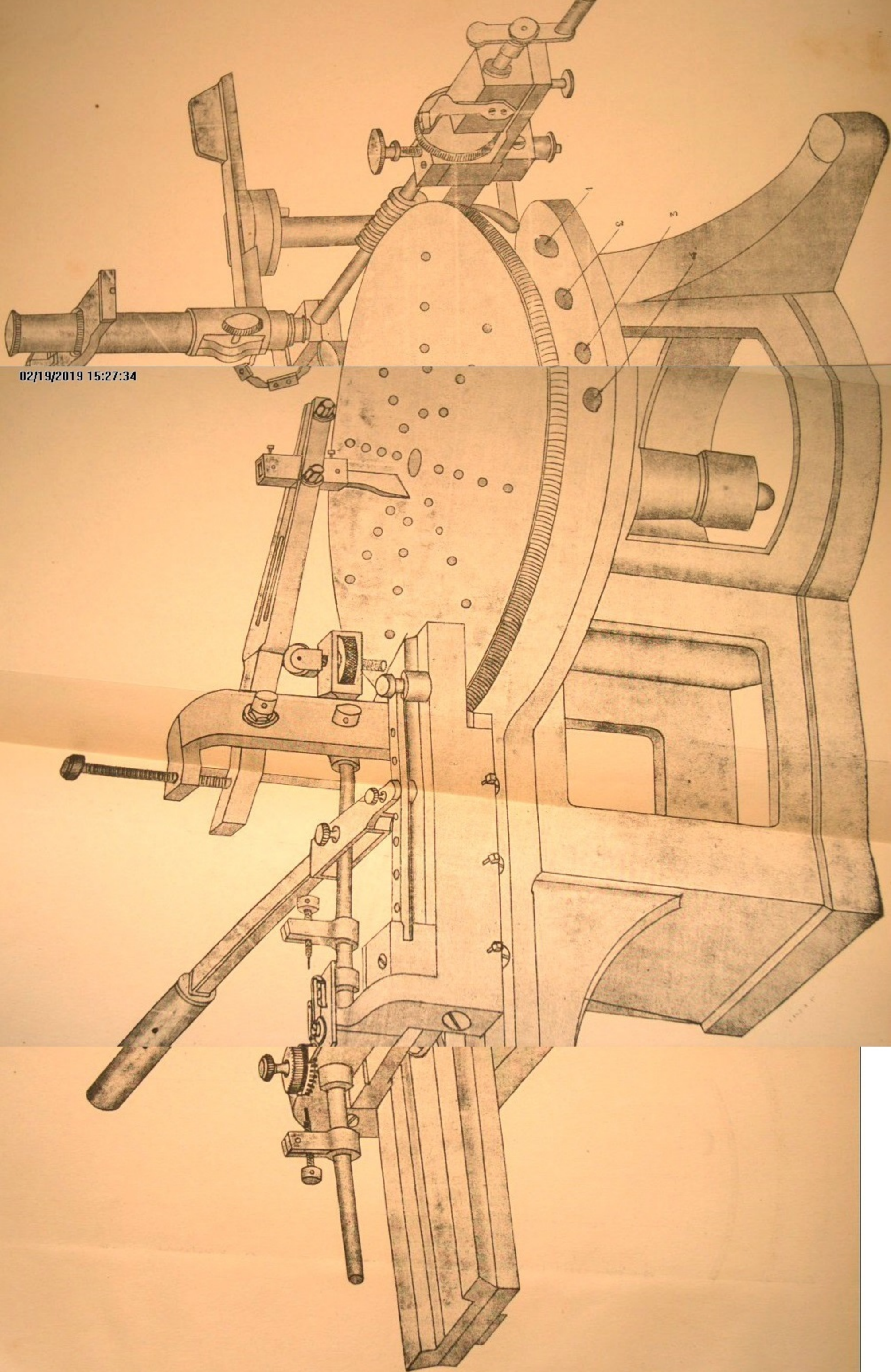
Чертеж 136.



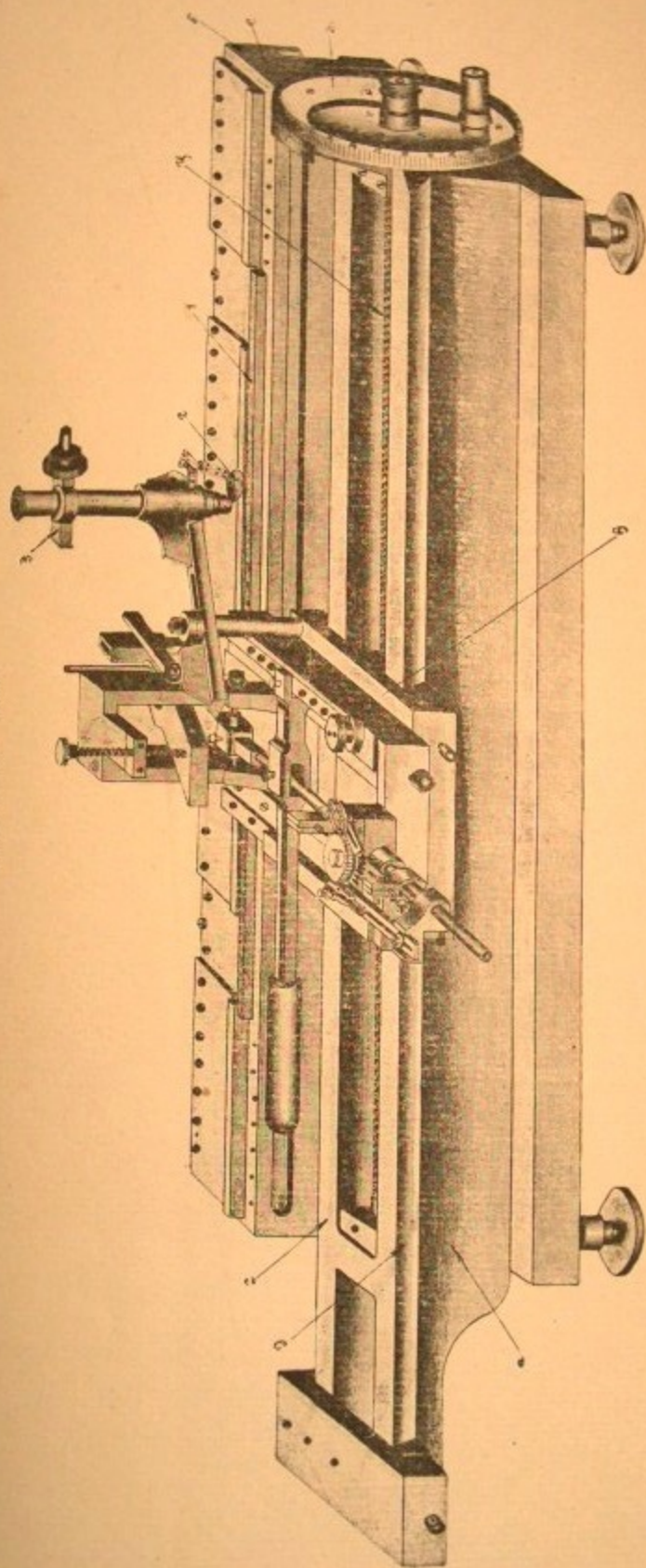
Чертеж 134.



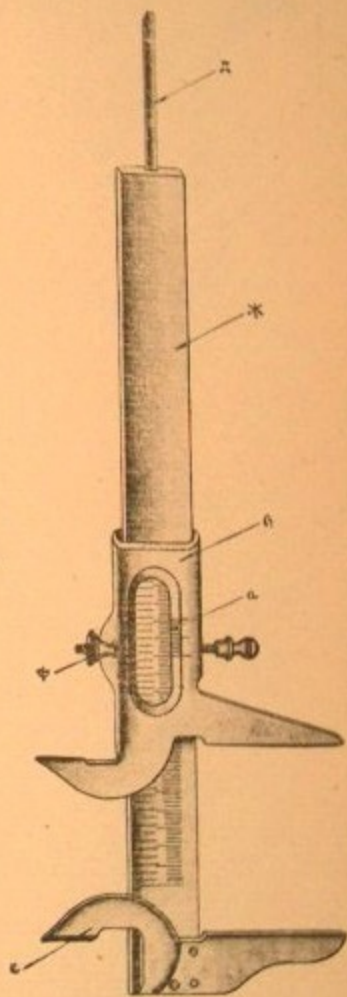
02/19/2019 15:27:34



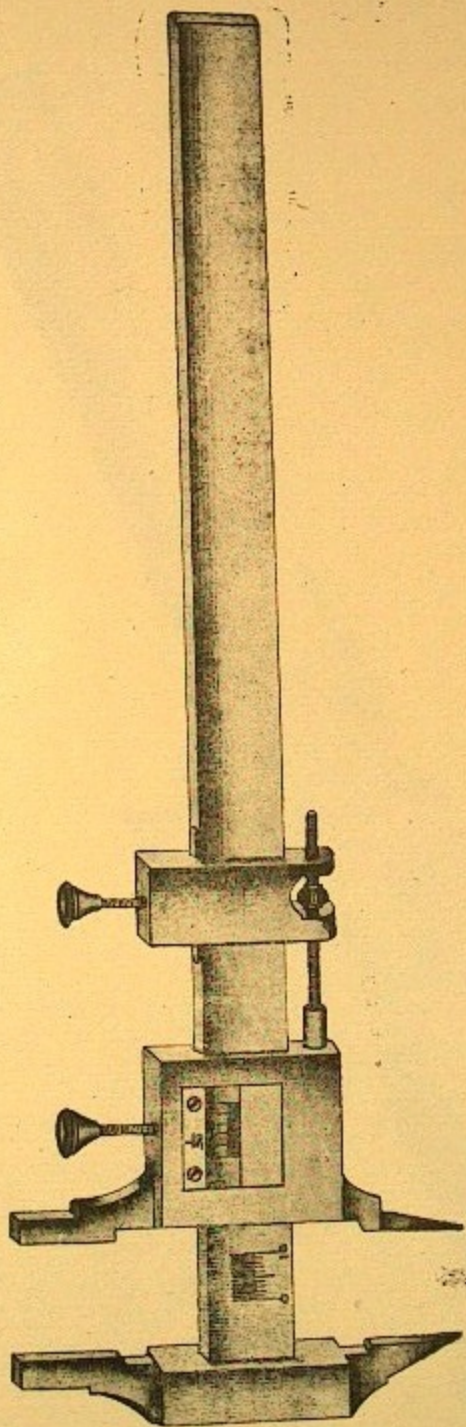
Чертеж 136.



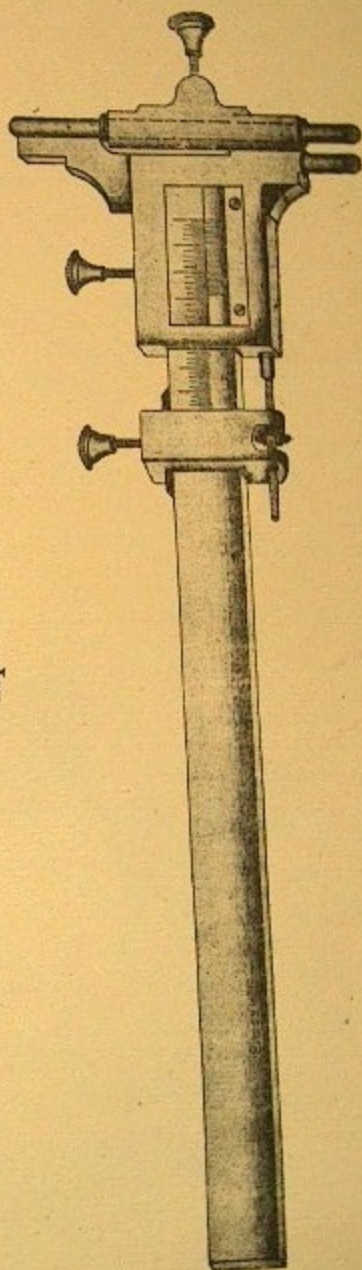
Чертеж 153.



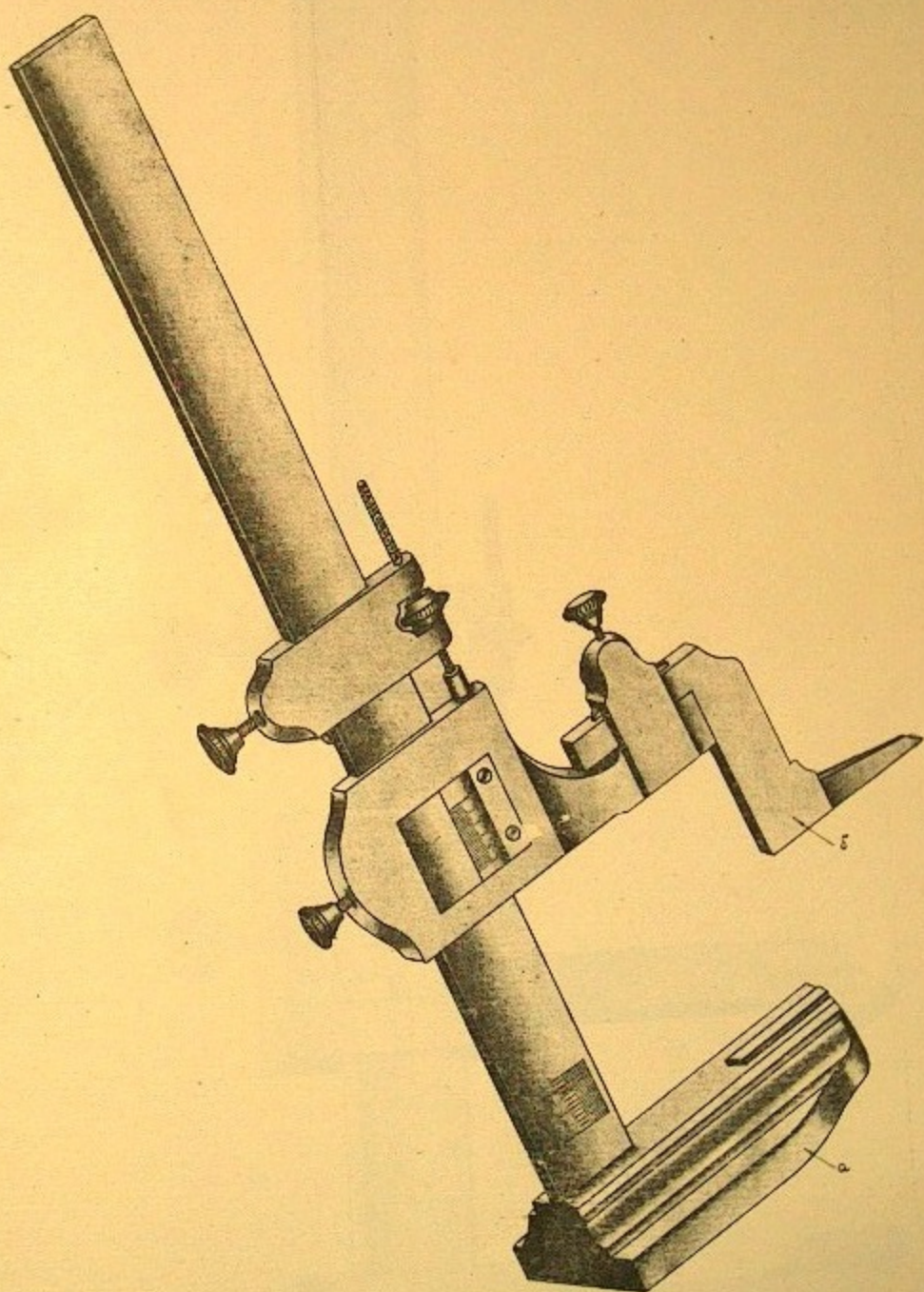
Чертеж 155.



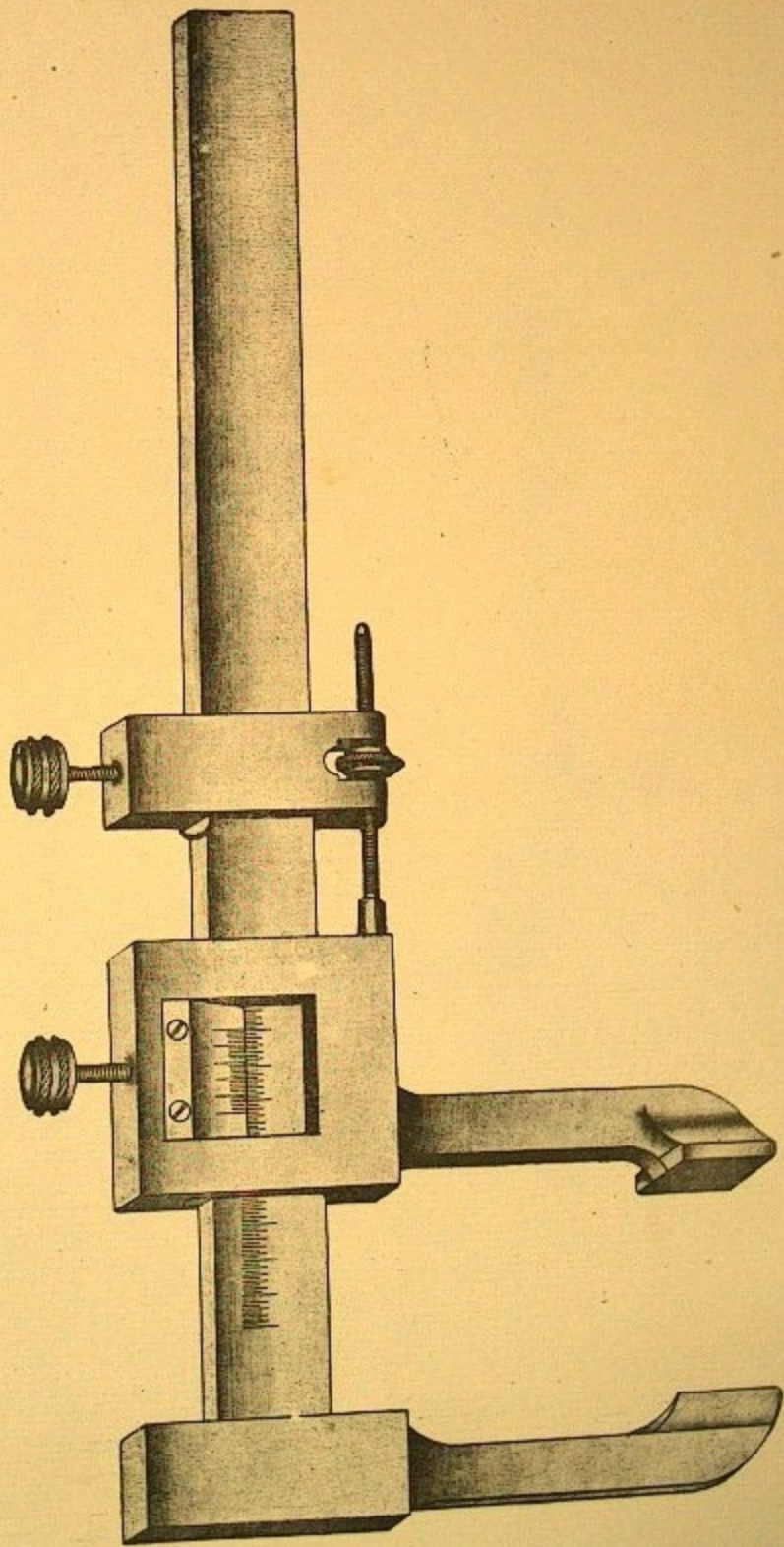
Чертеж 163,



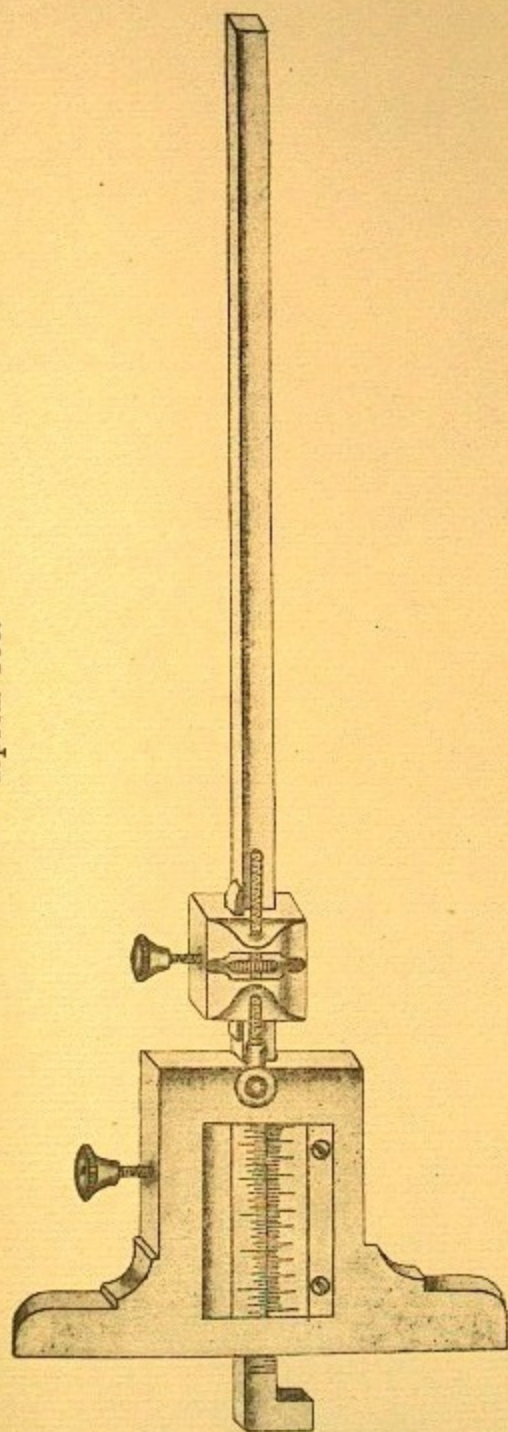
Чертеж 164.



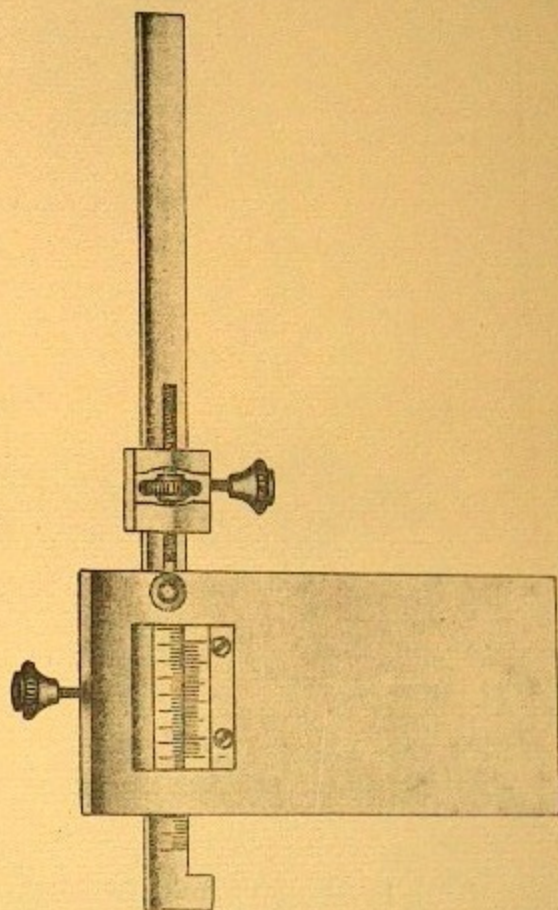
Чертеж 165.



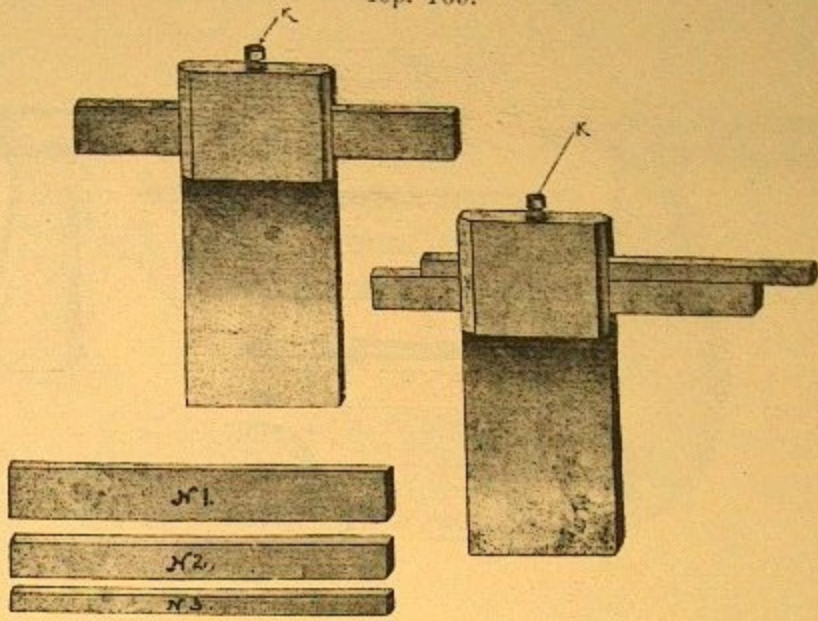
Чертеж 166.



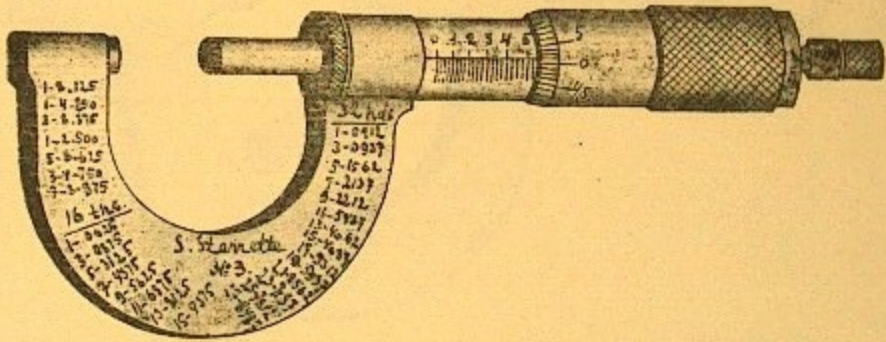
Чертеж 167.



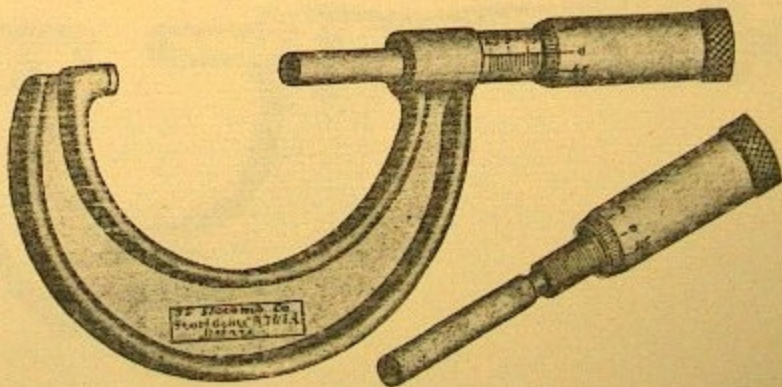
Чер. 169.



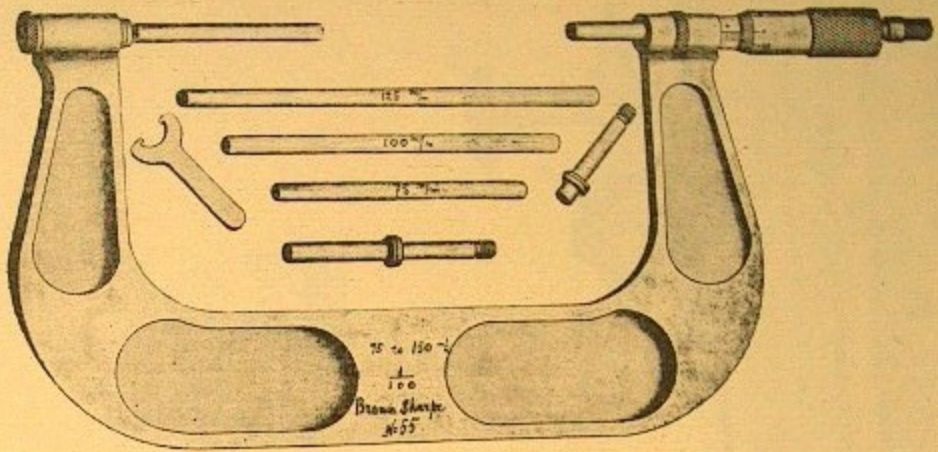
Чер. 172.



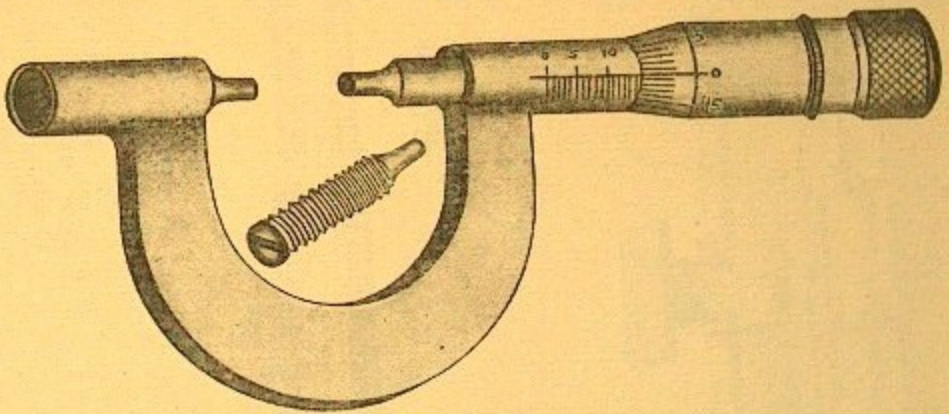
Чер. 174.



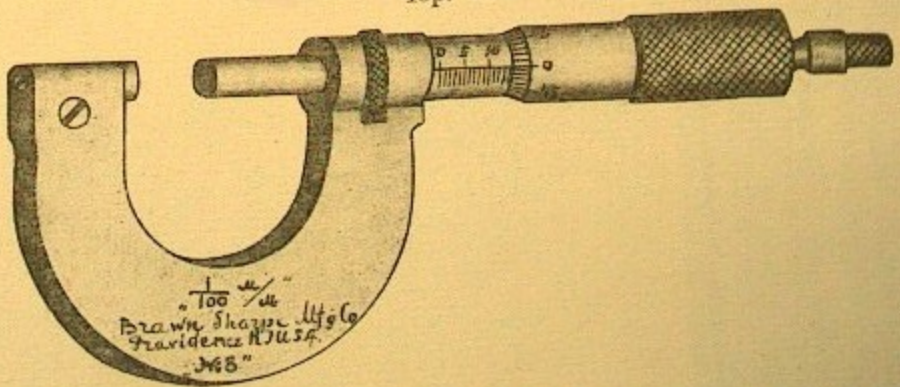
Чер. 178.



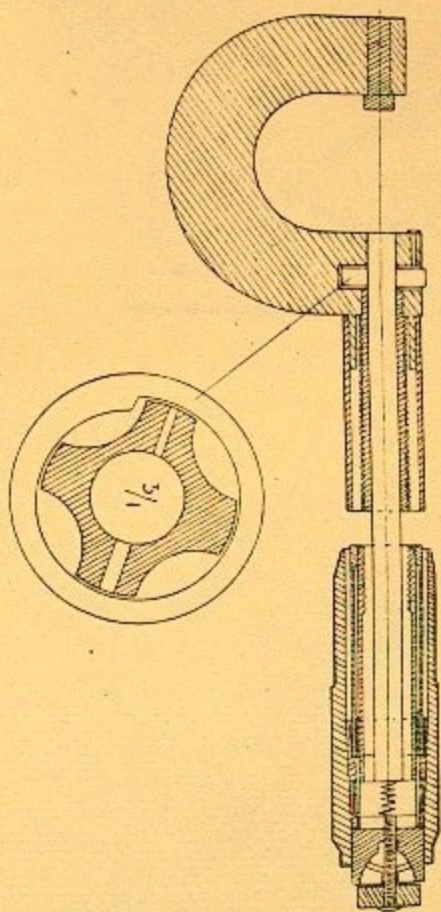
Чер. 179.



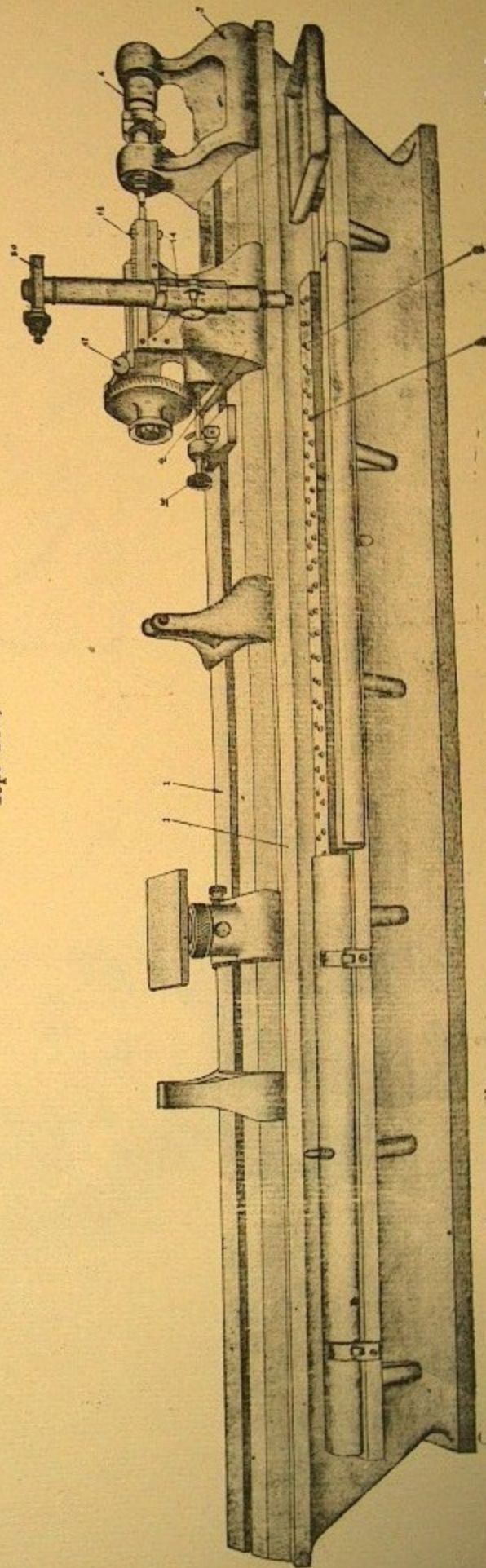
Чер. 180.



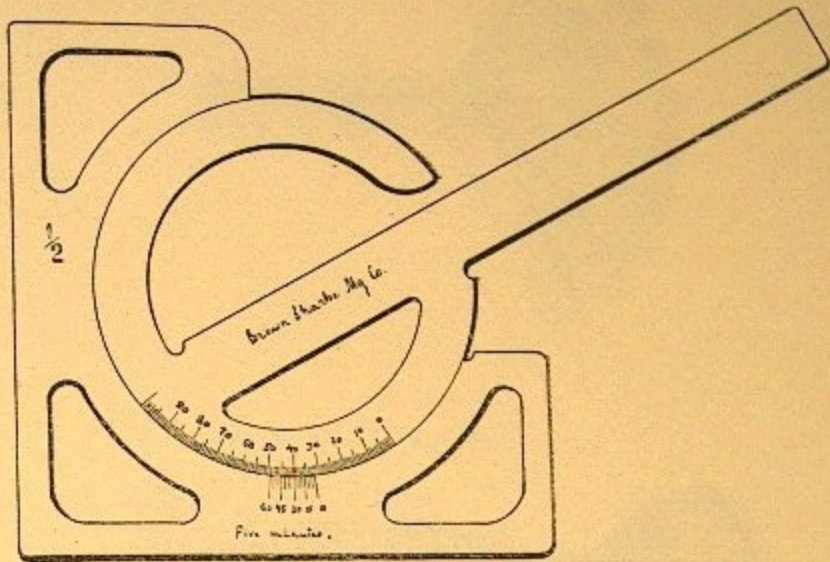
Чер. 181.



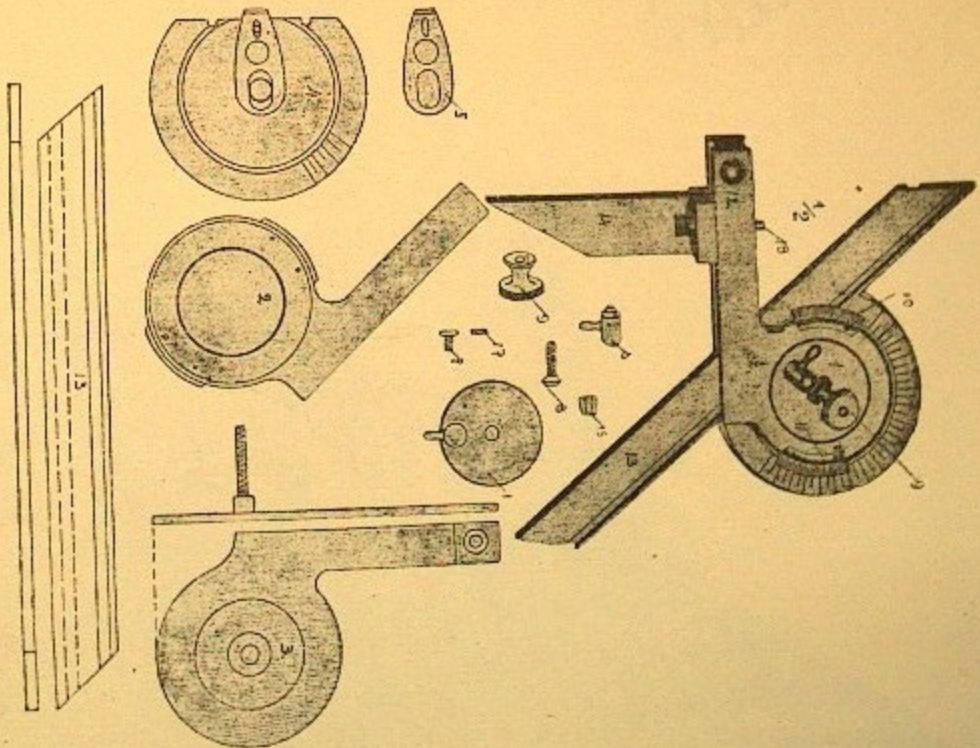
Чер. 182.



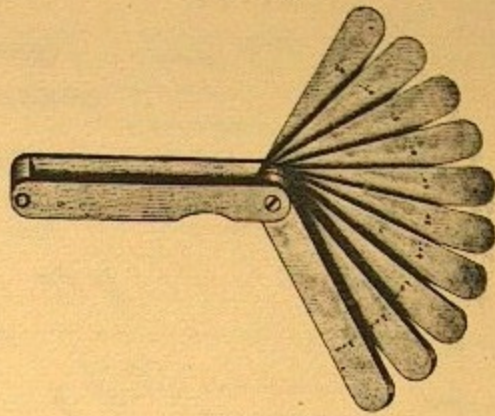
Чер. 184.



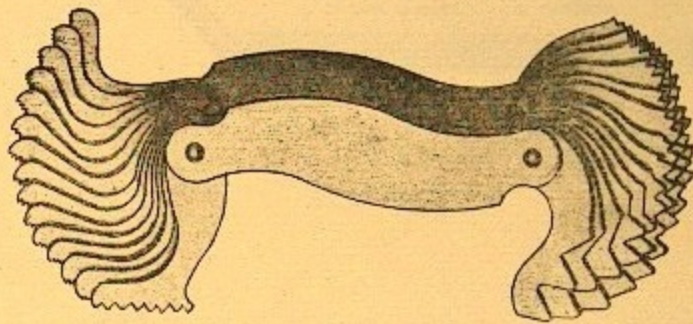
Чер. 185.



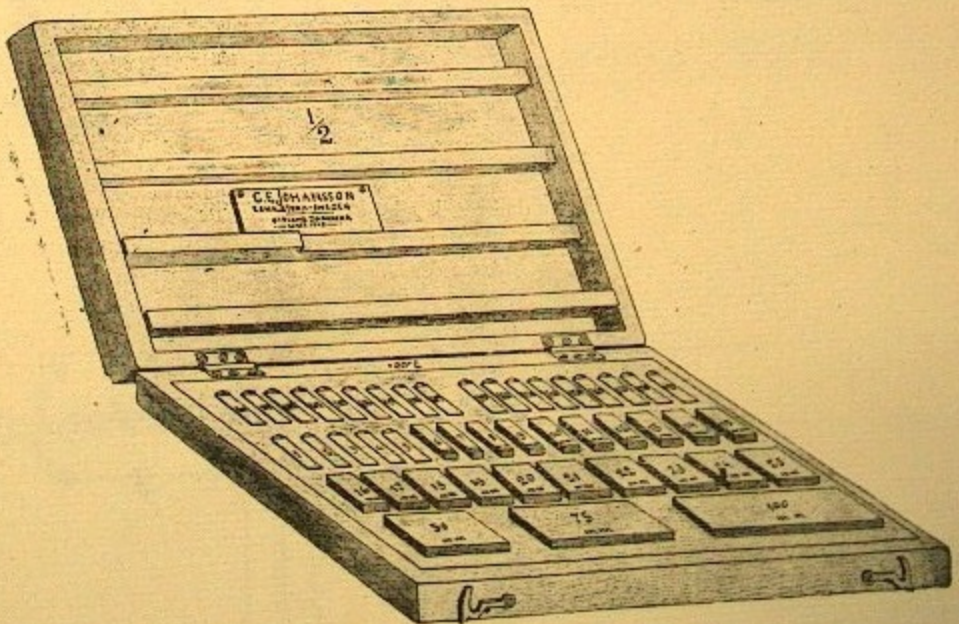
Чер. 187.



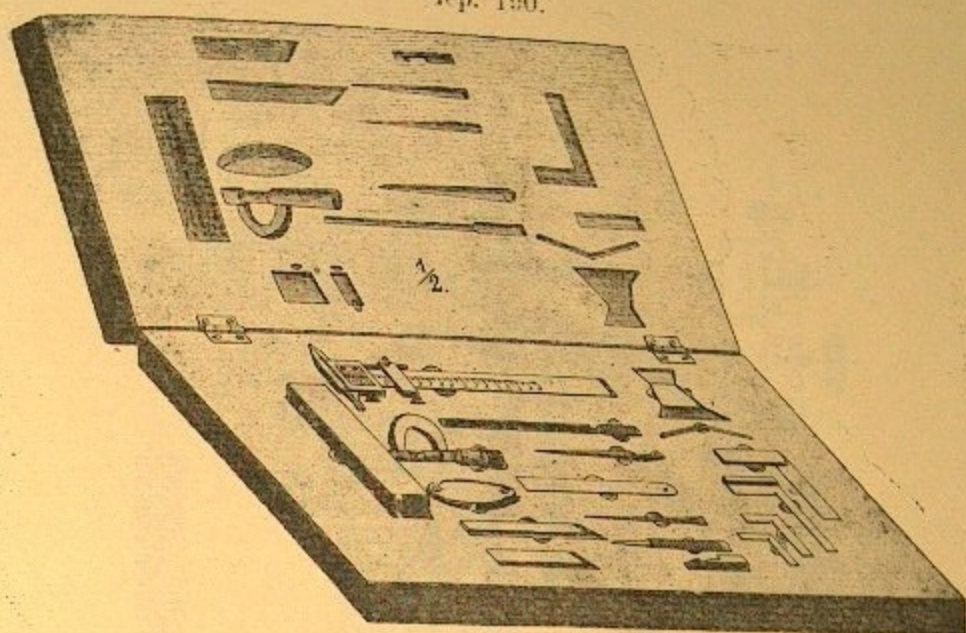
Чер. 188.



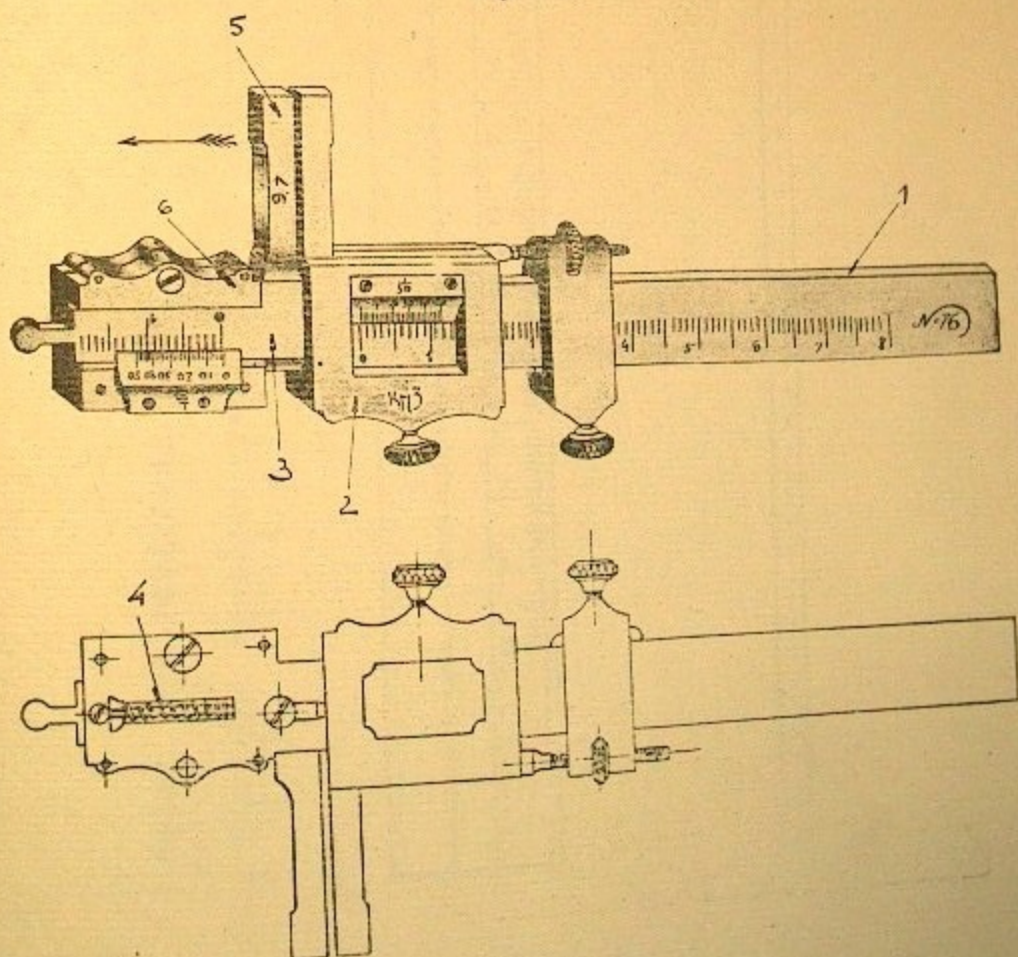
Чер. 189.



Чер. 190.

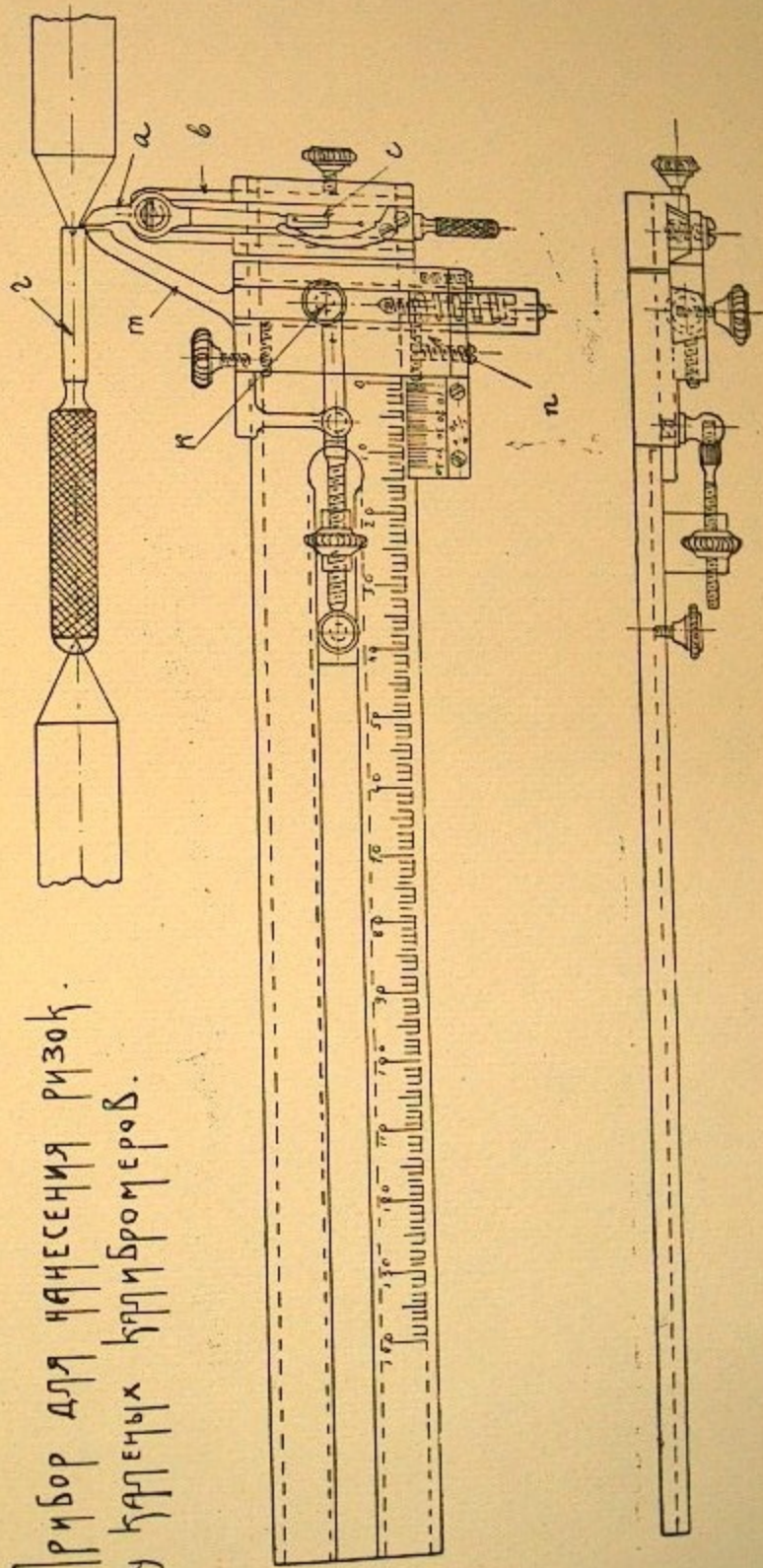


Чер. 196.



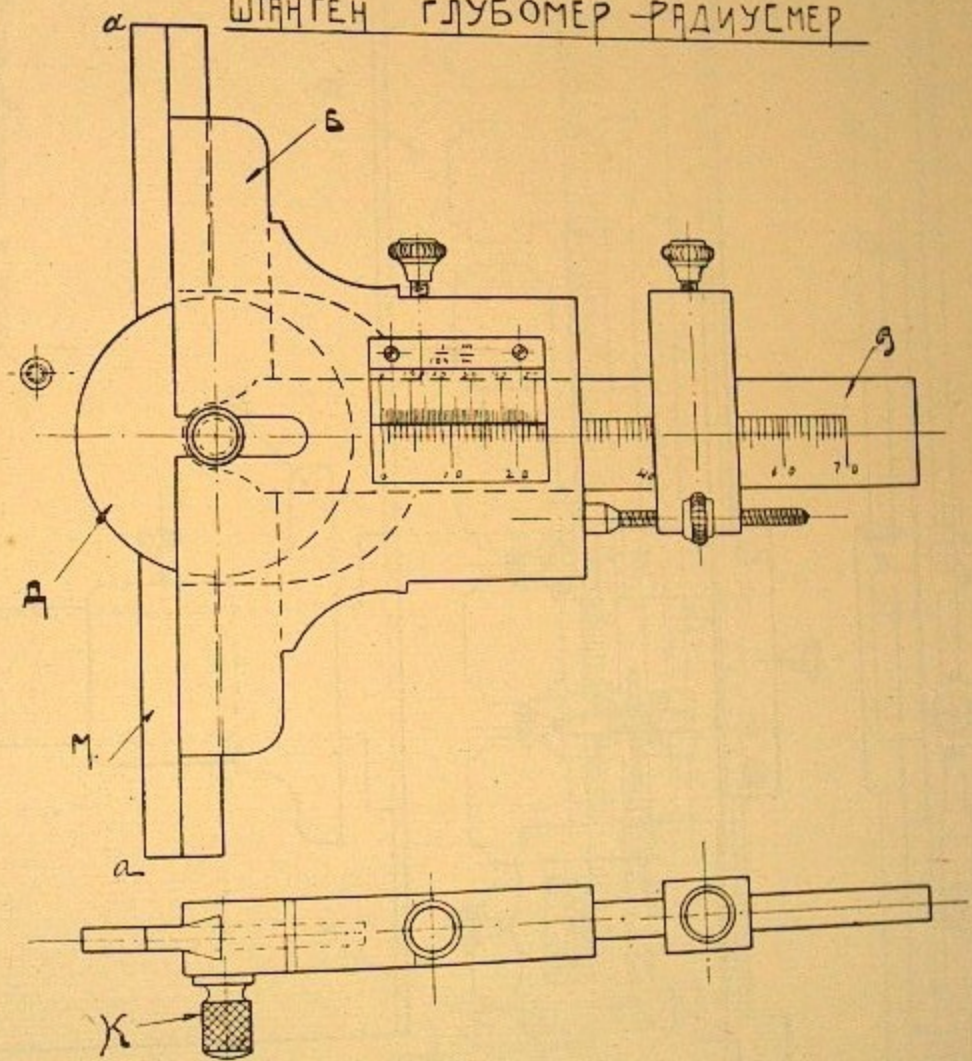
Прибор для нанесения рисок
у каменных кривомеров.

Чер. 197,

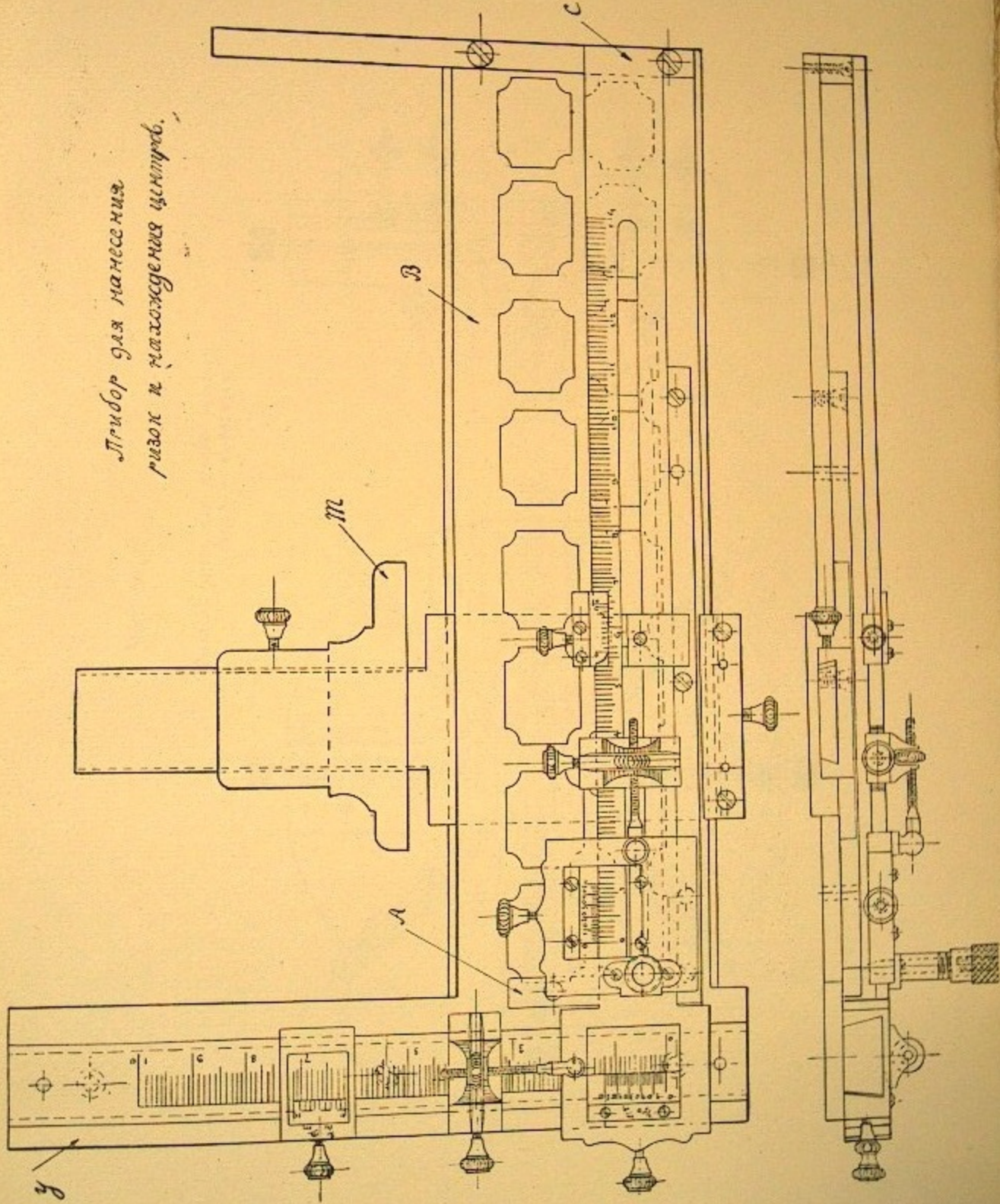


Чер. 199.

ШТАНГЕН ГЛУБОМЕР РАДИУСМЕР

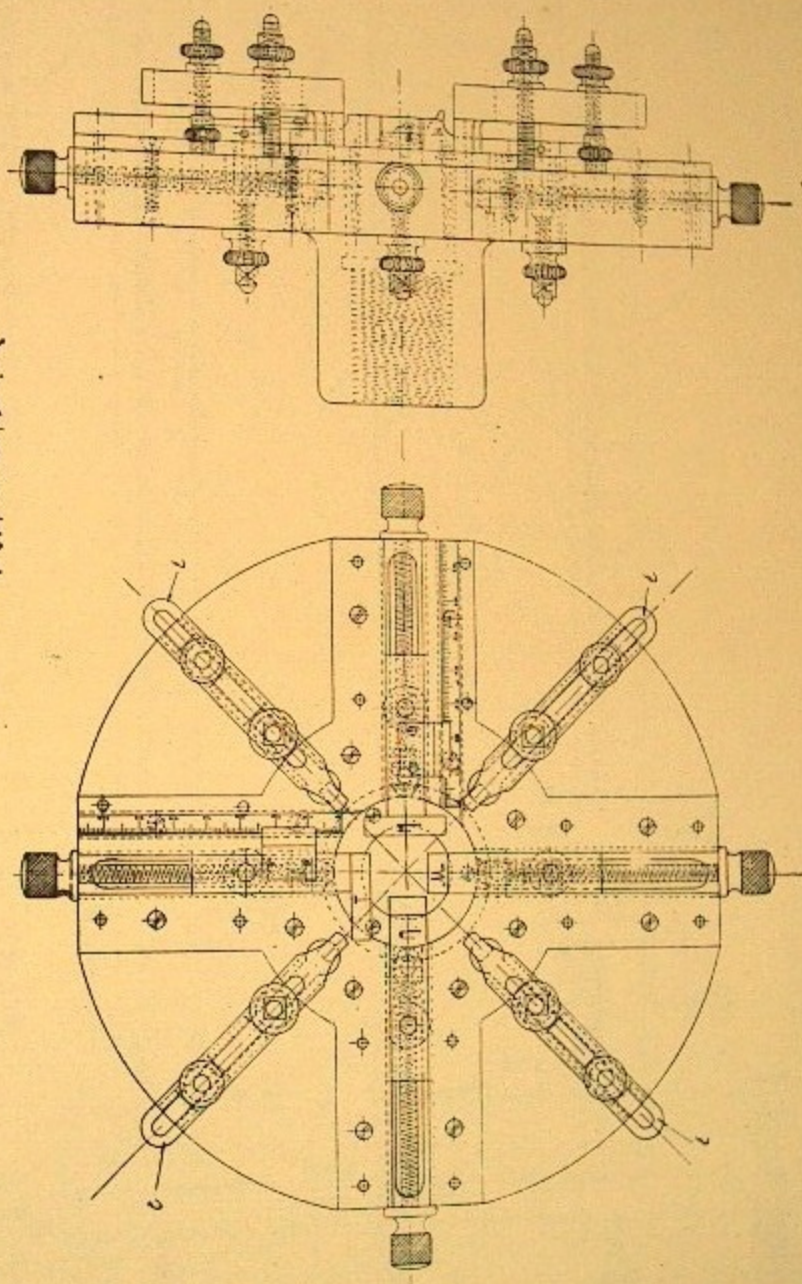


Прибор для нанесения
ризов и пазов в деревянные цилиндры.



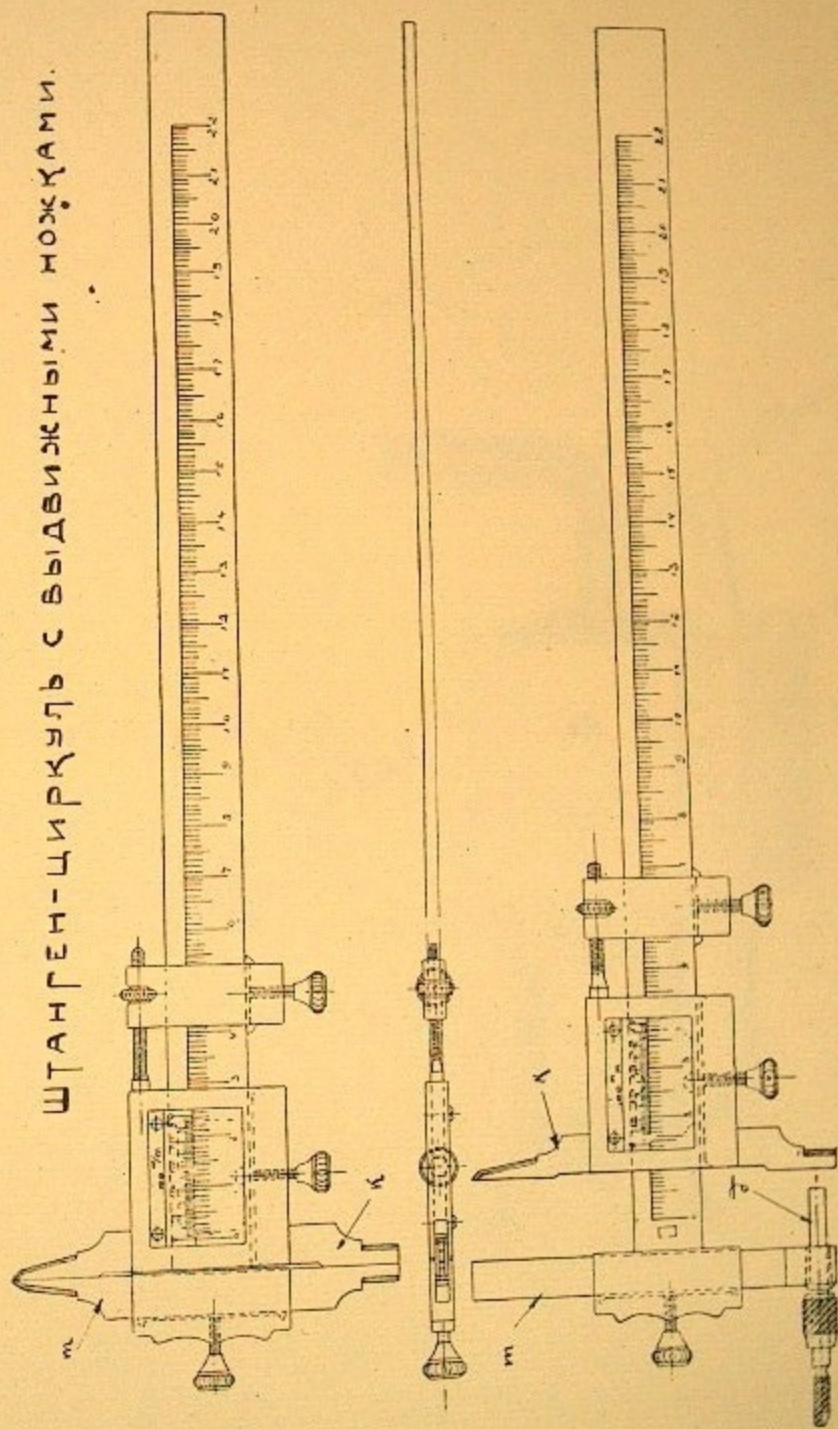
Чер. 201.

Русский патрон для точной расточки
двух и шестерок

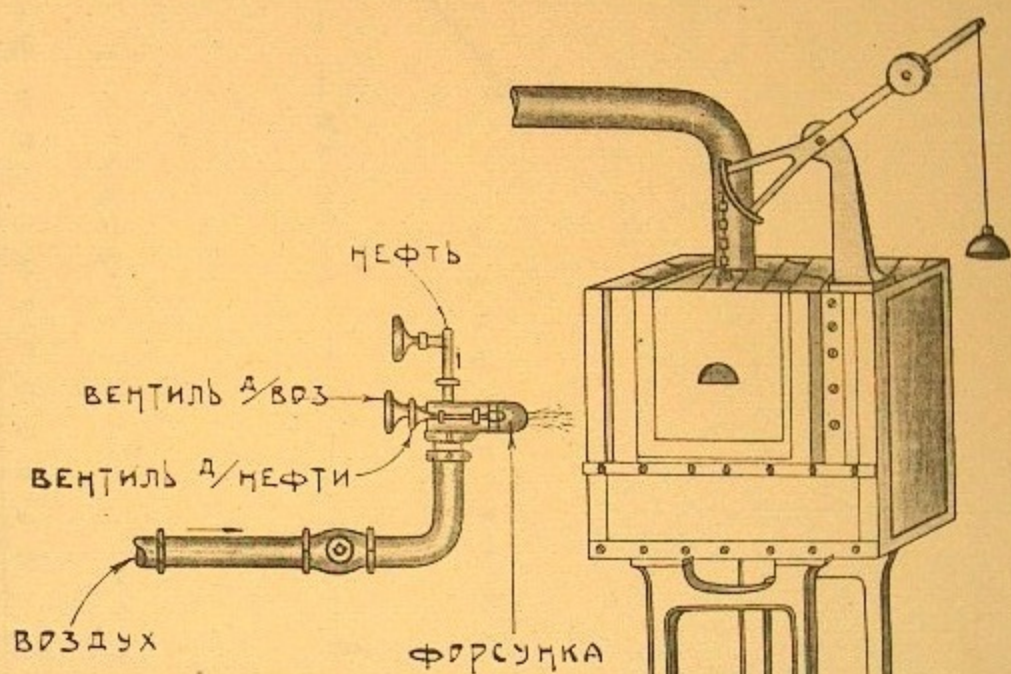


Чер. 202.

ШТАНГЕН-ЦИРКУЛЬ С ВЫДВИЖНЫМИ НОЖКАМИ.

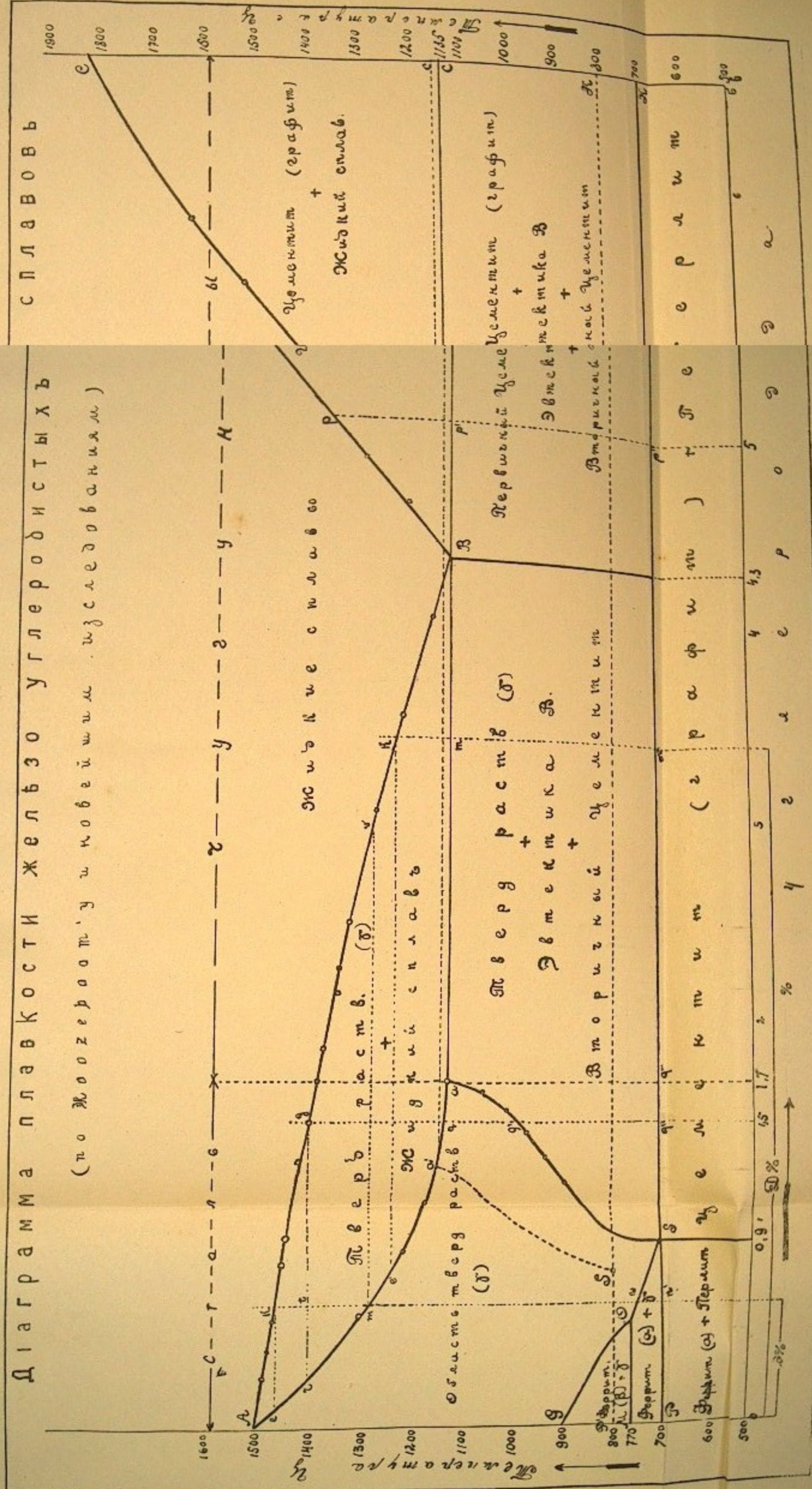


Чер. 229.



ФОРСУНКА ПРМЕЩАЕТСЯ
СЗАДИ ПЕЧИ НА РАВСТРАНИИ
150^{мм} ОТ НИЗА ПЕЧИ. И ОТ
НИЗА ПЕЧИ ДВ ПРДА
250^{мм}

Диаграмма плавкости железно углеродистых (по Жюзефером'у шнейшм изследованям)



СПЛАВОВЪ

ЖЕЛЕЗНО УГЛЕРОДИСТЫХЪ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

ЖЕЛѢЗНО УГЛЕРОДИСТАЯ

Таблица 42 А.

Перечень повторяющихся размеров на рабочих
лекалах машины.

№	Т и п.	Р А З М Е Р.	№ ДЕТАЛИ и ОПЕРАЦИИ.
1	0.1	3,5 — 3,55	68/7, 69/8
2	0.1	2 — 2,05	68/7, 42/8, 35/28, 39/7, 64/2, 64а/10, 52/7, 69/8, 27/10
3	0.1	4,6 — 4,65	42/8, 20/10
4	0.1	3 — 3,05	35/28, 36/6, 19/6, 10/87, 4/5
5	0.1	5 — 5,05	36/6, 27/11, 10/87
9	0.3	3 — 3,05	73/7, 1/53
10	0.3	4,6 — 4,65	22/8, 20,10
11	0.3	4 — 4,05	2/9, 1/53
12	I.1	11,7 — 11,9	35/15, 10/12, 31/1
13	I.1	7,6 — 7,7	35/22, 35/23, 10,59
14	I.1	9,1 — 9,2	46/12, 16/9
15	I.1	1,5 — 1,6	45/2, 28/10, 2/10, 27,55, 27/54
16	I.1	2,7 — 2,6	74/9, 10/52
17	I.1	5,3 — 5,4	14/10, 20/8
18	I.1	6,7 — 6,8	10/48, 10/49, 10/50
19	I.1	6,6 — 6,7	10/63, 10/64, 10/72, 1/51, 1/52
20	I.1	2,5 — 2,6	10/71, 27/49
29	I.2	24 — 24,1	19/7, 19,8
30	I.2	33,9 — 34	27/35, 27/36
38	T.1	2,1 — 2,2	27/44, 27/45
39	T.1	6,4 — 6,5	27/44, 27/45
40	T.1	12,7 — 12,6	21/2, 22/2
41	T.1	9,4 — 9,2	21/7, 22/7
42	T.2	72 — 72,5	27/25, 27/26
43	T.2	24,5 — 24,7	1/31, 1/32
44	U.1	7,3 — 7,1	42/1, 42/2
45	U.1	6,6 — 6,5	42/3, 19/3, 22/4
46	U.1	6,5 — 6,4	42/6, 6/4, 4/7
47	U.1	7,2 — 7	35/1, 39/2
48	U.1	5,7 — 5,6	35/4, 32/1, 4/11
49	U.1	3,2 — 3,1	35/11, 27/51, 29/4
50	U.1	4,4 — 4,3	35/17, 46/5
51	U.1	2,5 — 2,4	39/6, 11/4
52	U.1	1,7 — 1,6	44/2, 44/3, 62/8
63	U.2	14,9 — 14,8	27/26, 27/30, 27/20
64	U.2	13,3 — 13,2	27/30, 4/13
65	U.2	10,7 — 10,6	27/31, 27/33
66	U.2	11 — 10,8	68/1, 69/1, 6/2
67	U.2	15 — 14,9	42/7, 39/46, 9/5
68	U.2	10 — 9,9	62/3, 69/2, 9/8

№	Т и п.	Р А З М Е Р.	№ ДЕТАЛИ и ОПЕРАЦИИ.
69	У.3	18,3 — 1,83	35/3, 27/35
70	У.3	16 — 15,8	39/3, 4/1, 4/2
71	У.3	21,8 — 21,7	34/3, 27/14
72	У.3	21,1 — 21	27/50, 27/24
73	У.3	23,8 — 23,7	27/50, 27/51, 27/52
74	У.3	20,3 — 20,2	27/27, 27/28, 31/3
75	У.3	28 — 27,8	27/4, 27/8, 27/9
79	У.4	45,5 — 45,3	68/4, 60/4
80	У.4	44 — 43,9	68/5, 60/5
81	Н.1	2,5 — 2,4	15/4, 34/7, 10/55, 10/78, 10/20
82	Н.1	1,8 — 1,7	21/5, 22/5, 11/5, 10/37 10/40, 10/44
83	Н.1	2 — 1,9	39/10, 64/1, 63/1, 10/30, 10/33
84	Н.1	2,2 — 2,1	74/8, 10/47
85	Н.1	4,5 — 4,4	74/9, 28/4
86	Н.1	4,6 — 4,5	83/7, 20/6
87	Н.1	1,5 — 1,4	32/2, 10/31, 10/34
88	Н.1	4 — 3,8	81/1, 78/1, 89
89	Н.1	3 — 2,9	11/1, 46/2, 52/4, 10/48, 10/49, 20/50
118	Н.2	9,4 — 9,3	36/7, 27/32
119	Н.2	5,5 — 5,4	75/5, 25/11
120	Н.2	6,5 — 6,4	71/1, 16/9, 4,9
121	Н.2	5,8 — 6,0	72/6, 72/15
125	Н.3	14,8 — 14,7	39/3, 39/9
126	Н.3	17 — 16,9	38/1, 40/1
127	Н.3	13,5 — 13,3	75/2, 75/3
128	Н.3	11,0 — 10,9	75/4, 75/6
129	Н.3	14 — 13,9	64/1, 63/1
130	Н.3	12,4 — 12,3	82/1, 83/3, 1/48
139	Н.4	20,3 — 20,2	39/4, 10/12
140	Н.4	18,3 — 18,2	36/7, 10/62
141	Н.4	22,4 — 22,3	19/7, 10/67, 10/83, 1/34
142	Н.4	21,6 — 21,5	10/11, 10/31, 10/34
146	Н.5	31,4 — 31,3	16/6, 25/7
147	Н.5	29,25 — 29,15	27/66, 10/66, 10/83
148	Н.7	40,2 — 40,1	10/12, 10/10
149	Н.7	47 — 46,8	27/27, 73/6
152	Н.9	64,4 — 64,5	10/7, 10/8
153	Н.13	108,2 — 108,1	27/39, 27/44, 27/45

Здесь выписаны не все размеры повторяющиеся на рабочих лекалах (вырезах и вкладышах) и таблица служит лишь показанием той системы по которой производится систематизация выписки одноименных размеров.

МЕРЫ ДОПУСКОВ в м/м. ДЛЯ ВИНТОВОЙ РЕЗЬБЫ при различной ее точности.
 ДЛЯ ЧИСЕЛ НИТОК нормальной Витвортовской резьбы, мелкой винт. резьбы,
 начиная с 1/4" и винт. газ. резьбы. (GP=1/100 √h² — где h шаг).

Табл. 1.

Чис. нит. в 1"	ШАГ в м/м	1/4 GP	1/2 GP	3/4 GP	1 GP	2 GP	3 GP	4 GP	5 GP	6 GP	7 GP	8 GP	9 GP	10 GP
28	0.907	0.002 ₃	0.001 ₆	0.007	0.009 ₃	0.018 ₆	0.027 ₉	0.037 ₂	0.046 ₅	0.055 ₈	0.065 ₁	0.074 ₄	0.083 ₇	0.093
25	1.015	0.002 ₄	0.005 ₉	0.007 ₆	0.010 ₁	0.020 ₂	0.030 ₃	0.040 ₄	0.050 ₅	0.060 ₆	0.070 ₇	0.080 ₈	0.090 ₉	0.101
24	1.058	0.002 ₆	0.005 ₂	0.007 ₃	0.010 ₂	0.020 ₃	0.031 ₂	0.041 ₆	0.052 ₀	0.062 ₄	0.072 ₈	0.083 ₂	0.093 ₆	0.104
22	1.154	0.002 ₇	0.005 ₅	0.008 ₂	0.011 ₁	0.022 ₂	0.033 ₃	0.044 ₄	0.055 ₅	0.066 ₆	0.077 ₇	0.088 ₈	0.099 ₉	0.111
20	1.270	0.002 ₉	0.005 ₉	0.008 ₈	0.011 ₈	0.023 ₆	0.035 ₄	0.047 ₂	0.059 ₀	0.070 ₈	0.082 ₆	0.094 ₄	0.106 ₂	0.118
19	1.336	0.003 ₀	0.006 ₁	0.009 ₁	0.012 ₂	0.024 ₄	0.036 ₆	0.048 ₈	0.061 ₀	0.073 ₂	0.085 ₄	0.097 ₆	0.110 ₈	0.122
18	1.411	0.003 ₂	0.006 ₃	0.009 ₃	0.012 ₃	0.025 ₁	0.038 ₁	0.050 ₈	0.063 ₃	0.076 ₂	0.088 ₂	0.101 ₆	0.114 ₁	0.127
16	1.587	0.003 ₄	0.006 ₅	0.010 ₃	0.013 ₃	0.027 ₁	0.041 ₁	0.054 ₈	0.068 ₃	0.082 ₂	0.095 ₅	0.109 ₀	0.123 ₀	0.137
14	1.814	0.003 ₇	0.007 ₃	0.011 ₂	0.015 ₀	0.030 ₀	0.045 ₀	0.060 ₀	0.075 ₀	0.090 ₀	0.105 ₀	0.120 ₀	0.135 ₀	0.150
12	2.117	0.004 ₁	0.008 ₂	0.012 ₁	0.016 ₅	0.033 ₀	0.049 ₅	0.066 ₀	0.082 ₅	0.099 ₀	0.115 ₅	0.132 ₀	0.148 ₅	0.165
11	2.309	0.004 ₄	0.008 ₈	0.013 ₂	0.017 ₆	0.035 ₂	0.052 ₈	0.070 ₄	0.088 ₀	0.105 ₆	0.123 ₂	0.140 ₈	0.158 ₄	0.176
10	2.540	0.004 ₇	0.009 ₃	0.014 ₀	0.018 ₇	0.037 ₄	0.056 ₁	0.074 ₈	0.093 ₅	0.112 ₂	0.130 ₉	0.149 ₆	0.168 ₃	0.187
9	2.822	0.005 ₀	0.010 ₀	0.015 ₀	0.020 ₀	0.040 ₀	0.060 ₀	0.080 ₀	0.100 ₀	0.120 ₀	0.140 ₀	0.160 ₀	0.180 ₀	0.200
8	3.175	0.005 ₁	0.010 ₇	0.016 ₁	0.021 ₃	0.043 ₆	0.064 ₂	0.086 ₄	0.107 ₃	0.129 ₀	0.150 ₆	0.172 ₀	0.193 ₆	0.215
7	3.629	0.005 ₉	0.011 ₈	0.017 ₈	0.023 ₇	0.047 ₄	0.071 ₁	0.094 ₈	0.118 ₅	0.142 ₂	0.165 ₉	0.189 ₆	0.213 ₃	0.237
6	4.233	0.006 ₃	0.013 ₁	0.019 ₆	0.026 ₂	0.052 ₄	0.078 ₆	0.104 ₈	0.131 ₀	0.157 ₂	0.183 ₄	0.209 ₆	0.235 ₈	0.262
5	5.080	0.007 ₄	0.014 ₈	0.022 ₃	0.029 ₆	0.059 ₁	0.089 ₁	0.118 ₈	0.148 ₅	0.178 ₂	0.207 ₉	0.237 ₆	0.267 ₃	0.297
4 1/2	5.644	0.008	0.015 ₉	0.023 ₉	0.031 ₂	0.063 ₆	0.095 ₇	0.127 ₄	0.159 ₅	0.191 ₁	0.223 ₃	0.255 ₅	0.287 ₁	0.319
4	6.350	0.008 ₆	0.017 ₁	0.025 ₇	0.034 ₃	0.068 ₆	0.102 ₉	0.137 ₂	0.171 ₈	0.205 ₈	0.240 ₁	0.274 ₄	0.308 ₇	0.343
3 1/2	7.257	0.009 ₄	0.018 ₈	0.028 ₂	0.037 ₆	0.075 ₂	0.112 ₃	0.150 ₄	0.188 ₀	0.225 ₆	0.263 ₂	0.300 ₉	0.338 ₄	0.379
3 1/4	7.815	0.009 ₈	0.019 ₇	0.029 ₃	0.039 ₁	0.078 ₂	0.118 ₂	0.157 ₆	0.197 ₀	0.236 ₄	0.275 ₈	0.315 ₂	0.354 ₆	0.394
3	8.467	0.010 ₁	0.020 ₂	0.031 ₁	0.041 ₂	0.082 ₄	0.124 ₂	0.166 ₀	0.207 ₅	0.249 ₀	0.290 ₅	0.332 ₀	0.373 ₅	0.415
2 3/8	8.835	0.010 ₇	0.021 ₄	0.032 ₁	0.042 ₃	0.085 ₆	0.128 ₁	0.171 ₂	0.214 ₈	0.256 ₈	0.299 ₆	0.342 ₄	0.385 ₂	0.428
2 1/4	9.236	0.011 ₀	0.022 ₀	0.033 ₀	0.044 ₀	0.088 ₀	0.132 ₀	0.176 ₀	0.220 ₀	0.264 ₀	0.308 ₀	0.352 ₀	0.396 ₀	0.440
2 1/2	9.676	0.011 ₃	0.022 ₆	0.034 ₁	0.045 ₂	0.090 ₄	0.135 ₆	0.181 ₂	0.226 ₂	0.271 ₂	0.317 ₁	0.362 ₀	0.407 ₀	0.452
2 1/2	10.160	0.011 ₇	0.023 ₄	0.035 ₂	0.047 ₀	0.094 ₀	0.141 ₀	0.188 ₀	0.235 ₀	0.282 ₀	0.329 ₀	0.376 ₀	0.423 ₀	0.470

Практические величины предельных допусков для резьбы Витворта при очень точном выполнении.

Табл. II.

Теоретическ. резьба.			Размеры для изготовлен. винтов:				С р е д н и е.				Размеры при изг. гаечной резьбы.					
Внеш. дм.		Вн. д. на с.	Шаг в м/м. на 1"	Дм. верш. гр. или вн. д.		Вн. diam. или dia кан.	На стор.	Радиусы закруглен.		Ширина пикет.	Дiam. гр. или вн. д.	Внеш. diam. или dia кан.	На стор.	На стор.		
А. д.	М.М.	М.М.		С. закругл.	притупл.			верш. гр.	диа.						при закругл.	притупл.
1	6.350	4.724	5.537	1.270	6.326-0.065	6.150-0.077	4.700-0.065	5.531-0.035	0.194	0.018	0.0154+0.018	0.310+0.021	4.748+0.065	4.918+0.077	6.373+0.065	5.543+0.035
5	7.937	6.130	7.033	1.411	7.912-0.070	7.722-0.084	6.105-0.070	7.027-0.030	0.210	0.019	0.172+0.019	0.334+0.023	6.155+0.070	6.345+0.081	7.962+0.076	7.039+0.038
3	9.525	7.492	8.508	1.587	9.498-0.075	9.283-0.089	7.465-0.075	8.501-0.041	0.242	0.021	0.194+0.021	0.387+0.025	7.519+0.075	7.734+0.089	9.552+0.075	8.515+0.041
7	11.112	8.789	9.950	1.814	11.082-0.078	10.836-0.098	8.759-0.078	9.943-0.045	0.275	0.023	0.223+0.023	0.443+0.027	8.819+0.078	9.065+0.098	11.142+0.078	9.957+0.045
1	12.700	9.989	11.344	2.117	12.667-0.091	12.378-0.107	9.956-0.091	11.336-0.049	0.320	0.025	0.262+0.025	0.517+0.030	10.022+0.091	10.311+0.107	12.735+0.091	11.352+0.049
5	15.875	12.918	14.306	2.309	15.740-0.097	15.524-0.114	12.8-3	0.097	14.387	0.053	0.348-0.026	0.563+0.032	12.953+0.097	13.263+0.114	15.910+0.097	14.405+0.053
3	19.050	15.797	17.424	2.540	19.013-0.103	18.065-0.122	15.760-0.103	17.415-0.056	0.381	0.028	0.317+0.028	0.630+0.034	15.834+0.103	16.182+0.122	19.087+0.103	17.430+0.056
7	22.225	18.610	20.418	2.822	22.185-0.110	21.798-0.130	18.570-0.110	20.408-0.060	0.423	0.030	0.353+0.030	0.689+0.036	18.650+0.110	19.037+0.130	22.265+0.110	20.428+0.060
1	25.400	21.334	23.307	3.175	25.357-0.118	24.919-0.140	21.291-0.118	23.356-0.065	0.473	0.033	0.399-0.033	0.773+0.039	21.377+0.118	21.815+0.140	25.443+0.118	23.378+0.065
1	28.574	23.428	26.250	3.629	28.527-0.130	28.025-0.154	23.881-0.130	26.238-0.071	0.539	0.036	0.457-0.036	0.885+0.043	23.975+0.130	24.477+0.154	28.624+0.130	26.292+0.071
1	31.794	21.103	29.425	3.629	31.737-0.130	31.245-0.154	27.056-0.130	29.413-0.071	0.539	0.036	0.457-0.036	0.885+0.043	27.150+0.130	27.652+0.154	31.841+0.130	29.437+0.071
1	34.924	29.503	32.213	4.233	34.872-0.144	34.384-0.170	29.451-0.144	32.200-0.079	0.626	0.039	0.536-0.039	1.030+0.045	29.555+0.144	30.147+0.170	34.976+0.144	32.226+0.079
1	38.099	32.678	35.388	4.233	38.027-0.144	37.459-0.170	32.636-0.144	35.375-0.079	0.626	0.039	0.536-0.039	1.030+0.045	32.730+0.144	33.318+0.170	38.151+0.144	35.401+0.079
1	41.274	34.769	38.021	5.080	41.215-0.163	40.507-0.193	34.710-0.163	38.006-0.089	0.749	0.044	0.617-0.044	1.220+0.054	34.823+0.163	35.536+0.193	41.333+0.163	38.036+0.089
1	44.449	37.944	41.196	5.080	44.390-0.163	43.682-0.193	37.885-0.163	41.181-0.089	0.749	0.044	0.647-0.044	1.220+0.054	38.003+0.163	38.711+0.193	44.508+0.163	41.211+0.089
1	47.624	40.306	44.010	5.644	47.560-0.175	46.773-0.207	40.332-0.175	43.394-0.096	0.830	0.048	0.730-0.048	1.375+0.058	40.460+0.175	41.247+0.207	47.658+0.175	44.026+0.096

Продолжение таблицы II.

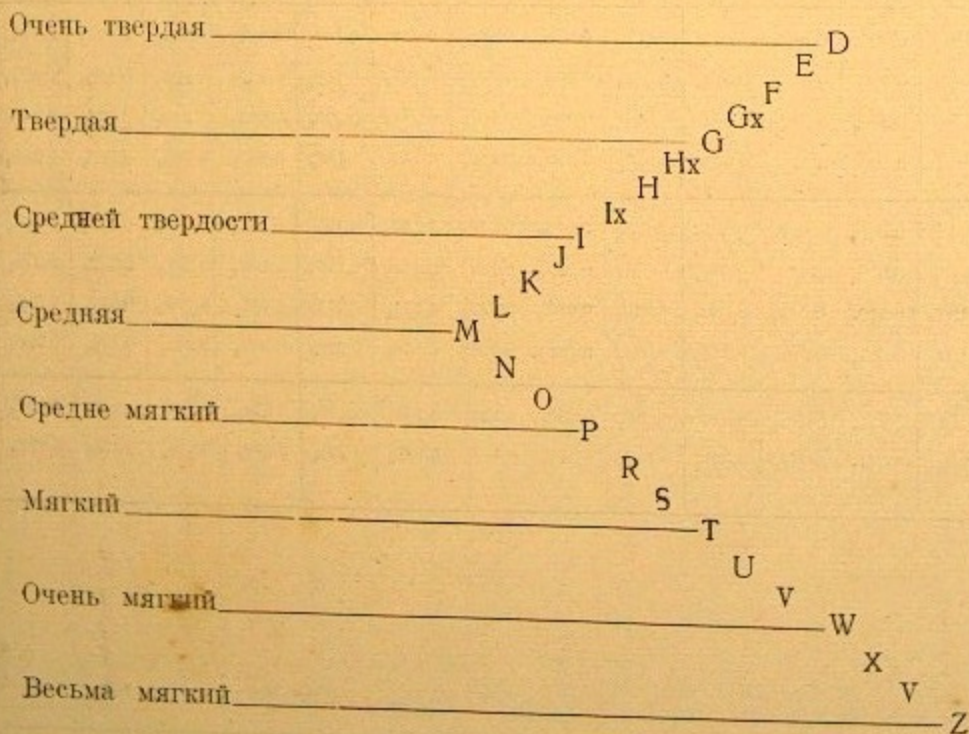
2	50.729	43.571	47.185	$4\frac{1}{2}$	5.644	50.725	-0.175	49.948	-0.207	43.507	-0.175	47.169	-0.096	0.830	-0.048	0.720	-0.048	1.375	+0.058	43.635	+0.175	44.422	+0.237	50.863	+0.175	47.201	+0.096
$2\frac{1}{4}$	57.149	49.017	53.083	4	6.352	57.080	-0.189	56.192	-0.223	48.949	-0.189	53.066	-0.103	0.934	-0.051	0.812	-0.051	1.550	-0.062	49.086	+0.189	49.974	+0.223	57.218	+0.189	53.100	+0.103
$2\frac{1}{2}$	63.499	55.367	59.433	4	6.350	63.430	-0.189	62.542	-0.223	55.299	-0.189	59.416	-0.103	0.932	-0.051	0.812	-0.051	1.550	+0.062	55.436	+0.189	56.324	+0.223	63.568	+0.189	59.450	+0.103
$2\frac{3}{4}$	69.849	60.555	65.292	$3\frac{1}{2}$	7.257	69.774	-0.207	68.756	-0.244	60.480	-0.207	65.183	-0.113	1.063	-0.056	0.932	-0.056	1.770	+0.068	60.630	+0.207	61.618	+0.244	69.924	+0.207	65.221	+0.113
3	76.199	66.905	71.552	$3\frac{1}{2}$	7.257	76.124	-0.207	75.106	-0.244	66.830	-0.207	71.533	-0.113	1.063	-0.056	0.932	-0.056	1.770	+0.068	66.980	+0.207	67.998	+0.244	76.274	+0.207	71.511	+0.113
$3\frac{1}{4}$	82.548	72.540	77.545	$3\frac{1}{4}$	7.815	82.469	-0.217	81.362	-0.256	72.461	-0.217	77.525	-0.118	1.141	-0.059	1.005	-0.059	1.910	+0.072	72.619	+0.217	73.729	+0.256	82.627	+0.217	77.565	+0.118
$3\frac{1}{2}$	88.898	78.890	83.894	$3\frac{1}{4}$	7.815	88.819	-0.217	87.712	-0.256	78.811	-0.217	83.874	-0.118	1.141	-0.059	1.005	-0.059	1.910	+0.072	78.969	+0.217	80.076	-0.256	88.977	+0.217	83.914	-0.118
$3\frac{3}{4}$	95.248	84.406	89.826	3	8.467	95.165	-0.228	93.975	-0.270	84.323	-0.228	89.805	-0.125	1.235	-0.062	1.091	-0.062	2.050	+0.075	84.489	+0.228	85.670	+0.270	95.333	+0.228	89.847	-0.125
4	101.598	90.755	96.176	3	8.467	101.515	-0.228	100.325	-0.270	90.672	-0.228	96.155	-0.125	1.235	-0.062	1.091	-0.062	2.050	+0.075	90.838	+0.228	92.028	+0.270	101.681	+0.228	96.197	-0.125
$4\frac{1}{4}$	107.95	96.63	102.29	$2\frac{7}{8}$	8.835	107.86	-0.24	106.62	-0.28	96.54	-0.24	102.08	-0.13	1.287	-0.064	1.139	-0.064	2.150	+0.078	96.72	+0.24	97.96	+0.28	108.04	+0.24	102.50	+0.13
$4\frac{1}{2}$	114.30	102.98	108.64	$2\frac{7}{8}$	8.835	114.21	-0.24	112.97	-0.28	102.89	-0.24	108.43	-0.13	1.287	-0.064	1.139	-0.064	2.250	+0.078	103.07	+0.24	104.31	+0.28	114.39	+0.24	108.85	+0.13
$4\frac{3}{4}$	120.65	108.82	114.73	$2\frac{3}{4}$	9.236	120.56	-0.24	119.26	-0.29	108.73	-0.24	114.51	-0.13	1.344	-0.066	1.192	-0.066	2.250	+0.080	108.91	+0.24	110.21	+0.29	120.74	+0.24	114.95	+0.13
5	127.00	115.17	121.08	$2\frac{3}{4}$	9.236	126.91	-0.24	125.61	-0.29	114.08	-0.24	120.86	-0.13	1.344	-0.066	1.192	-0.066	2.150	+0.080	115.26	+0.24	116.56	+0.29	127.09	+0.24	121.30	+0.13
$5\frac{1}{4}$	133.35	120.99	127.15	$2\frac{5}{8}$	9.676	133.26	-0.25	131.90	-0.29	120.87	-0.25	126.92	-0.14	1.408	-0.068	1.250	-0.068	2.360	+0.082	121.05	+0.25	1.2241	+0.29	133.44	+0.25	127.38	+0.14
$5\frac{1}{2}$	139.70	127.31	133.50	$2\frac{5}{8}$	9.676	139.61	-0.25	138.25	-0.29	127.22	-0.25	133.27	-0.14	1.408	-0.068	1.250	-0.068	2.360	+0.082	127.40	+0.25	128.76	+0.29	139.79	+0.25	133.73	+0.14
$5\frac{3}{4}$	146.05	133.04	139.54	$2\frac{1}{2}$	10.160	145.96	-0.26	144.53	-0.30	132.05	-0.26	139.30	-0.14	1.477	-0.070	1.313	-0.070	2.480	+0.085	133.13	+0.26	134.50	+0.30	146.14	+0.26	139.78	+0.14
6	152.40	139.39	145.89	$2\frac{1}{2}$	10.160	152.31	-0.26	150.88	-0.30	139.30	-0.26	145.65	-0.14	1.477	-0.070	1.313	-0.070	2.480	+0.085	139.48	+0.26	140.91	+0.30	152.49	+0.26	146.13	+0.14

*) Допуск на погрешность при измерении от износа инструмента (калибра).

**) Допуск на погрешность при изготовлении резьбы.

По каталогу компании „КАРБОРУНД“.

	АЛУНДОВЫЕ	
	Зерно	Градаций
Алюмин. отливки	36 до 46	3 до 4 упругое
Чугун цилиндрический	25	J до K
Чугун плоскостной	20 до 46	H до K
Чугун маленькой отливки	24 до 31	P до R
Чугун большой отливки	16 до 20	Q до R
Молотки литой стали	30	P
Внутрен. шлифовка, твердая сталь	40 до 60	J до M
Ножи для дерева, автом. шлифовки	36 до 46	J до K
Отливки ковкого чугуна (большие)	14 до 20	P до V
Отливки ковкого чугуна (маленькие)	20 до 30	P до R
Никелевые отливки	20 до 24	P до Q
Развертки, метчики, фреза и пр. ручная шлифовка	46 до 60	K до O
Развертки, метчики, фреза и пр. специальн. станки	46 до 60	J до M
Ролики окончательно	70	1 ¹ / ₂ до 2
Резища	30 до 50	J до K
Пилы для холодной резки	36 до 50	M до N



Практические величины предельных допусков для резьбы Витворта при точном выполнении.

Табл. III.

Теоретическ. резьба.			Шаг в дюйм.	Размеры для изготовлен. винтов:			Средние.			Размеры при изг. гасной резьбы.																	
Внеш. дм.	Вн. д. мм.	На с. мм.		Дм. верш. гр. или вн. д. с закрут.	Вн. diam. или дно кап.	На стор.	Радиусы закрут. верш. гр. дм.	Ширина поств. верха гр.	Диаг. гр. или вн. д. при закрут.	Внш. diam. или дно кап.	Г'а стор.																
1	6.350	4.724	5.537	20	1.270	6.318	-0.077	6.153	-0.694	4.692	-0.077	5.528	-0.085	0.194	0.018	0.154	+0.078	0.310	+0.021	4.755	+0.077	4.921	+0.094	6.382	+0.077	5.546	+0.085
5	7.937	6.130	7.033	18	1.411	7.902	-0.083	7.720	-0.102	6.095	-0.083	7.023	-0.057	0.215	-0.019	0.172	+0.019	0.334	+0.023	6.165	+0.083	6.347	+0.102	7.973	+0.083	7.043	+0.057
3	9.525	7.492	8.508	16	1.587	9.487	-0.089	9.280	-0.110	7.454	-0.089	8.498	-0.062	0.242	-0.021	0.194	+0.021	0.387	+0.025	7.530	+0.089	7.737	+0.110	9.563	+0.089	8.518	+0.062
7	11.112	8.789	9.950	14	1.814	11.071	-0.097	10.832	-0.120	8.748	-0.097	9.939	-0.068	0.275	-0.023	0.223	+0.023	0.443	+0.027	8.830	+0.097	9.069	+0.120	11.153	+0.097	9.961	+0.068
1	12.700	9.989	11.344	12	2.117	12.655	-0.107	12.327	-0.132	9.944	-0.107	11.332	-0.074	0.320	-0.025	0.262	+0.025	0.517	+0.030	10.034	+0.107	10.322	+0.132	12.745	+0.107	11.356	+0.074
5	15.875	12.918	14.306	11	2.309	15.827	-0.114	15.520	-0.141	12.870	-0.114	14.383	-0.079	0.348	-0.026	0.286	+0.026	0.563	+0.032	13.966	+0.114	13.273	+0.141	15.923	+0.114	14.409	+0.079
3	19.050	15.797	17.424	10	2.540	18.999	-0.122	18.650	-0.150	15.746	-0.122	17.410	-0.084	0.381	-0.028	0.317	+0.028	0.620	+0.034	15.848	+0.122	16.197	+0.150	19.191	+0.122	17.438	+0.084
7	22.225	18.610	20.418	9	2.822	22.170	-0.130	21.792	-0.160	18.555	-0.130	20.403	-0.090	0.423	-0.030	0.353	+0.030	0.689	+0.036	18.665	+0.130	19.043	+0.160	22.280	+0.130	20.433	+0.090
1	25.400	21.334	23.367	8	3.175	25.341	-0.140	24.914	-0.172	21.275	-0.140	23.351	-0.097	0.473	-0.033	0.399	-0.033	0.773	+0.039	21.392	+0.140	21.820	+0.172	25.459	+0.140	23.383	+0.097
1	28.574	23.928	26.250	7	3.629	28.509	-0.154	28.020	-0.190	23.863	-0.154	26.232	-0.107	0.539	-0.036	0.457	-0.036	0.885	+0.049	23.993	+0.154	24.482	+0.190	28.639	+0.154	26.298	+0.107
1	31.794	27.103	29.425	7	3.629	31.729	-0.154	31.240	-0.190	27.038	-0.154	29.407	-0.107	0.539	-0.036	0.457	-0.036	0.885	+0.049	27.168	+0.154	27.657	+0.190	31.839	+0.154	29.443	+0.107
1	34.924	29.503	32.213	6	4.233	34.832	-0.170	34.278	-0.210	29.431	-0.170	32.198	-0.118	0.626	-0.039	0.536	-0.039	1.030	+0.048	29.575	+0.170	30.149	+0.210	34.996	+0.170	32.233	+0.118
1	38.099	32.078	35.388	6	4.233	38.027	-0.170	37.453	-0.210	32.696	-0.170	35.368	-0.118	0.626	-0.039	0.536	-0.039	1.030	+0.048	32.750	+0.170	33.324	+0.210	38.171	+0.170	35.408	+0.118
1	41.274	34.769	38.021	5	5.080	41.192	-0.193	40.501	-0.238	34.687	-0.193	37.399	-0.139	0.749	-0.044	0.617	-0.044	1.220	+0.054	34.851	+0.193	35.542	+0.238	41.365	+0.193	38.043	+0.139
1	44.449	37.944	41.196	5	5.080	44.367	-0.193	43.676	-0.238	37.862	-0.193	41.174	-0.139	0.749	-0.044	0.617	-0.044	1.220	+0.054	38.026	+0.193	38.717	+0.238	44.531	+0.193	41.218	+0.139
1	47.624	40.396	44.010	4	5.644	47.536	-0.207	46.765	-0.255	40.398	-0.207	43.986	-0.144	0.830	-0.048	0.720	-0.048	1.375	+0.058	40.454	+0.207	41.255	+0.255	47.712	+0.207	44.034	+0.144

Продолжение таблицы III.

2	50.769 43.571 47.185	$4\frac{1}{2}$	5.644 50.711 - 0.207 49.940 - 0.255 43.483 - 0.207 47.161 - 0.144 0.830 - 0.048 0.720 - 0.048 1.375 + 0.058 43.659 + 0.207 44.430 + 0.255 50.887 + 0.207 47.219 + 0.144
$2\frac{1}{4}$	57.149 49.017 53.083	4	6.352 57.055 - 0.223 56.183 - 0.274 48.923 - 0.223 53.057 - 0.154 0.934 - 0.051 0.812 - 0.051 1.550 + 0.062 49.111 + 0.223 49.983 + 0.274 57.243 + 0.223 53.109 + 0.154
$2\frac{1}{2}$	63.499 55.367 59.433	4	6.350 63.405 - 0.223 62.253 - 0.274 55.273 - 0.223 53.407 - 0.154 0.932 - 0.051 0.812 - 0.051 1.550 + 0.062 55.461 + 0.223 56.333 + 0.274 63.593 + 0.223 59.459 + 0.154
$2\frac{3}{4}$	69.849 60.555 65.202	$3\frac{1}{2}$	7.257 69.746 - 0.244 68.746 - 0.301 60.452 - 0.244 65.176 - 0.169 1.063 - 0.056 0.932 - 0.056 1.770 + 0.068 60.658 + 0.244 61.658 + 0.301 69.952 + 0.244 65.230 + 0.169
3	76.199 66.905 71.552	$3\frac{1}{2}$	7.257 76.096 - 0.244 75.096 - 0.301 66.802 - 0.244 71.524 - 0.169 1.063 - 0.056 0.932 - 0.056 1.770 + 0.068 67.008 + 0.244 68.008 + 0.301 76.303 + 0.244 71.580 + 0.169
$3\frac{1}{4}$	82.548 72.540 77.545	$3\frac{1}{4}$	7.815 82.440 - 0.256 81.363 - 0.315 72.482 - 0.256 77.515 - 0.177 1.141 - 0.059 1.065 - 0.059 1.910 + 0.072 72.648 + 0.256 73.725 + 0.315 82.656 + 0.256 77.575 + 0.177
$3\frac{1}{2}$	88.898 78.890 83.894	$3\frac{1}{4}$	7.815 88.790 - 0.256 87.713 - 0.315 78.782 - 0.256 83.864 - 0.177 1.141 - 0.059 1.065 - 0.059 1.910 + 0.072 78.908 + 0.256 80.075 + 0.315 89.006 + 0.256 83.924 + 0.177
$3\frac{3}{4}$	95.248 84.406 89.826	3	8.467 95.130 - 0.270 93.965 - 0.322 84.292 - 0.270 89.795 - 0.187 1.235 - 0.062 1.091 - 0.062 2.060 + 0.075 84.520 + 0.270 85.689 + 0.322 95.362 + 0.270 89.857 + 0.187
4	101.308 90.755 96.176	3	8.467 101.486 - 0.270 100.315 - 0.322 90.641 - 0.270 96.145 - 0.187 1.235 - 0.062 1.091 - 0.062 2.060 + 0.075 90.869 + 0.270 92.038 + 0.322 101.712 + 0.270 96.207 + 0.187
$4\frac{1}{4}$	107.95 96.63 102.29	$2\frac{7}{8}$	8.835 107.83 - 0.278 106.61 - 0.342 96.61 - 0.278 102.26 - 0.193 1.287 - 0.064 1.139 - 0.064 2.150 + 0.078 96.75 + 0.278 97.97 + 0.342 108.07 + 0.278 102.32 + 0.193
$4\frac{1}{2}$	114.30 102.98 108.64	$2\frac{7}{8}$	8.835 114.18 - 0.278 112.96 - 0.342 102.86 - 0.278 102.61 - 0.193 1.287 - 0.064 1.139 - 0.064 2.250 + 0.078 103.10 + 0.278 104.32 + 0.342 114.42 + 0.278 108.67 + 0.193
$4\frac{3}{4}$	120.65 108.82 114.73	$2\frac{3}{4}$	9.236 120.53 - 0.286 119.21 - 0.352 108.70 - 0.286 114.70 - 0.198 1.344 - 0.066 1.192 - 0.066 2.250 + 0.080 108.94 + 0.286 110.28 + 0.352 120.77 + 0.286 114.76 + 0.198
5	127.00 115.17 121.08	$2\frac{3}{4}$	9.236 126.88 - 0.286 124.60 - 0.352 115.05 - 0.286 121.05 - 0.198 1.344 - 0.066 1.192 - 0.066 2.250 + 0.080 115.29 + 0.286 116.57 + 0.352 127.12 + 0.286 121.11 + 0.198
$5\frac{1}{4}$	133.35 120.96 127.15	$2\frac{5}{8}$	9.076 133.23 - 0.294 131.89 - 0.362 120.84 - 0.294 127.12 - 0.204 1.408 - 0.068 1.250 - 0.068 2.360 + 0.082 121.08 + 0.294 119.50 + 0.362 133.47 + 0.294 127.18 + 0.204
$5\frac{1}{2}$	139.70 127.31 133.50	$2\frac{5}{8}$	9.076 139.58 - 0.294 138.24 - 0.362 127.19 - 0.294 133.17 - 0.204 1.408 - 0.068 1.250 - 0.068 2.360 + 0.082 127.43 + 0.294 128.77 + 0.362 139.82 + 0.294 133.53 + 0.204
$5\frac{3}{4}$	146.05 133.04 139.54	$2\frac{1}{2}$	10.160 145.95 - 0.305 144.51 - 0.516 132.90 - 0.305 139.50 - 0.212 1.477 - 0.070 1.313 - 0.070 2.480 + 0.085 133.17 + 0.305 134.58 + 0.373 146.18 + 0.305 139.58 + 0.212
6	152.40 139.39 145.89	$2\frac{1}{2}$	10.160 152.27 - 0.305 150.86 - 0.376 139.26 - 0.305 145.85 - 0.212 1.477 - 0.070 1.313 - 0.070 2.480 + 0.085 139.52 + 0.305 140.93 + 0.376 152.53 + 0.305 145.63 + 0.212

ПРИМЕЧАНИЕ: См. таблицу II.

НАЗВАНИЕ СТАНКОВ

НАЗВАНИЕ СТАНКОВ	Токарный винторезный для точных работ.	Резольверно-токарный.	Вертикально сверляльный.	Горизонтально-сверляльно-фрезерный.	Продольно-фрезерный	Вертикально фрезерный.	Универсально-фрезерный.	Зуборезный.	Поперечно-строгальный.	Продольно-строгальный.	Долбежный.	Шлифовальный станок для шли- фовки поверхности вращения.	Шлифовальный станок для шлифования шпинделей D=до 500 м.м. на длину 1500 м.м.	Специальный станок для обточки песк колесчатых валов.
Перпендикулярность оси вращения шпинделя к направлению движения каретки на 300 м./м.	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность оси вращен. шпин. к направлению движения стола на 300 м./м.	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Совпадение отверстия внутреннего шпинд. с осью вращения наружного на 300 м./м.	—	—	—	0.075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Взаимная параллельность направле- ний на 1000 м./м.	—	—	—	0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность поверхности стола его продольному направлению на 300 м./м.	—	—	—	0.03*	0.03	0.03	—	0.03	—	0.02	—	—	—	—
Параллельность поверхности стола его поперечному направлению на 300 м./м.	—	—	—	0.03	0.03	0.03	—	0.03	—	0.02	—	—	—	—
Параллельность станины и фунда- мента: плиты на 300 м./м.	—	—	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность внутрен. шпинделя продольному направлению стола на 300 м./м.	—	—	—	0.03	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Перпендикулярность оси наружного шпинд. к поперечному направлению стола на 300 м./м.	—	—	—	0.03	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Перпендикулярность оси наружного шпинд. к вертикальной плоск. станка направл. стола на 300 м./м.	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Точность делителя приспособл. для поворотов стола на 90°, на 300 м./м.	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Совпадение отверстия шпинделя с осью вращения на 300 м./м.	—	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прямолнейность направляющих стола на 1000 м./м.	—	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—
Перпендикулярность оси шпинделя к направляющим стола на 300 м./м.	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность оси шпинд. к вертик. перемещен. стола на 300 м./м.	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность оси шпинд. к вертик. перемещен. фрезери. суппорта на 300 м./м.	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—
Взаимная перпендикулярность на- правляющих стола на 300 м./м.	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—
Правильность шпинделя и коническ. отверстия	—	—	—	—	—	—	0.006	—	—	—	—	—	—	—
Параллельность оси поставл. на нуль шпинд. делителя. бабки с направл. заднюю бабку канавкою на конце оправки в 300 м./м. в вертик. плоскости.	—	—	—	—	—	—	0.017	—	—	—	—	—	—	—

*) Размеры точности указаны в долях миллиметров.

НАЗВАНИЕ
СТАНКОВ

Токарный винторезный для точных работ.
 Революционно-токарный.
 Вертикально-сверляльный.
 Горизонтально-сверляльно-фрезерный.
 Продольно фрезерный.
 Вертикально фрезерный.
 Универсально-фрезерный.
 Зуборезный.
 Поперечно-строгальный.
 Продольно-строгальный.
 Долбежный.
 Шлифовальный станок для шлифовки поверхности вращения.
 Шлифовальный станок для шлифовки цилиндров D=до 500 м./м. на длину 1500 м./м.
 Специальный станок для обточки шеек коленчатых валов.

Смещение оси шпинд. делит. бабки вперед или назад по отношению к направляющей заднюю бабку каванке на столе (в горизонтальн. плоскости) на 300 м./м.

Центр задней бабки на одной линии с центром передней (делительн. бабки) поставл. на нуль в горизонт, плоскости на 300 м./м.

Тоже в вертикальной плоскости

Неправильность коническ. отверстия в шпинделе на 300 м./м.

Отступление шпинделя от перпенд. к столу, проходящего через ось вращения стола на 300 м./м.

Ошибка в делит. приборе делительн. бабки на диске D=200 м./м.

Центр бьет концом

Прямолнейность балок стола, направляющ. фрезерный суппорт на 1000 м./м.

Параллельность поперечины к столу на 300 м./м.

Перпендикулярность направления бокового суппорта к поверхн. стола (в плоск. перпенд. к длине стола) на 300 м./м.

Параллельность оси оправки на которой находится фрезеруемое колесо, направляющим фрезерн. суппорта на 300 м./м.

Перпендик. оси фрезерного валика к оси оправки нарезаемого колеса на 300 м./м.

Взаимная перпендикулярность поверхностей стола на 300 м./м.

Параллельность стола горизонт. движению призмы на 300 м./м.

Параллельность направления движениям обоим поверхностям стола на 300 м./м.

Параллельность направляющей суппорта балки к столу на 1000 м./м.

Прямолнейность балки направляющей суппорта на 300 м./м.

Параллельность направляющ. шеек поперечной балки на 1000 м./м.

Перпендикулярность направляющ. поперечину стоек к столу на 1000 м./м.

0.034
0.025
0.025
0.03
0.03
0.03 0.03
0.005
0.02
0.03
0.03
0.01
0.02
0.06
0.02
0.03
0.02
0.02
0.02
0.05

ТАБЛИЦА ДОПУСКОВ ДЛЯ ВИТВОРТОВСКОЙ НАРЕЗКИ В ЕДИНИЦАХ
 ДОПУСКОВ „JP“ = $\frac{1}{100} \sqrt[3]{h^3}$ (h mas)

ТАБЛИЦА
 IV.

РОД ВЫПОЛНЕНИЯ.

		Очень точное	Точное	Нормальное	Грубое
Родинальный допуск на сторонах= b		1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	5
Расширенный допуск для гребней и дна= w		1 $\frac{1}{4}$	1	0,625	—
Допуск диаметра	Вершина гребней= $2b + 2w$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{4}$	10
	На сторонах= $2b$	3	4 $\frac{1}{2}$	7	10
	Дно канавок= $2b + 2w$	5 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{4}$	10
Наименьшая разница в диаметре по сравнению с теоретическ. резьбой	Вершина гребней= $e + 4JP - 2w$	2	2 $\frac{3}{4}$	4	6
	На сторонах= e	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{4}$	2
	Дно канавок= $e + 4JP - 2w$	2	2 $\frac{3}{4}$	4	6
Средняя разница в диаметре на сторонах= $b + e$		2	3	4 $\frac{3}{4}$	7
Наибольшая разница в диаметре по сравнению с теоретическ. резьбой	Вершина гребней= $2b + e + 4JP$	7 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$	16
	На сторонах= $2b + e$	3 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{1}{4}$	12
	Дно канавок= $2b + e + 4JP$	7 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{4}$	16
Износ в диаметре калибров= $\frac{b+e}{5}$		0,4	0,6	0,95	1,4
Наименьшая разница в диам. по сравнению с теоретической резьбой при изношенных калибрах	Вершина гребней= $4JP + e - 2w - b + e$ 5	1,6	2,15	3,05	4,6
	На сторонах= $e - \frac{b+e}{5}$	0,1	0,15	0,3	0,6
	Дно канавок= $4JP + e - 2w - \frac{b+e}{5}$	1,6	2,15	3,05	4,6
Радиальный допуск включая износ калибров:	Вершина гребней= $b + w + \frac{b+e}{10}$	2,95	3,55	4,6	5,7
	На сторонах= $b + \frac{b+e}{10}$	1,7	2,55	3,98	5,7
	Дно канавок= $b + w + \frac{d+e}{10}$	2,95	3,55	4,6	5,7

Таблица допусков

на точность сборки станков.

НАЗВАНИЕ СТАНКОВ	ГОДАРИЙ ВИТОРСАЙ для точных работ.												Револьверно токарный.	Вертикально сверлильный	Горизонтально-сверлильно-фрезерный.	Продольно фрезерный.	Вертикально-фрезерный.	Универсально-фрезерный.	Зуборезный.	Поперечно-строгальный.	Продольно-строгальный.	Долбежный.	Шлифовальный станок для шлифовки поверхности вращения.	Шлифовальный станок для шлифовки цилиндров D=до 500 м/м. на длину 1500 м/м.	Специальный станок для обточки шеек коленчатых валов.
	Г	В	Г	Г	В	У	З	П	П	Д	Ш	Ш	С												
Прямолнейность направляющих станины на 1000 м.м.	0.02*	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Параллельность направляющих станины на 300 м/м.	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Вращение шпинделя в подшипниках	0.005	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Устойчивость шпинделя в осевом направлении	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Совпадение оси коническ. отверстия шпинделя с осью шпинделя на 300 м.м	0.02	0.02	0.03	—	—	—	—	—	0.02	0.025	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Осевое перемещение шпинделя	0.005	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Параллельность шпинделя со станиною на 300 м/м.	0.015	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Параллельность валика задней бабки с направляющ. станины на 300 м/м.	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Совпадение центров шпинделей передней и задней бабок в горизонтальной плоскости	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Совпадение центров шпинделей передней и задней бабок в вертикальной плоскости (задн. бабк. выше)	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Перпендикулярность шпинделя к поперечному направлению суппорта на 300 м/м.	0.015	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Точность делений ходового винта на 300 м/м	0.075	0.075	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Отличие планшайбы от плоскости в сторону вогнутости на 300 м/м.	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Примонаннейность поверхности стола на 300 м.м.	—	—	0.03	—	0.03	0.03	—	—	—	—	—	—	0.03	0.01	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—		
Прямонаннейность поверхности стола на 1000 м/м.	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Прямонаннейность фундаментной плиты на 300 м/м.	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Прямонаннейность направления на 1000 м/м.	—	—	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Перпендикулярность оси вращения шпинделя к фундаментной плите на 300 м/м	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Перпендикулярность оси вращения шпинделя к столу на 300 м/м.	—	—	0.045	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Перпендикулярность поворотного стола к его оси на 300 м/м.	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

*) Размеры точности указаны в долях миллиметров.



