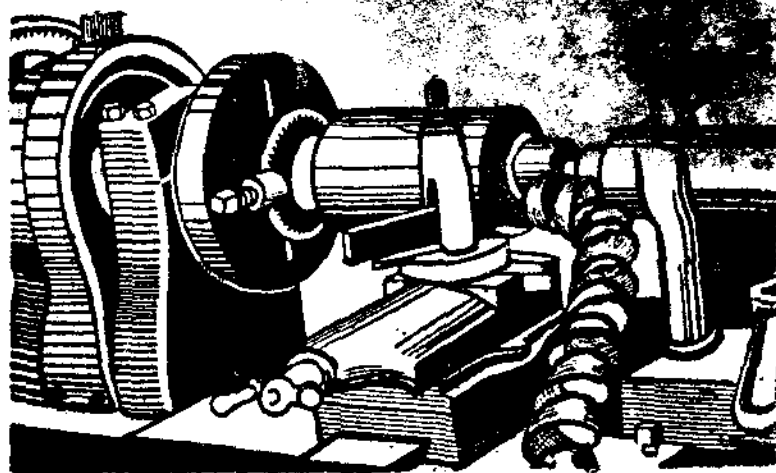


А. Н. ОГЛОБЛИН

621.94

0-37



2 р. 50 к., пер. 35 к.

ТОКАРНОЕ ДЕЛО

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1 9 3 1

КОНТРОЛЬНЫЙ

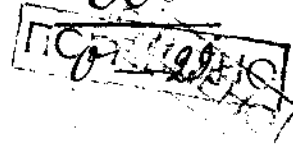
Пролетарии, освободите школы!

УЧЕБНИКИ ДЛЯ ШКОЛ ФЗУ

ДЕО

ОГЛОБЛИН А. Н.

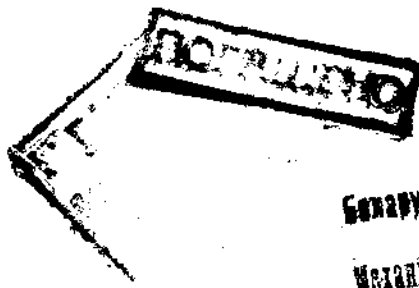
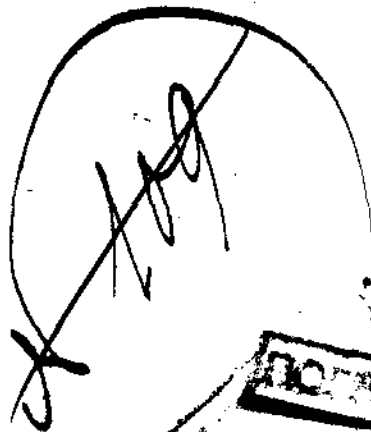
669



ТОКАРНОЕ ДЕЛО

Учебно-методическим сектором ЛОСНХ
рекомендовано в качестве учебника
для школ ФЗУ

Всесоюзный институт
Сельскохозяйственной
Академия Сельскохозяйственных
им. В. И. Ленина
Беларусский
Фонд
В. И. М. У
193



Беларуская Навукова-Даследчая
Механічная
№ 2
Менск тарытоўны

Республиканская
навукова-тэхнічная
бібліятэка



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1931. ЛЕНИНГРАД

Н. 85.

ГИЗ № 517.

Ленинградский Областлит № 69177.

Заказ № 1528.

Тираж 20000 экз. 25⁶/₈ п. л.

Типография „Красный Печатник“ ОГИЗ. Ленинград, Международный пр., 75а.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Предлагаемая книга предназначена как учебное руководство для учеников ФЗУ, закончивших общую часть программы и, таким образом, знакомых с арифметическими действиями, а также с основными сведениями по технологии и черчению; поэтому в книге опущены все вопросы, изучение которых требует более широкого развития, в предположении, что пробелы эти учащийся пополнит впоследствии по мере углубления и расширения знаний, полученных в школе ФЗУ. К таким вопросам должны быть отнесены: изучение токарного станка с точки зрения наиболее выгодного его использования; более глубокое, чем это сделано в настоящей книге, исследование законов теории резания; ознакомление с современным состоянием техники измерений и т. д.

Автор стремился изложить курс токарного дела без формул, обычно затрудняющих читателя, но особенно сильного в математике, и как будто достиг этого, за исключением лишь нескольких немногих случаев, когда применение формулы, хотя бы и в скрытой форме, оказалось необходимым.

При распределении материала в книге автор исходил из следующих соображений:

1) В книге «Токарное дело», по мнению автора, должно быть собрано все то, что должен знать токарь, начиная с устройства станка, форм и конструкций режущих, а также измерительных инструментов и кончая приемами работ на станке.

2) Большая часть книги должна быть уделена тем вопросам, изучение которых на практике без предварительной теоретической подготовки связано с некоторыми затруднениями или с большой потерей времени.

3) В книге с исчерпывающей, по возможности, полнотой должны быть разобраны те стороны токарного дела, значение которых не очевидно необходимо. Многим кажется, что работать на токарном станке с коробкой скоростей можно и не зная ее устройства. Это, конечно, совершенно неверно.

4) Некоторое место в книге должно быть отведено новинкам иностранной техники, которые еще не проникли в нашу промышленность. Появление их в мастерской не должно быть неожиданностью для квалифицированного токаря.

Несмотря на довольно большой объем книги, автор был лишен возможности разобрать все вопросы, связанные с токарным делом, так подробно, как это сделано в других книгах, посвященных отдельным отраслям токарного дела. Некоторые из таких книг перечислены в списке, помещенном в главе XIX этой книги.

Частью из этих книг автор пользовался при составлении предлагаемой книги. Кроме того он руководствовался несколькими книгами по токарному делу, написанными на английском и немецком языках, каталогами станкостроительных и инструментальных заводов (американских и европейских) и, наконец, собственным опытом.

Автор надеется, что предлагаемая книга, кроме своего прямого назначения, сможет быть полезной всем тем, кто желает изучить токарное дело.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Общие сведения.

§ 1. Основные понятия об обработке металлов резанием.

Только некоторая часть металлических изделий получается в совершенно готовом виде в литейных, кузницах и других металлургических цехах — отливкой, ковкой, прокаткой и т. д. При всех этих способах изделия получаются с неровными и негладкими поверхностями, с неточными очертаниями и размерами. К большей же части металлических изделий предъявляются более высокие требования в отношении их формы и размеров, а поэтому после предварительной обработки (отливкой, ковкой и т. д.) они подвергаются дополнительной отделке, которая сообщает им гладкую поверхность, а также очертания и размеры, точно совпадающие с заданными.

Предварительная обработка металлических изделий основана на ковкости, ковкости и тягучести металлов и называется горячей.

Дополнительная или, как чаще говорят, механическая обработка основывается на тягучести металлов и на свойстве делимости их. Эта обработка металлических изделий называется также холодной потому, что производится без нагревания их.

Первый способ холодной обработки, основанный на свойстве тягучести металлов, состоит в том, что куску материала при помощи специальных машин и приспособлений придают новую форму, не изменяя его веса. Примером такой обработки может служить — волочение проволоки, когда из толстого и короткого куска ее изготовляют равновесный кусок более тонкой проволоки. В данном случае за счет уменьшения диаметра проволоки увеличилась ее длина. Форма проволоки (диаметр и длина) изменилась, вес остался прежним. Второй пример: штамповка различных предметов из листового материала (железа, меди и т. д.).

Этот способ, часто называемый обработкой без снятия стружки, занимает среднее место между холодной и горячей обработкой. В двух рассмотренных выше примерах мы видим холодную обработку. С увеличением размеров изделий обработать их не нагревая не удастся и поэтому прибегают к горячему способу, например, к штамповке, часто заменяющей поковку деталей машин.

Второй способ холодной обработки металлов основан на свойстве делимости их, т. е. на способности отделять свои частицы под действием внешних сил, и называется обработкой резанием. При этом способе изменение внешних форм и размеров изделий производится посредством удаления части материала их. Вес изделий при этом, конечно, уменьшается.

При обработке металлов резанием снимаются все излишки и неровности, получившиеся при предварительной обработке изделий в металлургических цехах. Эти излишки могут быть результатом случая (например, при использовании не специальных заготовок, а подходящих кусков материала) или же делаются умышленно по заранее принятому решению. В последнем случае эти излишки носят название припуска на обработку. Величина припусков колеблется в широких пределах, обусловленных формой и размерами изделия, способом

горячей его обработки и еще целым рядом обстоятельств. Иногда припуски вырастают до очень больших размеров, а именно в тех случаях, когда увеличением их улучшается качество изделия, что имеет место, например, при отливках. Такие припуски называются **п р и б ы л ь я м и**.

Совершенно естественно, что чем меньше припуск, оставленный для обработки резанием, тем меньше потребуется времени для удаления его. Из этого отнюдь не следует, что место и значение, которое имеет холодная обработка, может быть уменьшено горячей обработкой металлов. Очень часто тщательная отделка какого-либо изделия в горячем цеху обходится настолько дорого, что оказывается целесообразным грубо обработанную вещь передавать для окончательной отделки в механический цех. С давних пор между горячей и холодной обработкой ведется

борьба за первенство в металлообрабатывающей промышленности. Борьба эта по существу своему бессмысленна, так как и холодная и горячая обработки могут существовать, дополняя друг друга, что мы и наблюдаем постоянно в наших мастерских. Однако такое соревнование дало прекрасные результаты в том смысле, что в весьма значительной степени повлияло на улучшение способов обработки металлов как горячей, так и холодной. Всякое стремление победить противника приводит прежде всего к улучшению собственных сил. Этой необходимости подчинились и сторонники

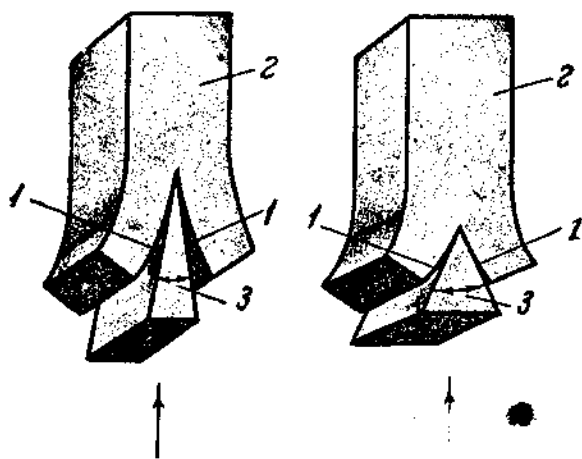


Рис. 1. Работа обыкновенного клина.

холодной обработки и защитники горячей. По мере улучшения способов горячей обработки, понижавших значение механической, увеличивались мощности металлообрабатывающих станков, повышались качества режущих инструментов и т. д.

Задача горячих цехов состоит в том, чтобы научиться выпускать изделия с самыми маленькими припусками на обработку. Дело холодной обработки — удалять эти припуски и быстро и дешево.

Для удаления или, лучше будем говорить, срезания припусков на обработку у различных изделий служат режущие инструменты. Все эти инструменты могут быть самых разнообразных назначений и очертаний, но основной формой их является клин. Действие клина хорошо известно каждому из повседневной жизни. Топор, нож, стамеска — все это клинья, выраженные в разных формах.

Всматриваясь в явления, происходящие при работе клина, мы видим, что он, входя в какой-либо материал (дерево, металл), обеими своими сторонами 1—1 (рис. 1) производит на прилегающие к нему части материала некоторое давление. При перемещении клина в направлении, показанном на рис. 1 стрелкой (под действием какой-либо внешней силы), наступит момент, когда сцепление частиц материала, в который входит клин, нарушится и болванка 2 (рис. 1) разделится на две части.

Величина силы, которая должна быть приложена к клину для того, чтобы разделить болванку на две части, находится в зависимости прежде всего от материала болванки. Чем тверже и крепче этот материал, тем труднее расколоть болванку и, следовательно, большую силу необходимо приложить к клину. С другой стороны, величина этой силы в весьма значительной степени зависит от формы клина, вернее — угла 3, составленного двумя наклонными плоскостями

7 — 1, образующими его. Совершенно очевидно, что чем больше этот угол (см. рис. 1 справа), тем большую силу нужно приложить к клину, чтобы расколоть болванку 2, и, наоборот, чем меньше угол 3, тем меньше должна быть сила, действующая на клин. Но это еще не значит, что с увеличением угла 3, например в два раза, и силу, заставляющую клин войти в болванку 2, следует увеличить также вдвое. Дело в том, что с увеличением угла 3 уменьшается давление на его щеки со стороны частей раскалываемой болванки, и поэтому при выборе наивыгоднейших условий работы клина нужно учитывать не только материал раскалываемой болванки, но и угол, образуемый его рабочими поверхностями. Величина этого угла определяет еще и прочность клина. Чем больше угол 3, тем прочней клин.

На рис. 2 слева представлен другой случай работы клина. Здесь мы имеем не разделение болванки на две приблизительно равные части, как это мы видели

на рис. 1, а отделение одной небольшой части материала от всей болванки. Клин теперь имеет несколько

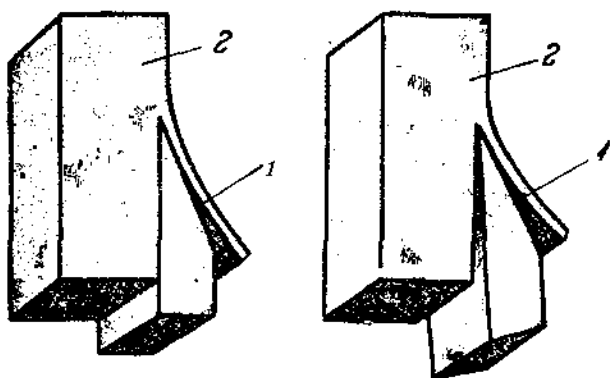


Рис. 2. Работа однобокого клина.

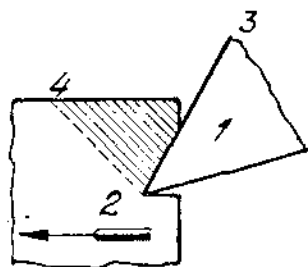


Рис. 3. Образование стружки.

иную форму. Рабочей стороной сужит только поверхность 1 (рис. 2), в то время как противоположная сторона трется о болванку 2.

Если мы, не изменяя формы и угла клина, заставим его вдавливаясь в болванку 2 так, как это показано на рис. 2 справа, то трения боковой поверхности клина о болванку не будет. Случай этот ближе двух первых к тем условиям, в которых находится при обработке металла режущий инструмент.

Режущий инструмент 1 (рис. 3) при своем движении вперед в направлении, указанном на рис. 3 стрелкой, входит в материал и своей передней гранью 2 — 3 сжимает его. Этому сжатию будет подвергаться только часть снимаемого слоя материала (заштрихованная на рис. 3). Сжатие заштрихованной части будет продолжаться только до тех пор, пока эта часть не станет отрываться от остальной части болванки. В этот момент она сдвигается по направлению линии 2—4, повернется около точки 4, начнет подниматься по передней грани режущего инструмента и, наконец, отделится от обрабатываемой болванки. Одновременно с этим начнется сжатие следующей частицы снимаемого слоя.

Отламывающиеся под действием режущего инструмента частицы обрабатываемой болванки называются **с т р у ж к о й**.

Режущий инструмент, снимающий стружку, в применении к токарному делу, составляющему предмет этой книги, называется **р е з ц о м**.

Тот момент, когда заштрихованная частица снимаемого слоя начнет поворачиваться около точки 4, и есть начало образования стружки. Если обрабатываемый материал хрупок, как, например, чугун, бронза и т. д., то почти сразу же за моментом образования стружки она обламывается и отскакивает, в то время как резец продолжает двигаться вперед. При обработке вязких материалов

(железо, мягкая сталь) такого отскакивания не происходит, и отделенные резцом частицы материала сцепляются между собой настолько крепко, что стружка получается в виде завивающейся перед резцом ленты.

К более подробному разбору процесса образования стружки мы еще вернемся (см. главу VI), а сейчас установим движения, которые необходимы для того, чтобы процесс резания совершался и происходил непрерывно. Таких движений должно быть два, а именно:

- 1) главное или рабочее движение, во время которого резец производит резание, снимает стружку, и
- 2) подача, т.е. движение, обеспечивающее непрерывность резания.

Для того, чтобы с исчерпывающей ясностью представить себе, каким образом осуществляются эти два движения на токарном станке, ознакомимся в общих чертах с устройством и взаимодействием частей его. На рис. 4 представлен современный токарный станок германской фирмы Шисс-Дефриз.

На станине 1 с левой стороны находится передняя бабка 2. В подшипнике передней бабки вращается шпиндель (на рисунке его не видно), на правый конец которого навертывается патрон 3. Обрабатываемое изделие может быть прикреплено к патрону посредством так называемых кулаков 4. В шпинделе, кроме того, имеется отверстие, в которое может быть вставлен закаленный центр 5.

Свободный конец этого центра имеет вид конуса. Шпиндель посредством особого механизма, находящегося в передней бабке и называемого коробкой скоростей, получает вращение от электромотора. Коробка скоростей устроена таким образом,

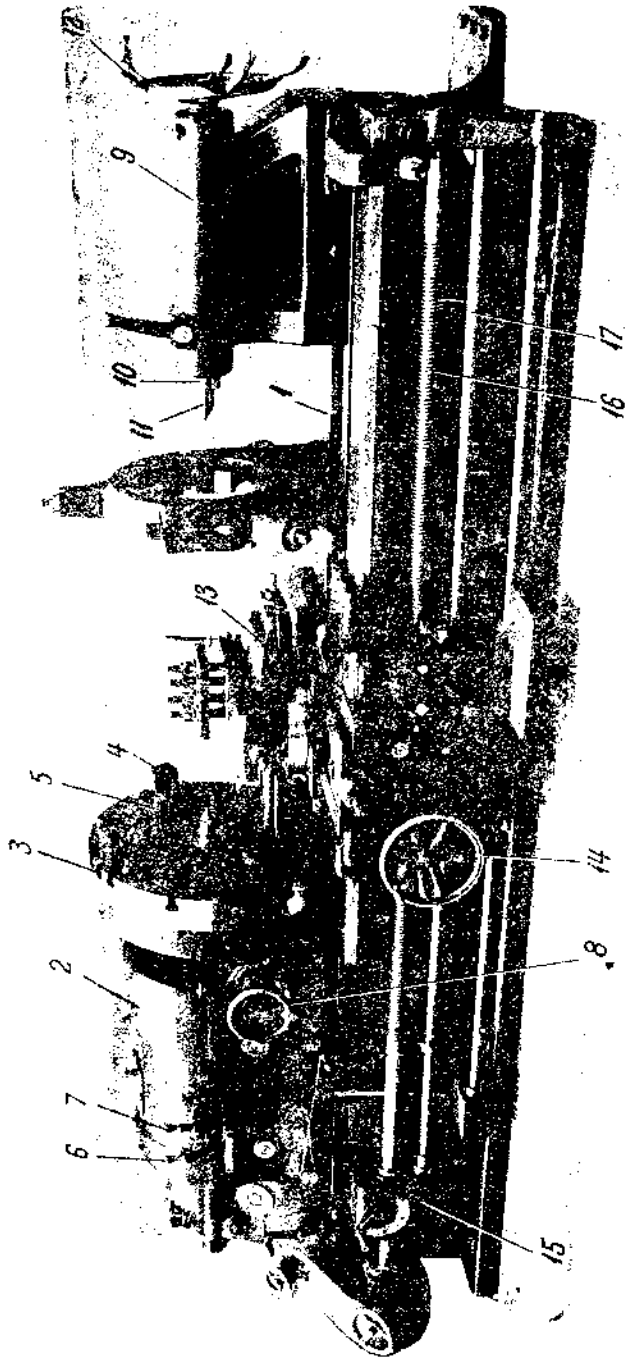


Рис. 4. Современный токарный станок.

что при постоянном числе оборотов электромотора, обслуживающего станок, числа оборотов шпинделя можно изменять в довольно широких пределах. Изменение скоростей шпинделя получается поворотами рукояток 6—7, а также маховика 8, связанных с внутренними частями передней бабки (коробки скоростей). На правом конце станины имеется задняя бабка 9, которая предназначена для поддержания обрабатываемого предмета, если он длинен, и у этой бабки имеется шпиндель 10 с вставленным в него задним центром 11. Бабка эта может быть поставлена в любое положение на станине, а шпиндель ее может быть выдвинут из корпуса бабки посредством маховика 12.

Обрабатываемое изделие, как мы сказали выше, закрепляется в патроне 3. Другой способ закрепления изделий состоит в том, что на торцах его засверли-

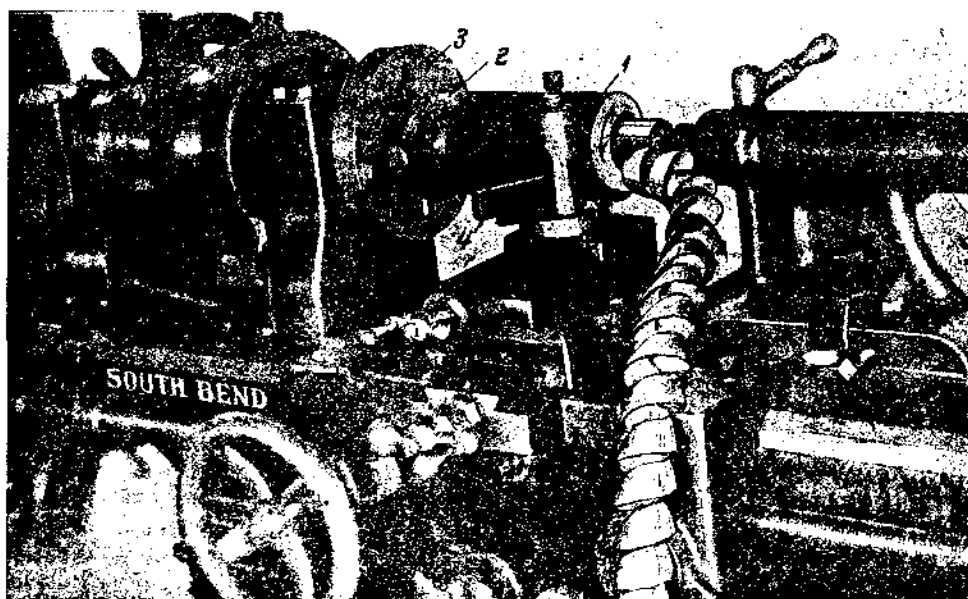


Рис. 5. Движение резания на токарном станке.

ваются отверстия, точно соответствующие конусам центров станка. Пользуясь этими отверстиями, обрабатываемое изделие можно поставить на центра станка и затем связать его тем или иным способом с шпинделем передней бабки.

Режущий инструмент (резец) закрепляется на суппорте 13, который может перемещаться вдоль станины станка или вручную, при вращении за маховичок 14, или автоматически, при помощи механизма подачи 15 и ходового винта 16 (или валика 17). Коробка подач 15 связана со шпинделем станка, благодаря чему скорость вращения шпинделя и перемещение суппорта получают строго согласованными. Суппорт состоит из нескольких частей, которые могут перемещаться относительно друг друга и тем самым ставить резец, закрепляемый в головке суппорта, в разные положения. Используя суппорт и его части, резцу можно сообщить подачи: продольную — вдоль станка или поперечную — поперек его.

Ознакомившись с устройством токарного станка, возвращаемся к определению движений, обеспечивающих процесс резания. Представим себе, что в центрах станка установлена круглая болванка 1 (рис. 5) и связана со шпинделем станка посредством хомутика 2 и поводкового патрона 3. Пустив станок в ход, мы заставим болванку 1 вращаться в направлении, указанном на рис. 5 стрелкой. В головку суппорта станка закрепим резец 4, режущий конец которого введем в тело болванки 1.

Совершенно ясно, что при вращении болванки резец будет снимать стружку. Это и есть главное или *рабочее* движение. Перемещение резца вдоль станка обеспечивает непрерывность процесса резания. Это есть *подача*. Если болванка будет все время вращаться, а резец постепенно перемещаться вдоль станины, то болванка *1* будет вся обработана, или, как говорят, *обточена*.

Итак, распределение движений, необходимых для процесса резания на токарном станке, получается следующим образом:

1) Главное или рабочее движение — вращательное получается от шпинделя станка, с которым тем или иным способом связывается обрабатываемое изделие.

2) Подача — получается благодаря перемещению резца вместе с суппортом вдоль станка (поступательное движение).

Очевидно, что как главное движение при резании, так и подача должны и могут изменяться в зависимости от различных условий, при которых происходит резание в каждом отдельном случае.

Скорость, с которой обрабатываемая поверхность перемещается относительно лезвия резца, называется *скоростью резания* и измеряется

метрами в минуту. Так, если говорят, например, что скорость резания есть 20 метров в минуту, то это значит, что поверхность обрабатываемого изделия проходит около лезвия резца со скоростью 20 метров в минуту. Для краткости вместо слов «метров в минуту» принято писать *м/мин.*, так что в нашем случае скорость резания есть 20 *м/мин.*

Для определения скорости резания существует следующая простая формула:

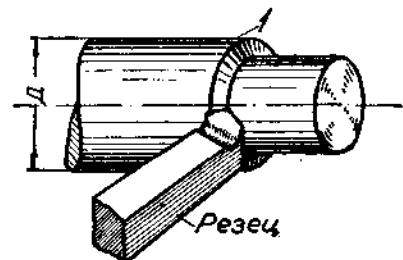


Рис. 6. Определение скорости резания.

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \text{ м/мин.},$$

где *V* — скорость резания, π есть постоянное число, равное 3,14, *D* есть диаметр обрабатываемого изделия, в миллиметрах, и *n* — число оборотов изделия в минуту.

Разберем, каким образом получилась эта формула. Представим себе, что мы обрабатываем вал, диаметр которого есть *D* миллиметров (рис. 6). Число оборотов вала во время обработки есть *n* в одну минуту. Если бы вал делал один оборот в минуту, то каждая его точка, например *1*, за один оборот проходила бы путь, равный длине окружности, диаметр которой есть *D* мм.

В таком случае скорость резания была бы равна

$$\pi \times D \text{ миллиметров в минуту,}$$

где π есть постоянное число, равное 3,14.

Но вал делает не один оборот в минуту, а *n* оборотов, и поэтому скорость перемещения точки *1* относительно резца будет в *n* раз больше, чем при одном обороте, т.е.

$$\pi \times D \times n \text{ миллиметров в минуту.}$$

Выше мы сказали, что скорость резания принято считать в метрах, полученная же у нас скорость выражена в миллиметрах; поэтому, чтобы привести ее к метрам, произведение

$$\pi \times D \times n$$

необходимо разделить на 1 000 (1 метр равен 1 000 мм).

Формула, определяющая скорость резания, произносится так:

Скорость резания равна произведению длины окружности (в мм) обрабатываемого изделия на число его оборотов в минуту, разделенному на 1 000.

Величина диаметра D всегда берется по черному, т.-е. еще не обработанному месту (рис. 6).

Сделаем несколько примеров на определение скорости резания.

П р и м е р 1. Обрабатываемый на токарном станке вал делает 100 оборотов в минуту. Диаметр вала (до обработки) — 50 мм. Какова скорость резания?

В этом случае $n = 100$ об./мин., $D = 50$ мм. Подставляя эти величины в формулу для определения скорости резания, получаем:

$$V = \frac{3,14 \times 100 \times 50}{1000} = 15,7 \text{ м/мин.}$$

П р и м е р 2. Чугунный шкив имеет диаметр $D = 600$ мм и делает 6 оборотов в минуту. Как велика скорость резания при обточке обода этого шкива?

Имеем $D = 600$ мм, $n = 6$ об./мин. Поэтому:

$$V = \frac{3,14 \times 600 \times 6}{1000} = 11,4 \text{ м/мин.}$$

Мы увидим дальше, что скорость резания при обработке какого-либо изделия выбирается в зависимости от материала обрабатываемого изделия, качества резца и др. обстоятельств.

Подачей на токарном станке называется перемещение супорта его. Подача измеряется в миллиметрах на 1 оборот шпинделя станка. Так, если говорят, что, например, при обработке чугунного шкива (см. выше) подача 0,8 мм, то это значит, что в то время, как шпиндель станка делал один оборот, супорт его прошел 0,8 мм.

Подача называется *продольной*, если резец перемещается параллельно оси изделия (например, при обработке цилиндра). Если же подача происходит по направлению к оси изделия и под прямым углом к ней (как, например, при обработке торцев изделий), то она называется *поперечной*. Используя обе подачи одновременно, изделию можно сообщить любую форму, например, конуса, шара и т. д.

Нам остается установить еще одну величину, определяющую процесс резания, а именно — глубину резания. *Глубиной резания* при обточке называют половину разности диаметров обрабатываемого изделия до прохода резца и после него. Таким образом, если диаметр изделия до обточки был 100 мм, а после одного прохода резца стал равен 90 мм, то это значит, что глубина резания была

$$\frac{100 - 90}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Глубина резания измеряется в миллиметрах.

Определение глубины резания при работе поперечной подачей представляем сделать читателю.

§ 2. Краткий исторический обзор конструкций токарных станков и современные типы их.

Изобретение токарного станка теряется в глубокой древности. При раскопках в Египте найдены каменные изделия со следами резца, которым они были обработаны. Таким образом, токарное дело существовало еще за много лет до начала нашей эры. Мы не имеем исчерпывающих указаний о конструкциях станков такого далекого прошлого, но с полной достоверностью можем утверждать, что в то время были только ручные станки, а не машины — орудия, главный признак которых автоматичность.

На рис. 7 представлен старинный русский кустарный станок, относящийся к более позднему времени, но, вероятно, лишь немногим отличающийся от тех станков, которыми пользовались древние египтяне.

Обрабатываемая болванка устанавливалась на заостренных брусках 1 и 2 (по-современному — на центрах). Один из этих брусков закреплялся в стойке 3,

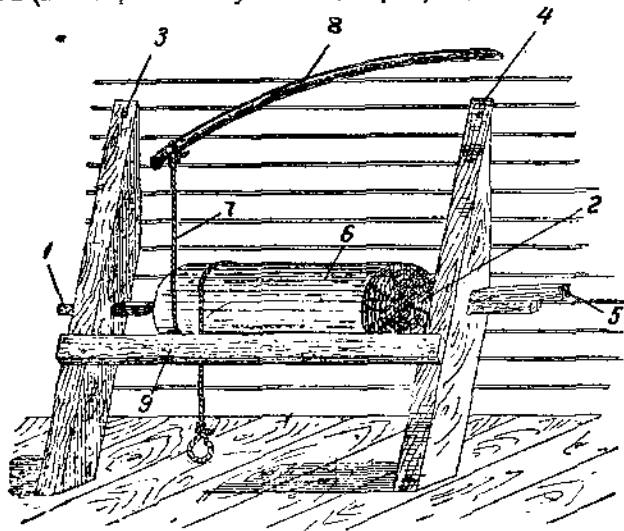


Рис. 7. Старинный русский токарный станок.

прикрепленной к полу и к стене намертво, а другой закладывался в такую же стойку 4 и мог быть закреплён в ней клином 5. На эти бруски, как на центра, устанавливали обрабатываемое изделие 6. Вокруг изделия обматывалась веревка 7, верхний конец которой привязывался к упругой жерди 8, а нижний оканчивался петлей — для ноги токаря. Брусок 9 служил опорой для резца. Станок этот действовал следующим образом:

Рабочий вставлял ногу в петлю веревки (как в стремя) и натягивал ее,

вследствие чего обрабатываемая болванка делала несколько оборотов. Тогда рабочий движением ноги вверх освобождал веревку, которая под действием выпрямляющейся жерди поднималась вверх. Изделие при этом вращалось в обратную сторону, так что постоянного вращения в одну сторону у обрабатываемой болванки не было. Резание, следовательно, происходило только тогда, когда нога рабочего опускалась.

Усовершенствование токарных станков происходило очень медленно и только в 1793 году был изобретен супорт. Насколько не похожи были станки того

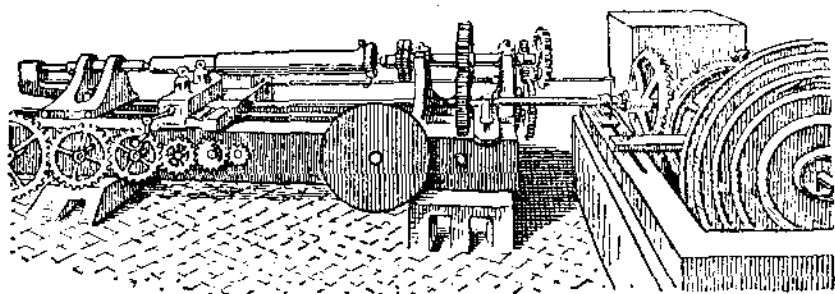


Рис. 8. Старинный английский токарный станок.

времени на современные, можно видеть из рис. 8, на котором представлен токарный станок, построенный в Англии в 1810 году.

Гораздо ближе к современным токарный станок, изображенный на рис. 9 и относящийся к середине прошлого столетия. Станок этот имеет переднюю бабку со ступенчатым шкивом, позволяющую сообщать шпинделю разные скорости.

Но супорт его еще не был связан с шпинделем станка, и все перемещения его производились только вручную.

Эти перемещения супорта были автоматизированы введением так называемого ходового валика (рис. 10) и зубчатой рейки, посредством которых супорт получал движение от шпинделя станка. Этот станок был назван самоточкой за

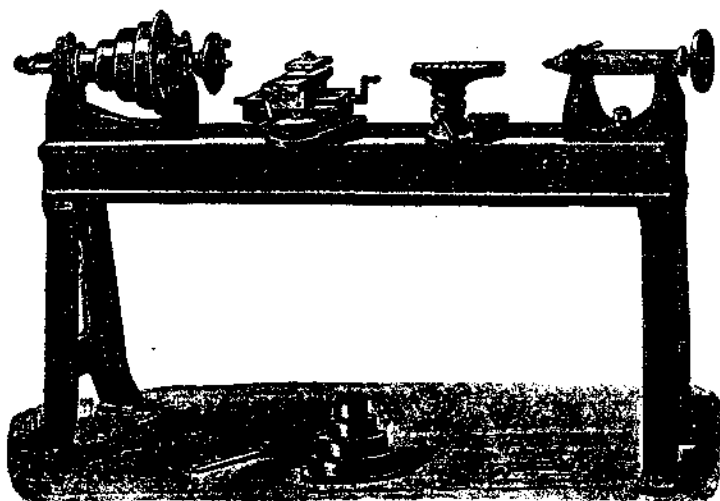


Рис. 9. Токарный станок без автоматической подачи супорта.

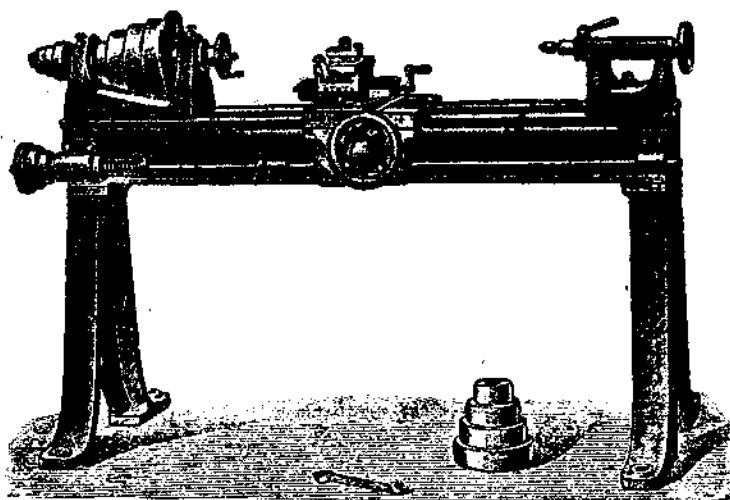


Рис. 10. Токарный станок с ходовым валиком.

его способность работать без постоянного участия токаря. Первые такие станки имели только продольную подачу, а более совершенные — и поперечную. На рис. 11 представлен токарный винторезный станок со всеми полагающимися к нему принадлежностями. Введение ходового винта и сменных шестерен дало возможность производить на таких станках нарезку винтов, что и послужило основанием для названия их винторезными. Станок этот относится

к концу прошлого столетия или началу нашего и предназначался для работы резцами из углеродистой стали.

Появление в 1900 году так называемой быстрорежущей стали, которая дала возможность производить токарные работы со скоростями резания значительно большими, чем это допускали резцы из углеродистой стали, вызвало целый

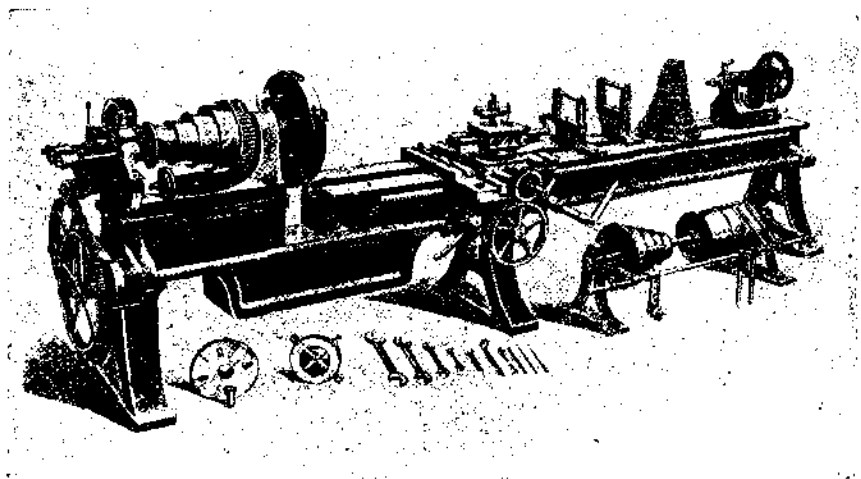


Рис. 11. Токарный станок с ходовым винтом

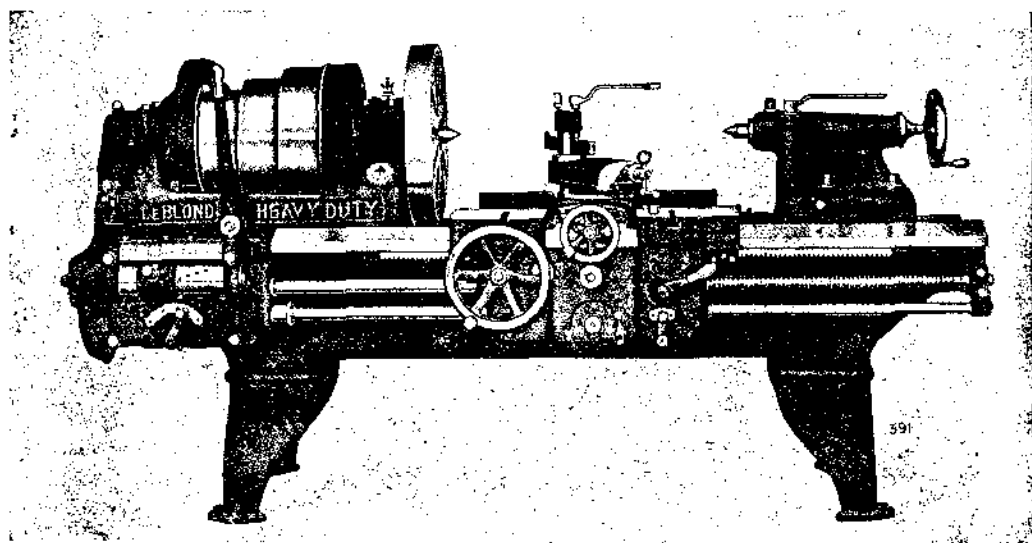


Рис. 12. Современный токарный станок с ступенчатым шкивом.

переворот в станкостроении. Станки стали строить мощными и быстроходными, с более сильными станинами, передними бабками и др. частями.

Один из таких станков представлен на рис. 12. Сменные шестерни, посредством которых супорту станка можно сообщить разные подачи, стали заменять так называемыми **к о р о б к а м и п о д а ч**, что значительно упрощает обслуживание станка. Для связи между коробкой подач и супортом у этого станка

служат ходовой винт и ходовой валик. Первый из них применяется при нарезке винтов и других работах, когда скорости вращения шпинделя и перемещения супорта должны быть точно согласованы. Ходовым валиком пользуются во всех остальных случаях, сохраняя таким образом винт от износа.

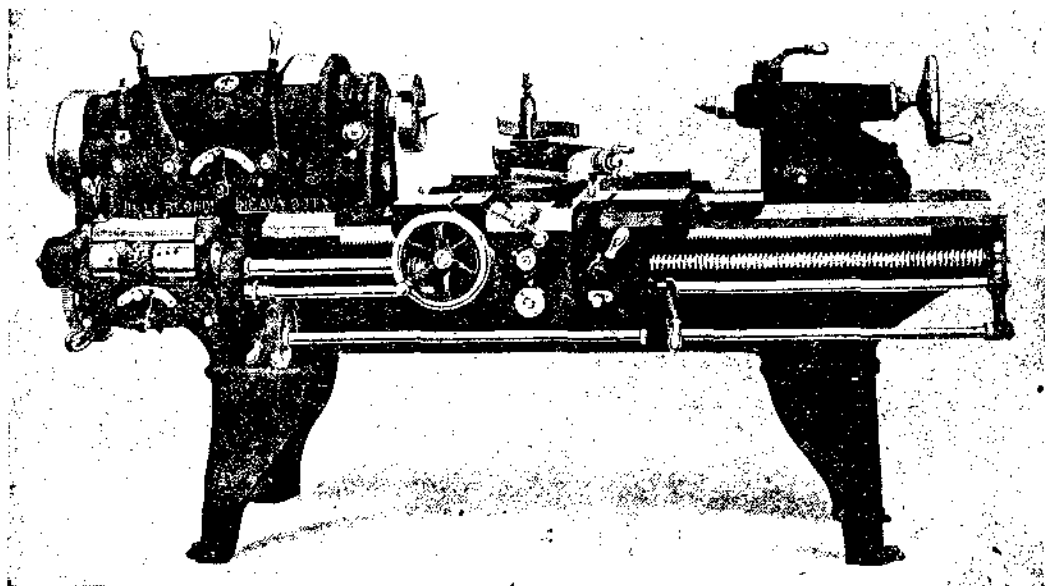


Рис. 13. Токарный станок с коробкой скоростей.

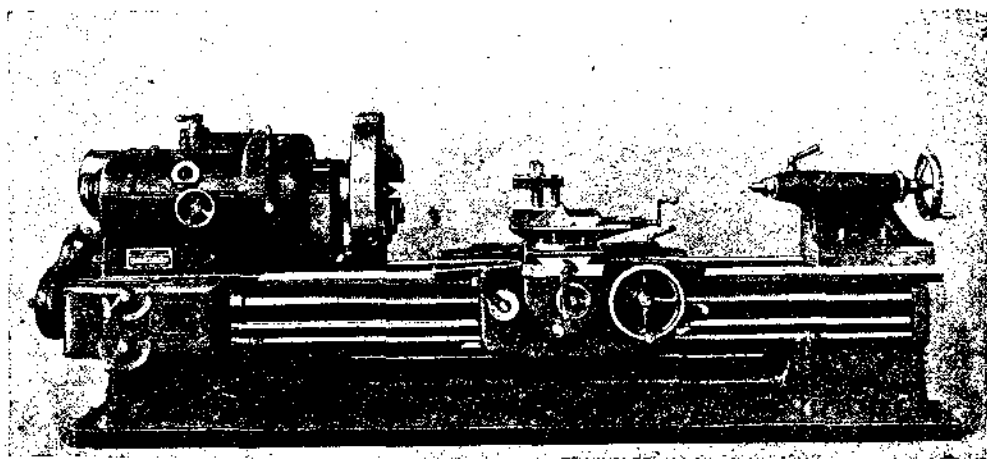


Рис. 14. Токарный станок с гидравлической коробкой скоростей.

Передняя бабка со ступенчатым шкивом также вытесняется более совершенным устройством, — коробкой скоростей, обеспечивающей быструю перемену скоростей станка (рис. 13). Коробка эта состоит из набора шестерен, которые могут быть сцеплены между собой в разных комбинациях. Очень много таких коробок устроены таким образом, что перемену скоростей можно производить, не останавливая станка. Но при всех своих достоинствах коробки скоро-

стей с зубчатыми шестернями дают в большинстве случаев недостаточное количество скоростей, так как увеличение числа их связано с большим усложнением коробки. Кроме того, при переходе от одной скорости к ближайшей следующей часто получается настолько резкий скачок, что часто приходится возвращаться назад и работать на скорости меньшей, допускаемой в данном случае.

Этих недостатков не имеет так называемая гидравлическая коробка скоростей, которой снабжен станок, изображенный на рис. 14. Эта коробка дает возможность получить большое количество скоростей станка, плавно переходя от одной скорости к другой.

Одновременно с улучшением конструкций станков увеличивались и размеры их. На рис. 15 представлен довольно крупный станок, о величине которого можно судить по соотношению станка с ростом человека, изображенного на том же рисунке. Станок снабжен двумя суппортами, что значительно сокращает время обработки длинных изделий. Общая длина его около 15 метров, но это далеко не самый большой станок, какой можно видеть в современных мастерских.

Качества режущих инструментов также непрерывно совершенствовались. Быстрорежущая сталь, появившаяся, как мы говорили выше, около 1900 года, до последнего времени была лучшим материалом для токарных резцов. Старые, построенные во времена углеродистой стали токарные станки постепенно исчезли из наших мастерских, и их заменили новые, мощные станки. Но в последнее время появились новые сверхбыстрорежущие металлы, и снова станки оказываются маломощными и тихходными. Техника наших дней идет неизмеримо быстрее, чем это было в начале столетия, и поэтому на появление сверхбыстрорежущих металлов лучшие станкостроительные заводы немедленно ответили постройкой новых станков.

На рис. 16 представлен один из таких станков (фирмы Шисс-Дефриз, Германия). Станок этот работает от отдельного электромотора в 35 лш. сил. Управление станка — кнопочное, так что токарь, не уходя с своего места, может

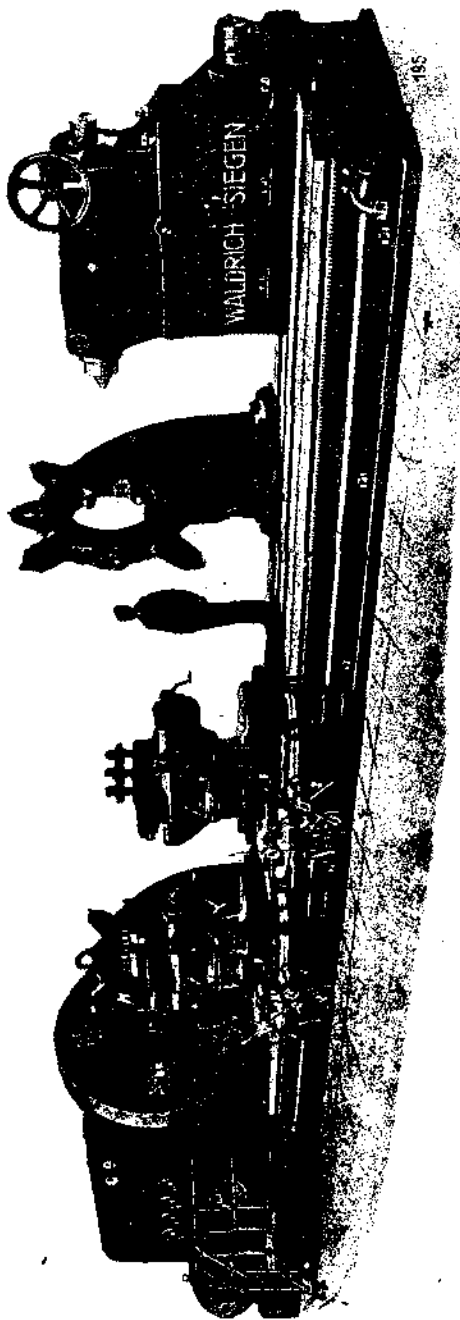


Рис. 15. Большой современный токарный станок.

пустить станок в ход и остановить его простым нажатием кнопки. Для быстрого перемещения супорта вдоль станины имеется отдельный электромотор. Управление этим мотором также кнопочное. Таким образом для того, чтобы переместить супорт, токарю достаточно нажать кнопку. Электромотор, обслуживающий супорт, немедленно останавливается, как только палец рабочего снят с кнопки.

Вместе с улучшением конструкций и увеличением размеров токарных станков росла и производительность их, которая измеряется обычно количеством стружки, снятой на данном станке в один час времени. Количество этой стружки постепенно увеличивалось с повышением подачи и глубины резания, при которых производилась обточка изделий на станках, что оказалось возможным по мере усиления конструкций станков. Росту производительности станков сильно способствовало и непрерывное повышение качества режущих инструментов — резцов, обеспечившее возможность увеличить скорости резания.

Во время работы станка резец нагревается, становится мягким и поэтому теряет свои режущие свойства. Резцы из обыкновенной углеродистой стали, которая была почти единственным материалом для резцов до 900-х годов, выдерживают нагревание без уменьшения их режущих свойств только до 200—250° Ц.

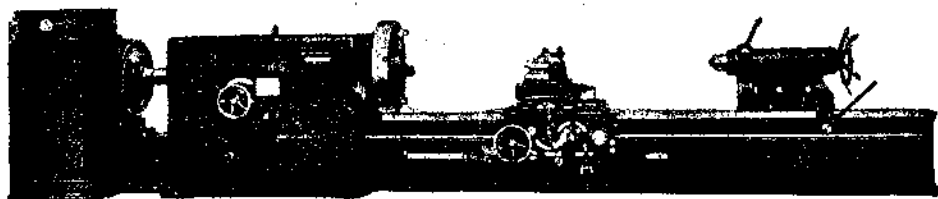


Рис. 16. Токарный станок для Видиа.

Уже при нагреве до 150° Ц резец иногда становится настолько мягким, что оказывается негодным для дальнейшей работы. Эта низкая стойкость резцов из углеродистой стали давала возможность работать лишь на очень низких скоростях резания. При обработке чугуна средней твердости скорости резания около 6 м/мин. часто были предельными, какие мог выдерживать резец.

Появившаяся в начале нашего столетия быстрорежущая сталь допускает нагрев при работе до 600—700° Ц, не уменьшая при этом своей твердости. Скорость резания в 12 м/мин. при обработке чугуна является вполне возможной. Резец из быстрорежущей стали работает при этой скорости, не затупляясь довольно продолжительное время.

Сверхтвердые быстрорежущие металлы (Видиа и др.), появление которых относится к самому последнему времени, позволили работать с очень высокими скоростями резания, значительно превысившими наибольшие возможности для резцов из быстрорежущей стали. Обработка чугуна средней твердости может производиться резцами Видиа при скорости резания 60 м/мин. при обдирочных работах и даже 100 м/мин. при чистовых. Резец при этом нагревается до очень высокой температуры, не теряя своей твердости.

Увеличение производительности станков, как результат повышения скоростей резания, становится особенно очевидным, если сравнить количество стружек, снимаемых в час резцами из перечисленных материалов.

Еще в середине прошлого столетия, когда были резцы только из углеродистой стали, токарный станок считался очень медленным. Он давал 5 кг стружек в час. Современные токарные станки, снабженные резцами из быстрорежущей стали, дают возможность снимать до 300 кг стружки в час. Резцы Видиа, при применении их на станках, снимают для тех же размеров (рис. 16), снимают до 800 кг стружки в час.

Токарное дело.

Республіканська
наукова-технічна
бібліотека

В. М. М'я
193 г.

2
193 г.

Такое сильное повышение производительности токарных станков вызвало и увеличение мощности электромоторов, их обслуживающих. Станок средней величины при резцах из углеродистой стали работал от электромотора в 3,5



Рис. 17. Стружка 30 × 6 мм.

лош. силы. Такой же станок, после замены углеродистой стали быстрорежущей, требует электромотора в 13—15 сил, и, наконец, станки таких же размеров и построенные в наши дни для резцов Видиа снабжаются электромоторами в 50 сил. Одной английской фирмой построен недавно токарный станок, который работает от отдельного электромотора в 300 лш. сил. Станок этот предназначен для работ резцами Видиа.

О размерах стружки, снимаемой на современных станках, можно судить по рис. 17, на котором показана стружка, полученная при обработке стали. Скорость резания была при этом около 8 м/мин., глубина резания—30 мм и подача—6 мм.

Автор этой книги во время работы на одном из крупных машиностроительных заводов в Германии наблюдал обработку большой стальной детали, производившуюся при скорости резания также около 8 м в минуту, но глубина резания в этом случае была 50 мм и подача — 10 мм на оборот изделия.

На рис. 18 представлена обработка (расточка внутри) кованого (без шва) котла, производящаяся в одной из мастерских известных заводов Ф. Круппа

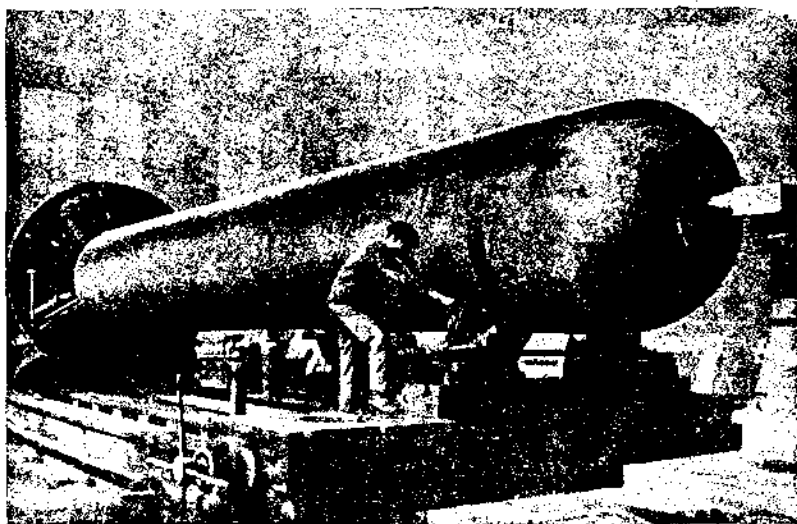


Рис. 18. Обработка кованого котла.

в Германии. Рисунок этот прекрасно показывает современное состояние как горячей, так и холодной обработки металлов. Не легко отковать такой котел (он имеет диаметр 1500 мм и длину около 12 м), но и совсем не просто обработать его на токарном станке (кстати укажем, что на рис. 18 показан станок длиной

около 30 м); в современных же условиях все это делается без особых затруднений.

Улучшение конструкций токарных станков и увеличение их производительности постепенно расширяли область применения этих станков. Постепенно, в соответствии с увеличением величины и количества обрабатываемых деталей, а также очертаний их, изменялись внешние формы станков и некоторые части их.

Современные токарные станки могут быть разделены на следующие группы.

1) Центровые — винторезные станки, чаще называемые просто токарными. Самое название «центровые» указывает на присутствие у этих станков центров, т.е. двух бабок — передней и задней. Присутствие ходового винта, обеспечивающего возможность делать нарезку, послужило основанием для названия этого станка винторезным.

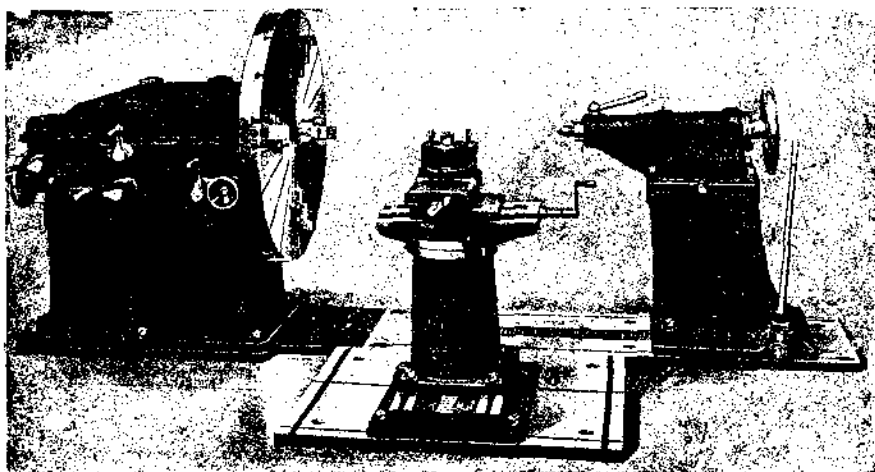


Рис. 19. Лобовой станок.

2) Лобовые станки. У этих станков, предназначенных для обработки изделий с большими диаметрами, очень часто нет станины (рис. 19). Супорт и задняя бабка располагаются на общей с передней бабкой фундаментной плите. Задняя бабка иногда отсутствует.

Существует много типов лобовых станков, но останавливаться на них сейчас мы не будем и сделаем это позднее, в главе IV той книги.

3) Карусельные станки. Большие затруднения, возникающие при закреплении громоздких и тяжелых изделий в патронах лобовых станков, вызвало появление еще одного типа токарных станков, а именно карусельного (рис. 20). В этом случае шпиндель станка вертикален, и патрон представляет собой горизонтальную плоскость. Изделие, положенное на патрон, лежит спокойно и закрепление его производится легко.

Различные типы карусельных станков будут разобраны в главе IV.

4) Революрные станки отличаются от обыкновенных токарных устройством супорта, который в этом случае допускает закрепление нескольких инструментов. Эти инструменты в определенном порядке подводятся к обрабатываемому изделию, и благодаря этому оно может быть обработано с начала до конца с одной установки и без смены инструментов, отнимающей время.

Одна из современных конструкций революрных станков представлена на рис. 21. Применение революрных станков дает возможность значительно ускорить и, значит, удешевить изготовление различных изделий при массовом производстве.

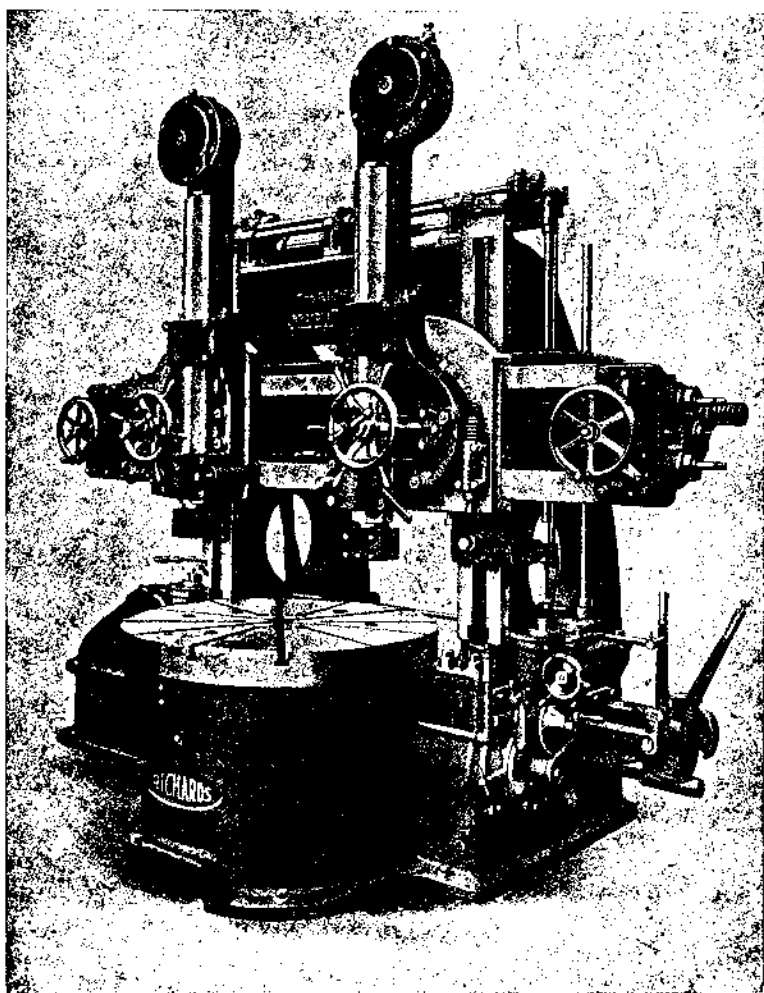


Рис. 20. Карусельный станок с двумя стойками.

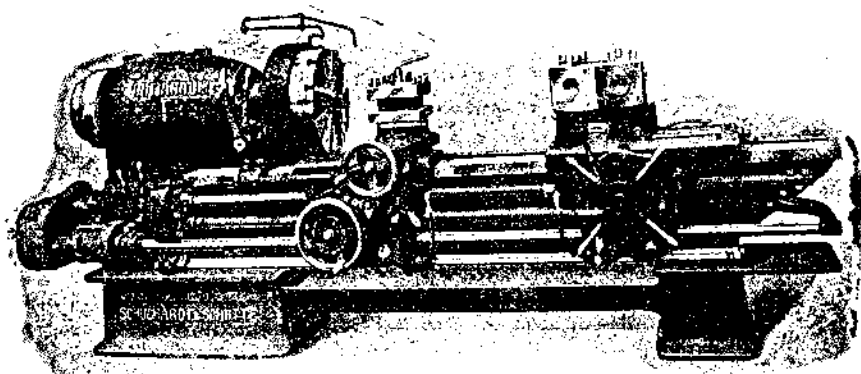


Рис. 21. Револьверный станок.

Дальнейшее усовершенствование револьверных станков привело к так называемым а в т о м а т а м, все движение которых, в том числе и закрепление материала, происходит автоматически, посредством особых механизмов, имеющих у станка. Револьверные станки, у которых автоматизированы только движения супорта, а закрепление изделий производится рабочим, обслуживающим станок, называются п о л у а в т о м а т а м и.

Изучение конструкций револьверных станков, полуавтоматов и автоматов, а также работы на них представляют собой отдельную область токарного дела. Поэтому в этой книге все вопросы, связанные с револьверными станками, совершенно не рассматриваются.

5) Последнюю группу токарных станков составляют различные специальные станки. Каждый из таких станков предназначен для какой-либо одной работы. Наиболее распространенные из них будут нами разобраны в главе XVI этой книги.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Токарные станки.

Основными частями всякого токарного станка являются:

1. Станина.
2. Передняя бабка и механизмы для изменения скоростей.
3. Задняя бабка.
4. Супорт.
5. Механизмы подачи.
6. Контрприводы.

Переходим к подробному разбору всех этих частей.

§ 1. Станины.

Станина токарного станка служит опорой для передней и задней бабки и одновременно с этим является как бы рельсами для супорта. Всякая станина

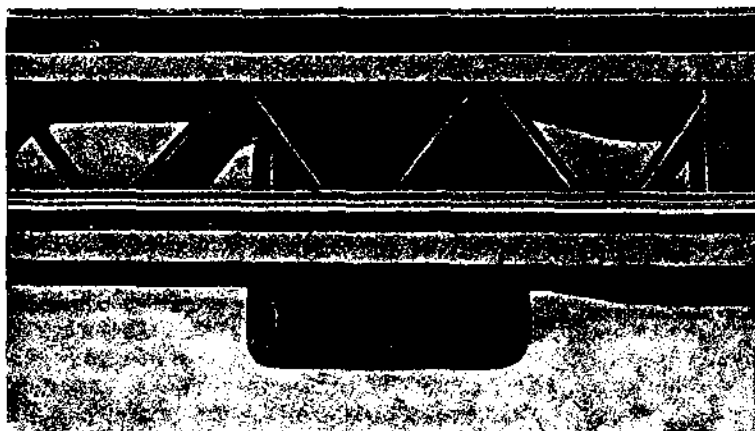


Рис. 22. Поперечные ребра станины.

состоит из двух продольных балок (рис. 22), связанных между собой несколькими поперечными ребрами. Поперечные ребра делаются в таком количестве и располагаются так, чтобы обеспечить всей станине необходимую жесткость.

До последнего времени ребра жесткости делали поперек станины. Станины современных станков часто имеют скрепляющие ребра, направленные под некоторым углом к продольным балкам (рис. 22), что дает станине большую жесткость.

Станина покоится на двух или нескольких ножках (в зависимости от длины станины). У некоторых станков ножки эти делаются так, что служат шкафами для сменных шестерен, гаечных ключей и др. мелких принадлежностей токарного станка. Такие ножки-шкафики делают, в большинстве случаев, у станков средней величины. Нередко можно встретить станок, у которого одна ножка (обычно левая, под передней бабкой) выполнена в виде шкафчика, а правая — как обыкновенная ножка.

Крупные станки очень часто ножек совсем не имеют, и станина их укладывается прямо на фундамент (рис. 15 и 16).

Верхние части продольных балок станины, по которым двигаются супорт и задняя бабка, называются **направляющими**. Существует очень много

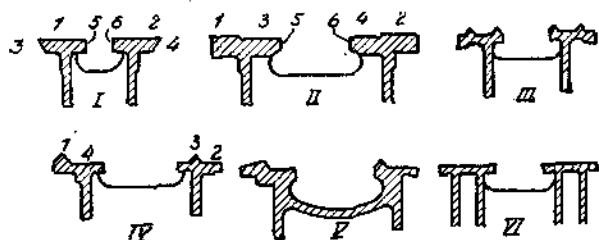


Рис. 23. Профили станины токарного станка.

форм направляющих, но все формы эти могут быть разделены на две группы — плоские или так называемые европейские и призматические или американские. Следует отметить, что названия форм направляющих станин по странам света (европейские и американские), когда-то имевшие под собой почву, в на-

стоящее время потеряли свой смысл. Действительно, многие германские станкостроительные заводы делают станины американского типа и наоборот.

На рисунке 23-I показана станина токарного станка европейского типа, у которой направляющими для супорта служат верхние широкие плоскости 1 и 2 и две боковые 3 и 4. Плоскости 1 и 2 должны быть достаточно широки, чтобы супорт имел хорошее направление. Чем шире эти плоскости, тем больше получается опорная площадь супорта и тем медленнее, поэтому, изнашивается станина. Но при большой опорной площади супорта его трудно передвигать вручную, что является недостатком станков со станинами европейского типа. Более существенный недостаток этого типа станин состоит в том, что супорт и задняя бабка станка располагаются на одних и тех же направляющих, вследствие чего по мере снашивания направляющих станины задняя бабка будет опускаться, в то время как передняя остается на старом месте, и, следовательно, станок развернется.

Современные станины европейского типа делаются так, как это показано на рис. 23-II, из которого видно, что направляющие для супорта (1 и 2) отделены от направляющих задней бабки (3 и 4). Направляющие 1 и 2 сделаны в этом случае выше направляющих для задней бабки (3 и 4), и поэтому снашивание их не отзовется на точности станка.

Американские станины имеют 4 призматических направляющих (рис. 23-III). Две наружных призмы предназначены для направления супорта, две внутренние служат для задней бабки. В этом случае опорные поверхности супорта получают слишком малыми и, вследствие этого, направляющие станины быстро изнашиваются. Кроме того, на узких призмах супорт и задняя бабка не так устойчивы, как на широких плоских направляющих, и поэтому американские типы станин встречаются главным образом у небольших станков.

За последние годы и американские и европейские станкостроительные заводы остановились как будто на следующем правиле: для мелких и средних станков делать станины американского типа, для крупных — европейского.

Плоские направляющие часто можно видеть у небольших станков, к которым предъявляются высокие требования в смысле точности.

Многие заводы, впрочем, далеко не всегда придерживаются этого правила и останавливаются на смешанном типе станины (рис. 23-IV). В этом случае салазки супорта опираются на одну призму 1, расположенную на передней балке станины. Вторая сторона супорта ходит по плоской направляющей 2. Для задней бабки служат призма 3 и плоская направляющая 4.

На рис. 23-V показана станина американского токарного станка (фирмы Ле-Блонд), устройство которого в дальнейшем будет разобрано подробно.

Есть еще много профилей станин токарных станков, но все они могут быть отнесены к одному из рассмотренных нами типов, и останавливаться на них, поэтому, мы не будем.

На рисунке 23-VI изображена станина токарного станка очень тяжелого типа. Вертикальные ребра продольных балок сделаны в этом случае для большей жесткости двойными.

§ 2. Передняя бабка и механизмы для изменения скоростей.

Назначение передней бабки токарного станка — поддержать обрабатываемое изделие и сообщить ему вращение (рабочее движение). Скорость этого вращения должна изменяться в зависимости от размеров и материала изделия и качества резца. Поэтому передняя бабка состоит из:

1) деталей, которые служат для поддержания обрабатываемого изделия и сообщения ему рабочего движения, и

2) различных устройств, посредством которых можно изменять скорость вращения обрабатываемого изделия.

А. Основные части передней бабки.

а) Ш п и н д е л ь.

Главной частью передней бабки токарного станка является шпиндель. Правый конец шпинделя обычно имеет нарезку, на которую может быть накручен патрон или какое-либо другое приспособление для закрепления обрабатываемого изделия. Шпиндель вращается в двух подшипниках, а вместе с ним вращается и изделие, подлежащее обработке.

Точность станка в весьма значительной степени зависит от шпинделя. Он не должен прогибаться ни под действием веса обрабатываемого изделия, ни от натяжения ремня, ни от давления резца. Шейки шпинделя, т.е. части его, которые находятся в подшипниках, должны быть правильно и чисто шлифованы. Материалом для шпинделя служит сталь средней твердости. У современных станков шпинделя очень часто делаются закаленные.

Только у старых токарных станков шпинделя сплошные. У всех новых станков шпинделя делаются пустотелыми, со сквозным отверстием. В передней (правой) части шпинделя это отверстие расточено на конус, ось которого должна строго совпадать с осью вращения шпинделя. В противном случае центр, вставленный в этот конус, будет бить. Во избежание этого после каждого ремонта передней бабки нужно тщательно проверять, не бьет ли передний центр, и если это обнаружится — расточить конус, снимая при этом возможно меньше материала шпинделя.

Шпиндель не должен иметь слабину ни в подшипниках, ни в осевом направлении. Эта устойчивость шпинделя обеспечивается солидными подшипниками и надежными устройствами для регулировки натяга шпинделя.

Рассмотрим несколько распространенных типов подшипников передней бабки токарного станка и упорные устройства шпинделя.

6) Подшипники передней бабки.

На рис. 24 (справа) показана одна из распространенных конструкций переднего подшипника неподвижной (передней) бабки токарного станка. Бронзовая втулка расточена внутри по шейке шпинделя (цилиндр), а снаружи точно по конусному гнезду в корпусе передней бабки. Втулка 7 (рис. 24) имеет один сквозной прорез 2 и несколько надрезов 3 (на рис. 24 таких надрезов показано три). На нарезанные концы втулки наворачиваются гайки 4 и 5, с помощью которых втулка закрепляется в гнезде передней бабки. Этими же гайками производится и регулировка натяга разрезного подшипника. Если подшипник слаб и его необходимо подтянуть, то, ослабив гайку 4 и поджав гайку 5 (это делается специальным ключом, но ни в каком случае не ударами молотка), мы заставим втулку 7 переместиться влево. Перемещаясь влево в конусном гнезде бабки, втулка, понятно, сожмется и уменьшит свой внутренний диаметр. Если подшипник окажется затянут слишком туго — следует, ослабив гайку 5, натянуть гайку 4. По окончании регулировки обе гайки должны быть туго затянуты.

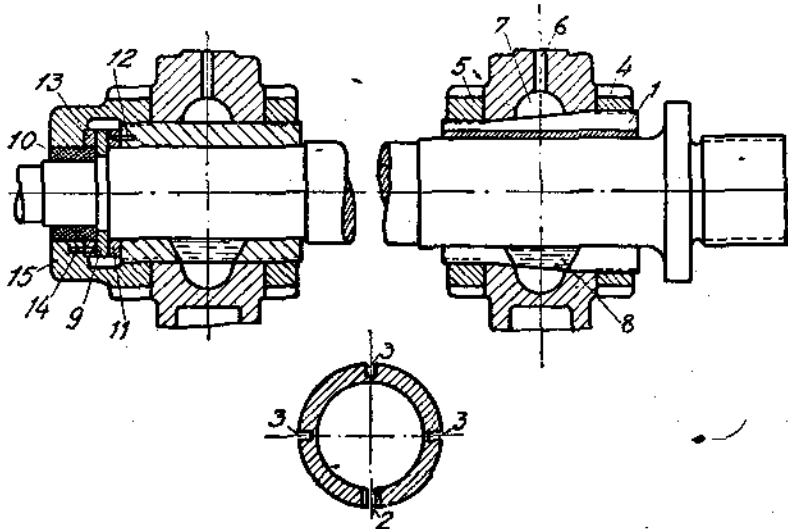


Рис. 24. Разрезной подшипник и упорное устройство.

Смазка разрезного подшипника производится через масленку, находящуюся сверху подшипника. Из масленки, ввернутой в отверстие 6, масло по кольцевой выточке 7 проходит в нижнюю часть подшипника, где в сквозной прорез втулки положен кусок войлока 8, который не мешает сжиматься втулке при регулировке и в то же время, работая как фитиль, постоянно смазывает шейку шпинделя.

Задний подшипник нагружен во время работы станка значительно меньше переднего и изнашивается поэтому медленно. Поэтому бронзовую втулку иногда делают неразрезной, как это и показано на рис. 24 слева. Но для того, чтобы шпиндель не имел осевых перемещений (вправо или влево), у заднего подшипника делается специальное, так называемое упорное устройство. В рассматриваемом случае упорное устройство состоит в следующем. На заплечик, имеющийся на левом конце шпинделя, посажено закаленное кольцо 9, закрепленное на шпинделе круглой гайкой 10. Таким образом кольцо 9 намертво связано со шпинделем и вращается вместе с ним. Такое же закаленное кольцо 11 связано штифтом 12 с бронзовой втулкой, и кольцо 13, скрепленное штифтом 14 с гайкой 15 во время работы станка неподвижно. Давление, действующее на шпиндель влево, будет восприниматься кольцом 13, а действующее вправо —

кольцом 11. Шпиндель, следовательно, при помощи кольца 9, зажатого между кольцами 11 и 13, не может иметь осевых перемещений.

При таком устройстве подшипников передней бабки уход за станком очень прост. Игра шпинделя в поперечном направлении легко и быстро может быть устранена регулировкой натяга гаек 4 и 5 переднего подшипника. Игра в осевом направлении также быстро прекращается подтягиванием соответствующих гаек заднего подшипника.

Существенный недостаток только-что разобранного упорного устройства в том, что при работе станка между кольцами имеет место значительное трение, в результате которого при неудовлетворительной смазке особенно часто происходит перегрев и заедание колец.

Для уменьшения этого трения прибегают к шариковым упорным подшипникам. На рис. 25 слева показана улучшенная таким образом конструкция заднего подшипника передней бабки. Стальное закаленное кольцо 7 надето на заплечик, имеющийся на конце шпинделя, и затянута на нем гайкой 2. Для того, чтобы

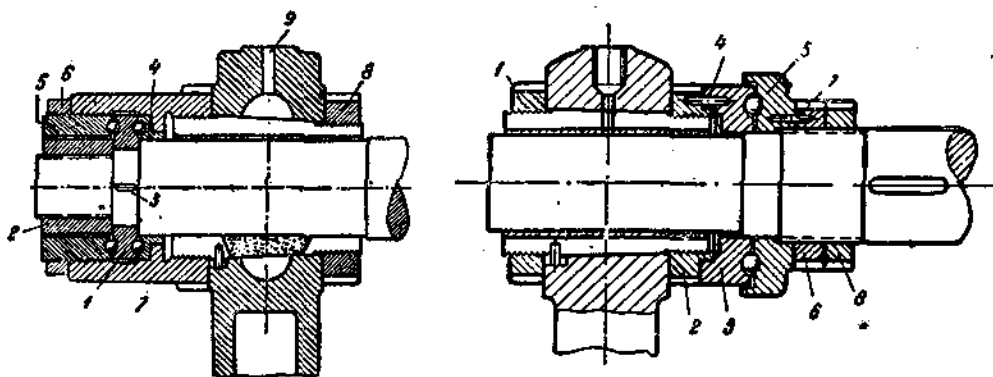


Рис. 25. Шариковые упорные подшипники.

кольцо это не могло поворачиваться на шпинделе, оно связано с ним еще при помощи шпонки 3. В кольце 7 проточены желобки, по которым могут кататься шарики. Такие же выточки сделаны в кольце 4 и в гайке 5. Кольцо 4 и гайка 5 во время работы станка неподвижны. Игра шпинделя в осевом направлении устраняется подтягиванием гайки 5. Для того, чтобы от тряски и других причин гайка 5 не развертывалась, она закрепляется в установленном положении контргайкой 6. Эта конструкция лучше изображенной на рис. 24 (слева) еще и потому, что по мере износа бронзовой втулки диаметр ее может быть отрегулирован гайками 7 и 8.

Смазка такого подшипника производится так же, как в только-что рассмотренном случае. Разрезную втулку укладывают иногда в гнездо бабки таким образом, чтобы сквозной прорез был вверх и таким образом масло попадает на шейку шпинделя прямо через прорез. Такая установка втулки не может быть рекомендована, так как при отсутствии масленки, что, к сожалению, часто бывает в наших мастерских, не исключена возможность попадания (через отверстие 9) стружек. Стружка, попавшая в прорез втулки, в конце-концов может задрать шейку шпинделя.

На рис. 25 справа показана другая конструкция шарикового упорного устройства. В этом случае упорный подшипник расположен справа от разрезной втулки заднего подшипника. Регулировка натяга этого подшипника производится при помощи гаек 1 и 2. С правой стороны гайки 2 имеется стальное закаленное кольцо 3. Кольцо это должно быть во время работы станка неподвижно, что обеспечивается штифтом 4, связывающим кольцо 3 с гайкой 2. Шарики распо-

лагаются между кольцами 3 и 5. Кольцо 5 вращается вместе со шпинделем и связано с ним гайкой 6 (кольцо 5 и гайка 6 связаны между собой штифтом 7). Регулировка перемещения шпинделя в осевом направлении производится с помощью гайки 6, которая закрепляется в требующемся положении контргайкой 8. Из рис. 25 (правая часть) видно, что устройство это работает только при перемещении шпинделя влево. В этом случае возможность перемещения шпинделя вправо исключается упорным кольцом, имеющимся у переднего подшипника.

Вообще упорное устройство передней бабки делается, главным образом, в расчете на перемещение шпинделя влево, от переднего подшипника к заднему, потому что направление подачи супорта, а следовательно, и давление на шпиндель также чаще бывает справа налево. Кроме того давление от резца вправо частично воспринимается центром задней бабки. Передний подшипник так же, как и передний конец шпинделя станка, нагружен во время работы гораздо больше задней стороны. Поэтому передняя шейка шпинделя всегда делается больше задней. Иногда из этих же соображений переднюю шейку шпинделя делают конусной. У этой конструкции передний конец шпинделя получается большего диаметра и поэтому более сильным.

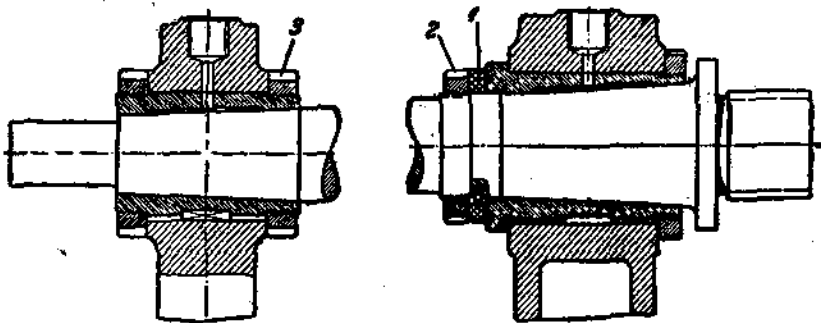


Рис. 26. Подшипники с коническими шейками.

На рис. 26 показаны передний (справа) и задний (слева) подшипники задней бабки с коническими шейками шпинделя. В этом случае осевые перемещения шпинделя, направленные влево, воспринимаются самими шейками. Возможность перемещения шпинделя вправо предупреждается упорным кольцом 1, регулируемым гайкой 2, имеющейся с левой стороны переднего подшипника. Такое устройство хорошо обеспечивает шпинделю отсутствие игры и вправо и влево. Для устранения игры шпинделя в поперечном направлении пользуются гайками, которые имеются у обоих подшипников. Недостаток этой конструкции состоит в том, что при перерегулировке одного подшипника неизбежна проверка и второго. Передний подшипник изнашивается быстрее. Регулируя его гайкой 2 (чем достигается устранение возможной игры и в поперечном и в продольном направлениях), мы тем самым содем регулировку заднего подшипника, потому что, если при регулировке переднего подшипника не отжать гайки 3, то шпиндель не сможет переместиться влево. Поэтому одновременно с регулировкой переднего подшипника каждый раз приходится проверять и задний.

На рис. 27 показана конструкция подшипников передней бабки токарного станка, отличающаяся от разобранных выше. Устройство переднего подшипника во всем сходно с изображенным на рис. 24, за исключением смазки. Смазка здесь кольцевая. На шейку шпинделя надето медное кольцо 1. Диаметр этого кольца больше диаметра шейки шпинделя настолько, что нижней своей частью кольцо попадает в масло, налитое в камеру 2, имеющуюся в подшипнике. При вращении шпинделя кольцо вследствие трения также вращается и увлекает за собой масло.

Часть масла остается на верхней части шейки шпинделя и распределяется по всему подшипнику, по смазочным канавкам, имеющимся в бронзовой втулке. Смазка заднего подшипника устроена таким же образом.

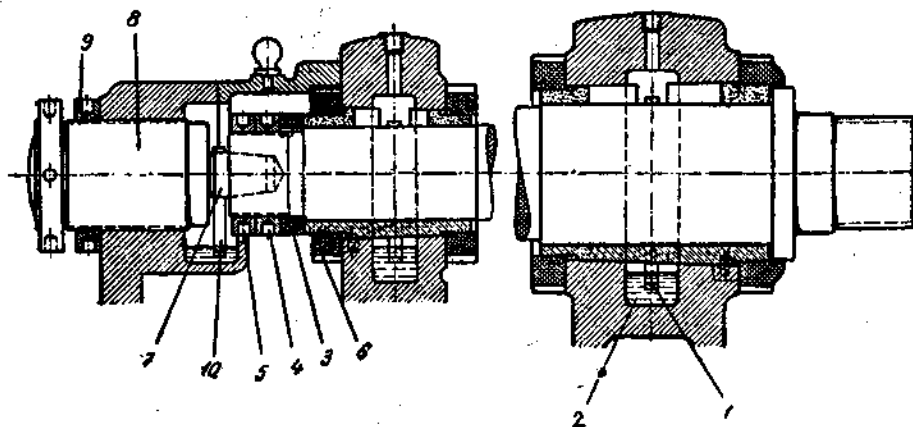


Рис. 27. Подшипники с кольцевой смазкой.

С левой стороны бронзовой втулки заднего подшипника имеется упорное кольцо 3, закрепляемое на шпинделе с помощью гаек 4 и 5. Назначение этого кольца — воспрепятствовать осевым перемещениям шпинделя вправо. Доступ к гайкам 4 и 5, а также к гайке 6, которая служит для регулировки заднего подшипника, затруднен, что является существенным недостатком этой конструкции. Осевые перемещения шпинделя влево воспринимаются подпятником, устроенным следующим образом. В задний конец шпинделя намертво посажена стальная закаленная пробка 7, которая опирается на также закаленный подпятник 8. Ввертыванием и вывертыванием этого подпятника (подпятник имеет нарезку) осевой разбег шпинделя может быть отрегулирован и подпятник закреплен в выбранном положении контргайкой 9. Смазка подпятника — кольцевая, при помощи кольца 10.

Подшипники передних бабок тяжелых станков делаются разъемные.

На рис. 28 показана в разобранном виде передняя бабка с разъемными подшипниками. Вместо разрезных бронзовых втулок в этом случае имеются вкладыши, состоящие из двух половинок. Нижние половинки таких вкладышей укладываются (очень плотно, без малейшей качки) в корпус бабки (рис. 28, 1—7); верхние помещаются в крыш-

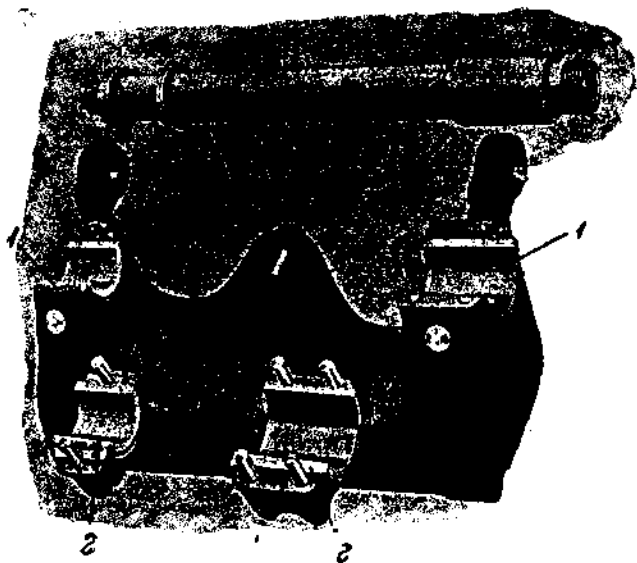


Рис. 28. Передняя бабка с разъемными подшипниками.

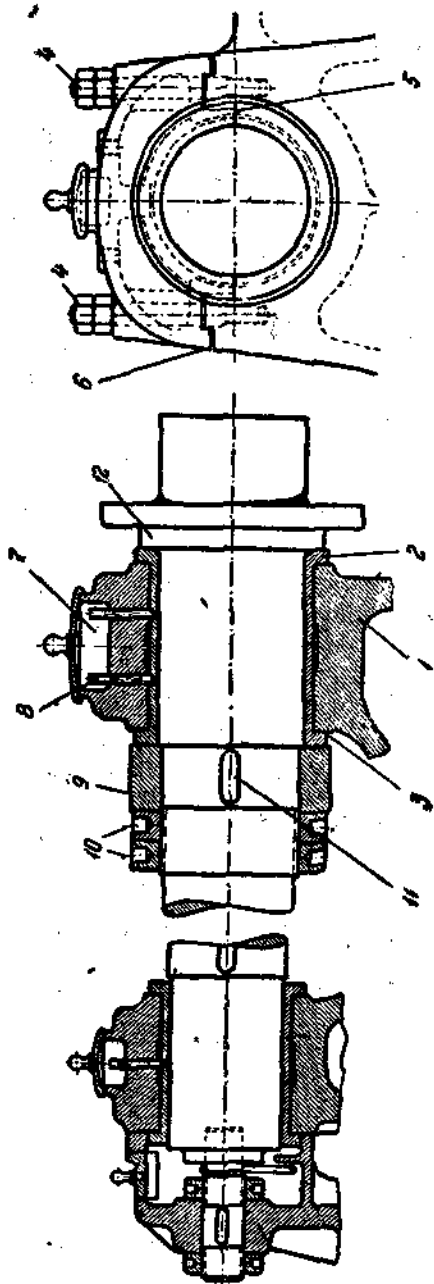
ках подшипников (рис. 27, 2—2). Материалом для вкладышей служит в большинстве случаев бронза и только иногда можно встретить чугунные вкладыши, залитые баббитом. Обе половинки вкладыша должны быть пригнаны к шейке шпинделя, а также к гнезду в корпусе бабки и в крышке подшипника таким образом, чтобы при нормально затянутом подшипнике половинки вкладыша совершенно плотно прилегали одна к другой. В то же время между корпусом бабки и крышкой подшипника должен быть некоторый зазор. По мере износа подшипников (снашивается, главным образом, верхняя половинка вкладыша, в то время как нижняя остается почти без изменений) верхняя половинка вкладыша спиливается по поверхности разреза, и таким образом диаметр подшипника уменьшается. Очень часто при капитальном ремонте станка между половинками вкладышей закладываются прокладки из тонкой листовой меди. Эти прокладки удаляются одна за другой по мере износа подшипников.

Болты, крепящие крышки подшипника, всегда должны быть хорошо подтянуты, иначе шпиндель станка будет дробить, и обрабатываемая поверхность получится негладкой.

На рис. 29 изображены передний и задний разъемные подшипники и боковой вид переднего подшипника (со стороны задней бабки). В корпус бабки 7 укладывается нижняя половинка подшипника 2. Половинка эта, как было сказано выше, должна очень плотно сидеть в гнезде корпуса бабки и не иметь ни малейшей качки. В противном случае, дрожание шпинделя неизбежно. Вкладыш должен плотно охватывать своими заплечиками 3 корпус бабки, иначе будем иметь совершенно недопустимый разбег шпинделя в осевом направлении. Верхняя половинка вкладыша также должна быть совершенно точно пригнана к крышке подшипника. Крышка эта крепится иногда двумя, но чаще четырьмя болтами 4. Половинки вкладыша прилегают друг к другу совершенно плотно (рис. 29—5), а между крышкой и корпусом бабки должен быть некоторый

зазор 6 (рис. 29). В крышке подшипника сделана камера 7 для масла. Масло по фитилям через трубочки 8 попадает на шейку подшипника. Трубочки 8 сделаны так, что верхние концы выше дна камеры 7. Это устроено для того, чтобы песок, который может попасть в камеру 7 вместе с маслом, отстаивался на дне ее

Рис. 29. Передняя бабка с разъемными подшипниками (разрез).



и не мог попасть на шейку шпинделя. Лучше всего в эти трубочки вставлять фитили (из шерстяной пряжи).

Задний подшипник в рассматриваемом случае отличается от разобранных выше (рис. 27) только размерами, и поэтому останавливаться на нем мы не будем. Упорное кольцо 9, расположенное слева от переднего подшипника, не дает шпинделю перемещаться вправо. Кольцо это закрепляется при помощи двух круглых гаек 10.

И в этом и в других случаях, где имеются упорные кольца, при всякой разборке станка нужно очень тщательно следить за тем, чтобы была на месте шпонка 11. При отсутствии этой шпонки трение, образующееся во время работы станка между кольцом 9 и торцом вкладыша, и трение, которое возникает между другой стороны кольца 9 и ближайшей гайкой 10, заставит гайку эту навертываться или развертываться, в зависимости от того, совпадает направление резьбы с направлением вращения шпинделя или нет. При наличии шпонки 11 самозавертывания гаек 10 быть не может.

Осевое давление, направленное влево, воспринимается заплечиком 12 с правой стороны переднего подшипника и подпятником у заднего. Устройство такого подпятника мы разобрали только-что (рис. 27).

Сравнивая два основных типа подшипников передней бабки, неразъемные и состоящие из двух половинок, мы видим, что как тот, так и другой тип имеют и достоинства и недостатки. При ремонте (сборке и разборке) передних бабок токарных станков с неразъемными подшипниками шпиндель приходится пропускать через передний подшипник, затем надевать на него ступенчатый шкив, шестерни и только после этого пропускать его в задний подшипник. Производить такую сборку деталей, насаживаемых на шпиндель, не всегда удобно, и чем крупнее эти детали, тем затруднительней их сборка в таких условиях.

При разъемных подшипниках шпиндель вместе со шкивом, шестернями и т. д. собирается предварительно на полу, верстаке или вообще там, где это окажется более удобным, и уже в собранном виде укладывается на место. Крышки подшипников, конечно, в это время должны быть сняты. Пригонка неразъемных подшипников по гнездам в корпусе, а затем по шейкам шпинделя — труднее, чем при разъемных. Таким образом, для ремонтных целей неразъемные подшипники хуже разъемных.

Недостаток разъемных подшипников заключается в том, что после каждого ремонта (перешаковки подшипников) шпиндель опускается ниже. Ось шпинделя передней бабки оказывается ниже оси шпинделя задней бабки, и поэтому, чтобы выровнять их под переднюю бабку, приходится подкладывать прокладки.

От тщательности пригонки шпинделя к подшипникам в весьма значительной степени зависит качество работы станка.

Всякие слабины, как в поперечном, так и в продольном направлениях, образующиеся вследствие износа подшипников, должны немедленно устраняться, но всякий раз с вполне ясным пониманием, как должна производиться такая регулировка. Правильная и систематическая смазка подшипников удлинит срок службы их и поэтому смазывать подшипники передней бабки следует каждый день, начиная работу.

Но и при самом внимательном уходе подшипники изнашиваются, и станок теряет ту точность, которую он имел, пока был новым. Стремление к уменьшению износа подшипников и, следовательно, потери точности станка и послужило причиной того, что у лучших инструментальных станков шейки шпинделей делаются обязательно закаленными. Подшипники передней бабки делаются также стальными, закаливаются, шлифуются и затем тщательно пригоняются по шейкам шпинделя. Такие подшипники обходятся чрезмерно дорого, в виду большой сложности их изготовления.

В последнее время начинают находить широкое применение шариковые подшипники, значительно улучшающие условия работы шпинделя, в особенности у быстроходных станков. На рис. 30 показаны детали передней бабки токарного станка с шариковыми подшипниками. Четыре отдельных шариковых подшипника 1, 2, 3 и 4 туго посажены на шейку шпинделя и затянуты гайкой 5. Между 2 и 3 подшипниками имеется промежуточное кольцо 6, которое дает возможность смазке (тавот) проходить к подшипникам. Все эти четыре подшипника охватываются обоймой 7, которая укладывается в корпус передней бабки и закрепляется в нем крышкой 9. Гайкой 8 подшипники 1, 2, 3 и 4 затягиваются так, что продольных перемещений они иметь не могут (слева, как видно из рис. 30, в обойме имеется заплечик). А так как обойма охватывает своими заплечиками корпус передней бабки и продольного перемещения не имеет, а подшипники 1, 2, 3 и 4 также не могут двигаться вдоль шпинделя (они затянуты на нем гайкой 5), то и сам шпиндель осевых перемещений иметь не может. Очевидно, что в специальном упорном устройстве в этом случае надобности нет. На заднем конце шпинделя посажены

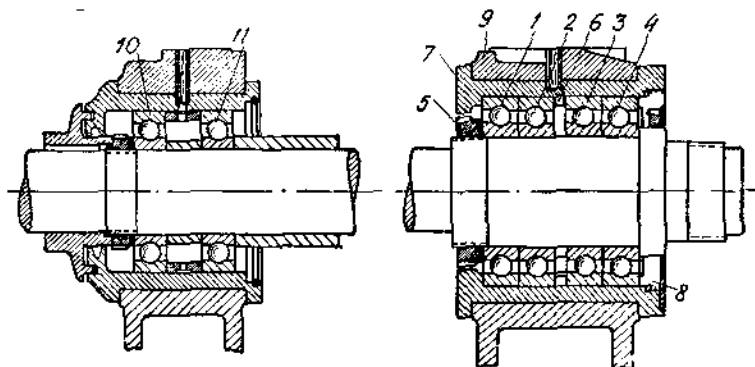


Рис. 30. Шариковые подшипники передней бабки.

два шариковых подшипника 10 и 11, находящихся в такой же обойме, как и подшипники передней части шпинделя. Оба эти подшипника могут вместе со шпинделем двигаться вдоль обоймы. Шпиндель при работе станка нагревается и от этого расширяется. Длина его увеличивается, и возможность свободного перемещения левого конца его, как это имеет место в данном случае, очень полезна. Шариковые подшипники передней бабки иногда заменяются роликовыми.

Б. Механизмы для измерения скоростей.

Шпиндель передней бабки токарного станка при обработке какого-либо изделия должен вращаться с определенной, в каждом отдельном случае, скоростью. Скорость эта выбирается в зависимости от материала обрабатываемого изделия, его размеров и формы, качества режущего инструмента (резца) и еще целого ряда условий.

Если бы какой-либо станок предназначался для обработки одной и той же детали при одних и тех же условиях, то станок этот мог бы иметь одну скорость шпинделя, выбранную сообразно условиям данного случая. В практике, однако, это бывает чрезвычайно редко; один и тот же станок используется для обработки самых разнообразных изделий. Поэтому каждый станок должен иметь такое устройство, которое обеспечивало бы возможность иметь несколько скоростей шпинделя. В токарных станках это условие осуществляется обычно двумя способами:

1) устройством так называемого перебора при многоступенчатом шкиве и

2) коробкой скоростей при одноступенчатом главном шкиве станка.

В последнее время начинает широко применяться регулировка скоростей при помощи специальных электрических установок (электромоторов, регулировочных реостатов и т. д.), которые, являясь как бы дополнением к коробке скоростей, дают возможность получать большие количества скоростей, изменяющихся в широких пределах.

а) Переборное устройство.

Обыкновенный перебор токарного станка устроен следующим образом. На шпиндель передней бабки свободно посажен ступенчатый шкив 1 (см. схему перебора — рис. 31, разрез его — рис. 32 и фотографию — рис. 33. На этих трех рисунках одинаковые части обозначены одними и теми же цифрами). Число ступеней такого шкива обычно 3 или 4, реже делается 5 ступеней и только у самых крупных станков иногда можно видеть шестиступенчатый шкив.

Слева от ступенчатого шкива находится зубчатая шестерня 2, намертво соединенная со ступенчатым шкивом тем или иным способом (шестерня эта изготовляется отдельно от шкива, главным образом, для удобства обработки).

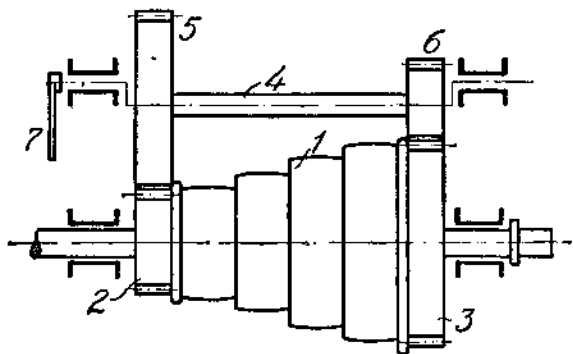


Рис. 31. Схема перебора токарного станка.

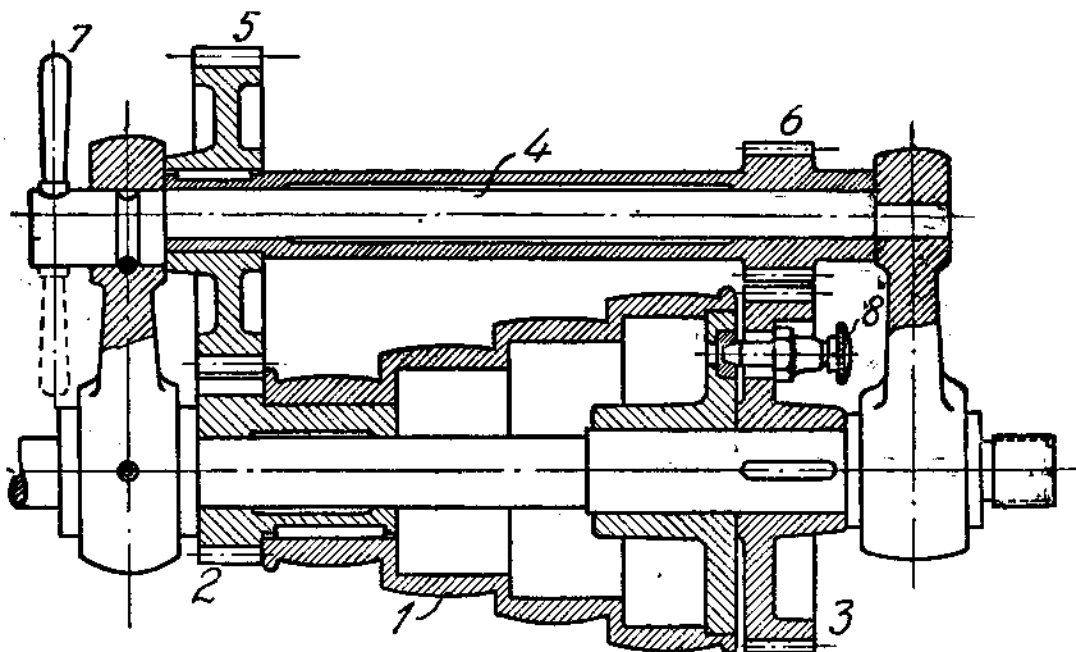


Рис. 32. Разрез перебора.

Справа от ступенчатого шкива имеется шестерня 3. Шестерня эта посажена на шпиндель на шпонке и таким образом всегда связана со шпинделем станка.

Сзади шпинделя в особых приливах (кронштейнах) к корпусу передней бабки помещается валик 4, на котором свободно вращается втулка с двумя намертво посаженными на нее шестернями 5 и 6. Шейки валика 4, вращающиеся в кронштейнах, как в подшипниках, сделаны так, что ось этих шеек не совпадает с осью валика 4. Поэтому поворотом рукоятки 7 валик 4 может быть поставлен в положение, при котором шестерни 2 и 5, а также 3 и 6 находятся в зацеплении (рис. 31) или выведены из него. Посредством кнопки 8 (рис. 32) шестерня 3 может быть сцеплена со ступенчатым шкивом и, следовательно, со шпинделем.

Все это устройство называется перебором и работает следующим образом.

Если мы выключим перебор, т.-е. откинем валик 4 (поставим его в положение, показанное на рис. 32) и, таким образом, выведем шестерни 2 — 5 и 6 — 3 из зацепления, затем кнопкой 8 соединим шестерню 3 со ступенчатым шкивом, то получим положение, которое называется работой «без перебора». В этом случае шпиндель делает столько же оборотов, сколько делает шкив, так как последний связан непосредственно со шпинделем (через шестерню 3).

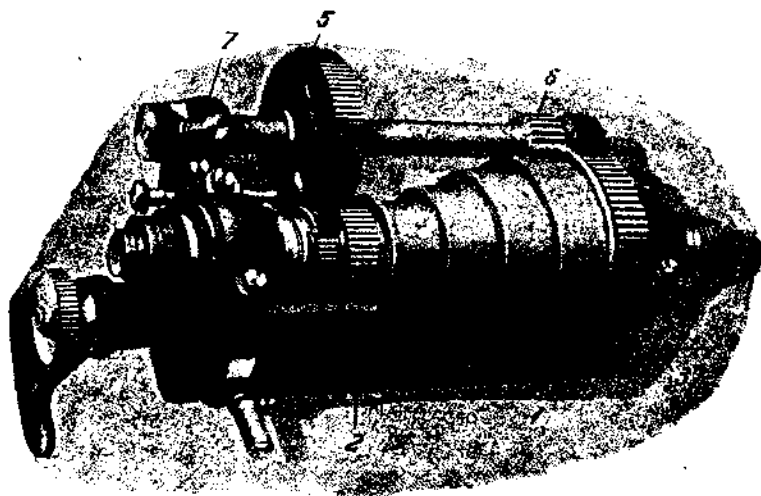


Рис. 33. Фотография перебора.

Для включения перебора необходимо валик 4 поставить в рабочее положение, т.-е. шестерни 2 — 5 и 6 — 3 ввести в зацепление (рис. 31 и 33), а шестерню 3 отсоединить (вывести кнопку 8) от ступенчатого шкива. Теперь число оборотов шпинделя не совпадает с числом оборотов ступенчатого шкива. Шпиндель вращается гораздо медленнее.

Передача вращения идет в этом случае так: шкив вращается под действием приводного ремня с определенной скоростью; с такой же скоростью вращается и шестерня 2, связанная со ступенчатым шкивом; шестерня 2 передает вращение шестерне 5, а так как шестерня 5 делается всегда больше зубчатки 2, то поэтому шестерня 5 вращается медленнее шестерни 2. Далее передача идет от шестерни 6 на шестерню 3 (шестерни 5 и 6 посажены на одной втулке 4 и поэтому вращаются с одной скоростью). Благодаря тому, что шестерня 6 меньше шестерни 3, и здесь мы имеем уменьшение скорости вращения. Шестерня 3 связана со шпинделем шпонкой, и поэтому шпиндель будет вращаться с одинаковой с ней скоростью. Это есть работа «с перебором».

Перебор дает возможность удвоить число скоростей шпинделя, которые он имеет благодаря ступенчатому шкиву. В самом деле, выключив перебор, мы можем дать шпинделю столько скоростей, сколько ступеней имеет шкив. Для

этого нужно перебрасывать ремень с одной ступени на другую. Если шкив имеет 4 ступени, то без перебора мы можем получить, следовательно, 4 скорости. Если теперь включим перебор и снова будем перебрасывать ремень с одной ступени на другую, то получим еще 4 скорости, а всего 8 скоростей (4 без перебора и 4 с перебором). Наибольшая скорость получается при выключенном переборе, когда ремень находится на самой малой (крайней левой) ступени шкива, а наименьшая — при работе с перебором и при ремне, брошенном на наибольшую ступень шкива.

Соотношение чисел зубцов шестерен 2—5 и 6—3 дается таким, что при работе с перебором скорости шпинделя получаются уменьшенными в 4—6 раз. Реже встречаются переборы, уменьшающие скорости шпинделя в 10 раз, и еще реже — в 15 раз, в сравнении с числами оборотов, которые имеет шпиндель при работе без перебора.

Ознакомившись с общим устройством перебора и работой его, переходим к разбору его деталей. На рис. 34 показан разрез ступенчатого шкива, часто встречающийся на практике

конструкций. Обозначения деталей шкива приняты те же, что и на рис. 31, 32 и 33.

Для соединения шестерни 3 со шкивом

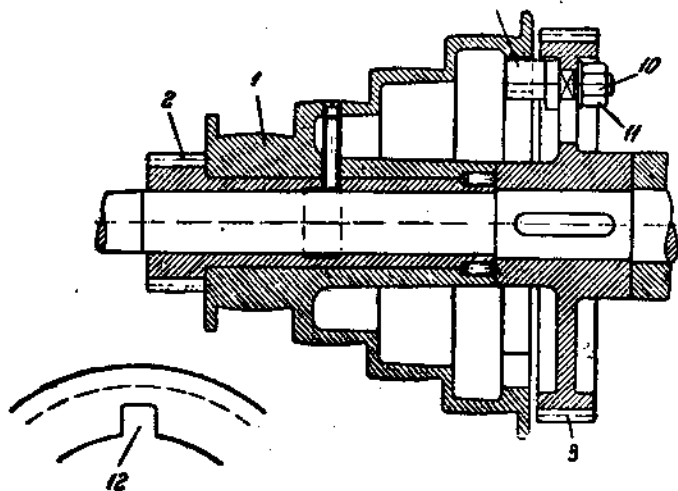


Рис. 34. Ступенчатый шкив.

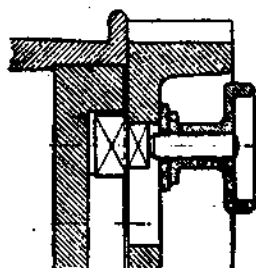


Рис. 35. Запор перебора (накатанная гайка).

при работе без перебора в этом случае вместо кнопки 8 (рис. 32) имеется простой болт 10, поставленный на рис. 34 в такое положение, что шестерня 3 соединена со ступенчатым шкивом, так как головка болта 10 входит в прорез 12. Прорез этот сделан в диске, прикрывающем ступенчатый шкив спереди (обычно имеется два таких прореза). Если ослабить гайку 11 и опустить болт 10 по пазу, прорезанному в шестерне 3 вниз, то головка его выйдет из прореза 12, и, таким образом, шестерня 3 будет отцеплена от ступенчатого шкива. Гайка 11 в обоих своих положениях всегда должна быть хорошо затянута. Затягивание гайки 11 производится при помощи ключа и связано, поэтому, с большой потерей времени.

Некоторое ускорение перестановки болта 10 из одного положения в другое получается, если обыкновенную гайку заменить фасонной (круглой и накатанной, рис. 35). Это дает возможность производить включение и выключение перебора без ключа (рукой), что, впрочем, ненадежно.

Лучшее приспособление для соединения шкива и шестерни изображено на рис. 32. Для большей ясности оно показано в увеличенном виде на рис. 36 и действует следующим образом. Чтобы соединить шестерню 3 со шкивом 1, следует поворачивать кнопку 13 до тех пор, пока штифт 14, пропущенный сквозь стержень кнопки, не войдет в прорез 15, сделанный во втулке 16. С этого момента под дей-

ствием пружины 17, спрятанной во втулке 16, стержень кнопки войдет в закаленную втулочку 18, запрессованную в диск шкива. Если втулочка окажется не против стержня, нужно медленно повернуть шкив рукой за ремень до тех пор, пока стержень не встанет на свое место. Для того, чтобы разъединить шестерню 3 со шкивом 1, необходимо потянуть рукой за кнопку 13 и после того, как штифт 14 выйдет из прореза 15, повернуть ее так, чтобы штифт 14 попал в неглубокий прорез 19, имеющийся на торце втулки.

При выключении перебора валик 4 (рис. 31 и 32) приходится откидывать и в этом положении необходимо закреплять его штифтом, имеющимся на одном из кронштейнов передней бабки. С помощью этого же штифта производится закрепление валика 4 и в рабочем положении, при включенном переборе. На рис. 37 показано простое приспособление, часто встречающееся у токарных станков и закрепляющее валик 4 в поставленном положении автоматически, без штифта. Вместо него сделан пружинный запор 20, задерживающий рукоятку 7 и в обоих крайних положениях.

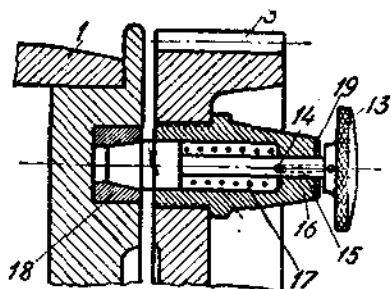


Рис. 36. Запор перебора (заскакивающий палец).

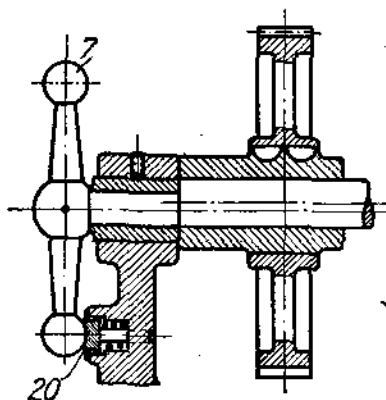


Рис. 37. Запорное устройство переборного валика.

Включение и выключение перебора, изображенного на рис. 32 и 33, связано с большой потерей времени, так как каждый раз нужно: 1) повернуть рукоятку 7, для того чтобы включить или выключить переборный валик, и 2) разъединить или, наоборот, соединить шестерню 3 со ступенчатым шкивом. Особенно затруднителен поворот рычага 7, находящегося сзади станка иногда настолько далеко, что нужно обходить станок, чтобы достать до него.

Поэтому переборы современных станков имеют несколько отличающееся от показанного на рис. 32 и 33 устройство. Пример такого перебора показан на рис. 38. Ступенчатый шкив 1 посажен на шпиндель свободно. Справа от него, на некотором расстоянии, также свободно посажена шестерня 3. У правого конца втулки шкива и у левого конца втулки шестерни 3 имеются зубцы, которые могут сцепляться с зубцами муфты 7. Муфта эта посажена на шпиндель на шпонке и может двигаться вдоль его, при чем зубцы ее входят в зацепление или со шкивом 1 или со шестерней 3. В первом случае муфта соединит со шпинделем шкив, во втором шестерню 3. Перемещение муфты получается помощью рычага 8, вилки 9 и сухарей 10, входящих в кольцевую выточку 11, имеющуюся на муфте. Рычаг 8 расположен обыкновенно спереди бабки. Переборный валик 4 в этом случае не отбрасывается при выключении перебора. Шестерни 5 и 6 посажены на валике 4 на шпонках. Все шестерни постоянно находятся в зацеплении и вращаются независимо от того, включен или выключен перебор.

Если муфта 7 поставлена в крайнее левое положение, то она соединяет шкив со шпинделем непосредственно и мы имеем работу без перебора.

Шестерня 2 заставляет вращаться шестерню 5, а вместе с ней и зубчатку 6. Эта шестерня передает вращение шестерне 3, которая в этот момент со шпинделем не связана и вращается на нем свободно.

Если мы переставим рычаг 8 в крайнее правое положение и соединим при помощи зубчатой муфты 7 шестерню 3 со шпинделем, то получим работу

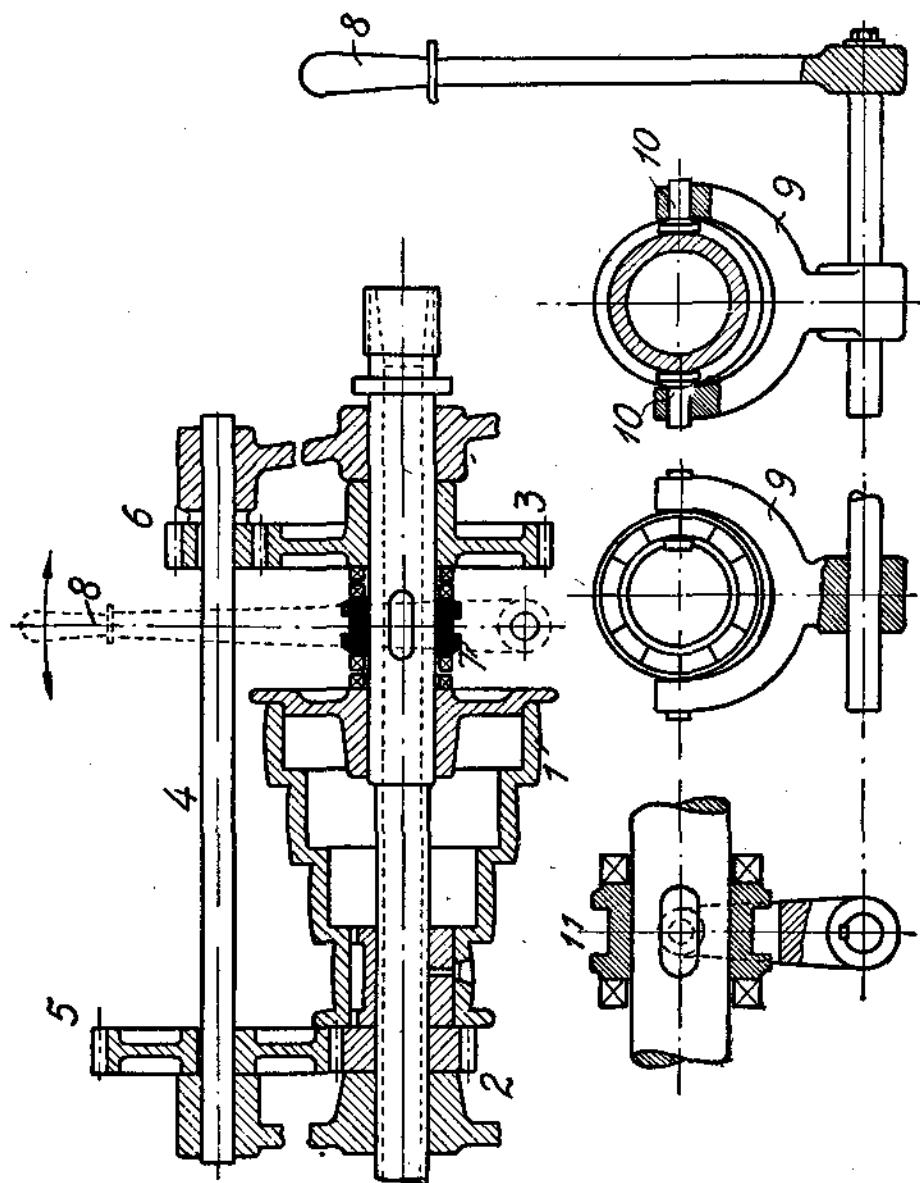


Рис. 38. Перебор с зубчатой муфтой.

с перебором. Передача вращения в этом случае идет так: шкив и связанная с ним шестерня 2 заставляют вращаться шестерню 5, валик 4 и шестерню 6; эта последняя вращает шестерню 3, а вместе с ней и шпиндель станка.

На рис. 39 представлена вторая конструкция перебора, включение и выключение которого производится так же, как и при только-что разобранный переборе, при помощи одного рычага.

В этом случае зубчатая муфта заменена двухсторонней фрикционной муфтой 1, которая дает возможность включать и выключать перебор без ударов и не останавливая станка. Работа этой муфты основана на трении, которое возникает, как только, например, правая часть муфты, обработанная на конус, войдет в такую же коническую выточку, сделанную в шестерне 3. Трения этого обыкновенно бывает достаточно, чтобы соединить шестерню с шпинделем так же прочно, как это можно было сделать зубчатой муфтой. Но неперемещаемое условие для этого — хорошее состояние фрикционных (трущихся поверхностей) и надлежащая регулировка их. Для исправной работы такого перебора необходимо, чтобы ни ступенчатый шкив ни шестерня 3 не имели никаких осевых перемещений. Для того, чтобы ступенчатый шкив не имел продольных перемещений, он закрепляется на шпинделе при помощи гайки 4 и установочного кольца 2. Кольцо 2 опирается на три стальных стержня 5 (на левом рис. 39 виден только один такой стержень), которые проходят сквозь фрикционную муфту и своими правыми концами упираются в торец втулки шестерни 3. Шестерня эта, в свою очередь, не может

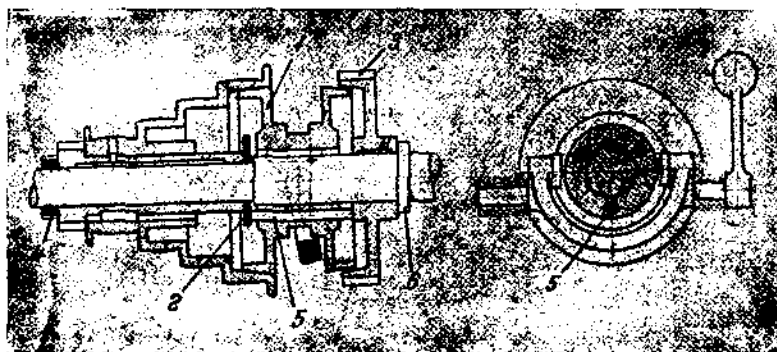


Рис. 39. Перебор с фрикционной муфтой.

двигаться вправо, так как этому мешает заплечик 6, имеющийся на шпинделе. Затянув надлежащим образом гайку 4, можно обеспечить постоянное расстояние между шкивом и шестерней и отсутствие их продольных перемещений. При выполнении этого условия на станках небольших и средних такие фрикционные переборы работают удовлетворительно. Устройство переборного валика, а также механизма для перемещения фрикционной муфты ничем не отличается от изображенного на рис. 38.

Все рассмотренные выше переборные устройства дают возможность иметь удвоенное в сравнении с числом ступеней шкива количество скоростей. А так как в большинстве случаев токарные станки имеют шкивы с числом ступеней 3 — 4, то это значит, что наибольшее число скоростей на таких станках может быть от 6 до 8.

Дальнейшее увеличение количества скоростей шпинделя посредством добавления числа ступеней шкива — нецелесообразно, и поэтому оно достигается устройством сложных переборов с тремя, а в некоторых случаях и с большим числом пар зубчатых колес.

Передняя бабка с двойным перебором простейшего устройства показана на рис. 40. Вместо одной шестерни 2 (рис. 31, 32 и 33), намертво связанной со ступенчатым шкивом, в данном случае имеется две: 1 и 2 (рис. 40). Ступенчатый шкив 3 вместе с шестернями 1 и 2 вращается на шпинделе свободно (так же, как и при простом переборе). Шестерня 4 посажена на шпинделе на шпонке. Шестерня 7 переборного валика, сцепляющаяся с зубчаткой 4, сделана заодно

с втулкой 8. Шестерни 5 и 6 посажены на втулке 8, на шпонке, но могут быть передвинуты вдоль ее. В положении, указанном на рис. 40 в зацеплении, находятся шестерни 7—5, но если пару шестерен 5 и 6 передвинуть вправо, то в зацеплении будут зубчатки 2 и 6. Втулка 8 вместе с насаженными на нее шестернями 5, 6 и 7 может быть откинута поворотом рычага 9, как и при обыкновенном переборе. Шестерня 4 может быть сцеплена с шкивом 3 также обычным способом.

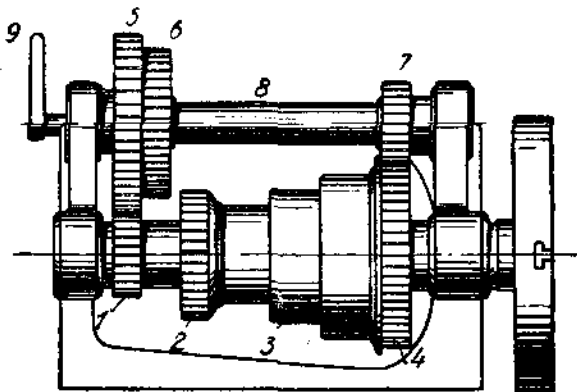


Рис. 40. Простейший двойной перебор.

При таком устройстве перебора, если рабочий шкив имеет три ступени, можно получить 9 скоростей шпинделя, а именно: 1) без перебора — 3 скорости, 2) с перебором, когда в зацеплении находятся шестерни 7 и 5 — 3 скорости и, наконец, 3) с перебором, когда сцеплены шестерни 2 и 6 — 3 скорости.

Такой же двойной перебор, но с улучшенным способом включения шестерен 5 и 6, представлен на рис. 41 и 42, на которых одинаковые части обозначены одними и теми же буквами. В этом случае шестерни 5 и 6 (рис. 41 и 42) находятся в постоянном зацеплении с шестернями и посажены на втулку 8 свободно. При помощи специального фрикционного устройства каждая из этих шестерен (по отдельности, или 5 или 6) может быть соединена

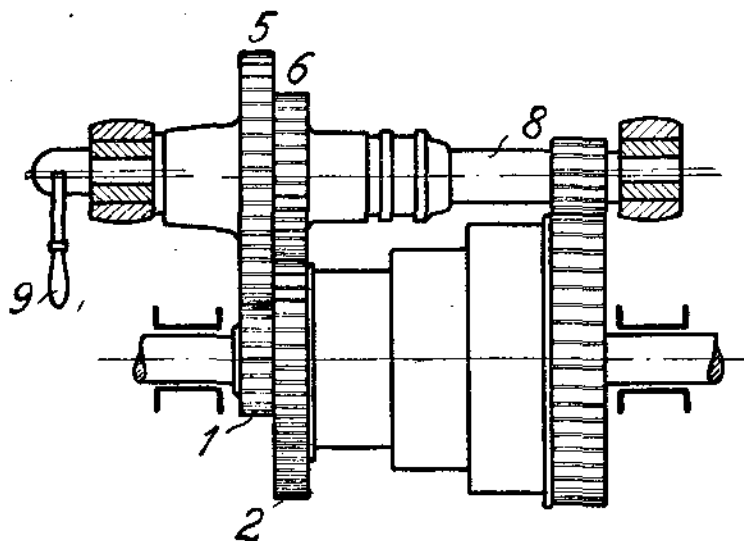


Рис. 41. Двойной фрикционный перебор.

с втулкой 8. Поворотом рычага 9 весь перебор может быть выведен из зацепления с шестернями, посаженными на шпиндель станка так же как и при обыкновенном переборном устройстве. Число скоростей шпинделя, которое может быть получено при помощи такого перебора, так же как и в только-что разобранном случае — 9.

Фрикционный механизм для соединения шестерен 5 и 6 с втулкой 8 устроен следующим образом (рис. 43). Внутри зубчатых колес 5 и 6 помещены чугунные разрезанные в одном месте кольца 10, которые могут быть раздвинуты клиньями 11.

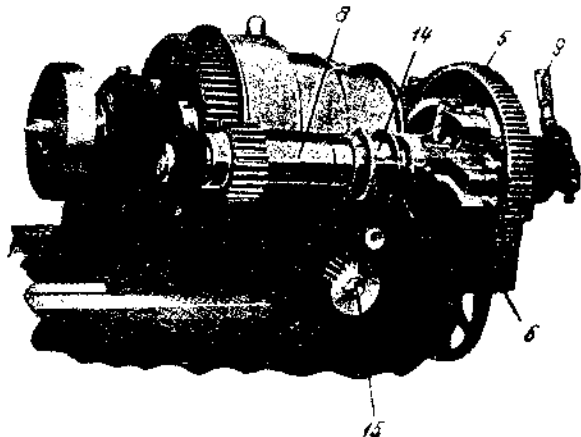


Рис. 42. Двойной фрикционный перебор.

Клинья 11 расположены в диске 12, посаженном на втулку 8 и связанном с ней шпонкой. Если мы теперь каким-либо образом заставим клин 11 подняться вверх (рис. 43, разрез справа), то он разожмет кольцо 10. Между наружной поверхностью кольца 10 и поверхностью выточки в шестерне 5 или 6 возникает трение, вполне достаточное для того, чтобы связать эту шестерню с диском 12, а следовательно, и с втулкой 8.

Для подъема клиньев 11 служит подвижная шпонка 13, находящаяся в пазу втулки 8.

На этой шпонке имеется выступ, который, будучи подведен под один из клиньев 11, заставляет его подниматься и тем самым включает соответствующую шестерню. Передвигание длинной шпонки 13 производится при помощи муфты 14, с которой шпонка связана (муфта 14 охватывает шпонку 13). Перемещение муфты 14 в свою очередь достигается посредством рычага, расположенного спереди бабки, через зубчатый сектор 15.

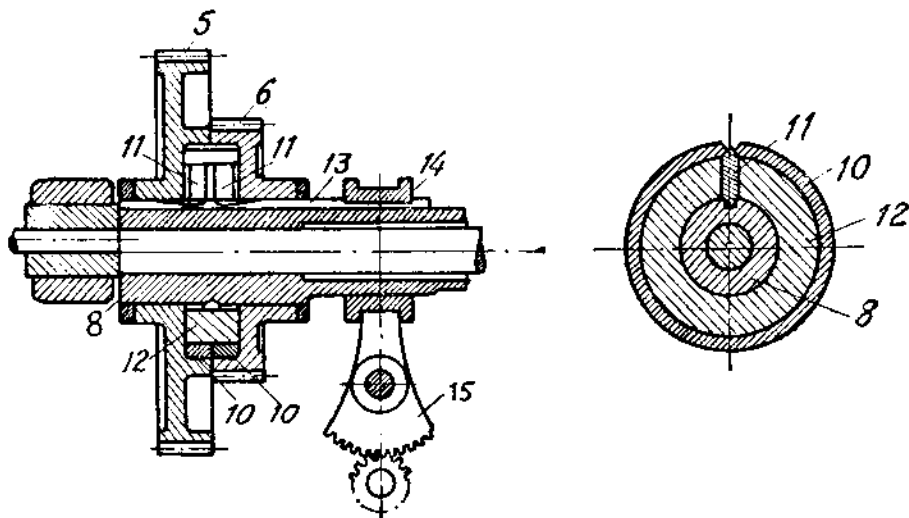


Рис. 43. Устройство фрикционного механизма двойного перебора.

На рис. 44 изображена схема и боковой вид двойного перебора с двумя переборными валиками. Как видно из рис. 44, мы можем при помощи рычагов 3 и 4 выключить оба перебора, а также включить один перебор, обозначенный на рис. 44 цифрой 1, а затем перебор 2.

Втулка перебора 1 в этом случае состоит из двух частей (правая и левая на рис. 44), которые могут быть соединены между собой при помощи зубчатой муфты 5. Ступенчатый шкив 6 и связанная с ним шестерня 7 посажены на шпинделе станка свободно, а шестерня 8 — на шпонке и могут быть сцеплены друг с другом при помощи обыкновенного болта или кнопки.

При выключенных переборах мы имеем 4 скорости шпинделя (сообразно числу ступеней шкива). При включенном переборе 1 (муфта 5 должна быть в зацеплении) — еще 4 скорости. Передача вращения в этом случае происходит как при обыкновенном переборе от шкива 6 и шестерни 7 к шестерне 9 и дальше — от шестерни 10 на зубчатое колесо 8. При включении второго перебора (муфта 5 должна быть расцеплена) передача идет так: от шестерни 7 к зубчатому колесу 9 и дальше — от шестерни 11 на 12, от 13 на 10 и, наконец, от 10 на 8, заклиненную на шпинделе. Правая и левая половинки втулки перебора 1 в этом случае,

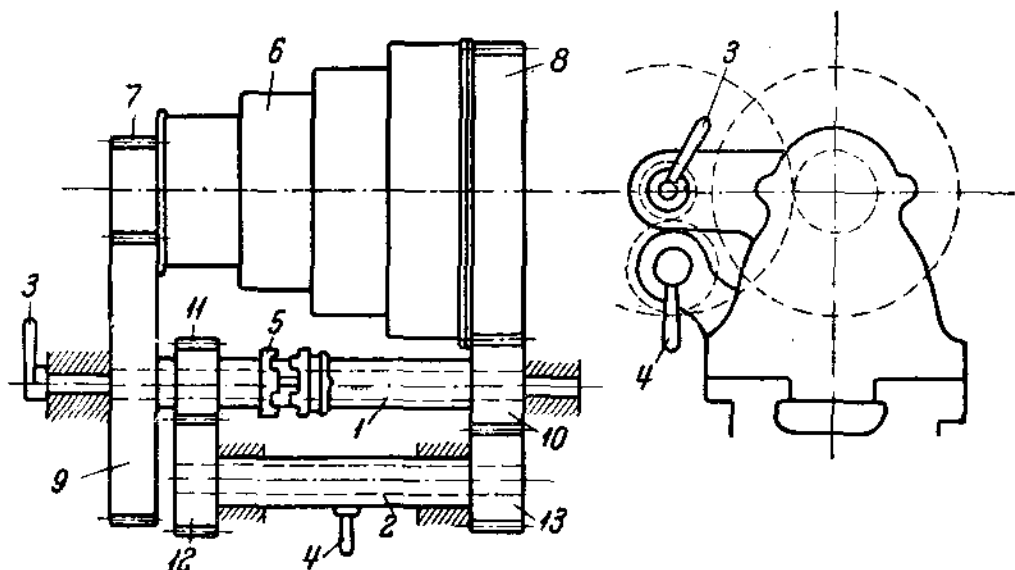


Рис. 44. Двойной перебор с двумя валиками.

очевидно, вращаются с разной скоростью. При включении второго перебора мы получаем еще 4 скорости. Итак, при четырехступенчатом шкиве и двойном переборе число скоростей шпинделя 12.

Заключивая разбор переборных устройств, остановимся на сложном переборе, посредством которого при трехступенчатом шкиве шпиндель станка имеет 15 скоростей. Перебор этот часто встречается на старых крупных станках и устроен следующим образом.

На переборном валике посажены свободно две шестерни 3 и 4 (рис. 45 и 46), которые сцепляются (соответственно) с шестернями 1 и 2, вращающимися вместе с ступенчатым шкивом на шпинделе станка. Каждая из шестерен 3 и 4 может быть связана с переборным валиком, посредством такого же фрикционного устройства, какое имеет перебор, показанный на рис. 42 и 43. Шестерня 5 посажена на переборный валик также свободно и может быть соединена с ним при помощи фрикциона. Кроме этих шестерен на переборном валике имеется шестерня 7, которая связана с валиком шпонкой и может перемещаться вдоль него при помощи рычага 72. Поставленная в крайнее левое положение (на рис. 45 она показана в крайнем правом положении), шестерня 7 войдет в зацепление с шестерней 8. На одном валу с шестерней 8 имеется зубчатка 9, которая, если ее поставить

в крайнее правое положение (рис. 46), сцепляется с внутренним зубчатым венцом 10, имеющимся на планшайбе станка. Посредством рычага 11, шестерня 9 может быть подвинута влево и таким образом выведена из зацепления с зубчатым венцом 10. Весь переборный валик, на котором размещены шестерни 3, 4, 5 и 7, может быть отведен в сторону (для работы без перебора), как и у обыкновенного станка. Шестерня 6 посажена на шпиндель на шпонке и может быть соединена с ступенчатым шкивом (болтом, кнопкой и т. д.).

Перебор этот дает возможность сообщить шпинделю станка 15 скоростей, а именно:

при выключенном переборе — 3 скорости,

при включенном переборе через шестерни 1, 3, 5 и 6 — 3 скорости,

при включенном переборе через шестерни 2, 4, 5 и 6 — 3 скорости.

Итого 9 скоростей. Мы видим, что до сих пор разбираемый перебор не отличается от изображенного на рис. 42 и 43.

Если мы теперь 1) выключим шестерню 5; 2) передвинув шестерню 7 влево, соединим ее с шестерней 8, и 3) шестерню 9 поставим в крайнее правое положение, то

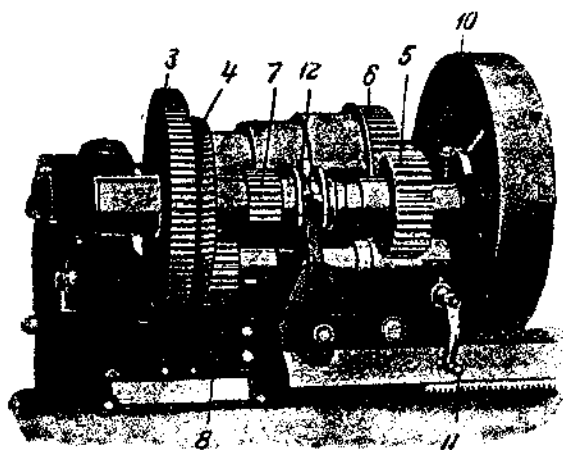


Рис. 45. Сложный перебор.

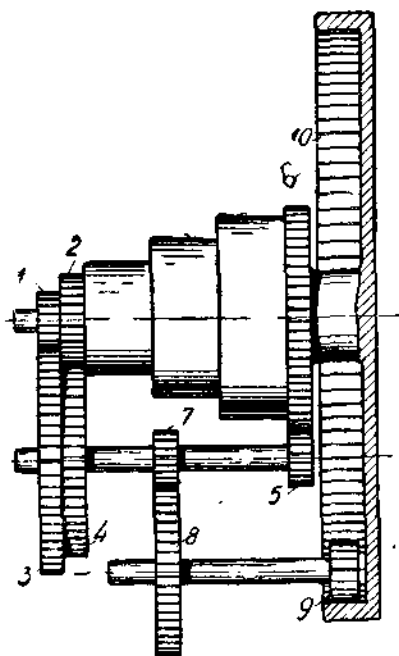


Рис. 46. Сложный перебор (схема).

передача у нас пойдет так: шестерня 7, затем 3, 7, 8, 9 и зубчатый венец. При таком положении мы имеем еще три скорости шпинделя и еще три скорости, когда передача пойдет через шестерни 2, 4, 7, 8, 9 и зубчатый венец. Всего же станок имеет 15 скоростей.

При работе на таком станке не следует забывать, что включать одновременно шестерни 5 и 6, также 9 и зубчатый венец планшайбы — нельзя.

Такое устройство передней бабки, когда вращение передается не шпинделю, а прямо планшайбе через зубчатый венец, довольно часто делают у современных станков, так как оно, во-первых, значительно замедляет скорость шпинделя и, во-вторых, полезно при обработке изделий больших диаметров, когда имеет место скручивание шпинделя и вследствие этого дрожание обрабатываемого предмета.

Ознакомившись с переборным устройством передней бабки токарного станка с многоступенчатым шкивом, как способом изменять скорости вращения шпинделя, посмотрим, какие недостатки имеет этот способ.

Первый, самый существенный недостаток ступенчатого шкива состоит в следующем. Мощность станка, а следовательно, и его производительность (количество стружки, снимаемой в единицу времени, напр. в час) находятся в зависимости от ширины ремня и той скорости, с какой ремень набегает на шкив станка. Ширина ремня на одном и том же станке постоянна, в то время как скорость ремня изменяется по мере перебрасывания его с одной ступени шкива на другую. От изменения скорости ремня меняется и мощность станка и она тем меньше, чем меньше скорость ремня.

Наибольшую скорость ремня, а следовательно, и наибольшую мощность станка мы имеем тогда, когда ремень находится на наименьшей ступени шкива станка. Наоборот, самая малая скорость ремня и, значит, самая низкая мощность станка получается, когда ремень наброшен на самую большую ступень шкива. Но в первом случае, когда мы получаем наибольшую мощность, на станке обрабатываются самые мелкие изделия. При мелких изделиях приходится снимать маленькие стружки, значит, мощность требуется небольшая (а мы имеем наибольшую). При обработке крупных изделий, когда можно снимать большие стружки и нет оснований бояться прогиба или дрожания изделия, мы имеем самую малую мощность, которую может дать станок, так как ремень в это время работает на одной из наибольших ступеней шкива (в этом случае диаметры изделий большие, и станку нужно давать один из медленных ходов).

Итак, при многоступенчатом шкиве мощность станка не постоянна. Наименьшая мощность получается, когда ремень работает на больших ступенях шкива, т.-е. при обработке крупных изделий, и, наоборот, наибольшая мощность — при ремне, наброшенном на одну из меньших ступеней шкива, что делается, если обрабатываемое изделие мало. В этом и заключается главный недостаток многоступенчатого шкива. Кроме этого он имеет еще ряд недочетов, а именно: при работе на крайних ступенях дуга обхвата шкива ремня получается небольшой, и вследствие этого ремень проскальзывает; перевод ремня с одной ступени на другую связан с большой затратой времени и т. д.

В виду всех этих недостатков передачи вращения шпинделю при помощи многоступенчатых шкивов громадное большинство современных станков строят с так называемыми коробками скоростей. В этом случае станок получает вращение от трансмиссии или отдельного электромотора при помощи приводного ремня, наброшенного на одноступенчатый шкив станка. Иногда, и последнее время довольно часто, вместо этого шкива станок имеет зубчатую шестерню, сцепляющуюся с зубчаткой, насаженной на вал электромотора.

Существует много способов передачи работы станку; останавливаться на них сейчас мы не будем, а отметим лишь то, что ведущий вал станка (на котором посажен одноступенчатый шкив или зубчатая шестерня) вращается при одноступенчатом шкиве с постоянной скоростью, и, значит, мощность станка в этом случае постоянна, чего, как мы видели выше, нет при многоступенчатом шкиве.

От ведущего вала вращение передается шпинделю через зубчатые шестерни. При помощи зубчатых муфт или фрикционных устройств в зацепления вводятся разные шестерни, и, следовательно, шпиндель получает разные скорости. Такие устройства для перемены чисел оборотов шпинделя станка называются коробками скоростей.

б) Коробки скоростей.

Почти каждая станкостроительная фирма имеет свою конструкцию коробки скоростей, и поэтому систем коробок чрезвычайно много. Но отдельные детали и механизмы различных коробок скоростей сходны между собой настолько, что, изучив эти отдельные механизмы, легко разобраться в любой коробке, понять, как она устроена и работает. Поэтому, прежде чем заняться рассмотрением

коробок скоростей, необходимо изучить отдельные механизмы, входящие в состав этих коробок.

К таким механизмам относятся: 1) передвигные шестерни, 2) зубчатые муфты, 3) фрикционные муфты и 4) откидные шестерни.

1) **Передвигные шестерни** (рис. 47). Пусть вал 1 вращается с постоянной скоростью. На этом же валу посажены на шпонках три шестерни 2, 3 и 4 с разными числами зубцов. Рядом с валом 1 имеется вал 5, на котором имеется тройная шестерня 6, 7, 8. Шестерня эта может перемещаться вдоль вала 5 и связана с ним шпонкой, проходящей по всей длине его. Числа зубцов шестерен 6, 7 и 8 выбраны так, что, передвигая шестерни 6, 7, 8, можно получить три передачи от вала 1 к валу 5, а именно: 1) через шестерни 2 и 6, 2) через шестерни 3 и 7 и 3) через шестерни 4 и 8.

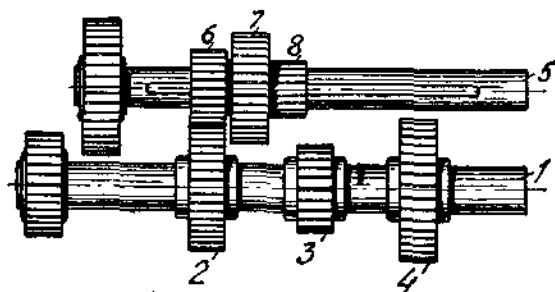


Рис. 47. Передвигные шестерни.

На рис. 47 в зацеплении находятся шестерни 2 и 6. Если шестерню 6, 7, 8 передвинуть вправо, то в зацеплении окажутся шестерни 3 и 7. При дальнейшем передвижении шестерни 6, 7, 8 вправо мы получим передачу от вала 1 к валу 5 через шестерни 4 и 8. Таким образом, имея одну скорость вала 1, мы, благодаря такой системе шестерен, можем получить три скорости вала 5.

2) **Зубчатые муфты**. Устройство таких муфт нами было рассмотрено при разборе перебора с зубчатыми муфтами (рис. 38), поэтому здесь повторим его лишь вкратце.

На ведущем валу 1 (рис. 48), имеющем постоянное число оборотов (от электромотора, трансмиссии и т. д.), намертво посажены две

шестерни 2 и 3 с разными числами зубцов. Шестерни эти находятся в постоянном зацеплении с зубчатками 5 и 6, вращающимися свободно на валу 4. На правом торце втулки шестерни 6 и на левом — шестерни 5 сделаны зубцы, в которые могут входить такие же зубцы двухсторонней муфты 7. Муфта 7 может перемещаться вдоль вала 4 и связана с ним шпонкой. Посредством этой муфты каждую из шестерен 5 и 6 можно связать с валом 4. Если поставить муфту 7 в крайнее левое положение так, чтобы она сцепилась с шестерней 6 — эта шестерня будет связана с валом 4, и передача вращения от вала 1 к валу 4 будет происходить через шестерни 2 и 6. При крайнем правом положении муфты 7 передача идет через шестерни 3 и 5.

Недостаток этой системы состоит в том, что переключение муфты 7 можно производить или при остановленном станке или, во всяком случае, при медленно вращающемся, что, вполне понятно, связано с непроизводительной тратой времени.

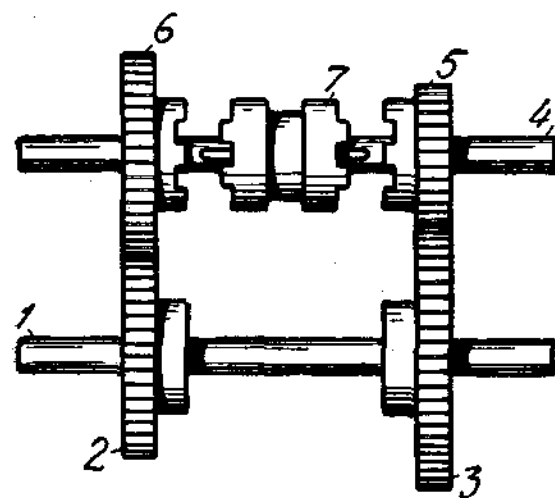


Рис. 48. Зубчатая муфта.

3) Фрикционные муфты этого недостатка не имеют, так как допускают переключение скоростей без остановки станка. Разберем устройство простейшей фрикционной муфты, часто встречающейся в современных станках (рис. 49).

На валу 1 свободно надета шестерня 2. Стопорное кольцо 3 не дает ей перемещаться вдоль вала. У этой шестерни сделана цилиндрическая выточка, в которую входит фрикционное кольцо 4, надетое на вал 1. Кольцо это закреплено на валу шпонкой 5 и стопорным винтом 6. Справа от шестерни на вал надета ничем не связанная с ним муфта 7. Если передвинуть муфту 7 влево, то она раздвинет нижние концы рычагов 8. Верхние концы этих рычагов, снабженные полуцилиндрическими пальцами, входят в гнезда фрикционного кольца 4 (см. деталь). Поворот рычагов 8 под действием муфты 7 происходит около точки 9. Поэтому, когда муфта 7 раздвинет нижние концы рычагов, то полуцилиндрические пальцы их раздвинут фрикционное кольцо 4 и тем самым сцепят шестерню 2

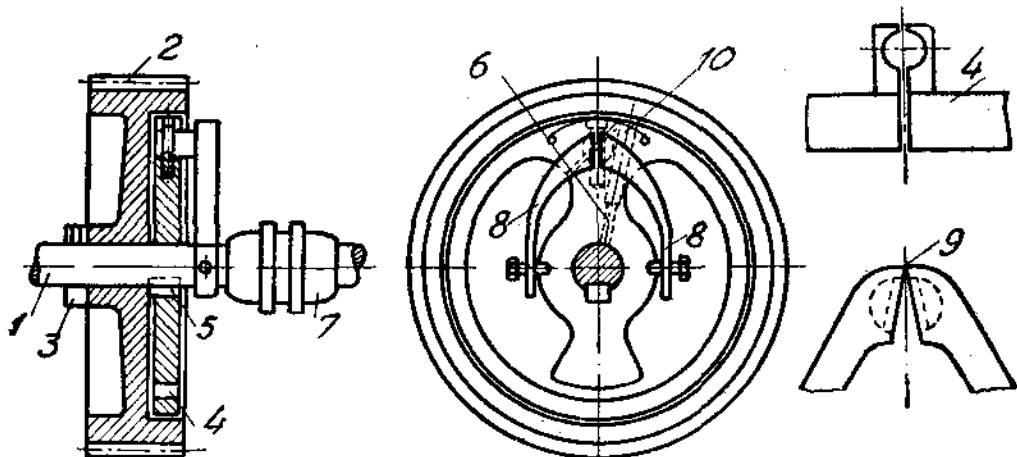


Рис. 49. Фрикционная муфта.

с валом 1. Если муфту 7 отодвинуть вправо, то пружина 10 стянет фрикционное кольцо 4 и, следовательно, сцепление шестерен с валом 1 прекратится.

Фрикционные муфты работают исправно, если они хорошо отрегулированы.

4) Откидные шестерни. Этот механизм применяется в коробках скоростей и, как мы увидим дальше, особенно часто — в коробках подач токарных станков. Сущность его сводится к следующему: на ведущем валу 1 (рис. 50), вращающемся с постоянной скоростью, посажена шестерня 2, которая может двигаться вместе с охватывающей ее обоймой 3 вдоль вала 1 по шпонке, сделанной вдоль всего вала. С шестерней 2 постоянно сцеплена зубчатка 4, свободно вращающаяся на пальце 5, вставленном в обойму 3. На валу 6 надето несколько (от 3 до 12) шестерен. Все эти шестерни связаны с валом 6 шпонкой.

В этой системе шестерня 4 служит только для того, чтобы через нее можно было сцепить зубчатку 2 с любой из шестерен, посаженных на вал 6. Такая передача носит название передачи Нортонна (по имени ее изобретателя).

На рис. 50 передача от вала 1 к валу 6 идет через шестерни 2, 4 и 9. Для того, чтобы заставить вал 6 вращаться медленнее (при постоянной скорости вала 1), следует:

1) Повернуть обойму 3 так, чтобы шестерня 4 вышла из зацепления с шестерней 9. Достигается это поворотом обоймы 3 около вала 1. Шестерня 4 в это время перекачивается по шестерне 2.

2) Передвинуть обойму 3 вдоль вала 1 настолько, чтобы шестерня 4 встала, например, против шестерни 14.

3) Обратным поворотом обоймы ввести шестерню 4 в зацепление с зубчаткой 14. Это не всегда удастся сразу. Иногда зуб шестеренки 4 встречается на своем пути не впадину между зубцами шестерни 14, а один из ее зубцов. Для того, чтобы зубец этот мог встать на свое место, следует немного повернуть станок, лучше всего — вращая рукой за ремень.

У рукоятки, за которую производится перемещение обоймы, обычно имеется защелка, которая закрепляет выбранное положение обоймы и не дает работающим в этот момент шестерням выйти из зацепления.

Сравнивая разобранные механизмы, входящие в коробки скоростей токарных станков, мы должны отметить, что самым выгодным из них является последний — механизм Нортон. Действительно, если мы сравним количество

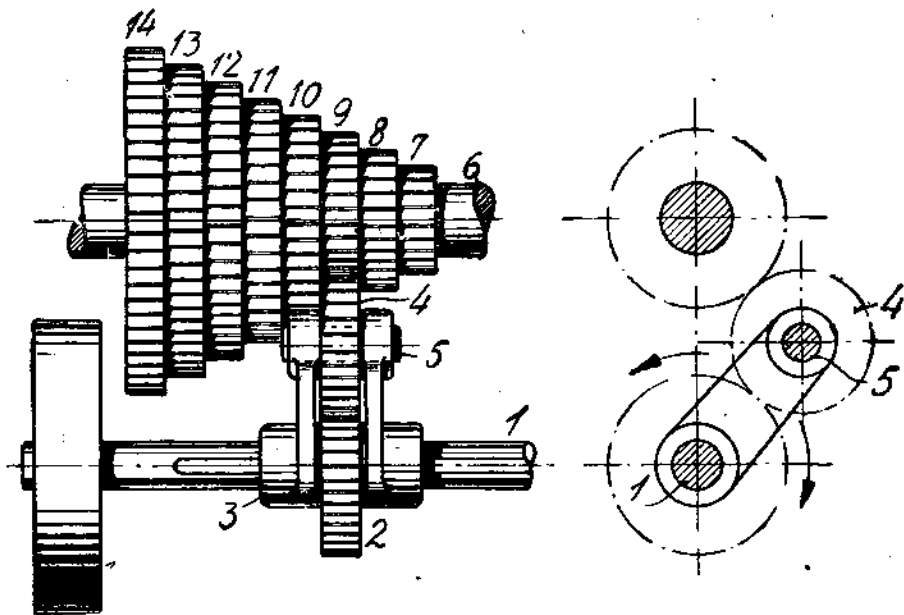


Рис. 50. Откидная шестерня.

шестерен, как наиболее дорогих в изготовлении деталей коробки, то увидим, что в коробке Нортон при наименьшем числе шестерен можно получить наибольшее количество передач.

Положим, мы имеем вал, вращающийся с постоянной скоростью, и желаем соседнему валу дать 8 скоростей, получаемых от 1-го вала через зубчатые шестерни. Не вводя усложнений (промежуточных валиков и т. д.) в разобранные нами механизмы, мы видим, что, применяя передвижные шестерни, мы должны были бы употребить 16 шестерен (8 на одном валу и 8 на другом). Несколько меньшим количеством шестерен можно было бы обойтись, пользуясь сцепными муфтами (зубчатыми и фрикционными). Из рис. 50 видно, что, применяя передачу Нортон, в данном случае можно обойтись 10 шестернями.

Ознакомившись с отдельными механизмами коробок скоростей, разберем несколько типов их.

На рис. 51 представлена в раскрытом виде коробка скоростей токарного станка американской фирмы Цинцинати, а на рис. 52 — схема этой коробки, так как не все шестерни коробки видны на фотографии. Одинаковые детали обозначены на рис. 51 и 52 одними и теми же цифрами.

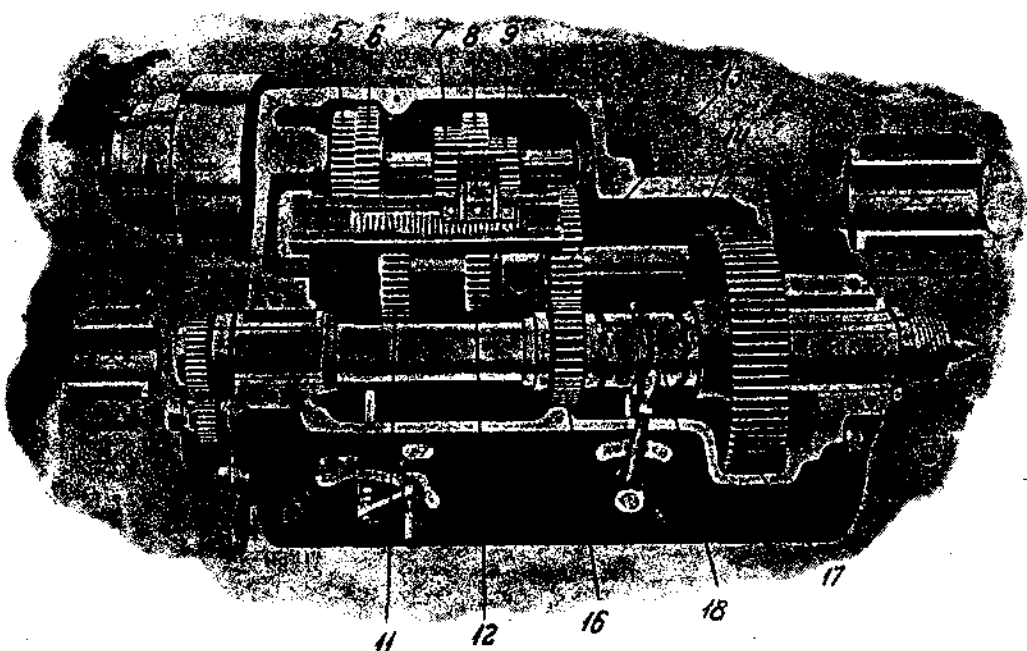


Рис. 51. Коробка скоростей токарного станка Цинцинати.

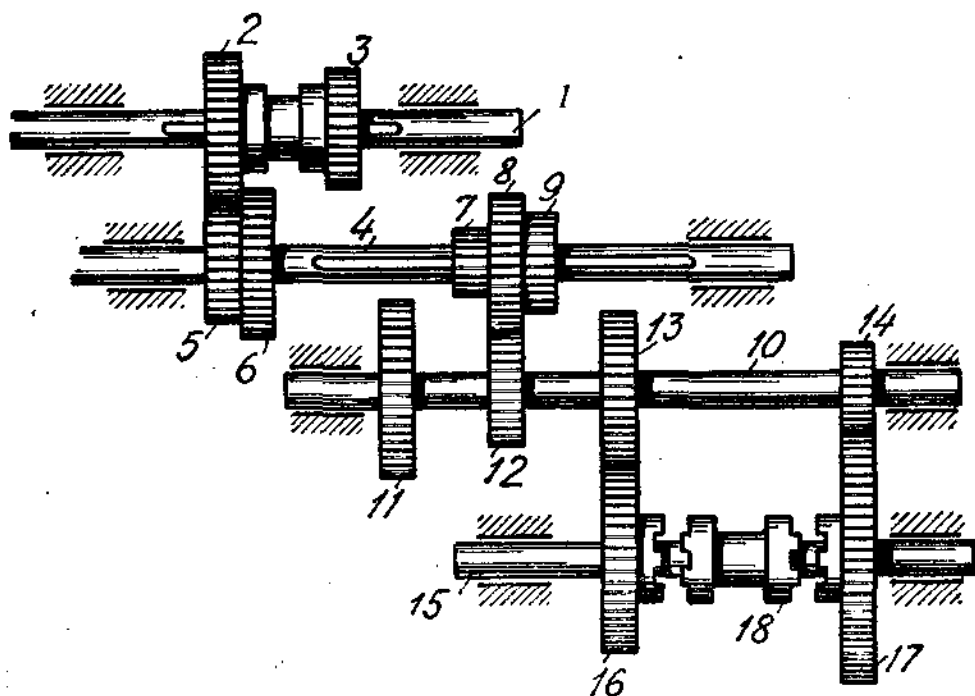


Рис. 52. Коробка скоростей токарного станка Цинцинати (схема).

Ведущий валик 1 получает вращение от электромотора (трансмиссии). На наружном конце этого валика имеется одноступенчатый шкив (рис. 51). На валике 1 имеется двойная передвигная шестерня 2, 3, посредством которой через шестерни 5 и 6 валик 4 может получить две скорости; одну скорость, когда в зацеплении находятся шестерни 2 и 5, как это показано на рис. 52, другую, когда, передвинув шестерню 2, 3 влево, заставим сцепиться шестерни 3 и 6. Это перемещение шестерни 2, 3 производится при помощи рычага 1 (рис. 53, на котором представлен общий вид токарного станка Цинцинати, коробку скоростей которого мы сейчас разбираем). Как видно из рисунка 53, рычаг 1 может иметь два положения (соответственно назначению двойной шестерни 2, 3), обозначаемые на станке буквами С и D. Когда рычаг 1 поставлен вправо, на букву D (как это сделано на рис. 53), в зацеплении находятся шестерни 2 и 5. Повернув рычаг и поставив его в другое положение (на букву С), мы будем иметь передачу через шестерни 3 и 6.

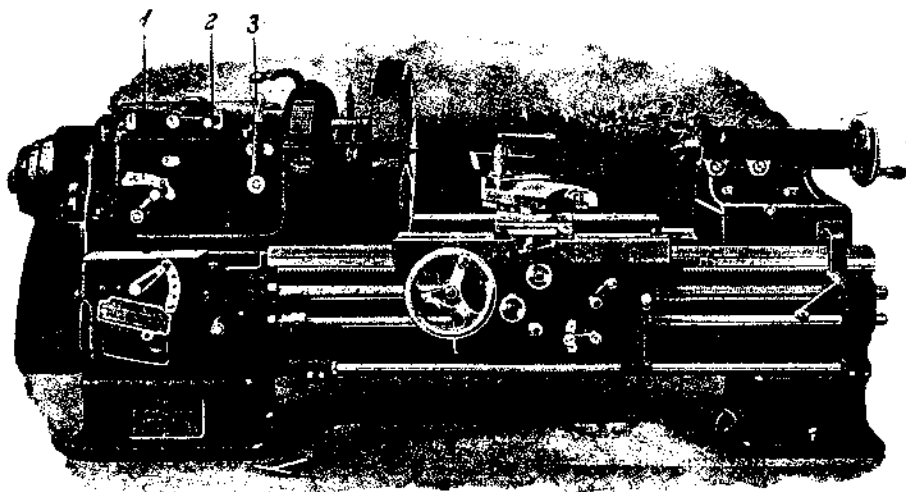


Рис. 53. Токарный станок Цинцинати.

От валика 4, имеющего, таким образом, две скорости, вращение передается дальше — валику 10 через тройную передвигную шестерню 7, 8, 9 и шестерни 11, 12 и 13, посаженные намертво на валике 10. Передвижение тройной шестерни 7, 8 и 9 делается рычагом 2 (рис. 53) через зубчатую рейку, видную на рис. 51.

Рычаг этот, в соответствии с числом передвигных шестерен (мы имеем одну, но тройную), может иметь три положения, обозначенных на коробке скоростей цифрами 1, 2 и 3 (рис. 53).

Совершенно очевидно, что валик 10 может иметь 6 скоростей. Это не трудно проверить, даже не заглядывая внутрь коробки скоростей. Поставив рычаг 1 (рис. 53) на С, мы можем дать рычагу 2 три положения, устанавливая его последовательно на гнезда 1, 2 и 3 (рис. 53). Получаем таким образом три скорости шпинделя. Переставив рычаг 1 на D и снова изменяя положения рычага 2, мы получаем на валике 10 еще 3 скорости, всего 6 скоростей.

Вал 15 есть шпиндель станка, на нем свободно посажены шестерни 16 и 17, сцепляющиеся постоянно с шестернями 13 и 14 валика 10. Соединение шестерен 16 и 17 с валом 15 производится при помощи зубчатой муфты 18, управляемой рычагом 3 (рис. 53).

Рычаг этот имеет два положения, обозначенные на станке буквами А и В. Ясно, что шпиндель станка имеет 12 скоростей.

Для того, чтобы знать, в какое положение должны быть устанавливаемы рычаги коробок скоростей для получения требуемого числа оборотов шпинделя, на станке привинчивается трафаретка, из которой видно:

- 1) сколько скоростей имеет станок,
- 2) какие эти скорости,
- 3) в какие положения следует ставить рычаги, управляющие коробкой скоростей, для получения выбранных скоростей.

На рис. 54 показана трафаретка, имеющаяся на токарном станке Цинцинати. На этой трафаретке, в левой колонке, указаны те числа оборотов шпинделя, которые имеет станок (от 16 до 392—х), а в правой — положения рычагов, при которых эти скорости могут быть получены.

Следует отметить, что такие трафаретки не всегда соответствуют действительности. Дело в том, что эти трафаретки составляются в расчете на строго определенное число оборотов ведущего шкива и только при этом числе оборотов шкива трафаретка верна. Поэтому, начиная работать на новом станке, необходимо проверить правильность показаний имеющейся на станке таблички (трафаретки).

На рис. 55 представлен общий вид, а на рис. 56 — схема коробки скоростей токарного станка американской фирмы Монарх, интересная тем, что в ней подвижная шестерня одновременно является и зубчатой муфтой. Ведущий шкив посажен на вал 1 (рис. 56) и сообщает

SPINDLE SPEEDS	
R. P. M. OF SPINDLE	POSITION OF LEVER
16	3-BC
21	3-BD
28	1-BC
40	1-BD
50	2-BC
70	2-BD
90	3-AC
123	3-AD
165	1-AC
229	1-AD
292	2-AC
392	2-AD

THE CINCINNATI LATHE & TOOL CO.
CINCINNATI, OHIO, U.S.A.

Рис. 54. Трафаретка коробки скоростей.

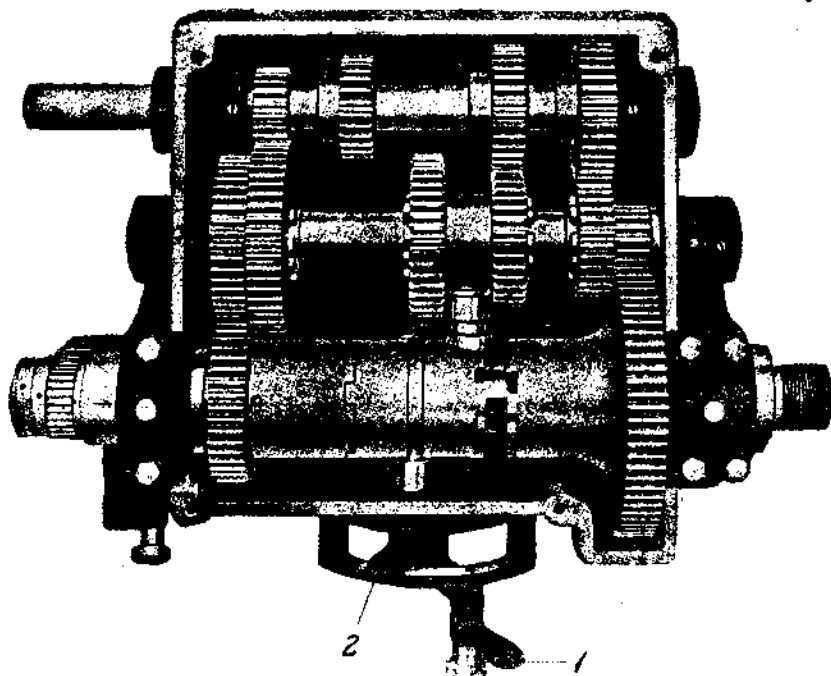


Рис. 55. Коробка скоростей токарного станка Монарх.

ему постоянное число оборотов. На валу 1, внутри коробки, намертво посажены четыре шестерни 2, 3, 4 и 5. На соседнем валу 6 имеется шесть шестерен 7, 8,

9, 10, 11, 12, из которых две крайних (левая 7 и правая — 12) посажены на вал 6 на шпонках, шестерни 8 и 11 вращаются на валу 6 свободно и, наконец, шестерни 9 и 10, изготовленные из одной болванки, связаны с валом 6 шпонкой и могут двигаться вдоль него при помощи рычага 1 (рис. 55). Эта пара шестерен служит вместе с тем и зубчатой муфтой для соединения с валом 6 шестерен 8 и 11.

На шпинделе станка посажены свободно шестерни 13 и 14, которые могут быть сцеплены со шпинделем посредством зубчатой муфты 15, управляемой рычагом 2 (рис. 55).

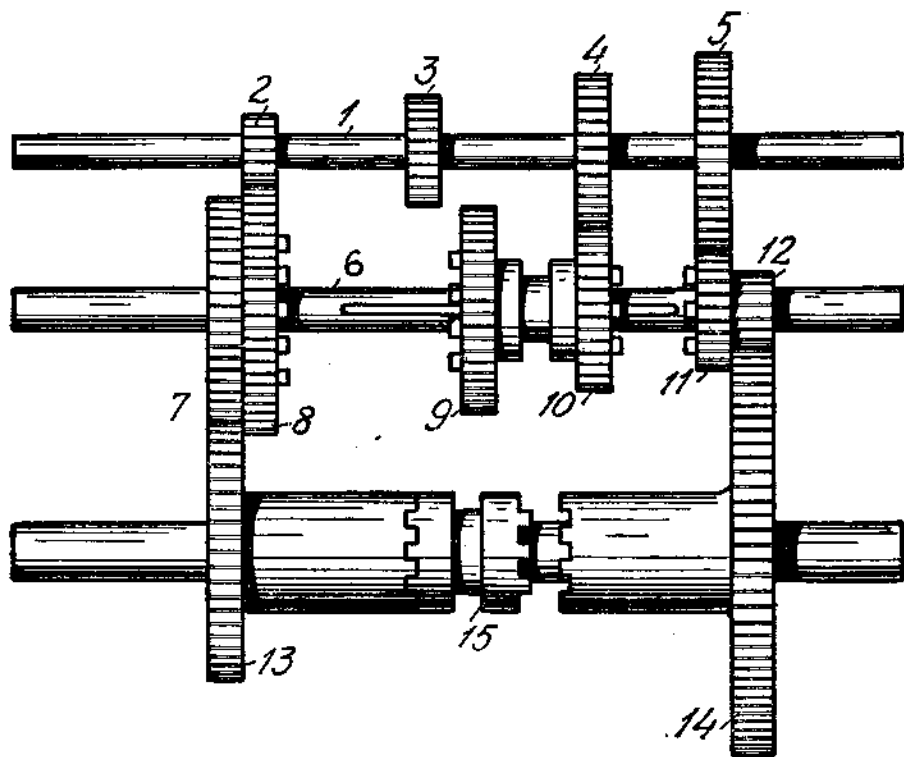


Рис. 56. Коробка скоростей токарного станка Монарх (схема).

Не трудно видеть, что разбираемая коробка дает 8 скоростей шпинделя. В самом деле, рычаг 1 имеет четыре положения и рычаг 2 — два положения, значит станок имеет 8 скоростей.

Рассмотрим ход передачи при разных положениях рычага 1, поставив рычаг 2 в левое положение, т.е. соединив со шпинделем станка шестерню 13. При крайнем левом положении рычага 1 двойная передвижная шестерня 9, 10 будет служить зубчатой муфтой для соединения с валом шестерни 8. В этом случае ход передачи вращения вала 1 будет такой: шестерня 2, затем 8, 7, 13 и, наконец, шпиндель. Передвинув рычаг 1 на одно деление вправо (и, значит, шестерню 9, 10 тоже вправо), мы получим зацепление шестерен 3 и 9. Передача будет 3, 9, 7, 13. Поставив шестерню 9 — 10 в положение, указанное на рис. 55, имеем передачу 4, 10, 7 и 13. Наконец, при четвертом (последнем) положении рычага 1 шестерни 9, 10 так же как и при первом положении, являются зубчатой муфтой для соединения шестерни 11 с валом 6. Имеем передачу: 5, 11, 7, 13. Не трудно видеть, что, пере-

ставив рычаг 2 в правое положение (соединив со шпинделем шестерню 14), получим еще четыре передачи, а именно:

2, 8, 12, 14
3, 9, 12, 14
4, 10, 12, 14
5, 11, 12, 14.

Обе разобранные нами коробки скоростей — простейшего типа. Переходим к разбору более сложных коробок и в первую очередь коробки скоростей с двойным перебором.

Ведущий шкив посажен на вал 7 (рис. 57 и 58), на котором внутри коробки свободно вращаются шестерни 2 и 3. Каждая из этих шестерен может быть соединена с валом 7 при помощи зубчатой муфты 4. На соседнем валике 5 имеются четыре шестерни 6, 7, 9 и 10, из которых крайние (6 и 10) связаны с валом 5 шпонками, а шестерни 7 и 9 вращаются на нем свободно. Посредством зубчатой муфты 8 шестерня 7 или 9 может быть соединена с валом 5. Далее передача идет на втулку 14, свободно вращающуюся на валу 11 (шпиндель станка). На этой втулке намертво посажены шестерни 12, 13 и 15. Зубчатой муфтой 16 втулка 14 может быть соединена со шпинделем (валом 11). При помощи этой же муфты шестерня 17, свободно вращающаяся на шпинделе, может быть с ним сцеплена. Вал 22 — в данном случае вал перебора; шестерни 18 и 20 вращаются на нем свободно; шестерня 21 посажена на шпонке, муфта 19 служит для соединения шестерен 18 и 20 с валом 22.

Разобрав устройство этой коробки, посмотрим, какие скорости могут быть получены. Вал 7 вращается с постоянной скоростью. Переключением муфт 4 и 8 втулке 14 можно сообщить 4 скорости, а именно:

Скорости	Положение муфт		Передача идет через шестерни
	4	8	
1	налево	налево	2, 6, 7, 13
2	"	направо	2, 6, 9, 15
3	направо	налево	3, 10, 7, 13
4	"	направо	3, 10, 9, 15

Если муфта 16 поставлена в левое положение, то она сцепляет втулку 14 со шпинделем и, значит, шпиндель имеет столько же скоростей, сколько втулка 14. Если муфту 16 соединить с шестерней 17, то передача вращения втулки 14 шпинделю пойдет через шестерни 12, 18, 21, 17 (муфта 19 находится в положении, показанном на рисунке), или через шестерни 15, 20, 21 и 17, если муфта 19 поставлена в правое положение.

Итак мы имеем скорости:

Без перебора 4 скорости
С 1-м перебором (через шестерни 12 и 18) . 4 »
Со 2-м перебором (через шестерни 15 и 20) 4 »

а всего 12 скоростей.

Переключение зубчатых муфт 4, 8, 16 и 19 производится при помощи рычагов, находящихся спереди коробки скоростей. Если мы условимся обозначать эти рычаги наклонными линиями, при чем направление наклона будет соот-

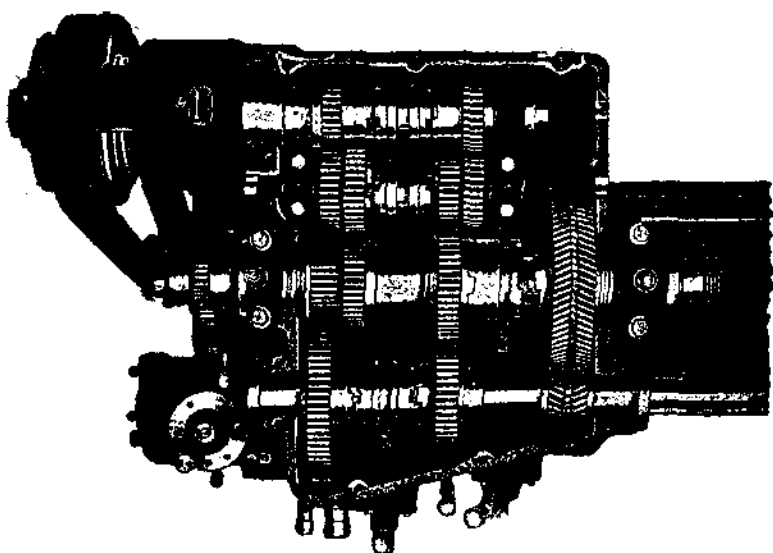


Рис. 57. Коробка скоростей с двойным перебором.

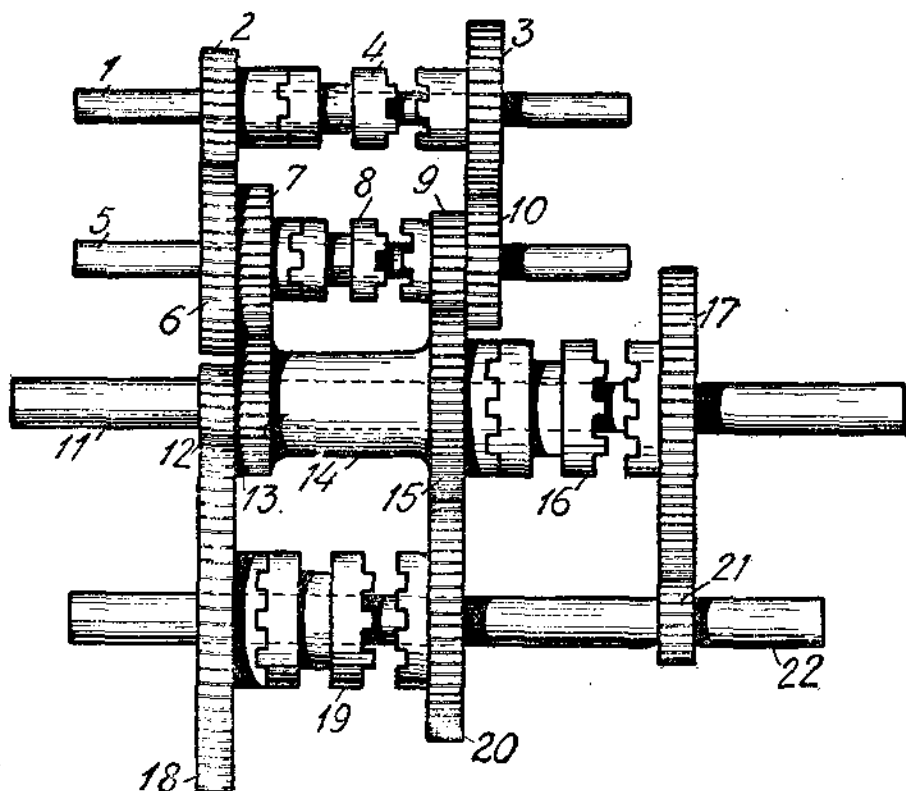


Рис. 58. Коробка скоростей с двойным перебором (схема).

ветствовать положению зубчатой муфты, управляемой этим рычагом, то скорости, которые имеет шпиндель разбираемого станка, могут быть представлены в виде таблицы.

В таких таблицах указываются положения рычагов и числа оборотов, которые получаются при данных положениях рычагов; мы же приведем, вместо чисел оборотов, ход передачи.

№№ скоростей	Положение рычагов №№				Передача идет через шестерни
	4	8	16	19	
1	↘	↘	↘		2, 6, 7, 13
2	↘	/	↘		2, 6, 9, 15
3	/	/	↘		3, 10, 9, 15
4	/	↘	↘		3, 10, 7, 13
5	↘	↘	/	↘	2, 6, 7, 13, 12, 18, 21, 17
6	↘	/	/	↘	2, 6, 9, 15, 12, 18, 21, 17
7	/	/	/	↘	3, 10, 9, 15, 12, 18, 21, 17
8	/	↘	/	↘	3, 10, 7, 13, 12, 18, 21, 17
9	↘	↘	/	/	2, 6, 7, 13, 15, 20, 21, 17
10	↘	/	/	/	2, 6, 9, 15, 15, 20, 21, 17
11	/	/	/	/	3, 10, 9, 15, 15, 20, 21, 17
12	/	↘	/	/	3, 10, 7, 13, 15, 20, 21, 17

В таблице рычагам даны номера, которые имеют муфты, управляемые этими рычагами (рис. 58). Предлагаем читателю проверить эту таблицу при всех положениях рычагов.

Существенный недостаток всех разобранных коробок скоростей состоит в том, что изменение чисел оборотов в них производится при помощи зубчатых муфт, переключать которые можно только при остановленном станке. Это связано с потерей времени, а при неосторожном или неумелом обращении иногда служит причиной поломки станка. На рис. 59 и 60 показаны схема и общий вид коробки скоростей токарного станка Бёрингера, не имеющей указанных недостатков. Переключение скоростей в этом случае производится при помощи фрикционов, и лишь только в одном случае сохранена зубчатая муфта. Таким образом, при этой коробке переключение скоростей можно производить на ходу, не останавливая станка, за исключением одного рычага, о чем будет сказано ниже.

Переходим к устройству коробки скоростей Бёрингера.

На ведущем валу 1 посажен шкив и две шестерни 14 и 15. Эти шестерни вращаются на валу и могут быть связаны с ним посредством фрикциона 6, показанного на рис. 59 схематически. От вала 1 вращение передается валу 2 или через шестерни 15 и 17 или 14 и 16, при чем шестерни 15 и 17 сцепляются непосредственно, а для сцепления зубчаток 14 и 16 имеется еще одна шестерня, не показанная на рис. 59. Благодаря этой добавочной шестерне, мы, не изменяя направления вращения шкива и, значит, валика 1, можем заставить вал 2 вращаться в направлении, обратном тому, которое вал 2 имеет при передаче через шестерни 15 и 17. Таким образом мы можем и шпиндель станка давать обратный ход, что при работе станка часто оказывается полезным.

Сравнивая размеры шестерен 14 и 16, а также 15 и 17, мы видим, что при передаче через шестерни 14 и 16 валик 2 будет вращаться быстрее, чем при пере-

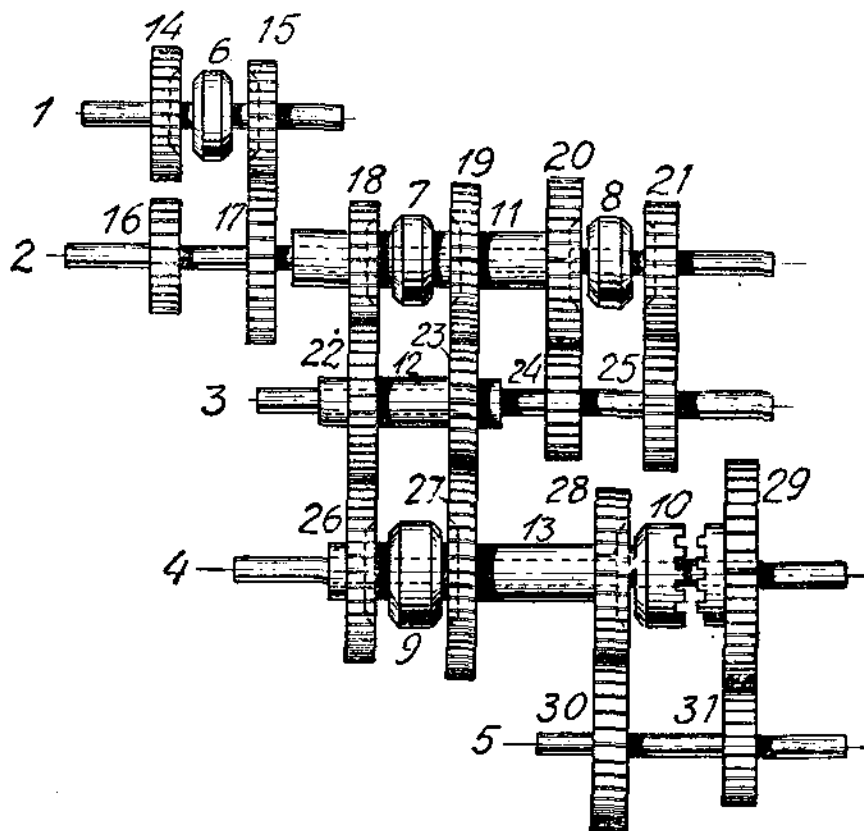


Рис. 59 Коробка скоростей токарного станка Бёрлингера (схема).

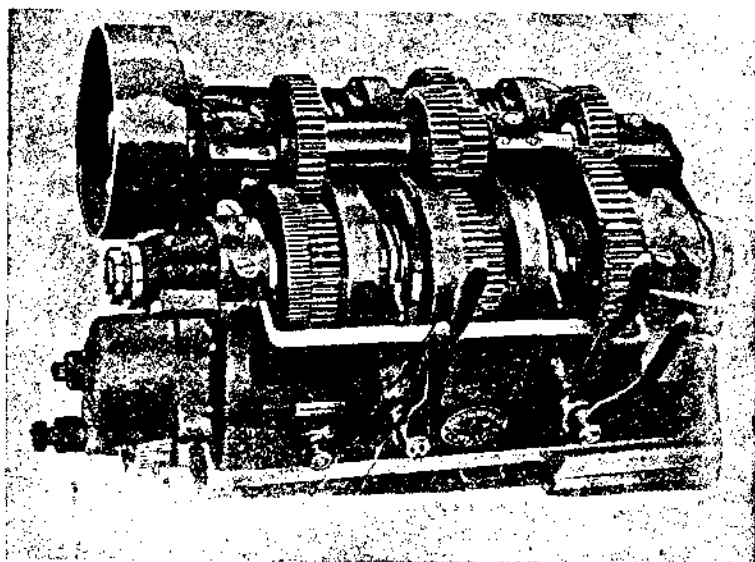


Рис. 60. Коробка скоростей токарного станка Бёрлингера.

даче 15, 17, так что обратный ход станка мы будем иметь более быстрый, чем передний.

На валике 2 свободно вращаются втулка 11 и шестерня 21, которые могут быть соединены с валом 2 при помощи фрикционной муфты 8. Шестерни 18 и 19 вращаются на втулке 11. Для соединения этих шестерен со втулкой 11 служит муфта 7. Шестерня 20 сделана из одного куска со втулкой 11. На следующем промежуточном валике 3 свободно вращается втулка 12, на которой на шпонках посажены шестерни 22 и 23. Шестерни 24 и 25 также посажены на шпонках, но непосредственно на валике 3.

Рассматривая разобрannую нами часть коробки скоростей, мы видим, что втулка 12 и связанные с ней шестерни 22 и 23 имеют 4 скорости переднего хода и 4 обратного. Действительно, составляя по предыдущему схемы возможных передач от вала 1 к втулке 12, получаем:

Положение муфт			Ход передачи
6	7	8	
Вправо	Влево	Влево	15, 17, 18, 22
"	"	Вправо	15, 17, 21, 25, 24, 20, 18, 22
"	Вправо	Влево	15, 17, 19, 23
"	"	Вправо	15, 17, 21, 25, 24, 20, 19, 23

Переставив муфту 6 влево, получим столько же скоростей обратного хода.

Установив, что втулка 12 имеет 4 скорости, продолжаем разбор коробки скоростей. На валу 4, который является шпинделем станка, свободно вращаются втулка 13 и шестерня 29. Втулка 13 может быть соединена с валом 4 посредством фрикциона 10, правая сторона которого есть зубчатая муфта, предназначенная для сцепления шестерни 29 со шпинделем станка. На втулке 13 свободно посажены шестерни 26 и 27, которые могут быть соединены со втулкой 13 фрикционом 9.

Совершенно очевидно, что втулка 13 может иметь 8 скоростей прямого хода и столько же обратного. Если муфта 10 поставлена в левое положение, то и шпиндель станка имеет эти же 8 скоростей. Переключив муфту 10 вправо, мы вводим в зацепление перебор (валик 5 и шестерни 30 и 31), который удваивает число скоростей шпинделя.

Итак, станок этот имеет 16 скоростей прямого хода и 16 обратного. Все рычаги его можно переключать на ходу. Исключение составляет правое положение рычага, управляющего муфтой 10.

Нам остается разобрать последний тип коробки скоростей, а именно, с перекидной шестерней. На рис. 61 представлена схема такой коробки, а на рис. 62 дана фотография ее со снятой крышкой.

Ведущий шкив посажен на вал 1. Через шестерни 9, 11 или 10, 12 вал 2 получает две скорости. На шпинделе 3 станка свободно вращается втулка 7, на которой намертво посажены шестерни 16, 17, 18, 19 и 21. Шестерня 20 вращается на втулке 7, но может быть связана с ней посредством особого храпового механизма, об устройстве которого будет сказано ниже. Муфта 8 служит для соединения со шпинделем или втулки 7 или шестерни 22, свободно вращающейся на шпинделе. Валик 4 с посаженными на него шестернями 23 и 24 представляет собой обыкновенный перебор. Валик 2 и втулка 7 могут быть связаны между собой двумя способами — или посредством накидного устройства, состоящего из вилки 6 и шестерен 14 и 13, или (при отброшенной вилке 6) через шестерни 15

и 20. Эти шестерни сцеплены не непосредственно, а через промежуточную шестеренку, не показанную на рис. 61. Пользуясь накидным устройством, мы можем сообщить втулке 7 четыре скорости (используя шестерни 16, 17, 18 и 19). Еще одна скорость втулки 7 получается через шестерни 15 — 20. Таким образом,

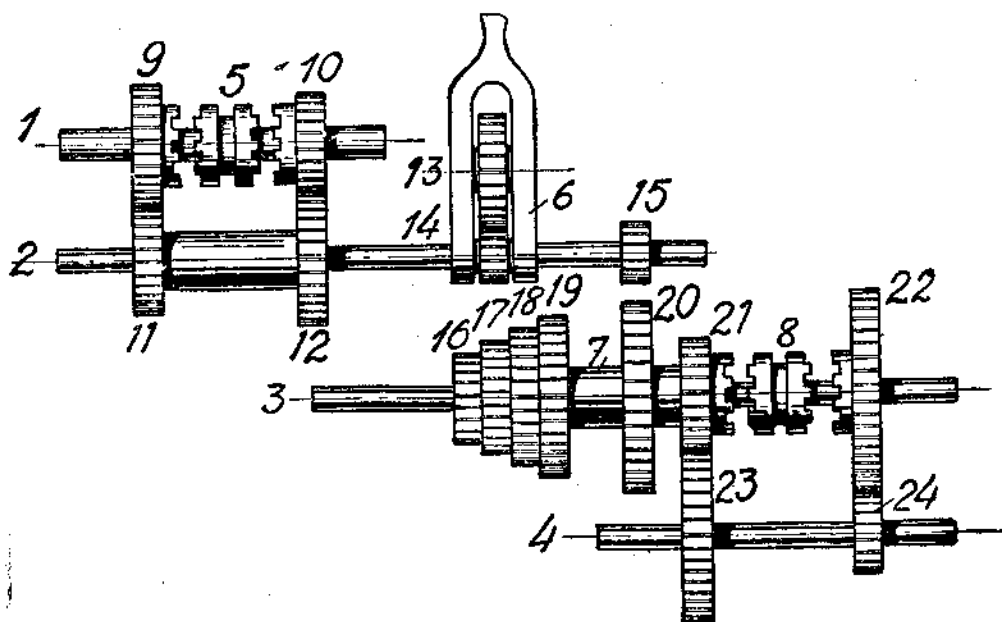


Рис. 61. Коробка скоростей с передвижной шестерней (схема).

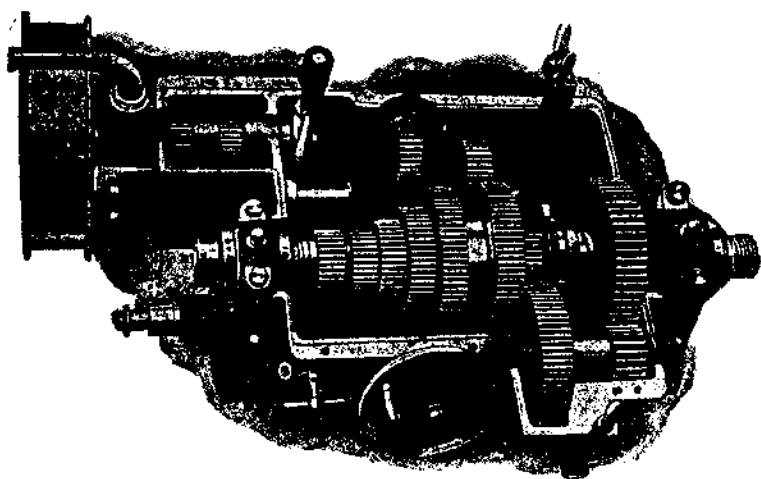


Рис. 62. Коробка скоростей с передвижной шестерней.

втулка 7 получает от вала 2 пять скоростей. Всего же она имеет десять скоростей, так как вал 2, как мы установили выше, имеет две скорости.

Соединяя при помощи муфты 8 втулку 7 непосредственно со шпинделем, мы сообщаем ему десять скоростей. Это количество удваивается переборным устройством (валик 4 и шестерни 23, 24 и 22).

В то время, когда накидное приспособление отброшено, передача вращения вала 2 втулке 7 происходит через шестерни 15 и 20. Когда это приспособление поставлено в рабочее положение, связь между валом 2 и втулкой 7 получается одновременно через две пары шестерен (не считая промежуточной). Одна пара, например, 14 и 16, а вторая — 15 и 20, которые все время остаются в зацеплении. Казалось бы, что при различных числах зубцов шестерен 14 и 16, с одной стороны, и 15 и 20 — с другой, поломка одной из них неизбежна. Этого не случается благодаря особому храповому механизму, скрытому в шестерне 20. Прежде чем переходить к разбору этого механизма, отметим, что самая медленная скорость втулки 7 получается при передаче через шестерни 15 и 20. При включении накидного устройства втулка 7 вращается быстрее. Заметим также, что шестерня 20 при одной скорости вала 2 вращается с постоянной скоростью, в то время как число оборотов втулки изменяется в зависимости от того, какая именно из шестерен 16, 17, 18 и 19 включена в данный момент.

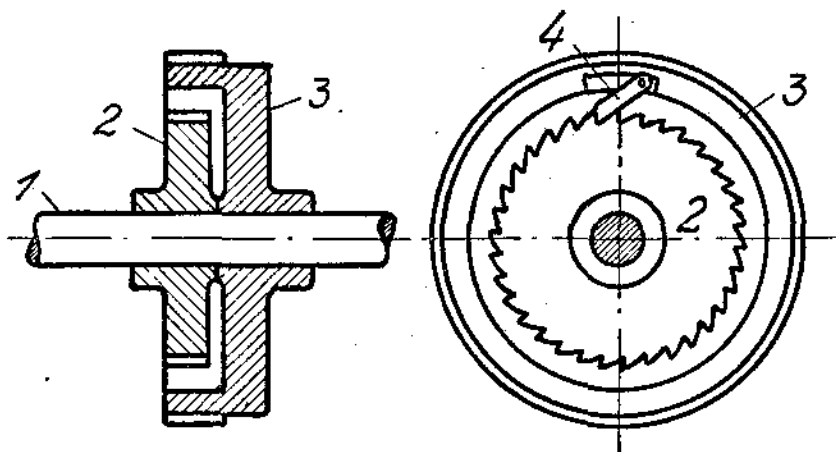


Рис. 63. Схема храпового устройства.

Представим себе, что на валу 1 (рис. 63) свободно вращается диск 2, на котором нарезаны зубцы, как показано на рисунке. Рядом с этим диском на тот же вал так же свободно надета шестерня 3, охватывающая своим венцом диск 2. Внутри этой шестерни имеется собачка 4, посредством которой шестерня 3 может быть связана с диском 2.

В коробке скоростей, изображенной на рис. 61, диском 2 является втулка 7 и шестерней 3 зубчатое колесо 20.

Рассмотрим два случая:

1) Накидное устройство отброшено и передача от валика 2 ко втулке 7 идет через шестерни 15 и 20. Из рис. 63 ясно, что если шестерня 3 (или 20 на рис. 61) вращается влево, то с такой же скоростью под действием храповика 4 будет вращаться и шестерня 2 (втулка 7 на рис. 61).

2) При включении накидного приспособления шестерня 3 будет вращаться, как мы говорили выше, с той же скоростью, но диск 2 (или втулка 7) будет вращаться быстрее; храповик 4 будет проскакивать по зубцам диска 2, и поэтому поломки шестерен, находящихся в этот момент в зацеплении, не произойдет.

Перемена скоростей у всех рассмотренных выше коробок производится при помощи нескольких рычагов. Чем больше скоростей имеет коробка, тем больше рычагов приходится переключать при каждом изменении скорости. Это связано с потерей времени, и поэтому некоторые станки снабжены таким устройством,

которое обеспечивает возможность изменения скоростей при помощи только одного рычага или маховичка.

Одна из таких коробок представлена на рис. 64. Вращая вправо или влево звездообразный маховик 7, мы поворачиваем связанный с ним винтовыми шестернями и находящийся внутри коробки вал 2. На этом валу надеты три муфты 3, 4 и 5, в которых профрезерованы фигурные канавки, как это показано на рис. 64. Рычаги, служащие для перевода зубчатых муфт 6, 7 и 8, вращаются около пальцев, ввернутых в крышку коробки скоростей, и на рис. 64 отсутствуют, так как сняты вместе с крышкой. На концах этих рычагов имеются ролики, входящие в канавки соответственных муфт 3, 4 и 5. При повороте одного маховика 7 поворачиваются сразу все три рычага, изменяющие положение муфт 6, 7 и 8.

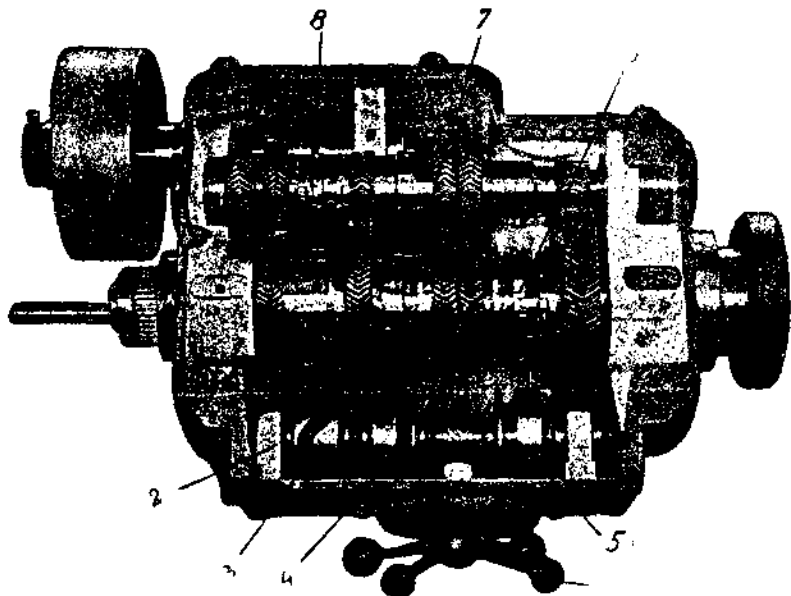


Рис. 64. Коробка скоростей, управляемая одним рычагом.

Расположение канавок в муфтах 3, 4 и 5 сделано так, что повороты рычагов происходят в строгой последовательности, соответственно конструкции коробки скоростей.

Разобраться в устройстве этой коробки, а также нарисовать схему ее мы предоставляем читателю. Представленная на рис. 65 коробка скоростей принадлежит токарному станку, изображенному на рис. 115. Составление схемы и этой коробки мы предлагаем выполнить читателю.

Сравнивая станки с многоступенчатым шкивом и перебором и станки, снабженные коробками скоростей, мы видим, что последние имеют целый ряд преимуществ, главные из которых:

1) возможность изменять скорость шпинделя поворотом рычагов или маховиков, управляющих коробкой; иногда эти переключения скоростей можно делать, не останавливая станка;

2) рабочий ремень набегают на ведущий шкив станка с постоянной скоростью и, значит, станок работает с постоянной мощностью (сравни со сказанным на стр. 41 относительно станка с многоступенчатым шкивом).

На ряду с этими достоинствами, коробки скоростей имеют один общий недостаток — ограниченное количество скоростей и часто резкие переходы от

одного числа оборотов шпинделя к другому, получающиеся при перемене скорости.

Стремление наилучшим образом разрешить эти вопросы привело к так называемым гидравлическим коробкам скоростей. Ко-

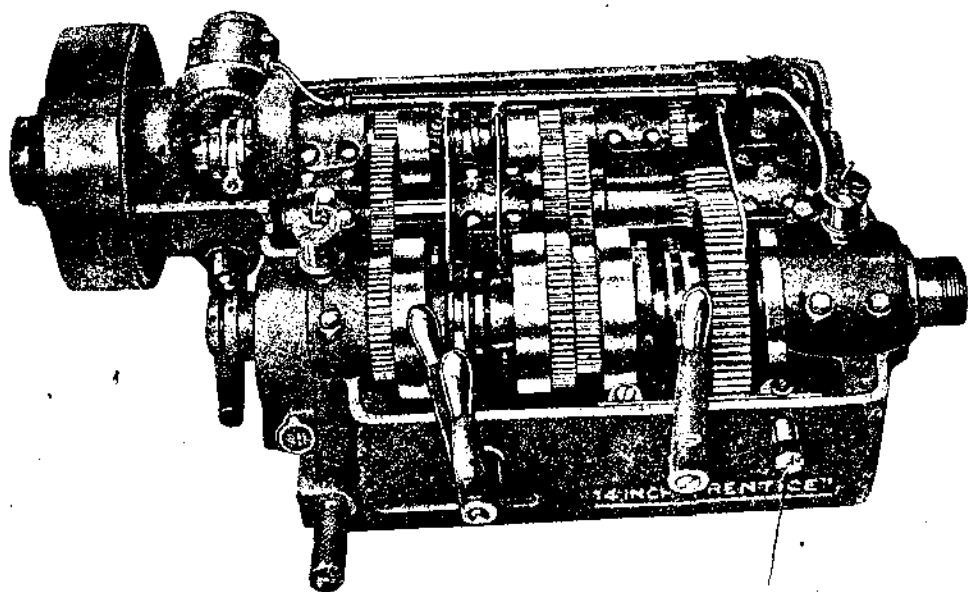


Рис. 65. Коробка скоростей токарного станка Рид-Прэнтиса.

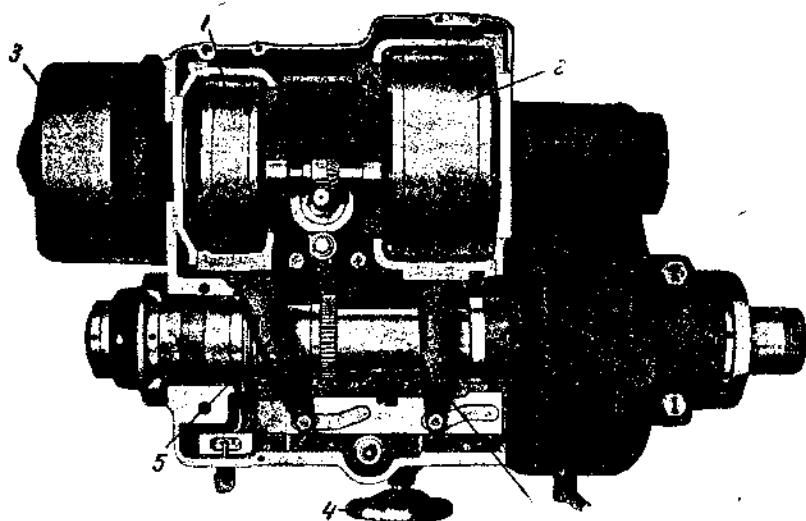


Рис. 66. Гидравлическая коробка скоростей (общий вид).

робки эти имеют целый ряд преимуществ, даже в сравнении с последними конструкциями обыкновенных коробок скоростей.

Гидравлическая коробка скоростей, известная под названием привод «Лауф-Тома», представлена на рис. 66 и состоит из главных частей — поршневого

насоса 1 и поршневого мотора 2. Насос приводится во вращение с постоянным числом оборотов электромотором, обслуживающим станок, через шкив 3 и всасывает масло из резервуара, находящегося вблизи станка (обычно установленного в левой ножке станка).

Ход поршней насоса, как мы увидим дальше, может изменяться, что дает возможность регулировать количество засасываемого насосом масла. Засосанное таким образом масло поступает в поршневой мотор. Проходя через мотор, масло заставляет его вращаться. Движение мотора через шестерни, закрытые на рис. 66 кожухами, передается шпинделю станка. Число оборотов поршневого мотора находится в зависимости от количества масла, нагнетаемого в него насосом, и, кроме того, может регулироваться посредством изменения хода поршней его.

На рис. 67 представлена в разобранном виде гидравлическая коробка скоростей, предназначенная не для токарного станка, но по своему внутреннему устройству ничем не отличающаяся от изображенной на рис. 66.

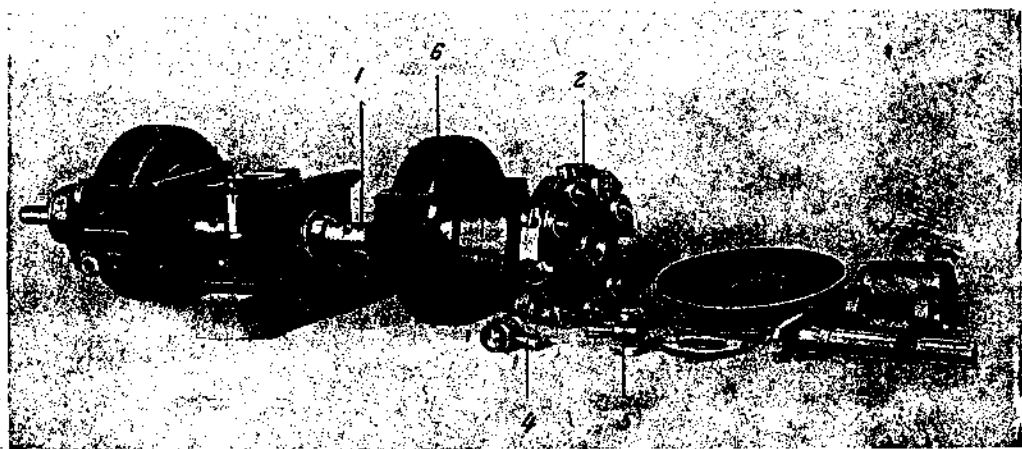


Рис. 67. Детали гидравлической коробки.

Подвод масла в поршневой насос происходит через отверстия в неподвижной цапфе 1, на которой сидит звезда 2 (рис. 67). Звезда эта связана с валом, на котором насажен шкив 3 (рис. 66), и свободно вращается на цапфе 1. Звезда имеет отверстия для поршней. Два из них на рис. 67 вынуты из своих мест, при чем цифрой 4 на этом рисунке обозначен поршень, а цифрой 5 — его крейцкопф,двигающийся в отверстиях звезды, как в направляющих. Ролики, имеющиеся у крейцкопфа, опираются на внутреннюю поверхность барабана 6, который вращается на шариковых подшипниках, закрепленных в передвижных салазках. Передвигая эти салазки, а вместе с ними и барабан, можно изменять положение барабана по отношению к неподвижной цапфе 1 и этим изменять ход поршней.

Если барабан находится в среднем положении, т.е. так, как это указано на рис. 68 слева, то поршни при вращении звезды остаются неподвижными. Если барабан сдвинуть в сторону (рис. 68 справа), то, поворачивая звезду, мы заставим поршни двигаться. При вращении звезды по часовой стрелке поршни, пройдя самую низкую точку барабана, будут двигаться наружу и засасывать масло из резервуара. Перейдя через самую высокую точку, поршни двигаются к центру звезды и вгоняют засосанное раньше масло через отверстие в неподвижной цапфе в поршневой мотор.

Перемещая барабан 6, мы будем изменять ход поршней и, значит, увеличивать или уменьшать количество масла, подаваемого в мотор. Чем больше мы будем подавать в мотор масла, тем быстрее он будет вращаться.

Таким образом, мы видим, что скорость вращения поршневого мотора, а следовательно, и скорость шпинделя легко изменяются перемещением барабана насоса относительно цапфы 7. Кроме того, скорость мотора может быть изменена в ту или другую сторону и другим способом, а именно — перемещением его барабана. На рис. 66 маховичок 4 управляет сразу обоими барабанами через рычаги 5 и 6.

Выше было сказано, что барабан 6, на внутреннюю поверхность которого опираются ролики поршней, вращается на шариковых подшипниках. По существу это вращение не обязательно и привод работал бы и при неподвижных барабанах. Ролики в этом случае должны были бы катиться по неподвижной стенке барабана. Но диаметр ролика в сравнении с диаметром барабана очень мал, и поэтому ролик должен был бы при работе насоса (или мотора) вращаться с большим числом оборотов, что вызвало бы быстрый износ его подшипников. При устройстве, изображенном на рис. 67, барабан вращается на шариковых

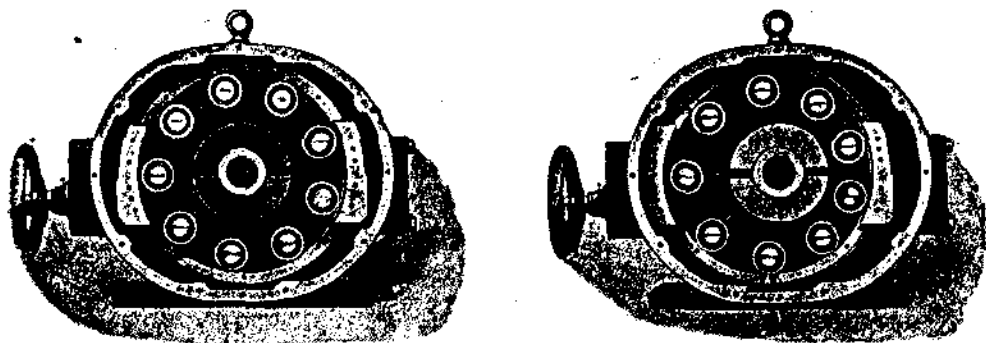


Рис. 68. Барабан гидравлической коробки в открытом виде.

подшипниках под действием трения, которое возникает между роликами и поверхностью барабана, на которую они опираются. В этом случае барабан делает столько же оборотов, сколько их делает звезда, и поэтому ролики поршней не катятся по внутренней поверхности барабана, а только опираются на нее. Масло, прошедшее через поршневой мотор, возвращается в резервуар.

На рис. 69 представлен разрез гидравлической коробки, изображенной на рис. 66.

На этом рисунке отметим следующие детали, устройство и назначение которых было только-что установлено: 1 — трубка, по которой масло всасывается из резервуара; 2 — ведущий шкив станка; 3 — ведущий вал насосной части, связанный двусторонней кулачной муфтой с звездой поршневого насоса (муфта эта отчетливо видна на рис. 67); 4 — звезда поршневого насоса; 5 — поршень насоса; 6 — барабан поршневого насоса, вращающийся на роликовых подшипниках 7; 8 — неподвижная цапфа, на которой вращается звезда насоса; 9 — предохранительный клапан для спуска масла при перегрузке станка; 10 — вал, связанный с звездой поршневого насоса и передающий через шестерню 11 вращение звезды шпинделю станка; 12 — трубка, по которой уходит в резервуар отработанное масло.

Названий частей поршневого мотора мы не повторяем, потому что они совершенно одинаковы с только-что перечисленными названиями частей поршневого насоса.

В настоящее время германская фирма «Магдебург» строит токарные станки, снабженные гидравлическими коробками скоростей. Числа оборотов шпинделей

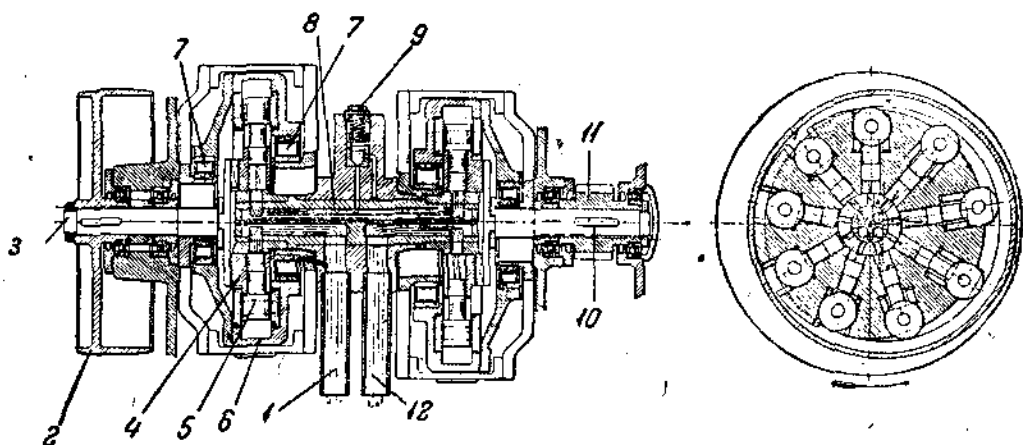


Рис. 69. Гидравлическая коробка скоростей (разрез).

этих станков изменяются в широких пределах и могут плавно увеличиваться или уменьшаться без остановки станка. Один из таких станков представлен на рис. 14.

§ 3. Задняя бабка.

Задняя бабка служит для поддержания обрабатываемого предмета. Основные части задней бабки: основная плита 1, корпус 2, шпиндель 3,

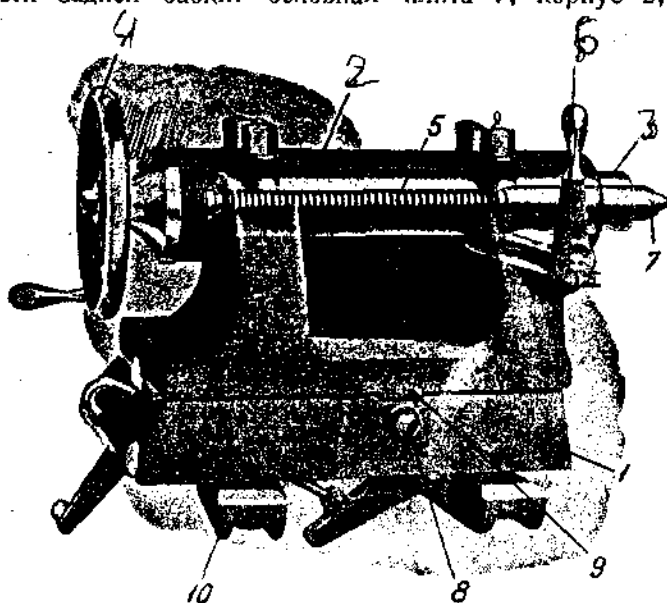


Рис. 70. Задняя бабка токарного станка (общий вид).

маховик 4 и винт 5 — для перемещения шпинделя, рукоятка 6 — для его закрепления (рис. 70).

В шпindelь задней бабки вставляется такой же центр 7, как и у передней бабки, который входит в углубление, сделанное в торце обрабатываемого изделия. Для того, чтобы было можно обрабатывать изделия разных длин, бабка перемещается вдоль станины или вручную или при помощи очень простого механизма, описание устройства которого будет дано ниже.

Основное требование, предъявляемое к задней бабке, состоит в том, чтобы ось ее шпинделя должна совершенно точно совпадать с осью передней бабки станка. Только при полном совпадении этих осей обрабатываемые изделия получаются цилиндрическими и даже при самом небольшом отклонении их получаются не цилиндры, а конуса (диаметры изделия, измеренные у передней и задней бабок, будут получаться разные).

Для того, чтобы при перемещении бабки вдоль станины это совпадение осей не изменилось, бабки станков с американским профилем станины располагаются на призмах (внутренние призмы рис. 23-III). Иногда, как мы говорили выше, для направления задней бабки служит только одна призма, в то время как на другой балке станины имеется плоская направляющая (рис. 23-IV и 23-V).

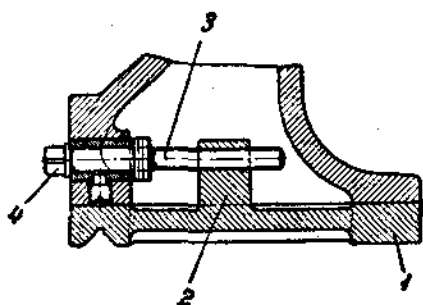


Рис. 71. Поперечный разрез задней бабки.

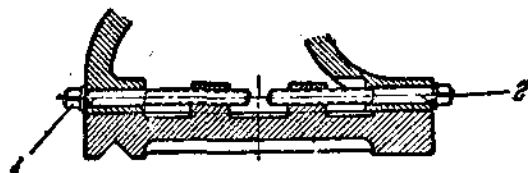


Рис. 72. Поперечный разрез задней бабки (2-я конструкция).

При станинах европейского типа направляющими для задней бабки служат внутренние вертикальные ребра балок станины, обозначенные на рис. 23-I и 23-II цифрами 5 и 6. Выступы, имеющиеся снизу у основной плиты задней бабки, должны быть хорошо пригнаны к этим направляющим.

Корпус бабки перемещается по основной плите при помощи болта 8 (рис. 70). На рис. 71 дается разрез бабки по плоскости, проходящей через ось этого болта. Основная плита 1 имеет прилив 2, просверленный и нарезанный по болту 3. Болт этот проходит сквозь стенку бабки и закреплен в ней так, что может вращаться под действием ключа за головку 4 (или 8 на рис. 70), но не может перемещаться вдоль своей оси. В виду этого, если мы будем поворачивать болт 3 за головку 4, то корпус задней бабки будет перемещаться по основной плите. Для того, чтобы перемещение это происходило строго поперек станка, у основной плиты сделана небольшая выемка, а у корпуса — тщательно пригнанный по выемке выступ (см. 9 рис. 70), которые являются как бы направляющими.

На рис. 72 показана другая конструкция устройства для поперечного перемещения задней бабки. В этом случае имеется два болта — 1 и 2, входящих в два просверленных и нарезанных прилива основной плиты. Для того, чтобы переместить корпус бабки, например, вправо, нужно сначала освободить немного болт 2 и затем натянуть болт 1. После того как бабка установлена в требуемом положении, оба болта должны быть туго натянуты.

Сравнивая оба эти устройства (рис. 71 и 72), следует отметить, что более жесткое закрепление бабки получается при двух болтах.

Закрепление бабки на станине станка производится при помощи или обыкновенных болтов или специального устройства. Болты проходят сквозь бабку

и головками опираются на поперечину (или поперечины, если болтов четыре) — 10 на рис. 70. Положение этой поперечины ясно из рис. 73, на котором показан более совершенный и быстрый способ закрепления задней бабки. Валик 1 (рис. 73) укреплен в корпусе бабки и может поворачиваться при помощи рычага 2, распо-

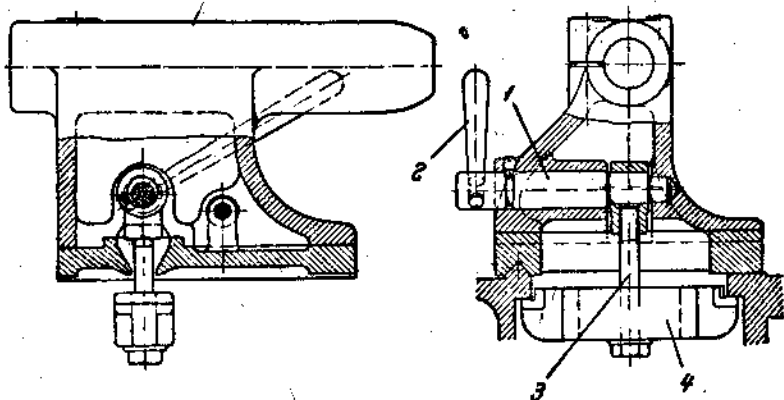


Рис. 73. Закрепление задней бабки эксцентриком.

ложенного обычно сзади бабки. Та часть этого валика, которая охватывается верхней частью прижимного болта 3, обточена эксцентрично по отношению ко всему валику 1. Поэтому, когда рычаг 1 поставлен в горизонтальное положение, болт 3 притягивает поперечину 4 к нижним частям направляющих станины. При вертикальном положении рычага 2 болт 3 не натянут, поперечина не прижимается к станине, и поэтому бабка легко может быть передвинута в требуемом направлении.

Закрепление бабки посредством эксцентричного валика дает возможность быстро освободить бабку и так же быстро закрепить ее в новом положении. Отвертывание и заворачивание 2-х, а иногда и 4-х гаек прижимных болтов (рис. 70) отнимает, конечно, больше времени, чем поворот рычага, но в этом случае мы имеем более жесткое закрепление бабки. Поэтому на малых и средних станках употребляются эксцентричные прижимы, в то время как задние бабки крупных станков крепятся посредством нескольких прижимных болтов.

У некоторых станков крепление задней бабки усиливается посредством добавления откидной планки 1 (рис. 74), которая нижним своим концом упирается в один из зубцов рейки 2, находящейся внутри станины. При передвижении бабки влево планка 1 проскакивает по зубцам рейки 2, при обратном движении — вправо — планка должна быть приподнята, для чего служит тяга 3.

Передвижение бабки вдоль станины производится у малых и средних станков вручную. Бабки тяжелых станков часто имеют специальное приспособление,

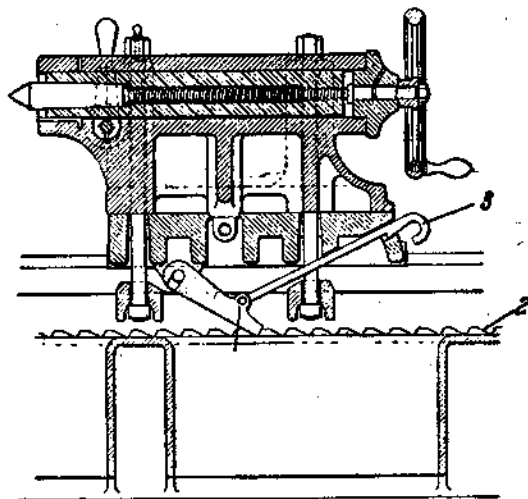


Рис. 74. Усиление крепления задней бабки.

одна из конструкций которых показана на рис. 75. В этом случае в виду большого веса задней бабки перемещение ее производится посредством зубчатой передачи, для чего использована зубчатая рейка 1, проходящая вдоль станины станка; основное назначение этой рейки мы узнаем дальше, при разборе супорта. В яблоке 3 крошечный 2 вращается палец, на котором посажена небольшая зубчатая шестерня, сцепляющаяся с рейкой 1. На наружный конец этого пальца надевается рукоятка (на рис. 75 снята), вращая за которую мы без особых усилий перемещаем заднюю бабку.

Для передвижения шпинделя бабки служит винт 5 на рис. 70 и 1 на рис. 76. Винт этот входит в бронзовую гайку 2, закрепленную в задний конец пустотелого шпинделя 3. Винт 1, благодаря заплечу 4, не может двигаться вправо. Шайба и маховичок 5, надетые на наружный конец винта и закрепленные гайкой 6, не дают ему перемещаться влево. Поэтому, вращая маховичок 5, который посажен на винте 1 на шпонке, мы за-

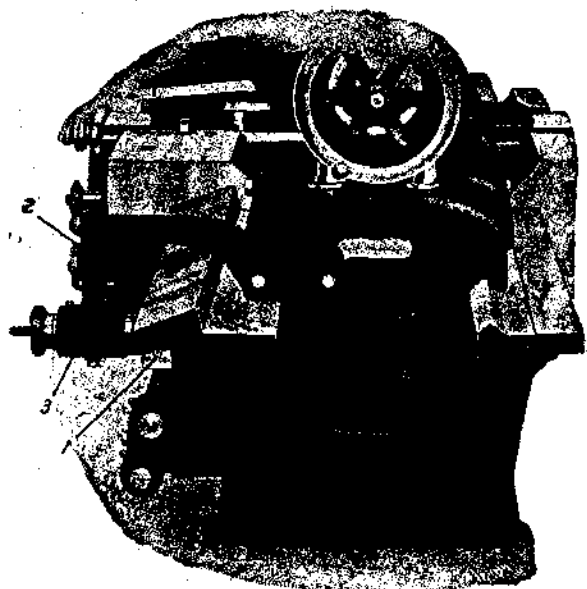


Рис. 75. Приспособление для перемещения задней бабки.

ставим шпиндель 3 перемещаться в ту или другую сторону. Шпиндель этот не перемещался бы, если бы мог вращаться вместе с винтом 1, но этому препятствует стопор 7, который входит в канавку, профрезерованную вдоль всего шпинделя. Длина винта 1 взята так, что, когда шпиндель приходит в крайнее правое положение, левый конец винта упирается в торец заднего центра 8, вставленного в шпиндель, и выдавливает его. Достоинство разобранного типа задней бабки в том, что винт 1 находится внутри бабки и таким образом защищен от грязи.

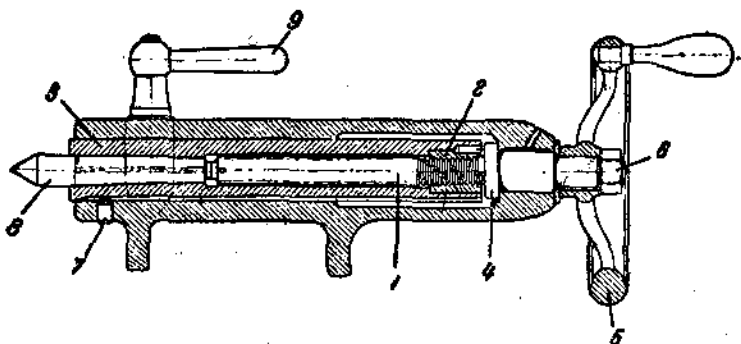


Рис. 76. Разрез задней бабки с закрытым винтом.

Бабки с закрытым винтом употребляются для малых и средних станков. Крупные станки в большинстве случаев снабжены бабками более сильного типа, с открытым винтом.

Разрез одной из таких бабок дается на рис. 77. В данном случае отдельного винта для перемещения шпинделя нет, и нарезка сделана на самом шпинделе 1. Втулка маховика 2 нарезана по шпинделю. Маховик 2 не может перемещаться

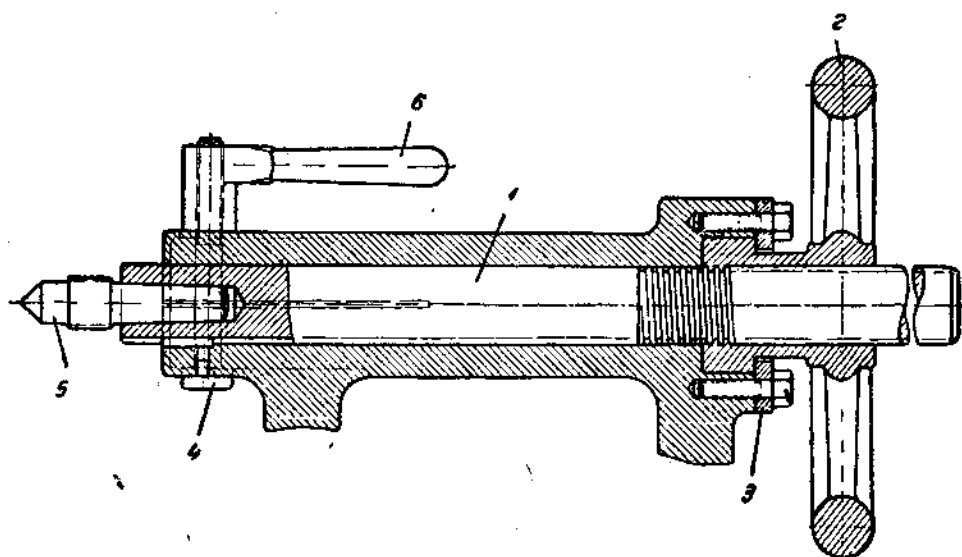


Рис. 77. Разрез задней бабки с открытым винтом.

ни вправо ни влево, что обеспечивается тем, что конец втулки его, входящий в тело бабки, охвачен накладным кольцом 3, состоящим из двух половинок и прикрепленным к бабке болтами. При вращении маховика 2 шпиндель будет перемещаться вправо или влево в зависимости от того, в которую сторону вращается маховик. Для того, чтобы шпиндель не мог вращаться вместе с маховиком, вдоль

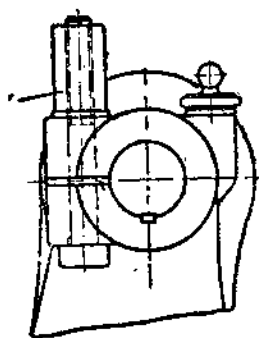


Рис. 78. Закрепление шпинделя задней бабки.

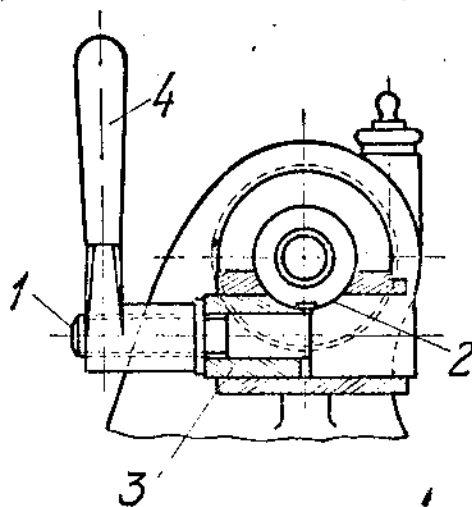


Рис. 79. Закрепление шпинделя задней бабки (2-й способ).

его (внизу) прорезана шпоночная канавка, в которую входит шпонка заложенная в корпус бабки. Задний центр 5 у задних бабок с закрытым винтом закладывается в несквозное коническое отверстие, и удаление его не так просто, как у задних бабок с закрытым винтом. В этом случае, обычно, на наружном

конце центра (на несколько утолщенной части) делаются две грани, и центр легко вынимается после того, как он будет повернут гаечным ключом. Ни в каком случае не следует удалять центр постукиванием по нему каким-либо тяжелым предметом (молотком, гаечным ключом и т. д.), так как в результате этого разбивается гнездо для центра в шпинделе.

Как бы плотно ни был пригнан шпиндель к своему гнезду в корпусе задней бабки, он будет сдавать во время работы станка, если его не закрепить в выбранном положении намертво. Такое закрепление достигается при помощи поворота рукоятки 9 (рис. 76) и рукоятки 6 (рис. 77), которые служат гайкой болта 7 (рис. 78). Болт этот стягивает надрезанную верхнюю часть корпуса бабки.

Другой способ закрепления шпинделя представлен на рис. 79. В этом случае бабка не имеет надреза. Болт 1, входящий в прилив бабки (см. также рис. 70), имеет круглую головку, срезанную в месте 2, так что поверхность среза плотно прилегает к шпинделю. Втулка 3, надетая на болт 1, имеет такой же срез и также прилегает к шпинделю, но с другой стороны. Поворотом рукоятки 4 мы заставляем втулку и головку болта сближаться и тем самым закрепляем шпиндель.

Независимо от способа закрепления шпинделя необходимо следить за тем, чтобы во время работы станка он был выдвинут возможно меньше. Если шпиндель выступает много — необходимо передвинуть влево всю бабку. Иначе шпиндель будет дрожать, и поверхность обрабатываемого изделия получится негладкой. Работать с много выдвинутым шпинделем можно только в тех случаях, когда это вызывается действительной необходимостью (формой изделия и т. д.).

§ 4. Супорт.

А. Общее описание.

На супорте закрепляется режущий инструмент, чаще всего резец, который должен перемещаться в различных направлениях относительно центральной линии станка, сообразно форме и размерам обрабатываемого изделия. Если на станке производится, например, обточка длинного цилиндрического вала, то резец должен быть, во-первых, поставлен относительно линии центров станка таким образом, чтобы обрабатываемый вал получился требующегося диаметра. Второе условие для возможности выполнения этой работы состоит в том, чтобы резец, снимая с обрабатываемого вала стружку, перемещался вдоль станка, при чем пройденный им путь должен быть равен длине обрабатываемой части. Само собой очевидно и третье условие, состоящее в том, что резец должен быть закреплен достаточно прочно.

Для выполнения всех этих условий супорт токарного станка устроен таким образом, что обеспечивает: 1) возможность перемещений его во всех направлениях и 2) прочное закрепление резца.

Строго говоря, обыкновенный супорт токарного станка дает возможность перемещать резец вручную или автоматически только в двух направлениях, а именно вдоль станка (продольная подача) и поперек его (поперечная подача). Но, пользуясь этими подачами одновременно, можно обработать изделие любой формы, в том числе и криволинейной, например, шар. Большинство супортов посредством поворота верхней части дают возможность обрабатывать конуса, которые получаются как результат перемещения резца по линии, направленной под некоторым углом к центральной линии станка.

Основной частью супорта токарного станка являются продольные салазки 1 (рис. 80) или, как их часто называют, сани, которые предназначаются для сообщения супорту продольных перемещений и двигаются по направляющим станины. На рис. 81 показаны такие салазки, при чем все остальные части супорта сняты. Продольные салазки имеют форму буквы Н. Снизу длинных

частей (7 и 7 на рис. 81) имеются пазы 2, совершенно точно пригнанные к направляющим станины. Части 7—7 должны быть возможно длиннее, потому что чем длиннее пазы 2—2, тем меньше получается перекосов суппорта при работе

станка и тем медленнее изнашиваются как поверхности пазов 2—2, так и направляющие станины.

Сверху саней имеются пазы 3—3 Т-образной формы, предназначенные для головок болтов, которыми к суппорту прикрепляются дюнеты и другие вспомогательные приспособления (описание их будет дано ниже).

На поперечной части продольных салазок сделаны направляющие 4—4 (рис. 81) или 2 на рис. 80. По этим направляющим движется вторая часть суппорта, так называемые поперечные салазки (3 на рис. 80), посредством которых резец получает поперечную подачу. На по-

перечных салазках находятся верхние салазки суппорта (4 на рис. 80). Верхние салазки скрепляются с ниже их лежащими поперечными салазками таким образом, что могут поворачиваться и быть установленными под требующимся углом к оси станка, что дает возможность обрабатывать конуса.

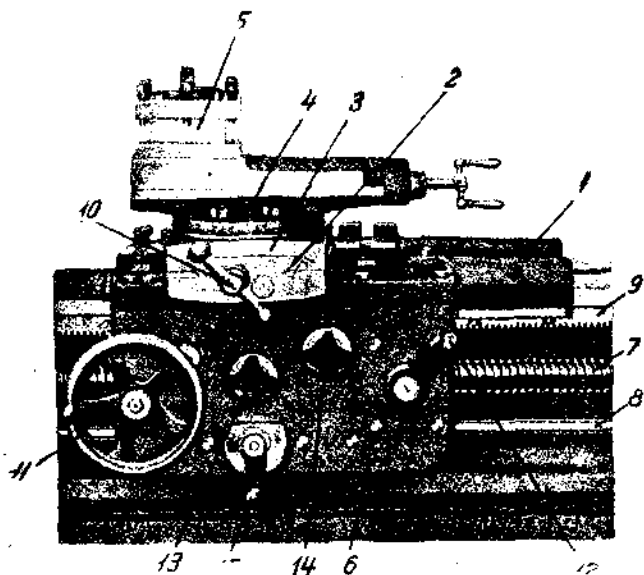


Рис. 80. Суппорт токарного станка Боренгера.

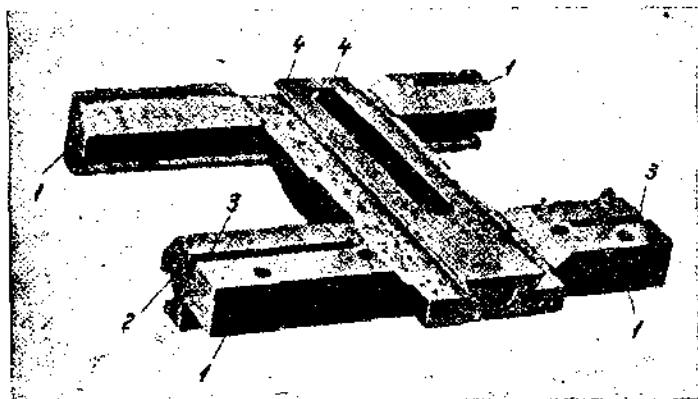


Рис. 81. Продольные салазки суппорта.

При обыкновенных работах (обточка цилиндров, нарезка резьбы и т. д.) верхними салазками пользуются для установки толщины снимаемого слоя (глубина резания). Если верхние салазки поставить так, чтобы их направляющие были параллельны линии центров, как это и показано на рис. 80, то ими можно пользоваться для продольной обточки при ручной подаче. На верхних салазках нахо-

дится резцедержатель 5, который служит для закрепления резца. У крупных токарных станков часто делают еще одни салазки (рис. 4), так что супорт имеет нижние продольные, нижние поперечные, верхние продольные и верхние поперечные салазки. Верхние продольные салазки называют иногда поворотными.

Следующая важная часть супорта — это передник или фартук 6 (рис. 80). Сзади фартука находятся шестерни, муфты и другие детали, связывающие супорт с ходовым винтом 7, валиком 8 и зубчатой рейкой 9. Спереди фартука расположены рукоятки и маховички, служащие для включения и выключения механизмов, находящихся с задней стороны фартука, и управляющие, таким образом, всеми движениями супорта.

Ознакомившись с основными частями супорта, их назначением и названиями, переходим к изучению устройства супорта и отдельных его механизмов.

Б. Верхняя часть супорта.

На рис. 82 представлен разрез обыкновенного супорта, сделанный по плоскости, проходящей через ось винта 10 (рис. 80). Верхние салазки поставлены перпендикулярно к центральной линии станка. Продольные салазки 1 (рис. 82) наезжают на 2 — 2 располагаются на призматических направляющих станины станка. Планка 3, прикрепленная к салазкам болтами, охватывает заднюю направля-

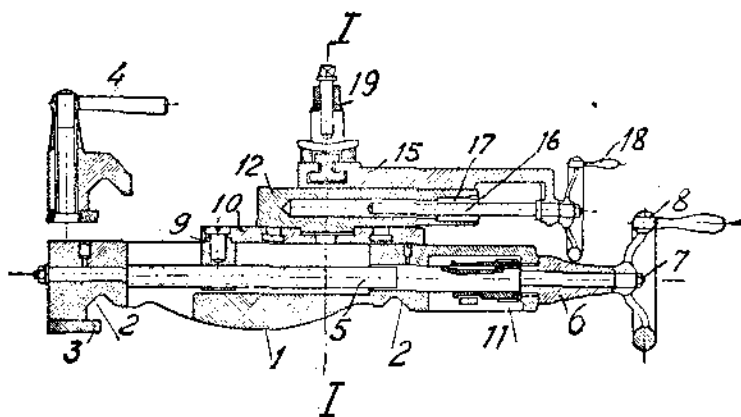


Рис. 82. Продольный разрез супорта.

ющую станины и не дает супорту подниматься при работе станка. Планка эта должна плотно прилегать к направляющей, иначе дрожание супорта неизбежно. По мере износа станины и пазов 2 — 2 продольных салазок супорт опускается вниз, а поэтому между планкой 3 и направляющей станины образуется зазор, в результате чего супорт начинает дрожать. Это может быть прекращено подтягиванием болтов, крепящих планку 3. При большой выработке станины этого подтягивания оказывается недостаточно и поэтому приходится вынимать одну или даже несколько медных прокладок, заложенных между планкой и салазками. Если таких прокладок не имеется — приходится сострагивать часть планки 3, прилегающую к салазкам.

При чрезмерном затягивании болтов, прижимающих планку 3, перемещение супорта становится затруднительным, а иногда и невозможным. Поэтому после каждого подтягивания планки 3 необходимо прогнать супорт по меньшей мере один раз вдоль всей станины вручную и только после этого испытания включать автоматическую подачу. Если этого не сделать, возможна поломка какой-либо детали (например шестерни) механизма подачи. Но в некоторых случаях (например при поперечной обточке) такое мертвое закрепление супорта оказывается даже

полезным. Поэтому для такого временного подтягивания планки 3 делается очень простое приспособление, показанное на рис. 82. Поворотом рукоятки 4 планка 3 может быть настолько плотно прижата к направляющим станины, что перемещение супорта становится невозможным. Поэтому, если, окончив поперечную обточку, перейти к продольной при автоматической подаче, не выключив рукоятку 4, поломка станка неизбежна. Такая рукоятка имеется не у всех станков, и для закрепления супорта приходится прибегать к подтягиванию болтов, крепящих планку 3. Головки этих болтов часто делаются сверху салазок, что, конечно, несколько облегчает их заворачивание и разворачивание при закреплении супорта.

Перемещение поперечных салазок по направляющим продольных салазок (рис. 82) достигается при помощи винта 5. Винт этот имеет квадратную нарезку и закрепляется в продольных салазках, так что не может иметь продольных перемещений. На рис. 82 винт 5 не может перемещаться влево, так как этому мешает заплечик втулки 6, надетой на винт и закрепленной гайкой 7. На другом (левом) конце винта имеется такая же гайка, мешающая перемещениям винта 5 вправо. Благодаря такому устройству при вращении винта (за маховичок 8) гайка 9, надетая на винт 5 и связанная с поперечными салазками 10, будет перемещаться вдоль винта (т.е. поперек станка), а вместе с ней будут двигаться и поперечные салазки. Таким образом при вращении маховичка 8 вправо поперечные салазки двигаются вперед, к центру станка, и при вращении влево — идут назад.

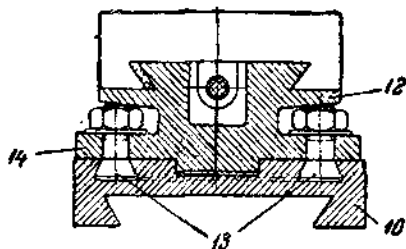


Рис. 83. Поперечный разрез супорта.

Для перемещения поперечных салазок супорта на какую-либо заданную величину вперед или назад на окружности втулки 6 нанесены деления, а на торце продольных салазок, в том месте, где их касается втулка 6, имеется риска. Каждое такое деление соответствует определенному перемещению салазок. Следует отметить, что эти деления правильно показывают перемещения салазок только до тех пор, пока винт 5 и гайка 9 в исправности. По мере износа винта и гайки деления теряют точность, и полагаться на них следует с осторожностью.

Для того, чтобы поперечные салазки могли иметь автоматическую подачу, на винт 5 посажена шестерня 11, которая сцеплена с одной из шестерен механизма подачи, находящейся на задней стороне передника супорта.

В верхней части поперечных салазок сделано углубление, в которое плотно входит цилиндрический выступ верхних салазок (см. рис. 82, а также 83, на котором сделан разрез супорта по плоскости I—I рис. 82). Для соединения поперечных салазок 10 и верхних 12 (рис. 82 и 83) служат болты 13, головки которых входят в кольцевой паз, проточенный в поперечных салазках. Таким образом верхние салазки, после того как гайки болтов 13 отжаты, могут быть повернуты относительно поперечных на любой угол и закреплены в требуемом положении. Гайки болтов 13 помещаются в специально сделанных в верхних салазках углублениях (рис. 80), так что доступ к ним не совсем удобен. Кроме того размеры этих гаек в виду недостатка места часто делают ненормальными, обыкновенные ключи к ним не подходят, и поэтому для отвертывания их часто пользуются зубилом или молотком. Через короткое время такого обращения со станком токарь начинает чувствовать его последствия: гайки из шестигранных превращаются в круглые, и уже даже зубилом нельзя затянуть их настолько туго, чтобы верхние салазки не поворачивались во время работы станка, что связано иногда с порчей изделия.

Нижней опорной частью верхних салазок является круг, на котором нанесены деления (рис. 80); благодаря последним салазки могут быть повернуты

точно на заданный угол. Верхние салазки состоят из двух частей, а именно нижней части 12, представляющей собой одно целое с кругом 14, и верхней 15 (рис. 82),двигающейся по нижней при помощи винта 16. Винт этот (с квадратной нарезкой) входит в гайку 17, закрепленную в нижней части верхних салазок. При вращении маховичка вправо салазки идут вперед и, наоборот, перемещаются назад к маховичку, если его вращать влево.

Только в очень редких случаях мы встречаем обратный порядок, т.е. получаем перемещение салазок вперед при вращении маховичка 18 влево. Такое редко это бывает и с маховиком 8.

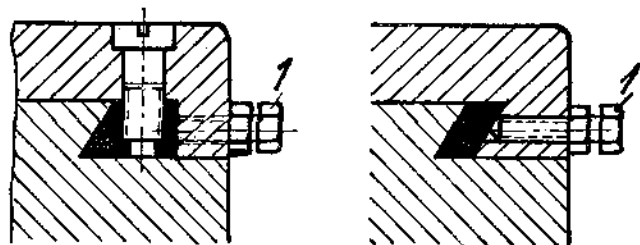


Рис. 84. Клинья для супорта.

Перемещение поперечных салазок по направ-

ляющим продольных, а также верхних салазок по поперечным должно происходить ни туго, ни слабо и, во всяком случае, без малейшей игры. Для регулировки плотности соединения одних салазок с другими служат прижимные клинья, заложенные с одной стороны направляющих. Два примера конструкций таких клиньев представлены на рис. 84. Время от времени болты 1—1 следует поджимать.

На верхней части верхних салазок располагается резцедержатель 19, (рис. 82), который служит для закрепления резца. Ко всякому резцедержателю предъявляется ряд требований, а именно:

1) он должен обеспечивать быстрое закрепление резца;

2) закрепление должно быть жесткое;

3) резцедержатель должен допускать регулировку установки резца относительно центральной линии станка по высоте и под любым углом к ней, если смотреть на резец сверху.

На рис. 85 показан часто встречающийся на практике резцедержатель, полностью удовлетворяющий второму условию. Закрепление резца получается

очень прочное, но отнимает много времени отворачивание и заворачивание двух болтов. Другой недостаток этого типа состоит в том, что для правильной установки резца относительно центральной линии станка приходится прибегать к подкладкам, что также требует много времени. Отжав гайку центрального болта, резцедержатель можно поставить под любым углом к обрабатываемому изделию.

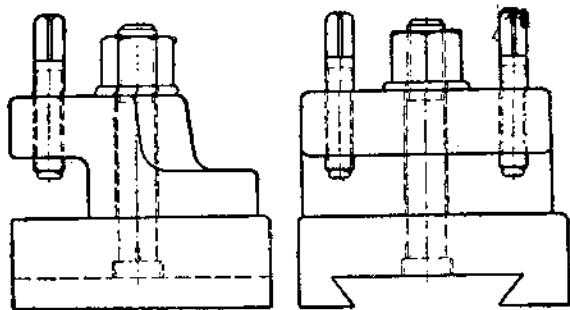


Рис. 85. Резцедержатели.

Нарезка на небольшой части нижнего конца прижимного болта должна быть срезана при изготовлении и концы болтов закалены. Иначе резьба на концах замнется, и вывернуть такой болт из резцедержателя будет невозможно. Все это относится к прижимным болтам и другим резцедержателям, описание которых дается ниже.

Резцедержатель, изображенный на рис. 86, дает возможность довольно быстро закреплять резец, но не так прочно, как первый резцедержатель. Для регулирования высоты резца также приходится прибегать к подкладкам.

Улучшенная конструкция первого из рассмотренных резцедержателей показана на рис. 87-I. В этом случае для регулировки установки резца по высоте служит постоянная подкладка. Нижняя сторона этой подкладки представляет собой часть цилиндра и поэтому подкладка может быть поставлена как

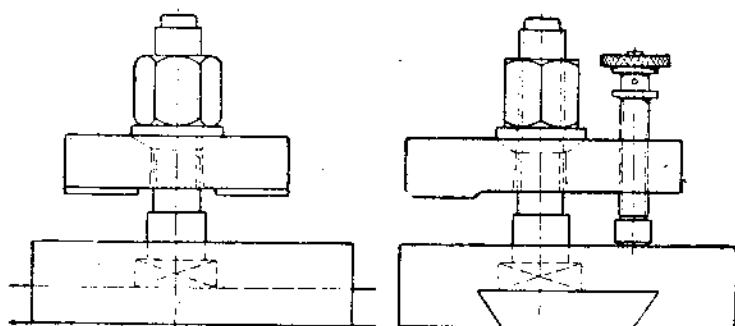


Рис. 86. Резцедержатели.

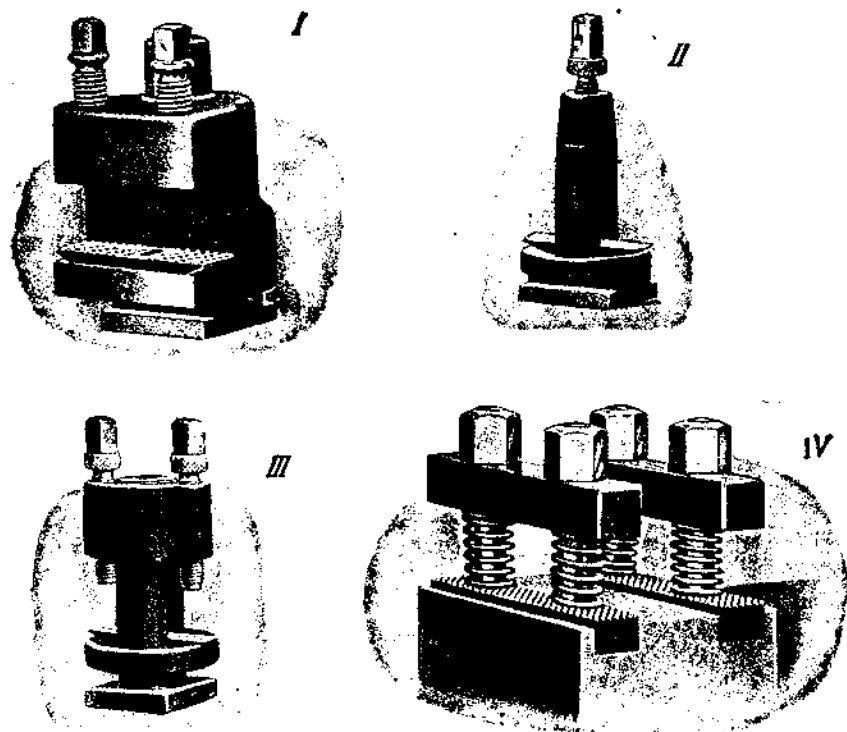


Рис. 87. Резцедержатели.

угодно (в колодке резцедержателя сделана выемка по подкладке, т.е. также по цилиндру). Введение этой прокладки несколько ускоряет установку резцов в таком резцедержателе, в сравнении с изображенным на рис. 85.

Следующий тип резцедержателя, представленный на рис. 87-II, часто называют солдатиком. Этот резцедержатель допускает повороты резца в любом направлении, возможность установить резец по высоте и быстро закрепить его.

Закрепление резца получается не очень прочное, и поэтому такой солдатик применяется только на малых и иногда средних станках.

Некоторое усиление прочности закрепления резца получается, если вместо одного прижимного болта ставить два (рис. 87-III), но это связано с потерей времени.

Расход времени на установку резца на крупных станках не имеет такого значения, как на малых, и поэтому резцедержатель, изображенный на рис. 87-IV, широко применяется на тяжелых станках. Установка резца производится довольно долго, но закрепление резца получается безусловно прочное, что, конечно, совершенно необходимо в этом случае.

При обработке изделий, по характеру которых резцы приходится менять часто, целесообразно применение так называемой поворотной головки (рис. 80—5), допускающей установку 4-х резцов одновременно. Головка эта по мере надобности поворачивается и закрепляется в требующемся положении.

В. Передник или фартук супорта.

Переходим к разбору устройства передника супорта.

Выше, в главе I, мы установили, что все перемещения супорта получаются от шпинделя станка через особые механизмы подачи (сменные шестерни, коробки подач). Не останавливаясь здесь на описании этих механизмов, что будет сделано в следующем параграфе этой главы, укажем только, что связь между механизмами подачи и передником супорта осуществляется или при помощи винта 7 или ходового валика 8 (рис. 80), по всей длине которого профрезерована шпоночная канавка.

В первом случае продольное перемещение супорта, или, как чаще говорят, продольный самоход, получается следующим образом. Винт 7, называемый обычно ходовым винтом, получает вращение от механизма подачи. Винт охватывается гайкой, укрепленной на обратной стороне передника супорта. При вращении винта супорт будет перемещаться в ту или другую сторону вдоль станка. Поперечный самоход также может быть получен от ходового винта через несколько шестерен, находящихся на переднике супорта.

При продольном самоходе, полученном от ходового валика, вращение валика передается шестерне, сцепляющейся с зубчатой рейкой 9 (рис. 80). Для получения поперечного самохода вращающийся валик может быть соединен через систему шестерен с зубчаткой 11 (рис. 82), посаженной на винте 5 поперечной подачи.

На практике связь между механизмом подачи и передником супорта осуществляется несколькими способами, так что можно встретить станки, снабженные

- 1) только ходовым валиком,
- 2) только ходовым винтом,
- 3) ходовым винтом, вдоль которого профрезерована шпоночная канавка, так что винт является и валиком, и
- 4) ходовым винтом и ходовым валиком.

Независимо от устройства автоматической подачи, каждый супорт может иметь ручное передвижение, которое получается при вращении маховика 11 (рис. 80), связанного шестернями с рейкой 9.

Современный станок, у которого для получения автоматических подач имеется только ходовой валик, представлен на рис. 88¹⁾. Мы не будем останавливаться на описании передника супорта этого станка. Такие станки в настоящее время встречаются довольно редко, и, кроме того, ознакомившись с более сложными

¹⁾ Сравни с рис. 10.

устройствами супортов, простой супорт, работающий только от валика, можно будет разобрать и понять без особого труда. На рис. 89 представлен супорт токарного станка, имеющего только ходовой винт. Передник этого станка устроен таким образом, что супорт может получить:

- 1) подачу ручную вращением за маховичок 1 (рис. 89);
- 2) подачу автоматическую для нарезки резьбы — через гайку 2 (рис. 89) и
- 3) продольный самоход для других работ, получающийся через ряд шестерен и зубчатую рейку 3 (рис. 89).

Поперечной автоматической подачи рассматриваемый станок не имеет.

При перемещении супорта вручную, вращением за маховичок 1, происходит следующее. Поворачивая в ту или другую сторону маховичок 1, мы тем самым поворачиваем и шестеренку 4 (рис. 90-I), находящуюся сзади передней

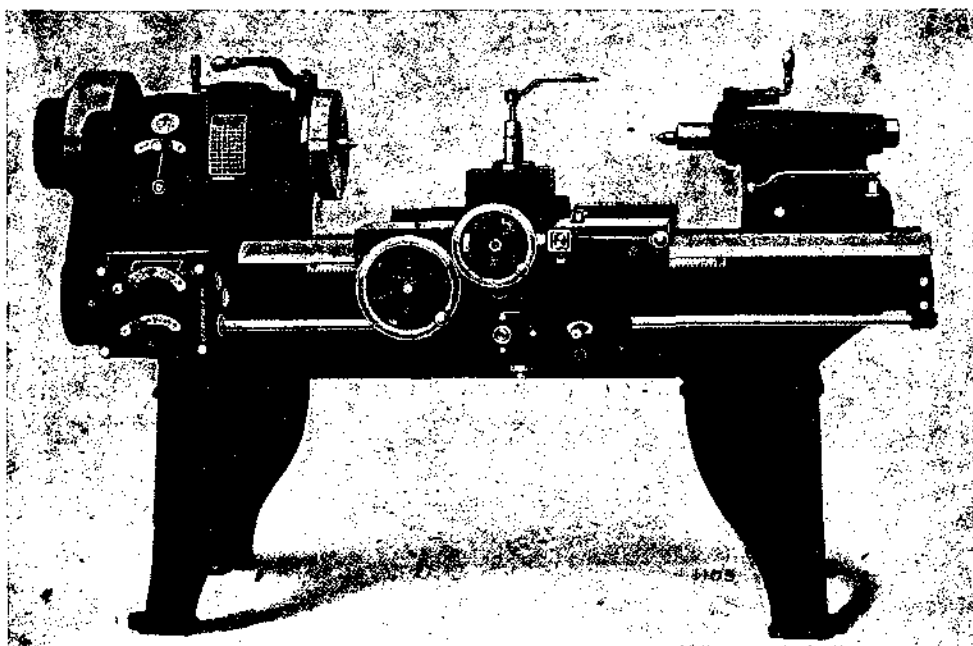


Рис. 88. Современный токарный станок с одним ходовым валиком (без винта).

доски супорта. Шестеренка 4 посажена на один валик 5 с маховиком 1, чаще же изготавливается нацело с валиком 5. Шестерня 4 находится в постоянном зацеплении с зубчаткой 6, посаженной на шпонке на выдвижном валике 7, на левом конце которого нарезаны зубцы. Если валик 7 поставлен в правое положение (выдвинут), показанное на рис. 89 и 90, то при вращении маховика 1 перемещения супорта мы не получим, так как валик 7 работает вхолостую. Но если валик 7 поставить в левое положение (вдвинуть), то зубцы шестерни, нарезанной на его конце, войдут в зацепление с зубчатой рейкой 3, что и обеспечит перемещение супорта вдоль станины при вращении маховичка 1.

Для подачи супорта при нарезке резьбы пользуются разъемной гайкой 2 (рис. 89 и 90-II). Гайка эта состоит из двух частей (верхней и нижней). Обе эти половинки гайки 2 могут двигаться вверх и вниз в направляющих 8—8, сделанных на обратной стороне передней доски супорта. В обеих половинках гайки 2 ввернуты штифты 9 и 9 (рис. 89), которые входят в канавки 10—10, имеющиеся в диске 11. Этот диск находится спереди супорта, снабжен руко-

яткой 12 и может вращаться около пальца 13, ввернутого в переднюю доску супорта. Канавки 10 — 10, как это видно из рис. 89, прорезаны таким образом, что при повороте рукоятки 12 половинки гайки или сходятся или расходятся. На рис. 89 гайки сближены, плотно охватывают ходовой винт (не показанный на рис. 89), вводя, таким образом, в действие продольный самоход супорта. При повороте рукоятки вправо верхняя половинка гайки 2 поднимается, нижняя опускается, и самоход будет выключен.

Во время работы самоходом через винт и гайку 2 валик 7 должен быть выдвинут.

Автоматической подачи супорта через ходовой винт и гайку можно пользоваться не только для нарезки резьбы, но и для других работ, когда требуется продольный самоход супорта. Однако прибегать к этому не следует, чтобы дольше сохранить винт и гайку. При работе через винт он изнашивается и притом неравномерно по всей длине — меньше у концов и больше в средней части — и таким образом теряет свою точность. Гайка также снашивается и притом довольно быстро, так как для сохранения дорого стоящего винта она делается из мягких материалов (чугун, чаще бронза).

Для сохранения гайки, а частично и винта супорт, изображенный на рис. 89, имеет добавочный механизм, позволяющий получить продольный самоход при разомкнутой гайке 2. Устроен этот механизм следующим образом (рис. 90-III). Шестерня 14 свободно посажена на валик 15, пропущенный сквозь переднюю доску супорта. Валик 15 вращается во втулке 16, закрепленной намертво. На этом же валике имеется шестерня 17, связанная с ним круглым штифтом 18, верхний конец которого имеет вид клина, а нижний срезан под углом (рис. 90-III). Внутри ва-

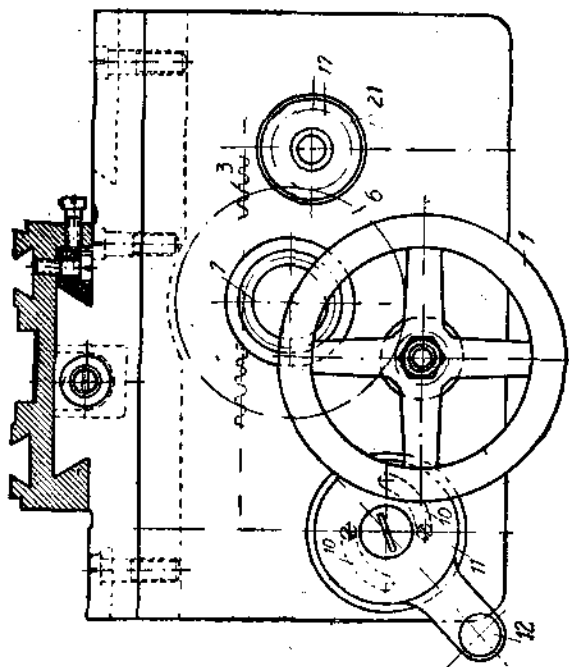
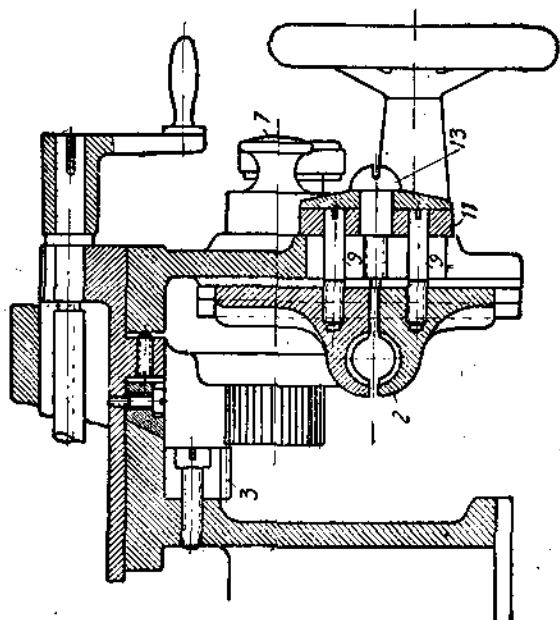


Рис. 89. Передник супорта токарного станка с одним ходовым винтом.

лика 15, в высверленном отверстии, расположен стержень 19, который может перемещаться под действием другого стерженька 20, правая часть которого нарезана. Вращая стержень 20 за головку 21, мы заставим стержень 19 перемещаться влево. Стержень 19 поднимает штифт 18, клинообразная верхняя часть которого разожмет фрикционное кольцо, заложенное между шестернями 14 и 17, и соединит их.

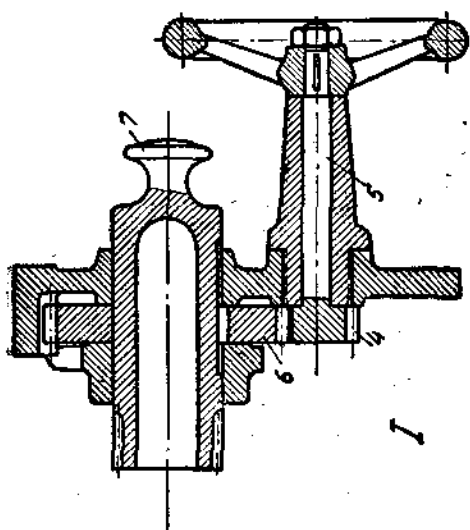
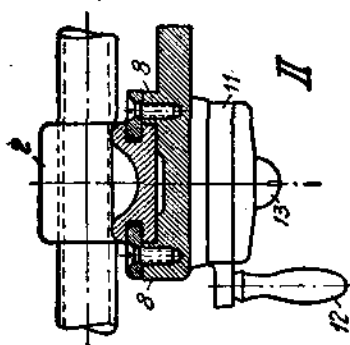
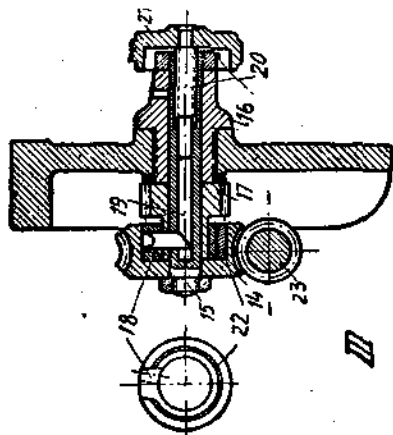


Рис. 90. Детали супорта, изображенного на рис. 89.

Вращение шестерни 14, полученное ею от винта 23, через шестерню 17 будет передано шестерне 6 (рис. 90-1), так как шестерни 14 и 6 всегда сцеплены и дальше, через валик 7 (рис. 90-1), на неподвижную зубчатую рейку 3. При включении самохода штифт 18 опускается вниз под действием сжимающегося фрикционного кольца 22.

Следует помнить, что включение обоих самоходов (через гайку и через добавочный механизм) вызывает поломку станка.

Существенный недостаток разобранного супорта состоит в том, что он не имеет автоматической поперечной подачи.

В этом отношении более совершенным является супорт, представленный на рис. 91. Ходовой винт в этом случае имеет по всей своей длине шпоночную канавку. На винт надета коническая шестерня 7 (рис. 92), вращающаяся, как в подшипнике, в кронштейне 2. Кронштейн этот составляет одно целое с передней доской супорта. Шестерня 7 связана с винтом станка шпонкой 3 и может несколько перемещаться в кронштейне 2 под действием валика 4, на переднем конце которого имеется вилка, охватывающая шестерню 7 (в кольцевой выточке 5). Повороты валика 4 производятся за рукоятку 6, находящуюся спереди супорта (рис. 91).

В показанном на рис. 92-1 положении шестерня 7 находится в зацеплении с шестеренкой 7, вращающейся на пальце 8. Через шестеренку 9, связанную с зубчаткой 7 шпонкой, вращение передается шестерне 10 (рис. 91), а от нее — зубчатке, посаженной на винт поперечной подачи. Перекинув рычаг 6 (рис. 91) в верхнее положение, мы передвинем

шестерню 7 в правое положение, выведем ее из зацепления с шестерней 7 и тем самым выключим поперечный самоход.

Изменение направления самохода может быть получено переключением тrenzеля станка ¹⁾. Таким же способом изменяется направление продольного само-

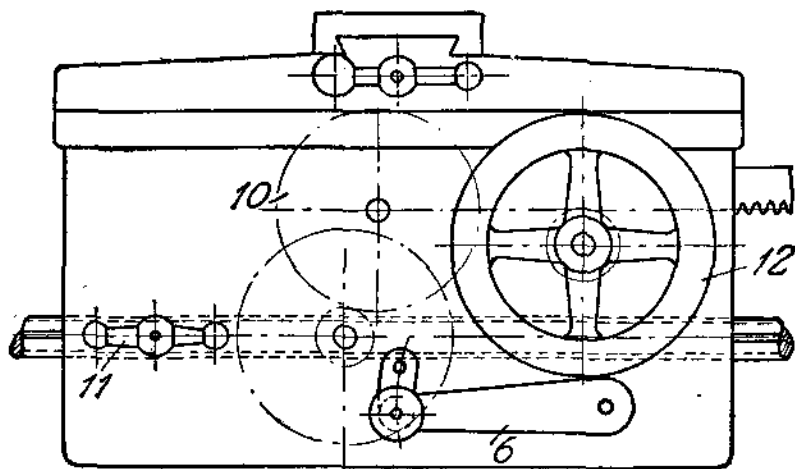


Рис. 91. Передник супорта с подачей от винта.

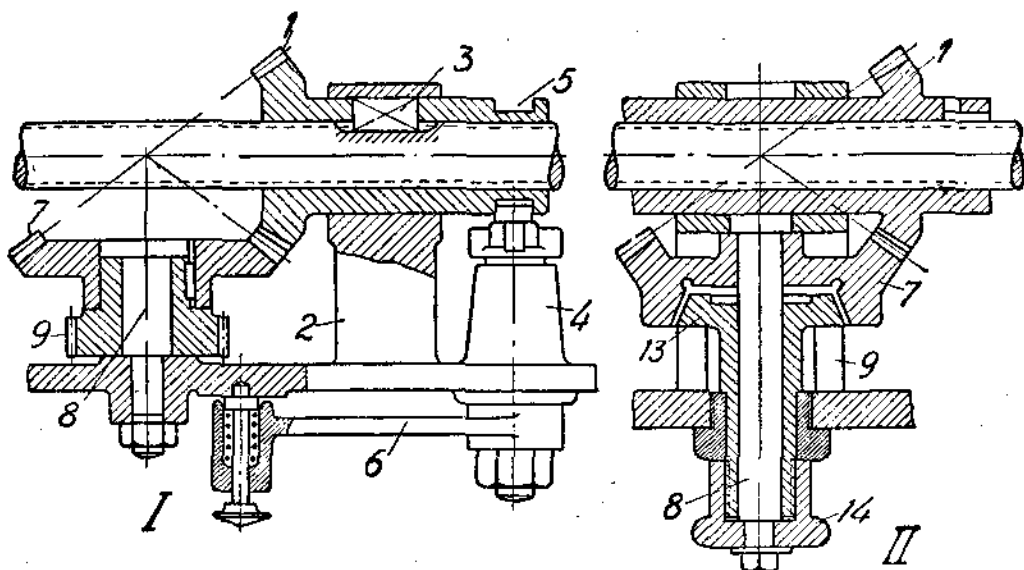


Рис. 92. Детали супорта, изображенного на рис. 91.

хода супорта, изображенного на рис. 89. Рукоятка 11 (рис. 91) служит для включения и выключения продольного самохода (через винт и маховик 12) для ручного перемещения супорта.

¹⁾ Посредством тrenzеля, подробное описание устройства которого дается ниже, можно изменять направление вращения ходового винта или валика, не изменяя направления вращения шпинделя.

На рис. 92-11 представлена другая конструкция механизма для получения поперечного самохода, обеспечивающая более плавное включение его. В этом случае (рис. 92-11) шестерни 1 и 7 находятся в постоянном зацеплении. На одном пальце 8 с шестерней 7 имеется свободно вращающаяся шестеренка 9. Шестерни 7 и 9 могут быть соединены между собой при помощи конической фрикционной муфты 13, изготовленной за одно целое с шестерней 9. Для включения самохода служит круглая накатанная гайка 14.

Продольная канавка, имеющаяся на ходовом винте для поперечного самохода, используется и для получения продольной автоматической подачи супорта. На рис. 93 показан такой супорт. Продольная подача через винт для нарезания резьбы получается обычным способом при помощи разъемной гайки. Для продольного самохода при других работах и поперечной автоматической подачи в этом случае имеется следующее устройство.

На винте станка посажен червяк 1, связанный с винтом шпонкой. Червяк этот с обеих сторон охватывается вилкообразным кронштейном, прикрепленным к переднику, и поэтому при передвижении супорта в ту или другую сторону пере-

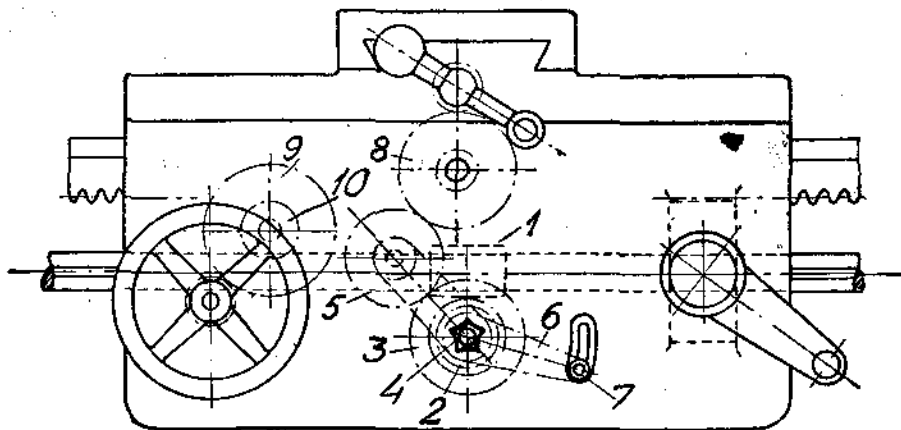


Рис. 93. Супорт с продольной и поперечной подачей от винта.

мещается вместе с ним. В постоянном зацеплении с червяком 1 находится червячная шестерня 2, на одной оси с которой посажена цилиндрическая шестеренка 3. Шестерни 2 и 3 могут быть сцеплены между собой поворотом маховичка 4 при помощи фрикционного механизма, сходного с приведенным на рис. 92-11. Шестерня 5, постоянно сцепленная с шестерней 3, свободно посажена на пальце, который закреплен на левом плече качающегося рычага 6. Рычаг этот имеет три положения и в каждом из них может быть закреплена гайкой 7, наворачиваемой на палец, расположенный на правом конце рычага и проходящий сквозь прорез, сделанный в передней доске супорта.

Когда гайка 7 поставлена в крайнее низшее положение, левый конец рычага 6 поднят, шестерня 5 сцеплена с шестерней 8 и дальше винтом поперечной подачи. На рис. 93 мы имеем такое положение рычага 6 и, следовательно, автоматическую поперечную подачу.

Поставив гайку 7 в самое высокое положение, мы сцепим шестеренку 5 с шестерней 9 и дальше — через шестерню 10, связанную с шестерней 9, и зубчатую рейку — получим продольный самоход.

При среднем положении гайки 7 шестерня 5 занимает такое среднее положение и при этом не сцепляется ни с шестерней 8, ни с 9.

Изменение направления подач, как продольной, так и поперечной, и в этом случае производится при помощи тrenzеля.

У некоторых станков с автоматическими подачами супорта, получающимися от ходового винта с продольной канавкой, механизмы для включения продольного и поперечного самоходов разделены.

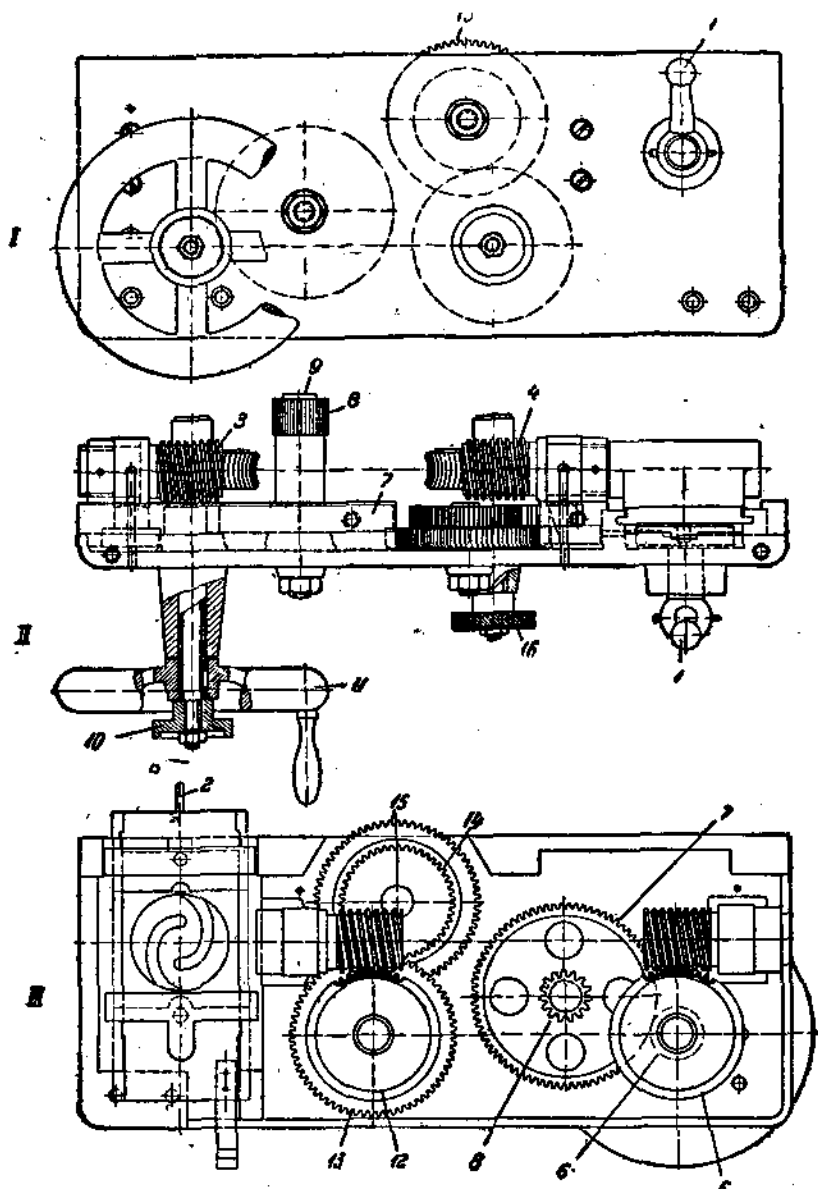


Рис. 94. Супорт с отдельными механизмами для продольной подачи.

Одна из существующих конструкций таких супортов представлена на рис. 94. Резьбовой самоход и в этом случае получается при помощи разъемной гайки, управляемой рычагом 7 (рис. 94-I). На рис. 94-III, изображающем вид рассматриваемого передника супорта сзади, половинки гайки разведены для ясности настолько, что канавки 10 и 10 диска 11 (рис. 89) видны достаточно отчетливо. При таком положении половинок гайки штифты 9 (рис. 89) вышли

из канавок 10 и 10, и нижняя половинка гайки, ничем не удерживаемая, должна вывалиться из своих направляющих. В действительности такое положение недопустимо, и поэтому в торец верхней половинки гайки ввернут стержень 2 (рис. 94-III), упирающийся в верхнюю стенку передника супорта еще в тот момент, когда штифты 9 и 9 близки к выходу из канавок 10 и 10, но еще не вышли из них.

Как продольный, так и поперечный самоходы получают через червяки 3 и 4, посаженные на шпонке на винт станка и перемещающиеся вдоль винта вместе с супортом (червяки эти вращаются в подшипниках, укрепленных к передней доске супорта). От червяка 3, через шестерню 5 и цилиндрические шестерни 6 и 7 вращение винта станка передается зубчатке 8, сцепляющейся

с рейкой. Шестерни 7 и 8 изготовлены за одно целое и свободно вращаются на пальце 9, закрепленном в передней доске супорта. Шестерни 5 и 6 могут быть сцеплены друг с другом при помощи конического фрикциона (рис. 95) за накатанную гайку 10.

При выключенном фрикционе, вращая маховик 11, получаем ручную подачу вдоль станка. Червяк 4 сцепляется с червячной шестерней 12. Далее идут шестерни 13, 14 и 15, при чем последняя находится в постоянном зацеплении с зубчаткой, насаженной на винт поперечной подачи.

Включение поперечного самохода производится

также при помощи фрикционного устройства, связывающего шестерни 12 и 13. Круглая накатанная гайка 16 управляет этим фрикционом. На рис. 95 изображен разрез фрикциона поперечной подачи. Фрикцион продольной подачи имеет точно такое же устройство. Изменение направлений самоходов и в этом случае производится трензелем.

Сказанное раньше о неизбежности поломки станка при одновременном включении двух самоходов в равной степени относится и к только-что разобранному супорту. Вероятность включения двух самоходов сразу не исключена, и в данном случае приходится полагаться на внимательность токаря, что не всегда оправдывается. Поэтому очень часто супорта снабжают таким приспособлением, которое исключает возможность одновременного включения двух самоходов. При этом приспособлении, включив один самоход, нельзя включить другого и для включения первого необходимо выключить второй.

Пример такого устройства представлен на рис. 96, на котором изображена обратная сторона передника супорта токарного станка, приведенного на рис. 124.

Самоход для нарезки резьбы у этого станка получается обычным способом, и поэтому останавливаться на нем мы не будем. Самоходы продольный для других работ, а также поперечный могут быть получены другим путем. На винте

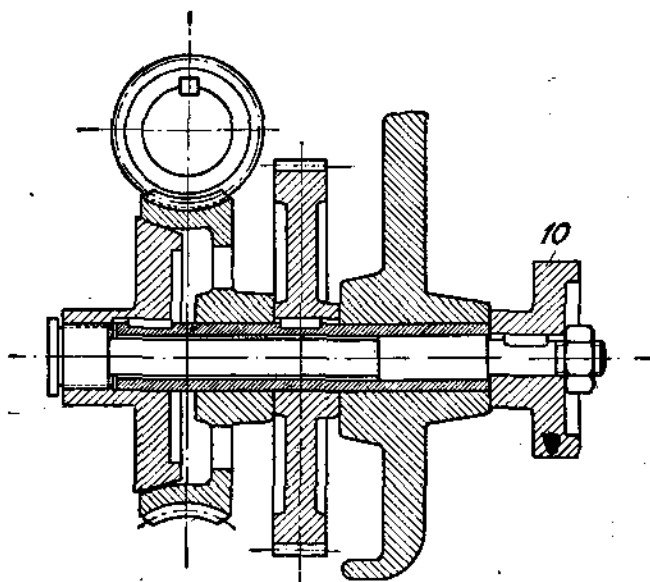


Рис. 95. Конический фрикцион для включения подачи.

надета втулка 1 (рис. 96), которая вращается в подшипнике 2, прикрепленном болтами к передней доске супорта. На обоих концах этой втулки имеются конические шестерни 3 и 4, из которых то одна, то другая могут быть сцеплены с большой конической шестерней, плохо видной на рис. 96 и имеющей то же назначение, что и шестерня 7 на рис. 92 или шестерни 5 на рис. 94. Рядом с этой шестерней имеется цилиндрическая шестерня, от которой через промежуточные шестерни передача идет к рейке — для получения продольного самохода или к винту поперечной подачи. Включение и выключение этих самоходов производится при помощи фрикционных устройств, сходных с изображенным на рис. 95.

Передвигая втулку 1 то вправо, то влево, мы будем сцеплять с большой конической шестерней или шестерню 3 или 4, в зависимости от чего большая шестерня будет вращаться или в одну или в другую сторону. А так как вслед-

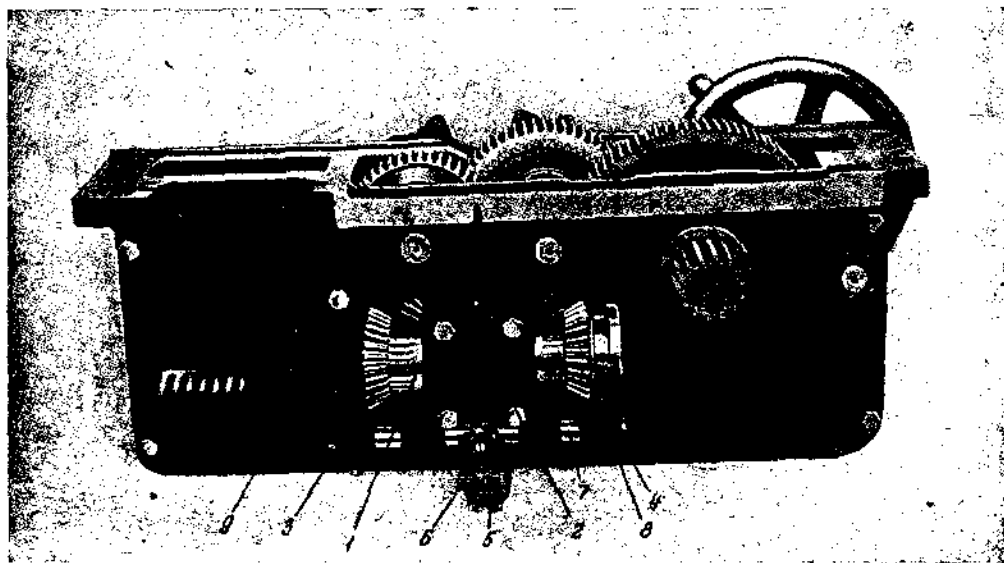


Рис. 96. Передник токарного станка Лодж-Чиплей.

ствие этого и все последующие шестерни будут изменять направление своего вращения, то мы будем иметь, следовательно, изменение направления подачи, не прибегая к помощи трензеля.

Переключение втулки 1 из одного положения в другое производится посредством рукоятки, имеющейся спереди супорта. Эта рукоятка насажена на валик 5 (рис. 96). Поворот валика 5 вызывает через вилку 6 перемещение другого валика 7. Вилка 8, посаженная на этом валике, охватывает втулку 1. Таким образом каждому положению втулки соответствует одно вполне определенное положение валика 7. На левом конце этого валика закреплен изогнутый хвост 9, головка которого своими заплечиками входит в соответствующие прорезы, имеющиеся в половинках разъемной гайки. На рис. 96 изображено положение, при котором оба самохода выключены. В этот момент втулка 1 занимает среднее положение, так что ни одна из шестерен 3 и 4 не сцеплена с большой конической шестерней. Половинки разъемной гайки раздвинуты, и заплечики хвоста 9 валика 7 находятся как раз напротив вырезов в половинках гайки.

Если мы теперь включим резьбовой самоход, для чего сдвинем половинки гайки, то вырезы, в них имеющиеся, так обхватят заплечики хвоста 9, что двигаться вправо или влево он не сможет. Связанный с ним валик 7 также окажется

закрепленным на месте, и, следовательно, включение самохода через втулку 1 будет невозможно, что и требовалось. Обратно, если мы включим самоход через втулку 1, то при перемещении ее (для включения шестерни 3 и 4) в сторону хвост 9 также сместится, заплечики его головки будут стоять не против вырезов в половинках гайки, и включение резьбового самохода будет невозможно. Для того, чтобы получить этот самоход, нужно сначала поставить втулку 1 в среднее положение, т.е. выключить другой самоход.

На рис. 97 представлена другая конструкция предохранительного устройства, применяемого у супортов с качающейся шестерней для включения продольного и поперечного самоходов (рис. 93).

У качающегося рычага 6 (рис. 93) сделано добавочное плечо 1. В положении, изображенном на рис. 97, включен один из самоходов через рейку (продольный). В этот момент сухарик 2, заложенный в направляющей разъемной гайки, входит в соответствующее гнездо нижней половинки гайки. Резьбовой самоход выключен и включить его, понятно, нельзя. Точно так же его нельзя включить и при другом крайнем положении рычага 1, так как и в этом случае сухарик 2 упирается в головку рычага 1 и не может сдвинуться влево, что необходимо для того, чтобы нижняя половина гайки могла подняться.

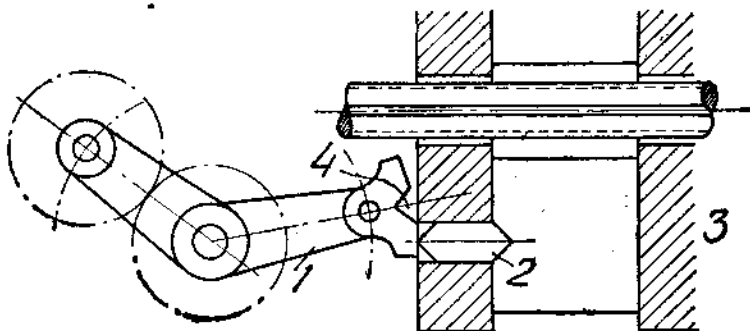


Рис. 97. Блокировочное устройство (2-й способ).

Включение резьбового самохода при таком устройстве возможно только тогда, когда рычаг 1 занимает среднее положение, т.е. когда самоход через рейку выключен. В этот момент сухарь 2 своим левым концом войдет в вырез 4, сделанный в головке рычага, что обеспечивает невозможность включения самохода через рейку.

У рассмотренных выше супортов все автоматические подачи получаются от ходового винта. При резьбовых работах супорт бывает связан с винтом разъемной гайки, при других работах — используется канавка, прорезанная вдоль всего винта. Таким образом при гладких (не резьбовых) работах винт как будто не работает и, следовательно, не изнашивается. В действительности это не так, и если не снашивается нарезка винта и гайки, то в значительной степени разрабатываются подшипники, в которых вращается винт, что также понижает точность станка. Поэтому все лучшие современные станки для получения автоматических подач супорта снабжаются и ходовым винтом и ходовым валиком отдельно.

Станок такой конструкции изображен на рис. 120, а супорт его — на рис. 80.

Вид передника этого супорта представлен на рис. 98. Как видно из этого рисунка, для получения резьбового самохода через винт 1 имеется обыкновенная разъемная гайка 2, управляемая рукояткой 12 (рис. 80). Для получения самоходов через ходовой валик на нем посажены две конические шестерни 3 и 4,

вращающиеся в подшипниках 5 и 6, прикрепленных к передней доске супорта. Обе эти шестерни свободно вращаются на ходовом валике и находятся в постоянном зацеплении с большой конической шестерней. От этой шестерни передача к рейке (для продольного самохода) и к винту поперечной подачи происходит обычным способом, при чем включение каждого из этих самоходов производится при помощи фрикционных механизмов, для управления которыми спереди супорта имеются маховички 13 и 14 (рис. 80).

Для соединения шестерен 3 и 4 с ходовым валиком служит зубчатая муфта 7, насаженная на валик на шпонке. Переключение муфты 7 производится рукояткой 15 (рис. 80); шестерня 9 (рис. 98) сцепляется с рейкой и работает при продольном самоходе, получаемом от вращающегося валика, а также при перемещении супорта вручную за маховичок 11 (рис. 80). С зубчатой муфтой 7 связан валик 8, на левом конце которого имеется стерженек, не допускающий включения резьбовой гайки 2, если включен самоход от валика и наоборот.

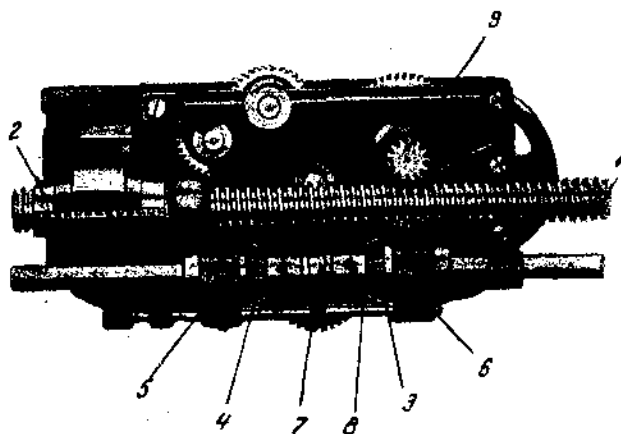


Рис. 98. Обратная сторона супорта токарного станка Борнгера.

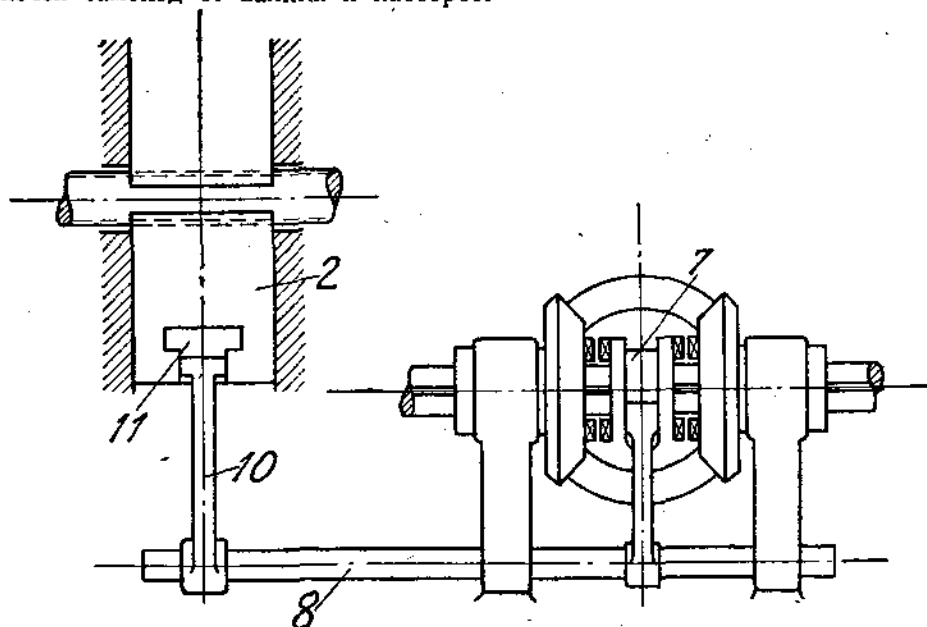


Рис. 99. Блокировка самоходов супорта токарного станка Борнгера.

Устройство этого предохранительного механизма схематически представлено на рис. 99. В положении, изображенном на этом рисунке, включена разъемная гайка 2. Включить самоход через валик нельзя, так как головка стержня 10

(рис. 99), закрепленного на левом конце валика 8, входит в узкую часть прорези 11, имеющейся в нижней половинке гайки 2. При раскрытой гайке (выключенном резьбовом самоходе) валик 8, а вместе с ним и муфта 7, получает возможность перемещаться и вправо и влево (т.-е. включать самоход через валик), так как в этот момент головка стержня 10 находится широкой частью против прореза 11 в нижней половинке гайки 2 (напоминаем, что при раскрывании гайки 2 эта половинка ее опускается вниз).

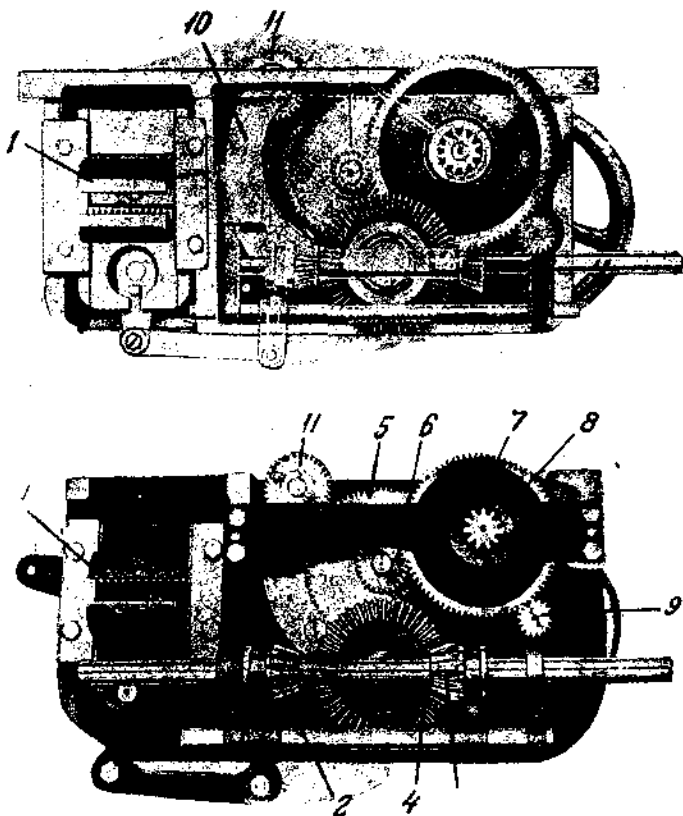


Рис. 100. Супорт токарного станка Монарх.

Сзади большой конической шестерни 4 имеется связанная с ней цилиндрическая зубчатка, от которой через шестерни 5, 6, 7 вращение валика передается шестерне 8, сцепляющейся с рейкой станка. Таким образом мы получаем автоматическую продольную подачу, включение и выключение которой производится посредством фрикционного механизма, скрытого в шестерне 5 и управляемого маховичком 2 (рис. 101).

Ручное перемещение супорта получаем вращением маховика 3 (рис. 101) через шестерни 9, 7 и т. д. на рейку.

Автоматический поперечный самоход получается при помощи качающегося рычага 10, на верхнем конце которого имеется шестеренка 11, посредством которой, перекинув рычаг в правое положение (на рис. 100 он показан в левом), мы можем шестерню 5 сцепить с зубчаткой, насаженной на винт поперечной подачи. Маховичок 4 (рис. 101) служит для поворотов рычага 10 и закрепления его в рабочем или холостом положениях. Рукоятка 5 (рис. 101) включает и выключает резьбовую гайку 1 (рис. 100).

Заканчивая разбор конструкции передних супортов, остановимся еще на одном типе, представленном на рис. 100. На этом рисунке даются два вида (оба с обратной стороны) передника супорта токарного станка, изображенного на рис. 101.

Резьбовой самоход и у этого супорта получается обычным способом, через разрезную гайку 1. Продольный самоход через валик получается, когда одна из шестерен 2 или 3 сцеплена с большой конической шестерней 4. Включение шестерен 2 и 3 производится при помощи рукоятки 1 (рис. 101). Включая то одну, то другую шестерню (2 или 3), можно получить продольный самоход супорта или вправо или влево, не прибегая к трензелю.

На рис. 100 показана еще одна конструкция предохранительного устройства, препятствующего одновременному включению обоих самоходов (через винт и через валик). Устройство этого приспособления ясно из рис. 100, и поэтому

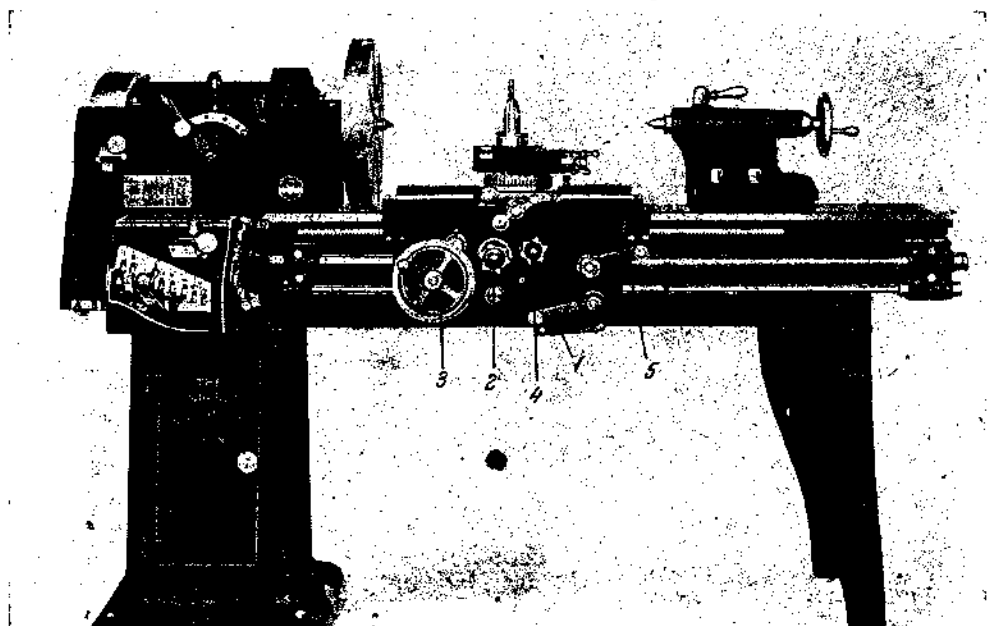


Рис. 101. Токарный станок Монарх.

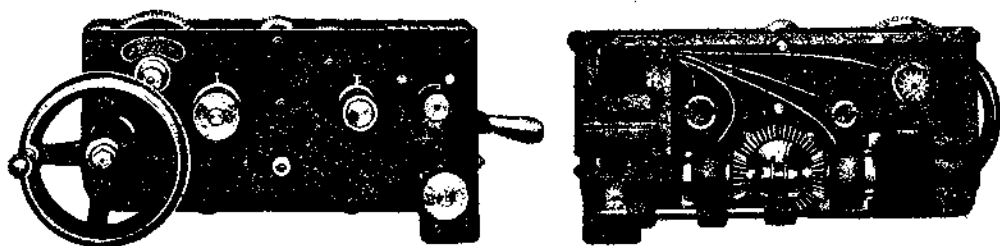


Рис. 102. Супорт токарного станка Рид-Прэнтис.

останавливаться на нем мы не будем. Представленный на рис. 102 передник супорта принадлежит токарному станку, изображенному на рис. 115. Разобрать устройство этого передника мы предоставляем читателю.

§ 5. Механизмы подачи.

А. Трензель.

Приступая к изучению механизмов для передвижения супорта, мы должны начать с так называемого трензеля, назначение которого — изменять направление движения супорта в то время, как шпиндель станка вращается в одну сторону.

Трензель простейшего устройства показан на рис. 103. На шпиндель станка посажена на шпонке шестерня 1. На пальце 2, ввернутом в стенку передней

бабки, надет и может поворачиваться на небольшой угол изогнутый рычаг 3. На пальце 2, кроме того, свободно вращается шестерня 4. Шестерни 5 и 6 свободно вращаются на пальцах, закрепленных в рычаге 3. Все эти три шестерни сцеплены

между собой, а именно: шестерня 4 сцепляется с шестерней 5, а эта, в свою очередь, с шестерней 6. Поворотом рычага 3 около пальца 2 можно ввести в зацепление с шестерней 7 одну из шестерен 5 или 6. Рычаг 3 может быть закреплен в требуемом положении болтом 7.

Когда трензель поставлен в положение, показанное на рис. 104-I, то ни одна из шестерен 5 и 6 в зацепление с шестерней 7 не входит, и передачи вращения шпинделя нет совсем. Если трензель поставить так, как это изображено на рис. 104-II, то при правом вращении шпинделя (по стрелке, показанной на рис. 104) шестерня 5 будет вращаться в противоположную сторону — влево, а шестерня 4, так же, как и шпиндель, — вправо. Перебросив трензель, мы получим другое зацепление шестерен, схематически изображенное на рис. 104-III. В таком же положении трензель находится на рис. 103. При том же направлении вращения шпинделя

(вправо) шестерня 4 будет вращаться в противоположную сторону, в чем не трудно убедиться, проследив весь ход передачи. Действительно, если шестерня 7 вращается вправо, то сцепляющаяся с ней шестерня 6 вращается в противоположную сторону, т.е. влево. Таким же образом шестерня 5 получает правое вращение, и, наконец, шестерня 4 вращается влево.

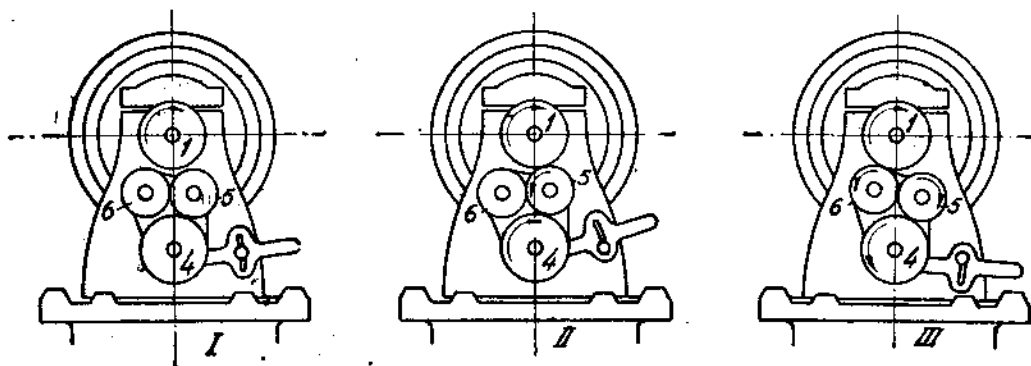


Рис. 104. Схема работы трензеля.

Трензель такого устройства помещают иногда с правой стороны заднего подшипника передней бабки, так что его не видно, не разобрав ее. Вынесен только рычаг, управляющий трензелем. Если трензель расположен так, как это показано на рис. 103, то он должен быть закрыт кожухом.

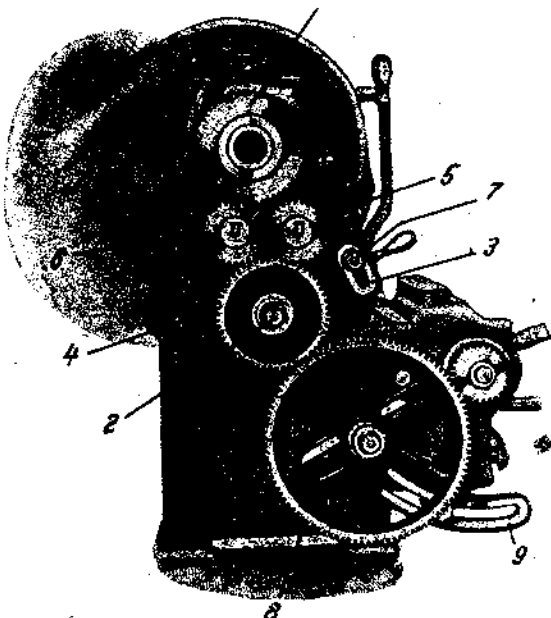


Рис. 103. Трензель (общий вид).

Для сохранения времени при переброске тrenzеля и его закреплении вместо болта 7 рычаг 3 снабжают сухариком, заскакивающим в гнезда (отверстия), имеющиеся в корпусе передней бабки, и закрепляющим тrenzель в требуемом положении.

У современных станков часто можно встретить тrenzель другого типа (рис. 105). В этом случае шестерня 7 посажена на шпиндель справа от заднего подшипника бабки, рядом со ступенчатым шкивом. Через промежуточную шестерню 2, вращающуюся на пальце, закрепленном в корпусе бабки, вращение передается шестерне 3. Эта шестерня намертво насажена на втулку конической шестерни 4, свободно вращающейся на валике 8. Справа имеется точно такая же коническая шестерня 5. Обе шестерни 4 и 5 сцеплены с одной конической шестерней 6, показанной на рис. 105 условным пунктиром. На валике 8, между шестернями 5 и 6, имеется

зубчатая муфта 4, посредством которой любая из шестерен может быть соединена с валом 8. Управление этой муфтой производится рукояткой, находящейся спереди бабки (рис. 106).

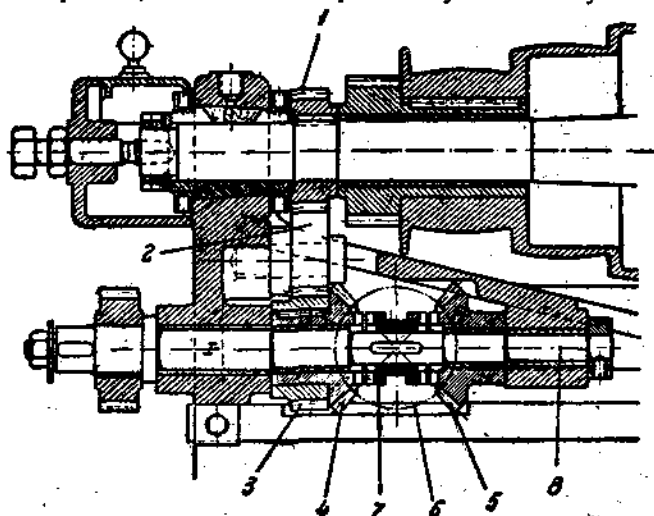


Рис. 105. Тrenzель с коническими шестернями.

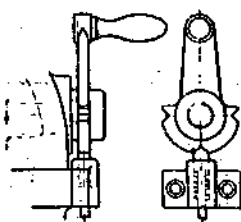


Рис. 106. Рычаг тrenzеля.

Проследим ход передачи. Если мы муфтой 4 соединим шестерню 3 с валом 8, передача пойдет так: шестерня 7 идет вправо, 2 — влево, и, следовательно, шестерня 3, а вместе с ней и валик 8 — вправо. Переключив муфту, мы получим обратное направление вращения валика 8. Действительно, шестерня 3 попрежнему вращается вправо, а шестерня 5, расположенная по другую сторону центра конической шестерни 6, будет вращаться влево, что и требовалось.

На рис. 106 показана рукоятка, которая служит для перемещения муфты 4. В среднем и крайних положениях рукоятка эта удерживается стопором, который под действием пружины заскакивает в вырезы на рукоятке.

Б. Сменные шестерни.

От шестерни 4 на рис. 103 передача к ходовому винту идет через сменные шестерни. Число и размеры этих шестерен определяются в каждом отдельном случае в зависимости от выполняемой на станке работы (нарезка резьбы и т. д.).

Для установки сменных шестерен у токарных станков имеется так называемая гитара (рис. 107). Гитара своим нижним концом 1 надета на выступающую втулку левого подшипника ходового винта и может поворачиваться на этой втулке, как на пальце, на некоторый угол. В выбранном положении гитара закрепляется гайкой 2. На гитаре имеется один или несколько (два — три) про-

резов 3, в которые входят пальцы сменных шестерен. На рис. 108 представлен токарный станок с установленными на нем сменными шестернями. На этом рисунке отчетливо видна передача вращения шпинделя ходовому винту через сменные колеса. Трензель станка закрыт кожухом и поэтому на рисунке не виден.

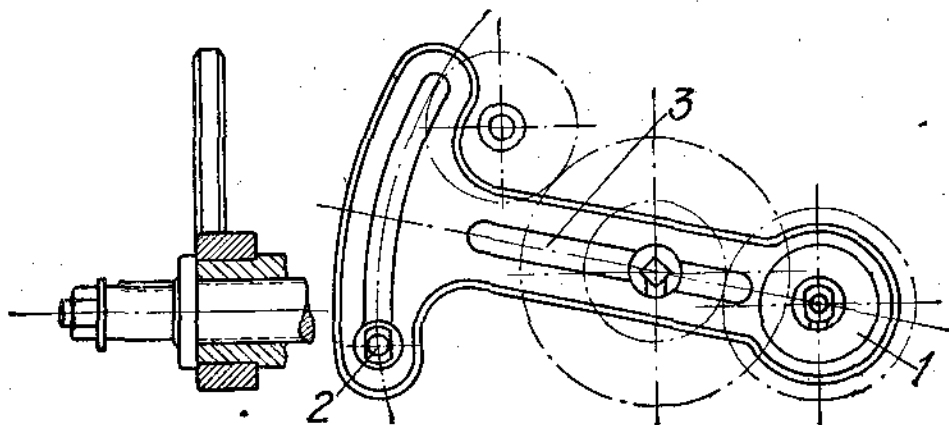


Рис. 107. Гитара токарного станка.

На этом же рисунке показана передача вращения ходовому валу посредством приводного ремня. Для этого на конец шпинделя посажен четырехступенчатый шкив. Такой же шкив имеется на промежуточном валике, вращение которого передается ходовому валу через постоянные шестерни. Устанавливая на гитаре различные шестерни, мы можем получить разнообразные передачи супорта через ходовой винт. Число подач, которое может быть получено в данном случае через ходовой валик, — всего четыре (по числу ступеней шкива).

Рассмотренное устройство передачи вращения от шпинделя к ходовому винту и валу относится к самым простым и имеет ряд существенных недостатков. Несмотря на то, что пальцы сменных шестерен устроены так, чтобы съемку и установку колес можно было производить довольно быстро, тем не менее смена зубчатых колес подсчет их и т. д. отнимает много времени. Ременная передача обеспечивает лишь небольшое количество подач и годна только для небольших станков. Естественно, поэтому, что сменные колеса постепенно

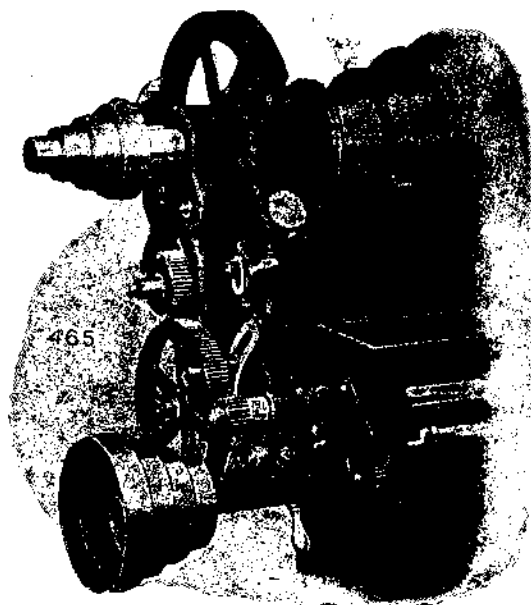


Рис. 108. Токарный станок со сменными шестернями.

вытесняются более совершенными способами передачи вращения шпинделя ходовому винту и ходовому валу, а именно, коробками подач.

В. Коробки подач.

Большинство современных станков снабжены коробками подач, работающих и на винт и на валик, и сменные шестерни на таких станках совершенно отсутствуют (рис. 4). Пример промежуточного способа передачи показан на рис. 117, на котором имеются гитара и сменные шестерни, а также коробка подач.

У некоторых станков имеется всего две сменных шестерни, которые меняются местами, и таким образом число подач, полученных посредством коробки подач, удваивается.

Ременная передача ходовому валику также часто дополняется коробкой подач. Вместо ремня иногда ставят цепь, что уменьшает количество подач и вызывает необходимость увеличивать коробку подач. Почти всегда и винт и валик обслуживаются одной коробкой подач и могут быть связаны с ней посредством очень простого приспособления.

Точно так же, как и коробки скоростей, большинство коробок подач состоит из одних и тех же деталей, повторяющихся в различных комбинациях. И здесь имеются коробки с подвижными шестернями, зубчатыми муфтами и накидными шестеренками. Не применяются совершенно фрикционные муфты, но находят широкое применение так называемые подвижные шпонки.

На рис. 109 показана простейшая коробка подач, служащая как бы дополнением к системе сменных колес. Коробка эта обслуживает только ходовой винт станка. На рис. 110, показывающем вид этой коробки с обратной стороны, видно ее устройство. От сменных шестерен 1 и 2, установленных на гитаре 3 (рис. 109), валик 4 (рис. 110) получает вращение с постоянной скоростью. На этом валике намертво посажены четыре шестерни 5, 6, 7, 8; зубцы шестерни 8 профрезерованы прямо в валике. На промежуточном валике 9 свободно вращаются шестерни 10 и 11, а 12 и 13 сделаны из одного куска и служат зубчатой муфтой для соединения шестерен 10 и 11 с валиком 9 (шестерни — муфта 12 — 13 — на шпонке).

Совершенно ясно, что при таком устройстве коробки подач посредством поворота рукоятки 4 (рис. 109) число подач, полученных от одной комбинации сменных шестерен, можно увеличить в четыре раза.

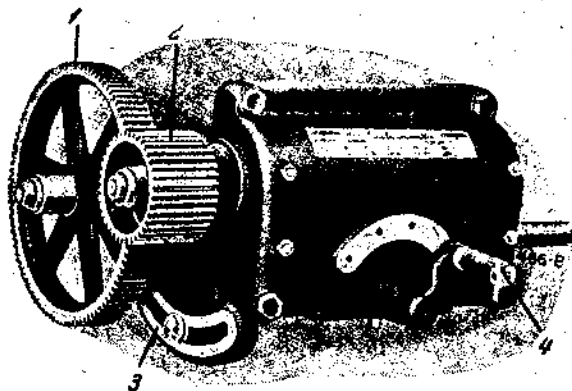


Рис. 109. Простейшая коробка подач.

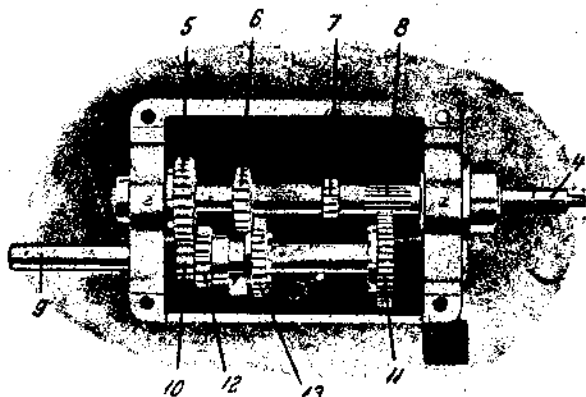


Рис. 110. Обратная сторона коробки подач, изображенной на рис. 109.

На рис. 111 представлена коробка подач для работы через ходовой валик. Ведущий валик этой коробки получает вращение от шпинделя цепной передачей

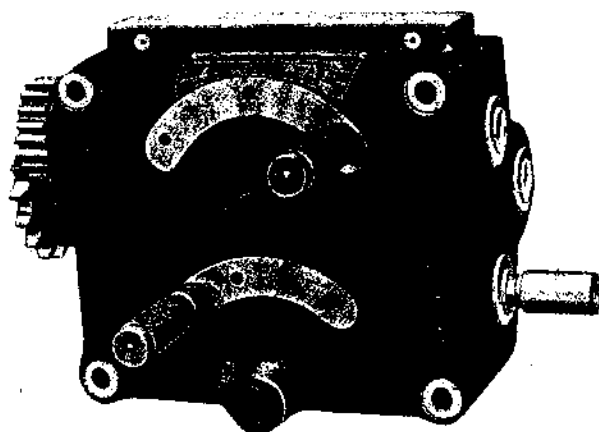


Рис. 111. Коробка подач для цепной передачи.

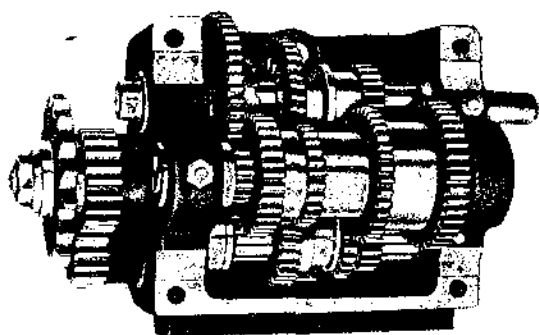
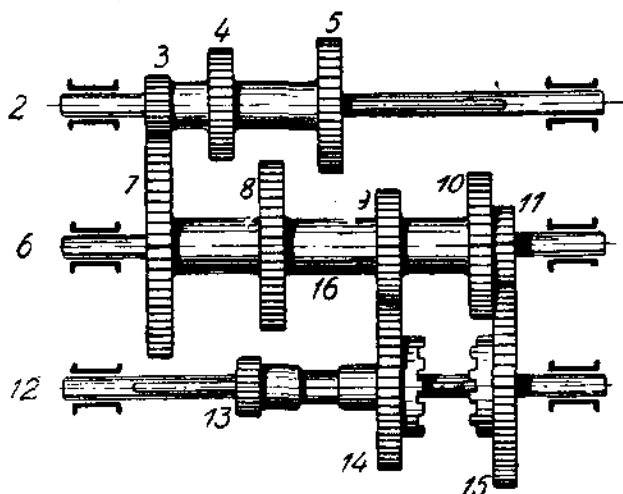


Рис. 112. Обратный вид коробки, изображенной на рис. 111.

(на рис. 112, показывающем вид этой коробки с обратной стороны, видна зубчатка для цепи). Вращение этой шестерни через пару зубчаток, находящихся вне кожуха коробки, передается валику 2 (см. рис. 113 — схему разбираемой коробки), на котором имеется тройная подвижная шестерня 3, 4, 5. На промежуточном валике 6 свободно вращается втулка 16, на которой намертво посажены шестерни 7, 8, 9, 10 и 11, и, наконец, на последнем валике 12 свободно вращается шестерня 15. Двойная подвижная шестерня — муфта 13 — 14 связана с валом 12 шпонкой.

Не трудно убедиться в том, что при помощи этой коробки можно получить 9 различных подач супорта через ходовой валик. Действительно, поставив муфту 3, 4, 5 в такое положение, чтобы в зацеплении была пара шестерен 3, 7, мы, вводя в зацепление поочередно шестерни 7, 13, затем 9, 14 и, наконец, 11, 15, получим три скорости валика 12. Изменяя положение шестерни муфты 3, 4, 5, число подач можно утроить, т.е. получить 9.

Записывая хода передачи, которые могут быть получены у этой коробки, в виде таблицы, еще раз убеждаемся в том, что рассматриваемая коробка дает 9 подач. Имеем хода передачи:



3,	7,	7,	13
3,	7,	9,	14
3,	7,	11,	15
4,	8,	7,	13
4,	8,	9,	14
4,	8,	11,	15
5,	10,	7,	13
5,	10,	9,	14
5,	10,	11,	15

Рис. 113. Схема коробки подач, изображенной на рис. 111. Т.-е. 9 подач.

Очень широкое применение в коробках подач находят себе так называемые наклонные шестерни (Нортон). Мы разобрали такие устройства при изучении коробок скоростей, и здесь, поэтому, остановимся на коробке Нортон только вкратце. Следует отметить, однако, что способ Нортон в коробках подач применяется гораздо больше, чем в коробках скоростей.

На рис. 114 показана такая коробка. На ходовой винт 1, но чаще на отдельный вал, посажено на шпонке 12 шестерен. На валике 2, получающем вращение от шпинделя, надета на шпонке шестерня 3, которая может передвигаться по валику, при чем шпонка все время находится в канавке валика 2.

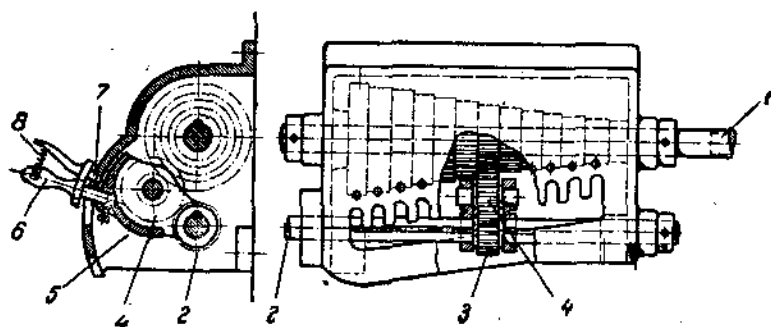


Рис. 114. Коробка подач Нортон (эскиз).

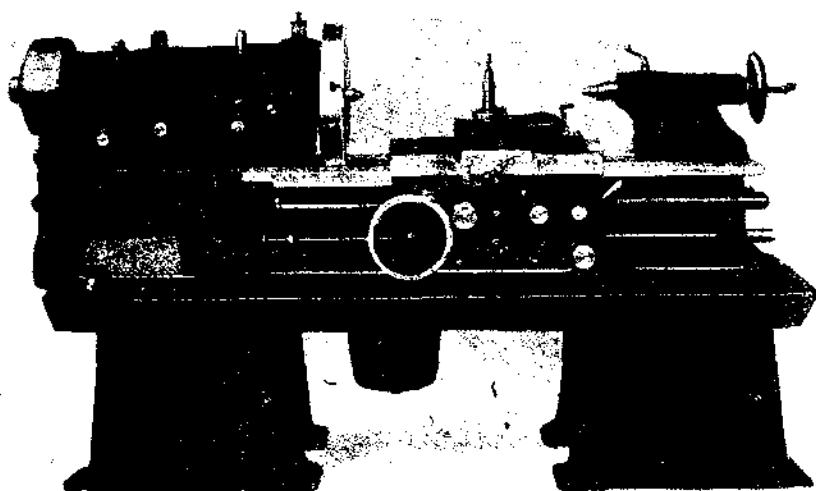


Рис. 115. Токарный станок с одной коробкой Нортон.

С этой целью шестерни 3 и 4 укрепляются в каретке 5, которая может вместе с шестернями 3 и 4 перемещаться вдоль вала 2. Перемещение каретки производится за рукоятку 6, выходящую из кожуха коробки.

В каждом (из 12-ти) рабочем положении рычаг (а значит, и шестерни 3 и 4) может быть закреплен штифтом 7, который под действием пружины 8 входит в очередное отверстие, просверленное в кожухе коробки.

Таким образом мы видим, что посредством коробки Нортон мы можем получить одну из 12-ти подач простой перестановкой рычага 6.

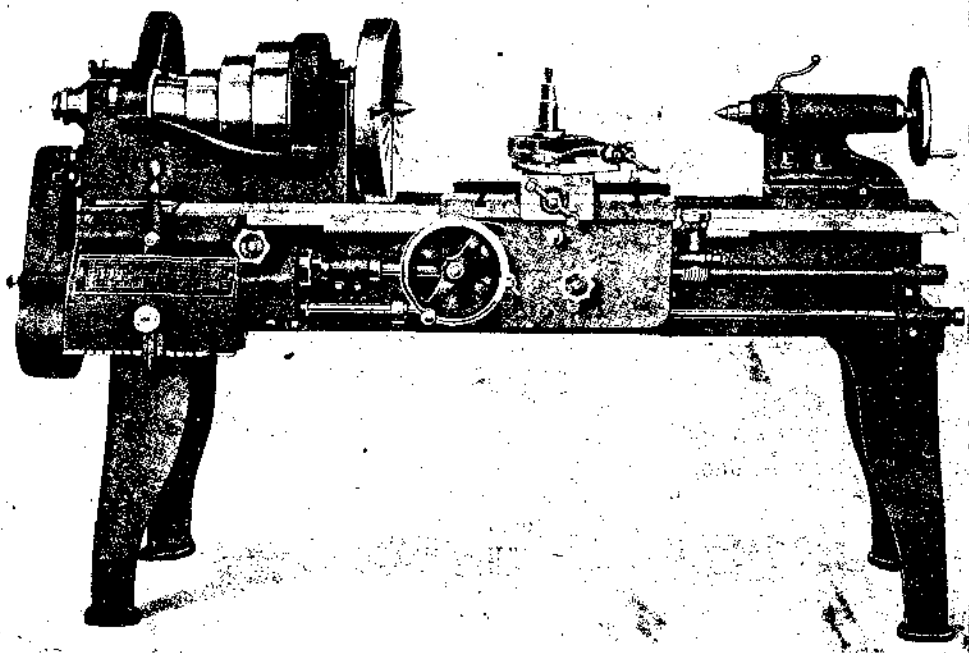


Рис. 116. Токарный станок с коробкой Нортон и добавочной.

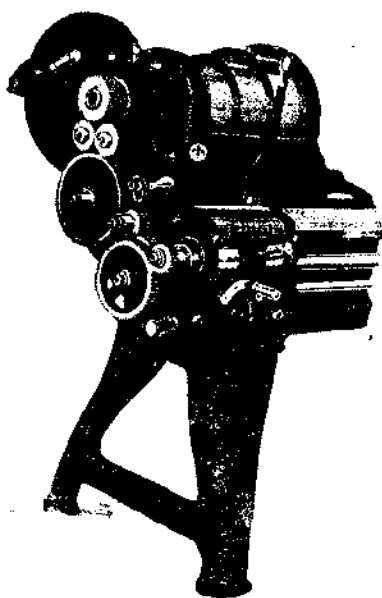


Рис. 117. Токарный станок с коробкой Нортон и сменными шестернями.

Подачи, которые получаются при этом, обычно бывают написаны на табличке, прикрепленной на видном месте коробки; 12-ти подач для всех случаев, какие могут иметь место, конечно мало, и поэтому коробка Нортон часто является дополнением к сменным шестерням (рис. 115), или сама усиливается добавочными коробками (рис. 116). На некоторых станках можно видеть все три способа изменения подач супорта: сменные шестерни, коробку Нортон и добавочную коробку (рис. 117).

На рис. 118 представлена коробка подач станка, показанного на рис. 115. Коробка эта может быть связана с передником супорта или через ходовой винт или через ходовой валик, что достигается поворотом рукоятки 7 (рис. 118). Число подач, которые могут быть получены, как это видно из рис. 118, — одиннадцать через винт и столько же через валик, а всего, следовательно, 22 подачи. Дальнейшее увеличение количества подач у этого станка получается при помощи сменных шестерен, закрытых на рис. 115 предохранительным кожухом и поэтому не видных.

У некоторых станков вместо коробки Нортон применяется коробка подач с передвижными шестернями, передающая вращение шпинделя и ходовому винту и ходовому валу.

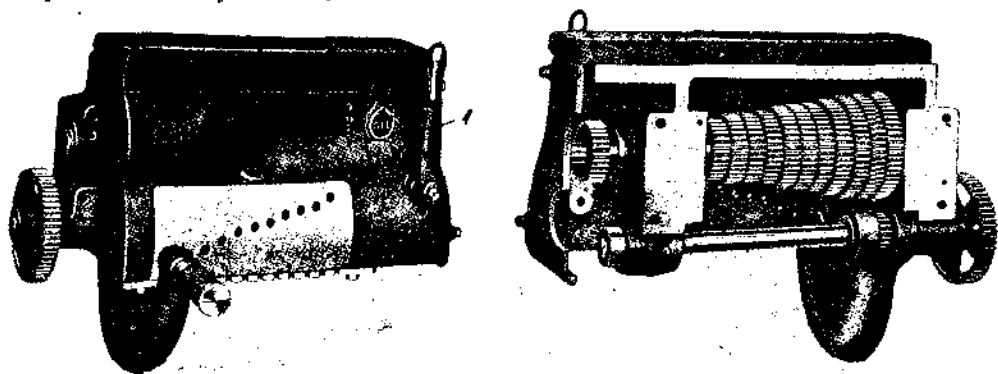


Рис. 118. Коробка Нортон.

На рис. 119 представлена в раскрытом виде одна из таких коробок, а на рис. 120 показан станок, оборудованный этой коробкой. Не трудно видеть, что в данном случае мы имеем увеличение количества подач, которые могут быть получены сменными шестернями в шесть раз. Управление коробкой производится при помощи двух рычагов, отчетливо видных на рис. 120.

Для большей ясности на рис. 121 дается схема этой коробки с условным расположением всех ее валов в одной плоскости. Валик 7 через шестеренку 2 связан с последней из сменных шестерен. Тройная передвижная шестерня 3, 4, 5 передает вращение валу 6. Таким образом валик этот имеет три скорости. Шестерни 7, 8, 9, 10 и 11 заклинены на валу 6; шестерня 13 свободно вращается на валу 12 и может быть сцеплена с ним подвижной шестерней — зубчатой муфтой 14. Передвижением шестерни 14 валик 6 можно связать с валом 12 или через зубчатки 10, 13 или 11, 14 и сообщить ему таким образом шесть скоростей. От валика 12 в дальнейшем вращение передается и ходовому винту и ходовому валу.

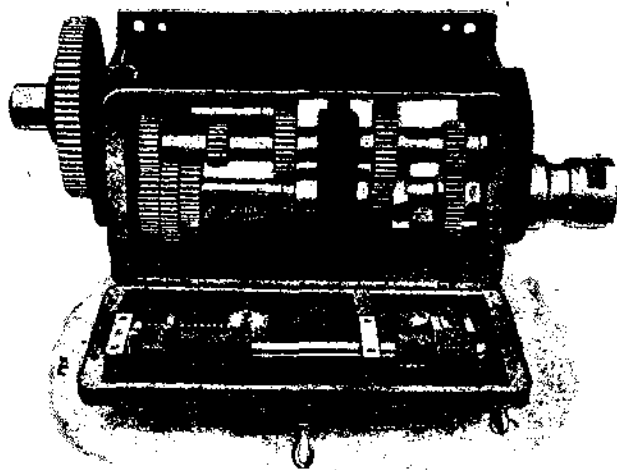


Рис. 119. Коробка подач с передвижной шестерней.

С целью увеличения количества подач, не прибегая к сменным шестерням, коробку Нортон часто дополняют добавочной коробкой. Такие коробки дают возможность количество подач, получаемых при помощи коробки Нортон, увеличить в несколько раз. У некоторых станков вместо одной коробки Нортон ставят две такие коробки, работающие последовательно; в большинстве же случаев добавочные коробки имеют или подвижные шестерни или подвижную шпонку.

Простейшая коробка подач с передвижными шестернями представлена на рис. 109 и 110, более сложная — на рис. 119. Комбинированная коробка

токарного станка, изображенного на рис. 116, состоящая из механизма Нортон, усиленного передвижной шестерней, представлена на рис. 122, из которого видно, что поворотами рукоятки 1 количество подач, получаемых посредством механизма Нортон, может быть утроено. На этом же рисунке показано и приспособление, которое служит для поочередного включения ходового валика и винта (маховичком 2). На рис. 123 представлена другая

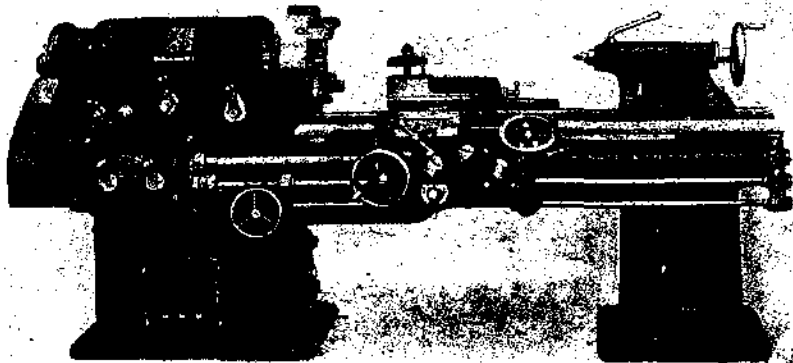


Рис. 120. Токарный станок с коробкой подач, изображенной на рис. 119.

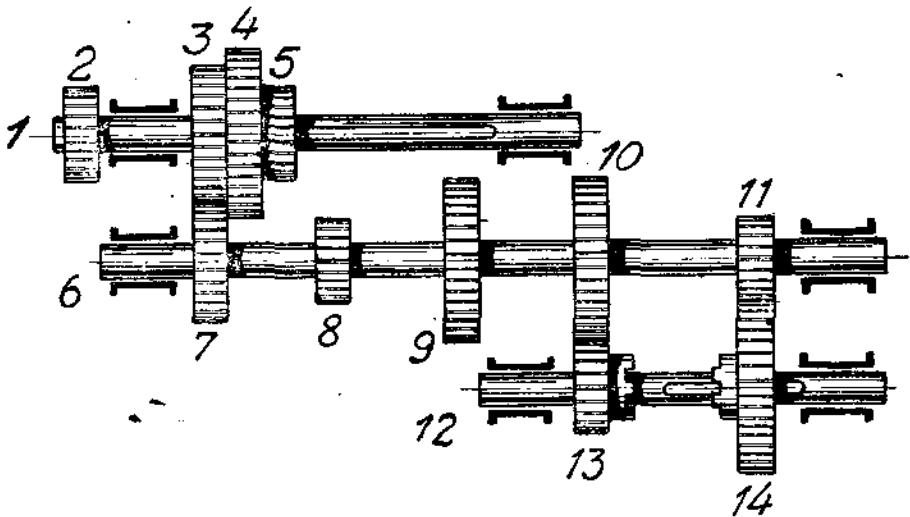


Рис 121. Схема коробки подач, изображенной на рис. 119

конструкция комбинированной коробки подач, применяющаяся у станков американской фирмы Лодж и Чиплей (рис. 124). В этом случае передача от шпинделя к ходовому винту (ходового вала станок не имеет) идет обратным порядком, а именно: сначала коробка Нортон и уже затем добавочная коробка. Ведущий валик 1 коробки Нортон передает вращение одной из шестерен 2, посаженных на вал, связанный промежуточными зубчатыми колесами с откидными шестернями 3. Откидывание этих шестерен производится посредством рычага 4. Каждая из этих шестерен может быть сцеплена с ordinarily передвижной шестерней 5,

посаженной прямо на ходовой винт 6. Перемещение шестерни 5 вдоль винта 6 производится при помощи стержня 7, на котором имеется вилка, охватывающая шестерню 5.

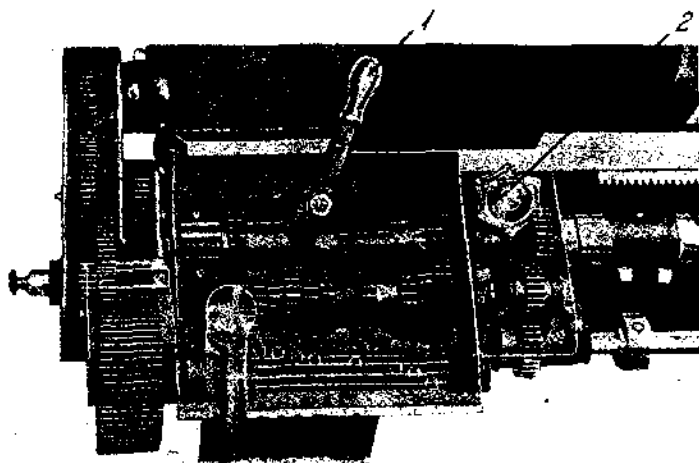


Рис. 122. Комбинированная коробка подач.

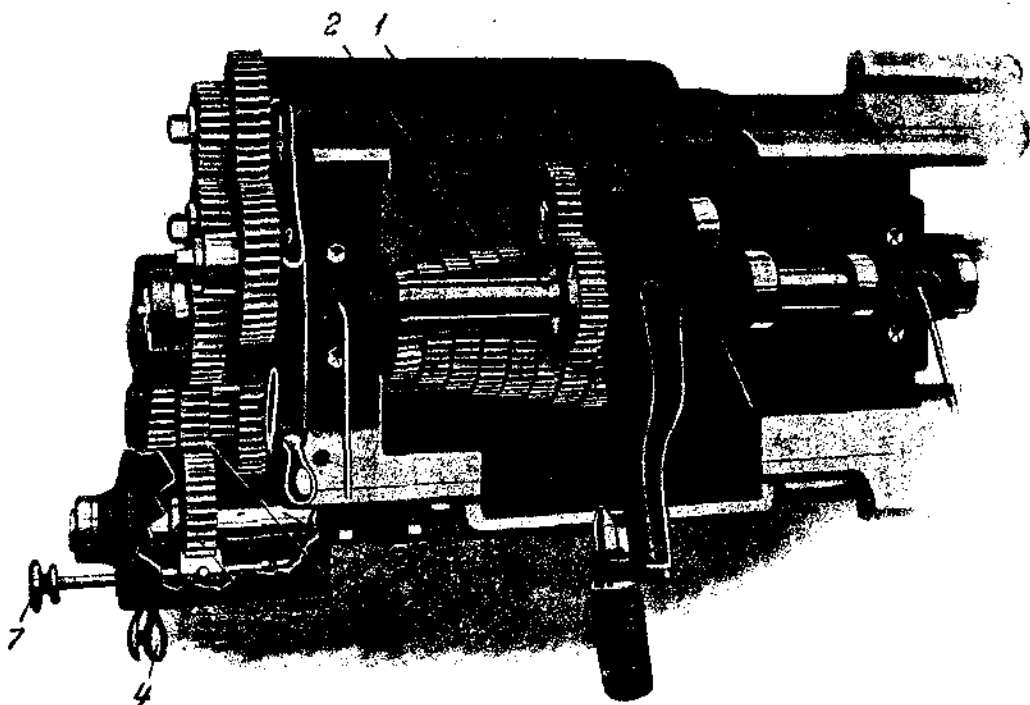


Рис. 123. Коробка подач Лодж-Чиплей.

Обращаем внимание на приспособление для перемещения задней бабки, имеющееся у тяжелого токарного станка, изображенного на рис. 124.

На ряду с добавочными коробками подач с передвижными шестернями широко применяется другая конструкция таких коробок, а именно с передвижной

шпонкой. Механизм с передвижной шпонкой устроен следующим образом (рис. 125). На валике 1, получающем вращение от последней из сменных шестерен через зубчатку 2, посажены на шпонке четыре разных шестерни 3, 4, 5 и 6, которые находятся в постоянном зацеплении с шестернями 7, 8, 9 и 10, свободно

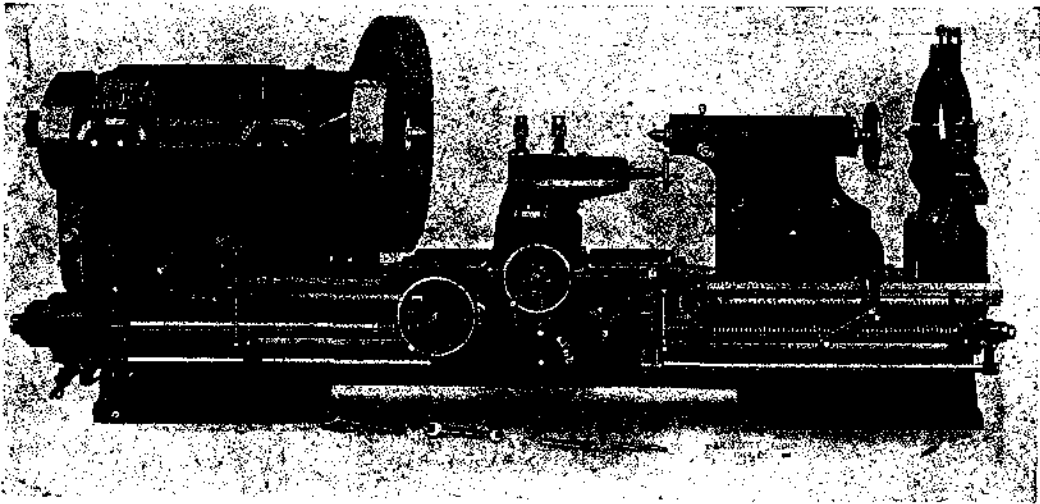


Рис. 124. Токарный станок Лодж-Чиплей.

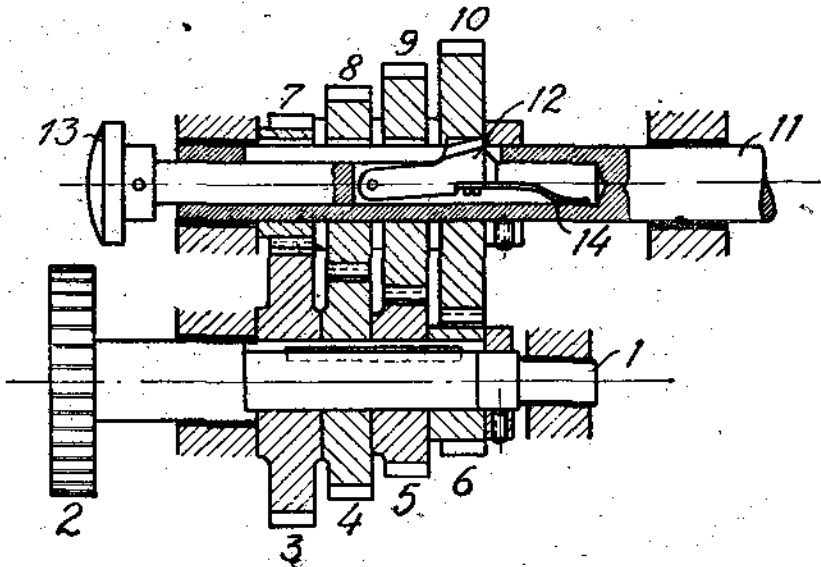


Рис. 125. Механизм с передвижной шпонкой.

вращающимися на валике 11. Каждая из шестерен 7, 8, 9 и 10 может быть сцеплена с валиком 11 посредством шпонки 12, помещенной в полости валика 11. Перемещение шпонки производится при помощи стерженька 13, головка которого высывается из валика 11. Шпонка 12 удерживается в рабочем положении пружиной 14, прикрепленной к шпонке. Вдвигая и выдвигая стержень 13, можно устанавливать шпонку против любой из шестерен 7, 8, 9 и 10. От валика 11 вращение

передается дальше — ведущему валу коробки Нортон и т. д. Разобранная коробка увеличивает количество подач, получающихся от коробки Нортон, в четыре раза.

На рис. 126 представлена несколько видоизмененная конструкция коробки Нортон, принадлежащая токарному станку, изображенному на рис. 117. Рас-

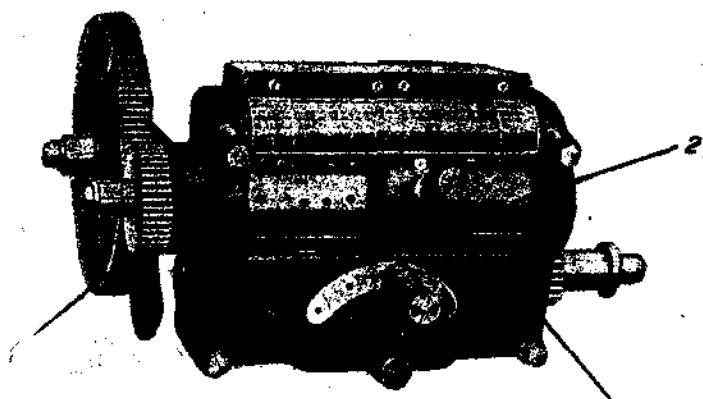


Рис. 126. Коробка подач Ле-Блонда (общий вид).

сматривая эту коробку с обратной стороны (рис. 127), а также схему (рис. 128) ее устройства, мы видим, что вращение шпинделя через трензель и сменные шестерни передается также сменной шестерне 7 (рис. 126 и 128), посаженной на шпонке на валике 2. Внутри коробки на этом валике имеется длинная шестерня 3, связанная с ним шпонкой. От этой шестерни вращение передается через промежуточную зубчатку 4 и одно из колес 5 валу 6. Таким образом длинная шестерня 3, промежуточная (накидная) 4 и восемь колес 5 образуют несколько измененную передачу Нортон, благодаря которой валик 6 имеет 8 скоростей.

Дальше следует добавочная коробка подач, состоящая из валика 7, четырех заклиненных на нем шестерен 8, 9, 10 и 11 и, наконец, валика 12, несущего на себе шестерню 13 и тройную передвижную шестерню — зубчатую муфту 14, с помощью которых валик 12 может иметь 32 скорости ($8 \times 4 = 32$).

Продолжение этого валика есть ходовой вал станка 15, который может быть связан с ходовым винтом 16 посредством подвижной шестерни 17. Станок имеет 32 подачи посредством ходового валика и столько же при помощи ходового винта.

Отличие разобранной коробки от обычной нортонской состоит в том, что вместо ведущего валика 2 (рис. 114) здесь оделана длинная шестерня 3. Промежуточная шестерня, связывающая шестерню 3 с зубчатыми колесами 5 (рис. 128), в обоих случаях одна и работает одинаково.

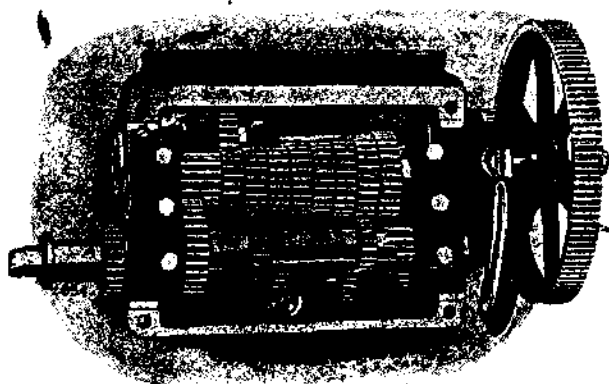


Рис. 127. Коробка подач Ле-Блонда (вид сзади).

Иначе в данном случае устроена каретка, несущая накидную шестерню. Длинная шестерня 7 (рис. 129) находится в середине втулки 2 (рис. 126 и 129),

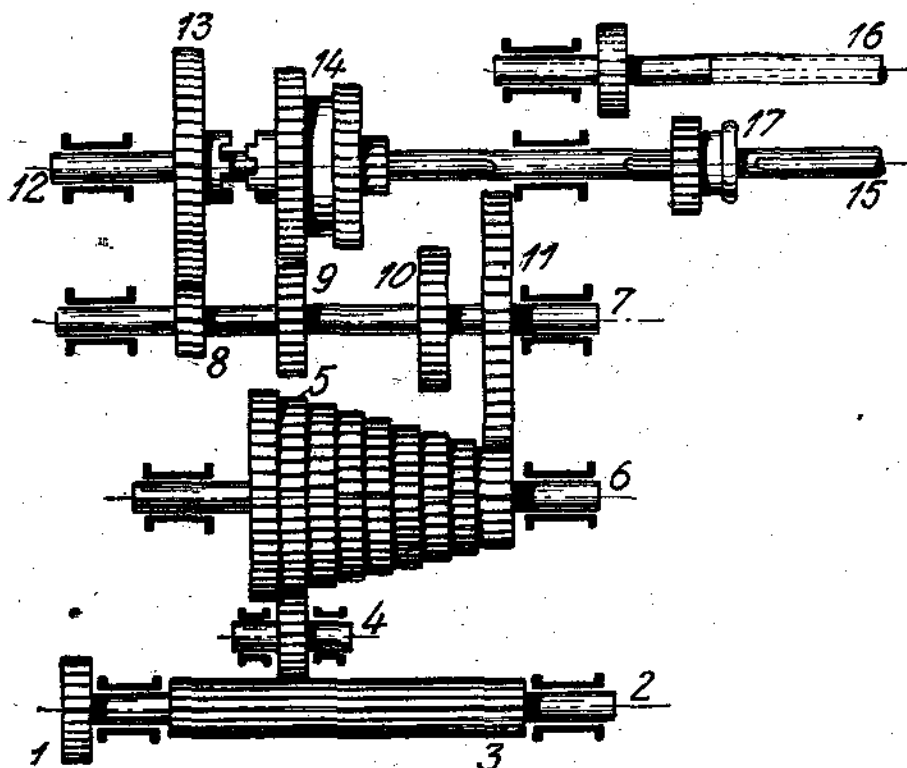


Рис. 128. Схема коробки подачи Ле-Блонда.

срезанной с задней стороны. Втулка 2 охвачена обоймой 3, которая и может перемещаться вдоль втулки и быть закрепленной в требуемом положении. Закрепление это производится

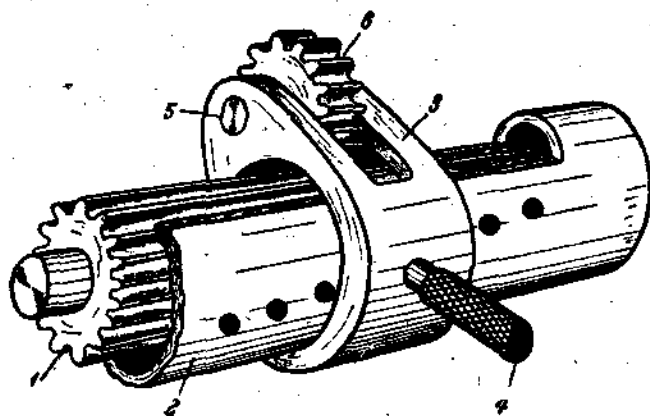


Рис. 129. Деталь коробки подачи Ле-Блонда.

при помощи штифта, который входит в одно из отверстий, имеющих на втулке. Для того, чтобы вывести штифт из отверстия, необходимо потянуть рукоятку 4 к себе. Внутри коробки обойма 3 представляет собой вилку, которая служит для поддержания вращающейся на пальце 5 накидной шестерни 6 (или 4 — на рис. 128).

Возвращаясь к передаче вращения ходовому валу при помощи приводного ремня (рис. 108) и ступенчатых шкивов, укажем на простой механизм, очень полезный при работе автоматической

подачей. На рис. 130 представлен такой механизм. Устройство его состоит в следующем. Ступенчатый шкив 1 посажен не прямо на ходовой вал станка, а на промежуточный валик 2, который вращается в подшипнике, прикрепленном к станине (или ножке станка). На этом валике заклинена шестерня 3, связанная с валиком 2 шпонкой и сцепляющаяся с шестерней 4, посаженной на шпонке на втулке 5. Втулка эта свободно вращается в подшипнике 6, но не может иметь продольных перемещений. Ходовой валик 7 свободно вращается во втулке 5 и может быть связан с ней зубчатой муфтой 8, посаженной на шпильке на ходовом валике 7. Стопорное кольцо 9 может быть закреплено на ходовом валике в любом месте.

Супорт станка при автоматическом перемещении влево встретит на своем пути кольцо 9, упрется в него и будет толкать его, а вместе с ним и ходовой валик 7 влево. Это перемещение валика 7 влево будет происходить до тех пор, пока зубчатая муфта, связанная, как мы говорили выше, с валиком 7, не выйдет из зацепления с втулкой 5. В этот момент вращение валика 7, а следовательно, и автоматическая подача супорта — прекратятся. Как только супорт будет отведен вправо и давления на кольцо 9 не будет, валик 7 переместится вправо под действием пружины, скрытой в обойме 10, и муфта 8 вновь войдет в зацепление с втулкой 5. Этим приспособлением пользуются, когда желают получить автоматическую остановку супорта.

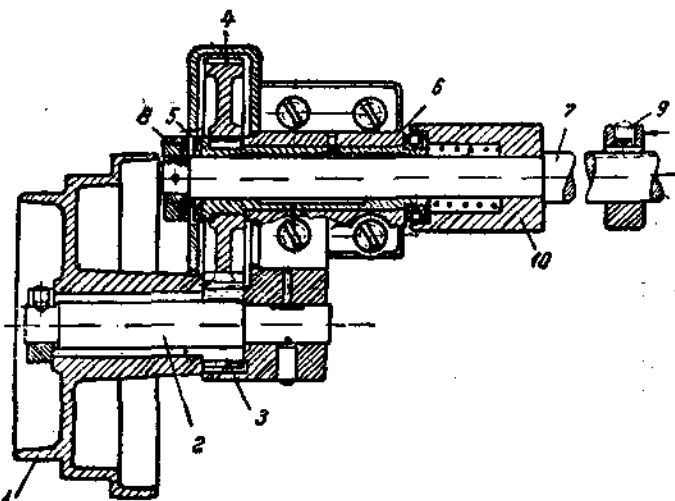


Рис. 130. Ремённая передача коробки подач.

В заключение укажем на станок, подача супорта которого получается только через ходовой валик (рис. 88). Станок имеет коробку подач (рис. 111, 112 и 113), связанную с шпинделем станка цепной передачей.

Ознакомившись с различными устройствами передников супорта, а также механизмами подачи, установим, в каких случаях следует пользоваться подачей через ходовой винт и когда можно работать через валик.

Все резьбовые работы, при которых перемещение супорта должно совершенно точно соответствовать оборотам шпинделя станка, следует производить, пользуясь винтом. Казалось бы, что если ходовой валик связан с шпинделем жестко (шестернями, а не приводным ремнем), то можно было бы производить резьбовые работы через валик, но это неверно. Выше мы видели, что включение шестерен, находящихся на переднике супорта и обеспечивающих его перемещение от ходового валика, производится посредством фрикционов. При неудовлетворительном состоянии этих фрикционов возможно проскальзывание их, и, следовательно, нарушение постоянства соотношения скоростей вращения шпинделя и перемещения супорта.

Все «гладкие» работы, т.е. обточку — черновую и чистовую, расточку и т.д., следует всегда производить через ходовой валик, сохраняя тем самым винт от преждевременного износа.

§ 6. Контрприводы.

Движение станку сообщается или от трансмиссии или от отдельного электромотора, обслуживающего данный станок.

Если станок работает от трансмиссии, то ее движение передается не прямо на станок, а через промежуточное устройство, которое дает возможность останавливать станок, не сбрасывая ремня (и не останавливая, конечно, трансмиссии), а также изменять скорости шпинделя станка. Последнее относится к токарным станкам с многоступенчатым шкивом. Такое устройство называется контрприводом.

Обыкновенный контрпривод представлен на рис. 131. Он состоит из двух подвесок или кронштейнов 1 и 1, укрепляемых к потолку или к стене мастерской. В подшипниках, укрепленных в этих кронштейнах, вращается вал 3. На этом валу посажены: ступенчатый шкив 4, точно соответствующий ступенчатому шкиву станка, и два шкива 5 и 6, из которых один посажен на вал 3 на шпонке, а другой свободно на нем вращается. Первый из этих шкивов называется рабочим, а второй — холостым.

На трансмиссии, от которой работает данный станок, посажен шкив, ширина

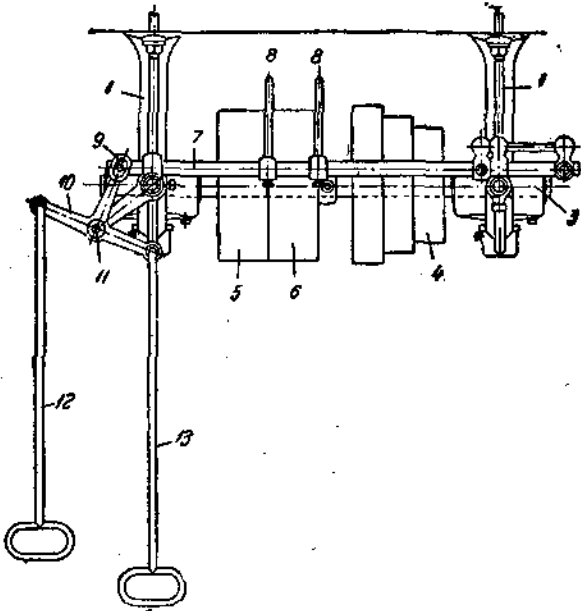


Рис. 131. Обыкновенный контрпривод.

которого равна ширине рабочего и холостого шкивов контрпривода, взятых вместе. Если ремень находится на рабочем шкиве — он заставляет вращаться вал 3, а вместе с ним и шкив 4, от которого движение передается ремнем шпинделю станка. Если ремень перебросить на холостой шкив контрпривода — шкив этот будет вращаться на валу 3, а вал этот остановится. Для перевода ремня с рабочего шкива на холостой контрпривод снабжается различными приспособлениями.

У рассматриваемого контрпривода приспособление это устроено следующим образом. На стержне 7, движущемся в приливах, имеющих у подвесок 1—1, укреплены две отводки 8 и 8, охватывающие ремень. На левом конце этого стержня имеется палец 9, входящий в овальный прорез трехплечего рычага 10. Рычаг этот вращается около пальца 11. Если потянуть вниз за тягу 12, то рычаг 10 повернется влево и потянет за собой стержень 7, при чем отводки 8 — 8 переведут ремень с шкива 6 на шкив 5. Если шкив 5 — холостой, то движение станка прекратится. Для перевода станка в рабочее положение надо потянуть за тягу 13, в результате чего отводкой 8—8 ремень будет переведен с холостого шкива на рабочий.

Есть еще целый ряд способов для перевода ремня, но останавливаться на них мы не будем.

Очень часто вместо одной пары шкивов 5 и 6 на контрприводе ставят еще одну пару шкивов, из которых один рабочий, а другой — холостой. Ремень,

связывающий такой контрпривод с трансмиссией и наброшенный на первую пару шкивов, делается прямым, а второй ремень делают перекрестным. В результате этого контрпривод, а следовательно, и станок получают два направления движения — прямое и обратное. Последнее часто бывает полезно (например, при нарезке резьбы). Обратный ход станка бывает, обычно, быстрее переднего.

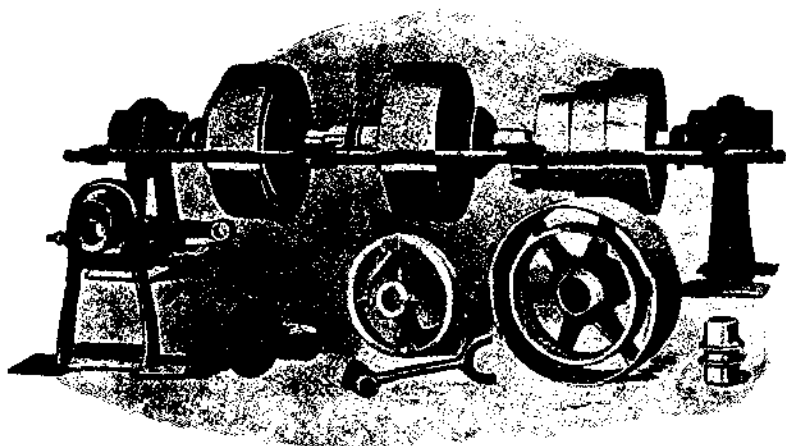


Рис. 132. Фрикционный контрпривод с деталями.

Частые переводы ремня с одного шкива на другой (с рабочего на холостой и обратно) вредно сказывается на их сроке службы. Поэтому в последнее время чаще делают так называемые фрикционные контрприводы. На рис. 132 представлен такой контрпривод в собранном виде, а также все детали его. В этом случае вместо пары шкивов (холостого и рабочего) на валу контрпривода имеется один шкив, свободно на нем вращающийся. На рис. 132 таких шкивов два, при чем один предназначен для переднего, а второй для обратного хода станка. Соединение этих шкивов с валом контрпривода производится посредством фрикционных механизмов, одна из конструкций которых была разобрана нами раньше (рис. 49).

Фрикционный контрпривод работает хорошо только при хорошем уходе за ним. Время от времени его нужно регулировать, в противном случае он будет проскальзывать. Такие контрприводы применяются обычно для станков малых и средних размеров. Крупные станки снабжаются в большинстве случаев обыкновенными контрприводами.

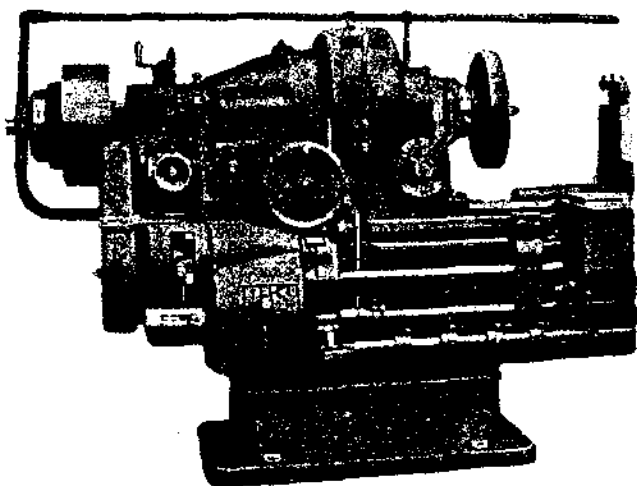


Рис. 133. Станок с одноступенчатым шкивом и штангой для пуска станка в ход.

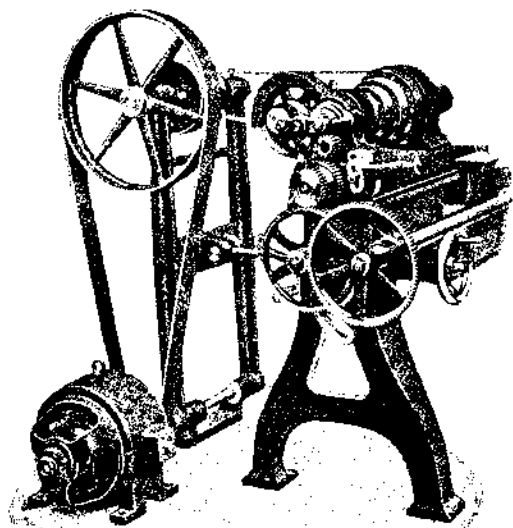


Рис. 134. Установка отдельного электромотора у станка с ступенчатым шкивом.

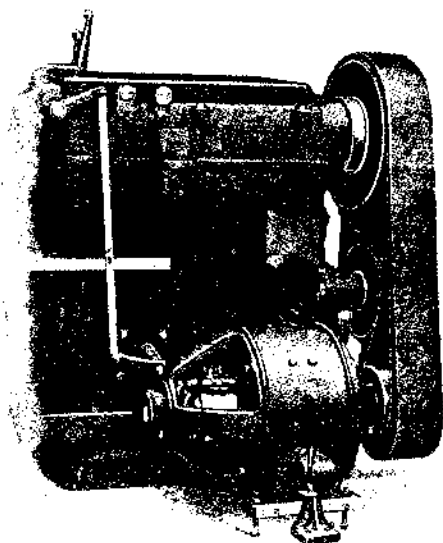


Рис. 135. Установка электромотора на полу.

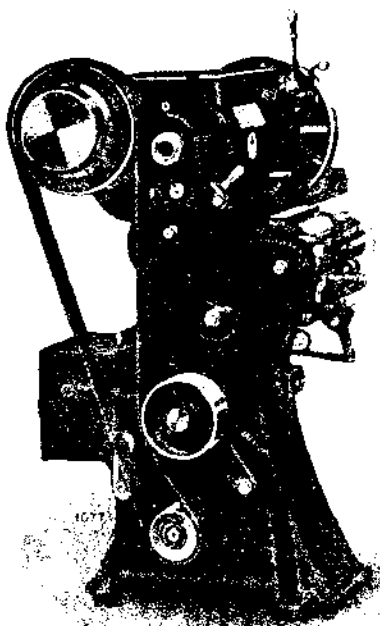


Рис. 136. Установка электромотора в ножке станка.

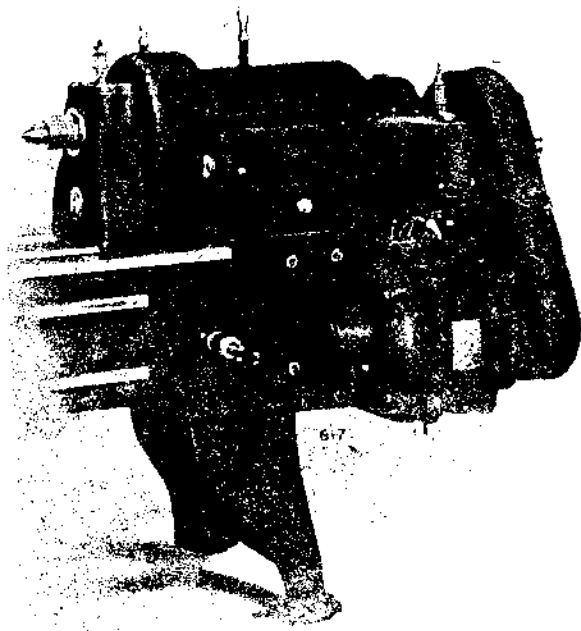


Рис. 137. Крепление электромотора к станине токарного станка.

Станки с одноступенчатым рабочим шкивом работают от трансмиссии также через контрпривод с той лишь разницей, что ступенчатый шкив контрпривода также заменен одноступенчатым. Но часто такие станки работают непосредственно от трансмиссии. В этом случае фрикционный механизм имеется у ведущего шкива станка (рис. 133). Включение и выключение производится обычно при помощи деревянной штанги (рис. 133), проходящей вдоль всего станка и дающей таким образом возможность пускать станок в ход и останавливать его с любого места. Штанга эта приподнята довольно высоко и сзади станка, так что доставать до нее не всегда бывает удобно. Поэтому современные станки часто снабжены добавочным валиком, параллельным ходовому винту и валу (рис. 120 и 124); посредством этого валика можно производить выключение фрикциона, ведущего шкив. Рукоятки (рис. 124) или маховики (рис. 120) для такого переключения имеются обычно в двух местах — у передней бабки и у супорта.

В последнее время станки, работающие от трансмиссий, становятся редкостью. Громадное большинство станков работают от отдельных электромоторов. Переход от трансмиссионных установок к отдельным моторам часто бывает настолько выгоден, что осуществляется даже и в применении к старым станкам, с многоступенчатыми шкивами. На рис. 134 показан пример такого устройства. Электромотор, обслуживающий только этот станок, установлен на полу, вблизи станка. Движение электромотора передается ремнем контрприводу, расположенному в качающейся стойке. На валу этого контрпривода имеется ступенчатый шкив, одинаковый с шкивом станка. Поворотом маховика, расположенного спереди станка, контрпривод можно приближать к станку или отодвигать от него, что оказывается необходимым при переброске ремня с одной ступени на другую.

Пример установки электромотора, обслуживающего станок с одноступенчатым шкивом, показан на рис. 135. Электромотор установлен на полу, сзади станка. Ремень получается коротким, и для того, чтобы ремень во время работы станка все время был туго натянут (в противном случае неизбежно проскальзывание), установлен добавочный шкив (ролик), натягивающий ремень. Этот ролик отчетливо виден на рис. 136, изображающем станок, электромотор которого убран в ножку станины. Сделано это для экономии места и для защиты электромотора от возможных ударов (изделиями и т. д.).

Все разобранные выше способы установки электромоторов имеют общий недостаток, который состоит в том, что электромотор, установленный отдельно от станка, требует для себя отдельного фундамента. Этот недостаток отпадает, если мотор прикреплен к станине станка (рис. 137). Такая установка электромотора не лишена недостатков, имеющих место при установке его по способу, приведенному на рис. 135: электромотор отнимает место и не защищен от возможных ударов.

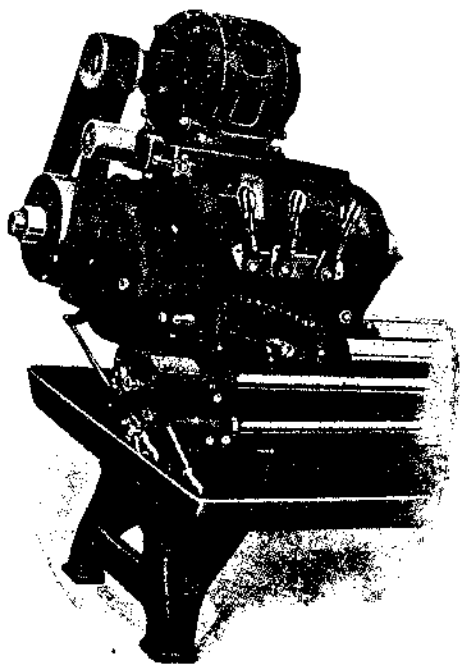


Рис. 138. Установка электромотора на передней бабке.

С этой точки зрения наилучшей должна быть признана установка электромотора на передней бабке станка. Для передачи вращения вала электромотора ведущему шкиву применяется ременная (рис. 138) или цепная передача. В некоторых случаях гибкая передача заменяется шестернями. Недостатки такого способа установки электромотора:

- 1) при каждой разборке передней бабки (коробка скрустей) приходится снимать электромотор;
- 2) все вибрации, получающиеся в результате плохой уравновешенности быстро вращающихся частей электромотора, передаются шпинделю, вследствие чего поверхность обрабатываемых изделий получается негладкой.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Приспособления для закрепления обрабатываемых изделий на токарных станках.

В предыдущей главе мы познакомились с устройством токарного станка и его отдельных механизмов. Разбирая некоторые из них (переднюю и заднюю бабки), мы употребляли выражения «закрепление изделия», «служит для закрепления изделия» и не касались подробностей этого вопроса, потому что устройство токарных станков можно изучать совершенно независимо от способов закрепления обрабатываемых на них изделий. Но знать эти приспособления, конечно, так же необходимо, как и станок. К описанию наиболее распространенных из них мы и переходим.

§ 1. Центра.

Простейшее приспособление для закрепления обрабатываемых изделий на токарном станке — это центра, которые вставляются в отверстия шпинделей передней и задней бабок. Центр наиболее распространенной формы представлен на рис. 139. Часть его, обозначенная на рис. 139 цифрой 1, называется хвостом центра, а часть 2 — конусом. Хвост центра также имеет вид конуса и должен быть совершенно точно пригнан по коническим гнездам отверстий в шпинделях передней и задней бабок станка.

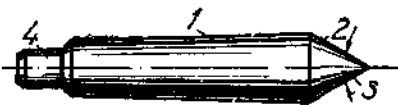


Рис. 139. Обыкновенный центр.

Угол при вершине конуса центра (обозначен на рис. 139 цифрой 3) делается равным 60° и только в очень редких случаях, на крупных станках, иногда применяются центра с углом при вершине в 90° .

Для удаления центра из шпинделя передней бабки обыкновенно пропускают сквозь шпиндель железный или стальной прут и легкими ударами в торец центра выколачивают его. При этих ударах задний конец центра может разбухнуть и при следующей установке центра на место хвост его не совпадет с гнездом шпинделя. Для того, чтобы этого не случилось, задний конец хвоста центра стачивают так, как это показано на рис. 139. В этом случае увеличение диаметра конца хвоста центра не опасно.

Вставив центра в гнезда шпинделей, мы надеваем на них обрабатываемое изделие, в торцах которого засверлены конические отверстия. Эти отверстия должны совершенно точно совпадать с конусами центров.

При очень мелких изделиях сделать на их торцах гнезда для центров (или, как говорят, зацентровать их) не удастся, и поэтому обработка таких изделий производится на так называемых обратных центрах (рис. 140-1). В этом случае концы изделия должны быть обработаны на конус (тоже 60°) и входят в соответствующие гнезда центров.

При обработке пустотелых изделий, например, трубок, употребляют центра, представленные на рис. 140-II. Иногда головка заднего центра делается вращающейся.

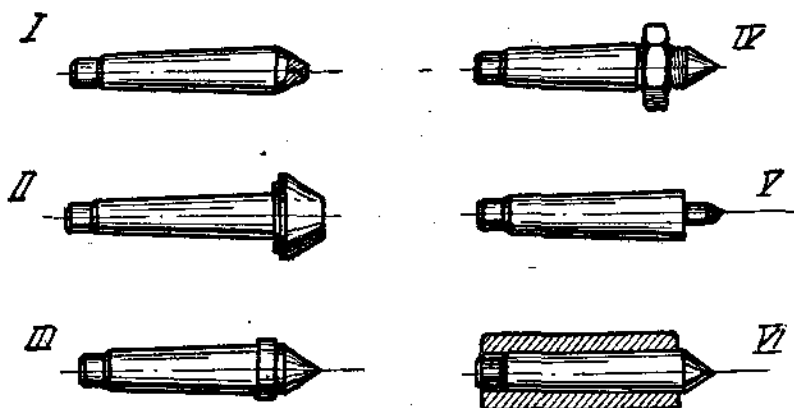


Рис. 140. Разные формы центров.

На рис. 141 представлено относительное расположение обрабатываемого изделия и переднего центра при разных типах его.

На рис. 141-I показан наиболее часто встречающийся в практике случай. Изделие посажено на обыкновенный (рис. 139) центр. Установка на центра (рис. 140-I) изделия малого диаметра дается на рис. 141-II, и, наконец, рис. 141-III показывает относительное расположение центра (рис. 140-II) и пустотелого изделия. Все это в одинаковой мере относится и к заднему центру.

Удаление переднего центра при несквозном шпинделе передней бабки, а также заднего (при закрытом типе задней бабки) связано, как известно, с некоторыми затруднениями. После нескольких легких ударов по центру, его, обыкновенно, удается вынуть, но все-таки лучше в таких случаях делать центра, показанные на рис. 140-III и 140-IV. Первый из них имеет на наружной части хвоста две грани, за которые (гаечным ключом) центр может быть повернут в своем гнезде, после чего вынуть его уже не трудно. Поворотом гайки, накрученной на центр второго типа (рис. 140-IV), его можно вытянуть из гнезда шпинделя — гайка упирается в торец шпинделя.

Передний и задний центра, вообще говоря, ничем не отличаются друг от друга. Но иногда отверстие в шпинделе передней бабки бывает настолько велико, что гнездо для переднего центра получается больше заднего. В виду этого передний центр приходится делать также больше заднего. Но для того, чтобы конус переднего центра не был слишком большим, что затруднило бы установку

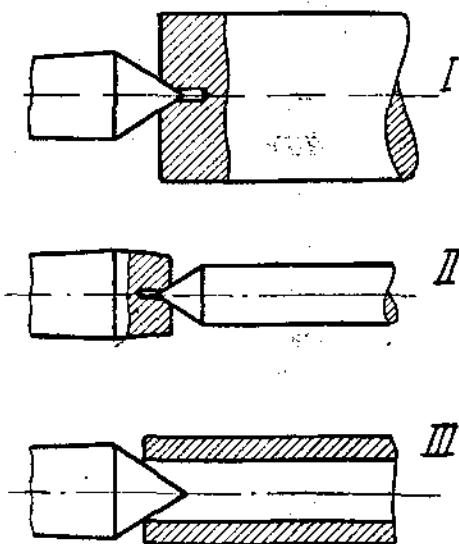


Рис. 141. Примеры установки изделий на центрах.

и обработку изделий небольших размеров, переднему центру. придают форму, показанную на рис. 140-V. Нецелесообразность изготовления таких центров сама собой очевидна, так как связана с большим расходом материала. Вместо этого прибегают к помощи так называемых переходных втулок, одна из которых показана на рис. 140-VI. Наружное очертание этих втулок делается точно по гнезду шпинделя передней, а внутренний конус — по шпинделю задней бабки.

Нецелесообразность применения центров по рис. 140-V подтверждается еще и тем, что при неодинаковых гнездах в шпинделях передней и задней бабок переходная втулка, подобная изображенной на рис. 140-VI, все равно необходима. Без нее нельзя обрабатывать конус заднего центра (см. ниже — главу XV).

Применение переходных втулок дает возможность иметь одинаковые центры для обеих бабок станка.

Но из этого не следует, что и для передней и для задней бабок можно иметь одни и те же центры. Дело в том, что оба центра во время работы станка находятся в разных условиях, и поэтому очень часто изготавливаются, при одинаковой форме и размерах, из разных материалов.

Передний центр во время работы станка служит только как опора для обрабатываемого изделия, вращается вместе с ним и поэтому не нагревается. Задний центр — неподвижен, изделие вращается на нем часто с большой скоростью, вследствие чего центр нагревается. При перегреве он становится мягким и быстро изнашивается.

В виду этого передний центр можно делать из обыкновенной инструментальной стали (№ 8 и № 10 по сортаменту завода «Красный Путиловец»). В некоторых случаях передние центры даже не закаливают, оставляют сырыми, но рекомендовать этого нельзя и лучше всего иметь оба центра закаленными. Незакаленный центр, правда, легко обрабатывается, но зато и быстро портится (забоины от случайных ударов и т. д.).

Задние центры очень часто делают также из обыкновенной инструментальной стали, и такие центры при работе станка на больших скоростях, несмотря на смазку, нагреваются и, как говорят, садятся. Поэтому в последнее время очень часто задние центры делают из быстрорежущей стали, которая сохраняет большую твердость даже при высоком нагреве. Быстрорежущая сталь стоит значительно дороже углеродистой, и поэтому употреблять ее на передние центры нецелесообразно.

На некоторых зарубежных заводах довольно широко применяются центры из стеллита. Мы будем говорить довольно подробно об этом металле в главе VII этой книги, пока же укажем только, что стеллит — это специальный сплав, отличающийся высокими режущими свойствами (способностью сохранять твердость при нагреве). Стеллитовые центры вследствие своей твердости хорошо сопротивляются износу и довольно долго сохраняют свою форму (иногда в 4 — 6 раз дольше обыкновенных центров). В виду высокой стоимости стеллита стержень центра делается иногда из обыкновенной стали, и только самый конец его напаяется кусочком стеллита.

В главе XV этой книги мы подробно разберем порядок изготовления центров, здесь же остановимся еще на так называемых вращающихся центрах. Дело в том, что введение центров из быстрорежущей стали и из стеллита улучшило стойкость центров, но разрабатывание центровых углублений в изделиях осталось без изменений. Между тем появление и внедрение в практику быстрорежущих сплавов (Видиа и др.) дало возможность работать с скоростями резания, значительно превышающими скорости, при которых работали резцами даже из лучших быстрорежущих сталей. Увеличение скоростей резания, вполне понятно, вызвало увеличение чисел обо-

рогов обрабатываемых изделий, а вследствие этого и разрабатывание центровых углублений.

Стремление прекратить это разрабатывание и тем самым сохранить возможность точной обработки изделий и привело к вращающимся центрам. В этом случае центр вращается вместе с изделием, и разрабатывание центрального гнезда совершенно не имеет места.

На рис. 142 представлен вращающийся на шариковых подшипниках центр задней бабки. Устройство его понятно из рисунка. Такой центр особенно пригоден для обработки изделий из мягких металлов (медь и даже чугун). Полезно его иметь и в тех случаях, когда изделия обрабатываются на дорогом стоящих каменных оправках. Хвост (конический) центра делается по конусу в шпинделе задней бабки станка.

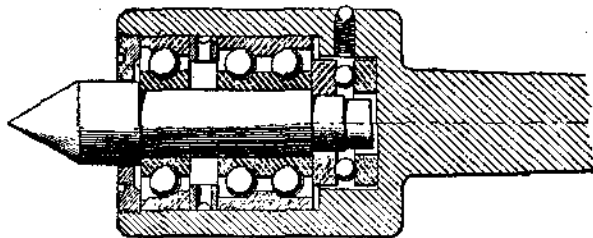


Рис. 142. Шариковый центр.

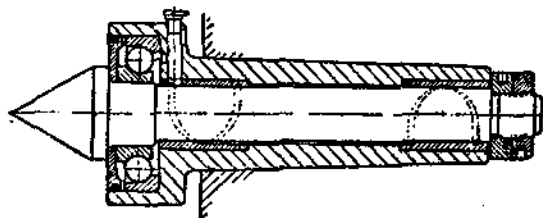


Рис. 143. Второй тип шарикового центра.

На рис. 143 показана другая конструкция вращающегося заднего центра. Головка этого центра вращается в шариковом центре, а его хвост — в цилиндрической бронзовой втулке. В головке имеется отверстие для смазки.

Для того, чтобы заставить изделие, поставленное на центра, вращаться вместе с шпинделем станка, пользуются так называемыми хомутками и (обозначен цифрой 2 на рис. 5) и поводковыми патронами (см. цифру 3 на том же рисунке). Хомутки надеваются на обрабатываемое изделие и закрепляются на нем при помощи прижимного болта. Одним концом своим хомутки зацепляются за поводок этого патрона, накрученного на шпиндель станка и вращающегося вместе с ним. Патроны эти называются поводковыми.

К описанию различных конструкций хомутиков и поводковых патронов мы и переходим.

§ 2. Хомутики.

На рис. 144 представлены два общеупотребительных хомутика, отличающиеся друг от друга только тем, что у правого крепительный болт — потайной. Сделано это для того, чтобы уменьшить возможность несчастного случая. Выступающий болт при вращении станка может зацепиться за платье (рукав) рабочего, и только счастливый случай или находчивость спасают рабочего от поломки руки.

Конец хомутика, противоположный прижимному болту, во время работы станка упирается в поводок патрона.

Иногда такие хомутики делают с загнутым ведущим концом (рис. 145), входящим в прорез, сделанный в патроне. Хомутики с загнутым концом делают иногда также с потайными болтами.

При обработке крупных изделий одного крепительного болта оказывается обычно недостаточно, и хомутик во время работы станка провертывается на изделии. Вероятность такого провертывания у хомутика, представленного на рис. 146, уменьшена благодаря двум прижимным болтам.



Рис. 144. Обыкновенный хомутик.



Рис. 145. Хомутик с загнутым концом.



Рис. 146. Хомутик с двумя болтами.

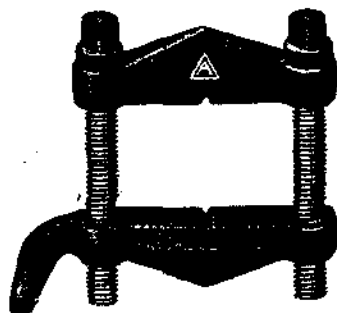


Рис. 147. Усиленный хомутик.

Для особо тяжелых работ пользуются хомутиком, изображенным на рис. 147. Обрабатываемое изделие в этом случае закладывается между двумя планками, стягиваемыми болтами. Одна из этих планок имеет загнутый хвост, который входит в прорез патрона.

§ 3. Поводковые патроны.

Обыкновенный поводковый патрон представлен на рис. 148. Подвижной болт 7, закрепляемый в одном из прорезов, имеющих в патроне, служит как поводок для прямых хомутиков, показанных на рис. 144. При работе с изогнутым хомутиком (рис. 145, 146, 147) хвост его вводится в прорез патрона, так что в этом случае надобности в поводке нет. Но часто бывает, что хвост хомутика оказывается короток и упирается в дно прореза. В результате этого получается искривление обрабатываемого изделия, чего не может случиться при работе с прямым хомутиком.

Большое количество несчастных случаев с токарями происходит при работе в центрах с поводковым патроном. В центрах, в большинстве случаев,

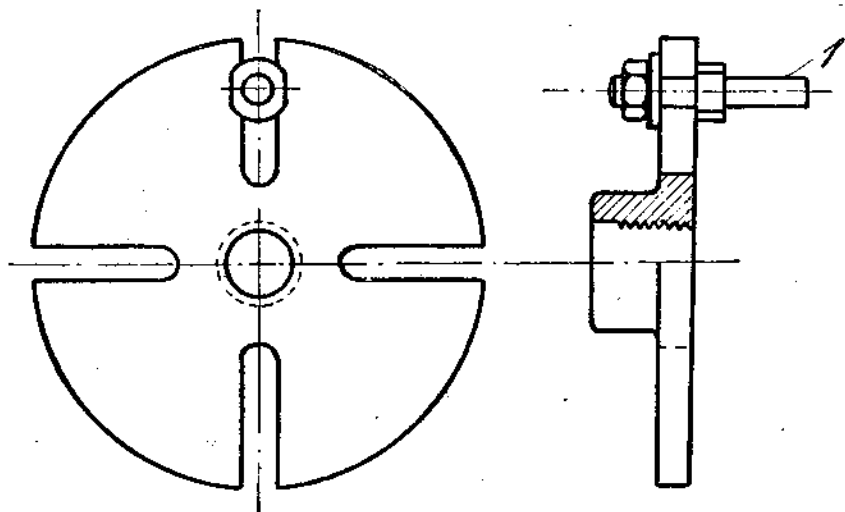


Рис. 148. Обыкновенный поводковый патрон.

производится обработка изделий небольших диаметров и, следовательно, при больших числах оборотов. В то же время поводковый патрон вместе с хомутиком имеет ряд выступающих частей (поводок патрона, прижимной болт хомутика и т. д.), которые зацепляются за одежду рабочего и служат причиной несчастных случаев.

Поэтому следует пользоваться закрытыми поводковыми патронами, один из которых показан на рис. 149. Здесь цифрой 1 обозначен поводок, отлитый заодно с чашкообразным патроном 3, и цифрой 2 — обыкновенный прямой хомут. Выступающих частей в этом случае нет, что в значительной степени уменьшает вероятность несчастного случая.

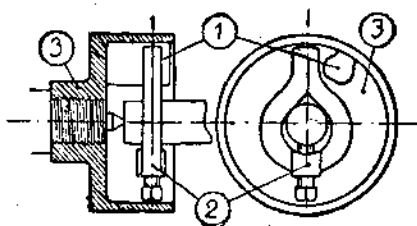


Рис. 149. Безопасный поводковый патрон.

§ 4. Планшайбы.

Следующее простейшее приспособление для закрепления обрабатываемых изделий на станке есть планшайба, изображенная на рис. 150. Она представляет собой диск, имеющий утолщенную среднюю часть и усиленный с обратной стороны скрепляющими ребрами. В утолщенной части планшайбы сделана нарезка по шпинделю станка. Крепление изделий производится при помощи болтов, пропущенных сквозь прорезы, сделанные в планшайбе или входящие в Т-образные пазы, имеющиеся на ней.

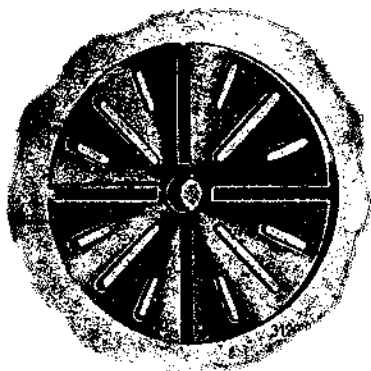


Рис. 150. Планшайба.

§ 5. Четырехкулачковые патроны.

Для обработки крупных изделий их закрепляют в так называемом четырехкулачковом патроне (рис. 151). Передвигание кулачков производится при помощи

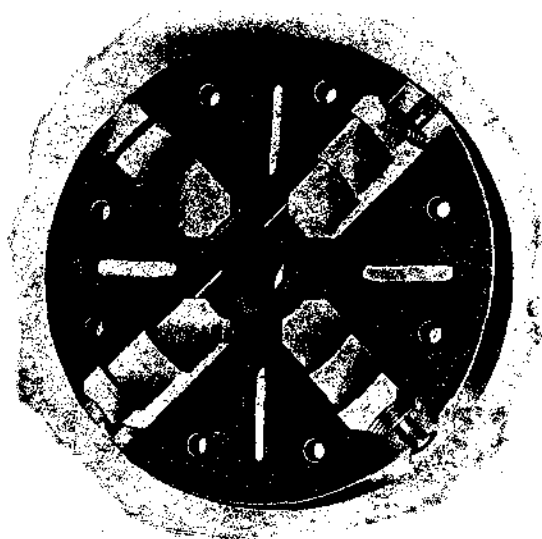


Рис. 151. Четырехкулачковый патрон.

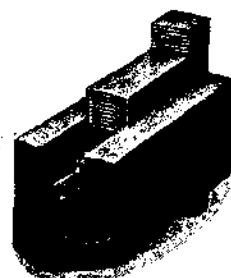
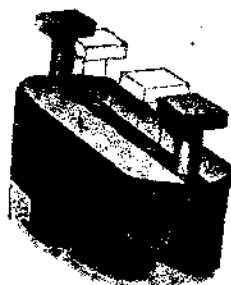


Рис. 152. Отдельные кулачки.

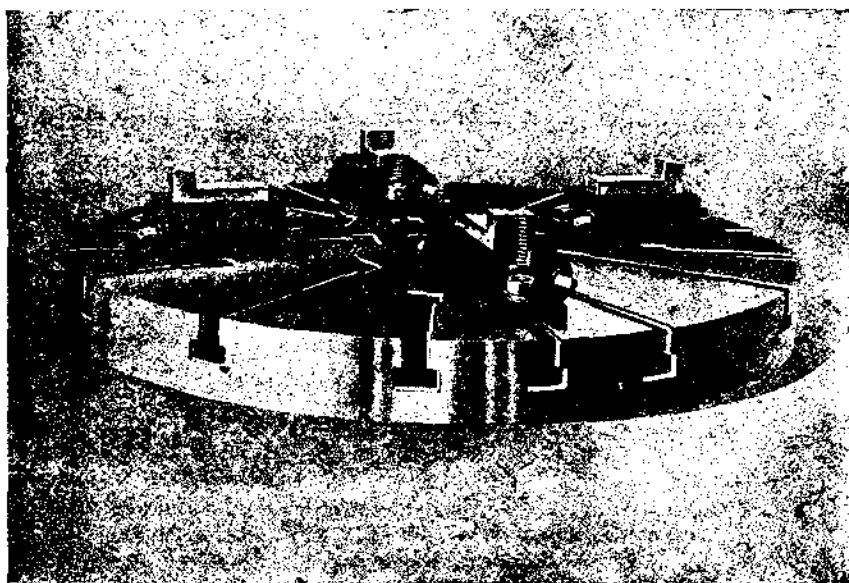


Рис. 153. Патрон с отдельными кулачками.

винтов, квадратные головки которых находятся в углублениях, сделанных в наружной части обода патрона. На рис. 151 кулачки поставлены для зажима

изделия снаружи. В случае надобности кулачки эти могут быть перевернуты и использованы для закрепления обрабатываемого предмета изнутри.

Сняв эти кулачки совсем и используя прорезы, имеющиеся в патроне, мы превращаем его в обыкновенную планшайбу.

Для большей универсальности кулачки таких патронов часто делают из двух частей. Одна часть привертывается к патрону в требуемом положении намертво, а вторая перемещается в первой (рис. 152), как обыкновенный кулачок, посредством винта с квадратной головкой. Один из таких патронов представлен на рис. 153.

У обоих этих типов четырехкулачковых патронов каждый кулачок перемещается отдельно от остальных, и благодаря этому имеется полная возможность закреплять эксцентрично симметричные изделия и, наоборот, несимметричные — центрально. Передняя сторона патрона снабжена концентрическими канавками (вернее, ризками), сделанными на расстоянии 10 — 15 мм одна от другой. Эти канавки значительно облегчают и ускоряют установку кулачков на одинаковом расстоянии от центра патрона.

Существенный недостаток этих патронов — это некоторая потеря времени, затрачиваемого на проверку закрепляемого изделия, но с ней приходится мириться, тем более, что эта потеря уменьшается по мере накопления опыта.

§ 6. Самоцентрирующие патроны.

А. Американские патроны.

Для быстрого закрепления изделий пользуются самоцентрирующими патронами, которые в наших мастерских часто называют американскими. Достоинство этих патронов состоит в том, что все кулачки их перемещаются одновременно и одинаково быстро, при помощи одного ключа, из одного места, так что обраба-

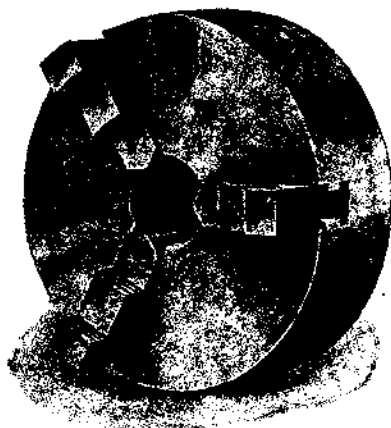


Рис. 154. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон.

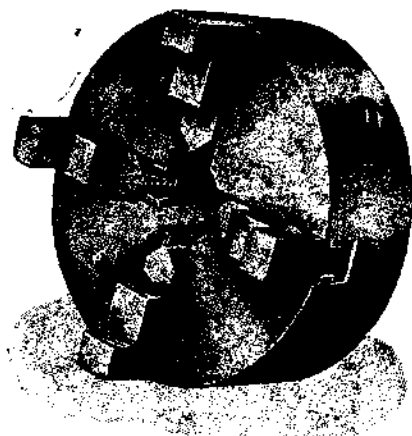


Рис. 155. Четырехкулачковый самоцентрирующий патрон.

тываемое изделие центрируется и вместе с тем зажимается. Американские патроны бывают трехкулачковые (рис. 154) и четырехкулачковые (рис. 155). Эти патроны имеют по два комплекта кулачков, из которых одни служат при обработке изделий, закрепляемых снаружи, а другие при обработке изнутри.

Независимо от числа кулачков патроны эти устроены одинаково. На рис. 156 представлен разрез трехкулачкового патрона. В корпус 1 патрона заложена стальная коническая шестерня 2 (рис. 156 и 157), на обратной стороне кото-

рой нарезана поперечная резьба (рис. 158) в виде спирали. На обратной стороне кулачков, которые ходят в пазах, прорезанных в корпусе патрона, сделана такая же нарезка, и эта нарезка находится в зацеплении со спиралью шестерни 2. Коническая шестерня 2 может вращаться в корпусе патрона, для чего служат маленькие конические шестерни 3 (рис. 156). Таких шестеренок делается обыкновенно столько же, сколько кулачков имеет данный патрон. Вращая одну из этих шестеренок (любую) посредством торцевого ключа, мы заставим вра-

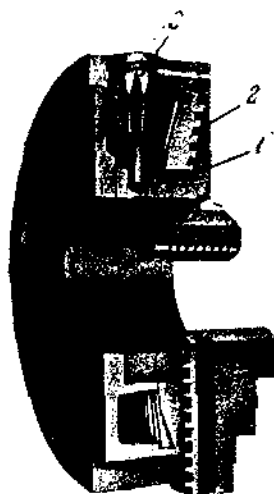


Рис. 156. Разрез американского патрона.

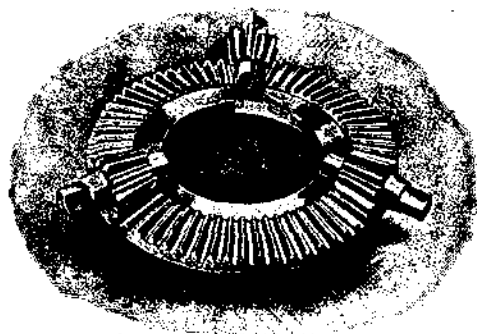


Рис. 157. Вид шестерни со стороны зубцов.

щаться большую коническую шестерню 2. При вращении этой шестерни под действием нарезанной на ней спирали, все кулачки патрона будут перемещаться по направлению к центру патрона или в обратном направлении, в зависимости от того, в какую сторону вращается шестерня 2. Перемещение всех кулачков будет происходить с одинаковой скоростью, что обеспечивает центрирование изделия, закрепляемого в патроне.

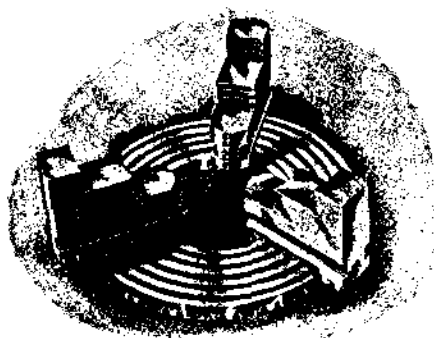


Рис. 158. Вид шестерни со стороны спирали.

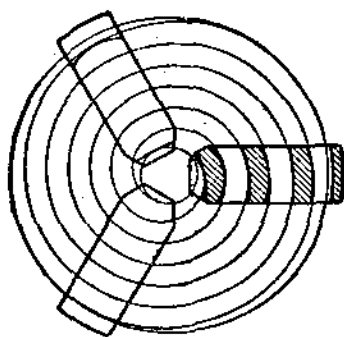


Рис. 159. Работа спирали американского патрона.

Самое слабое место этого патрона есть спираль конической шестерни 2. Дело в том, что при разных положениях каждого кулачка радиусы закруглений спиральных зубцов его и спирали шестерни не совпадают, что и показано схематически на рис. 159. Вследствие этого поверхность соприкосновения зубцов кулачка и спирали при некоторых положениях кулачка получается очень маленькой.

В результате этого спираль шестерни быстро срабатывается, кулачки расшатываются в патроне, и закрепление изделия получается с плохим центрированием его.

На рис. 160 представлен разрез, а на рис. 161 общий вид патрона, сходного с только-что разобранным. Кулачки этого патрона расположены наклонно, и прямоугольная нарезка спирали, которую мы видели у предыдущего патрона, заменена здесь пилообразной резьбой с треугольным профилем. Благодаря этому при одинаковой ширине спиральной шестерни у патрона, изображенного на рис. 160,

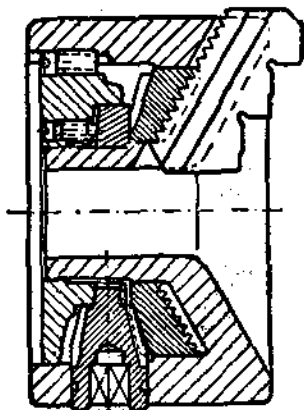


Рис. 160. Усиленный патрон (разрез).



Рис. 161. Усиленный патрон.

помещается вдвое больше зубцов, чем у обыкновенного патрона, что значительно увеличивает прочность спирали. Тем не менее и этот патрон довольно быстро теряет свою прочность.

Б. Патрон с эксцентричной канавкой.

Самоцентрирующий патрон, представленный на рис. 162, не имеет основных недостатков, свойственных патронам, у которых перемещение кулачков производится при помощи спирали. Вместо нее на передней стороне конической шестерни сделана одна широкая канавка. Эта канавка разделена (по окружности) на три части. Каждая часть канавки представляет собой часть окружности, описанной из центра, не совпадающего с центром патрона. В канавку входит сухарь, вращающийся на пальце, ввернутом в нижнюю часть кулачка (кулачки эти сходны с изображенными на рис. 152). При повороте диска, в котором прорезана фигурная канавка, сухари, а вместе с ними и кулачки приближаются к центру патрона или удаляются от него.

Расход этих кулачков сравнительно небольшой; поэтому при большом изменении диаметра обрабатываемого изделия приходится переставлять в новые положения верхние части кулачков. Достоинство этого патрона в том, что канавка конической шестерни, управляющая движениями кулачков, все время закрыта самими кулачками (нижними частями их) и, таким образом, защищена от грязи и стружек. Этого мы не видели у патронов, представленных на рис. 154, 155 и 161. Поворот диска с канавкой производится точно так же, как и у патронов, разобранных выше.

В. Патроны Форкардта.

В последнее время начинают входить в употребление самоцентрирующие патроны Форкардта (рис. 163), в которых спираль или фигурная канавка отсутствуют. Как видно из рис. 163, зажимающие части патрона приводятся в дей-

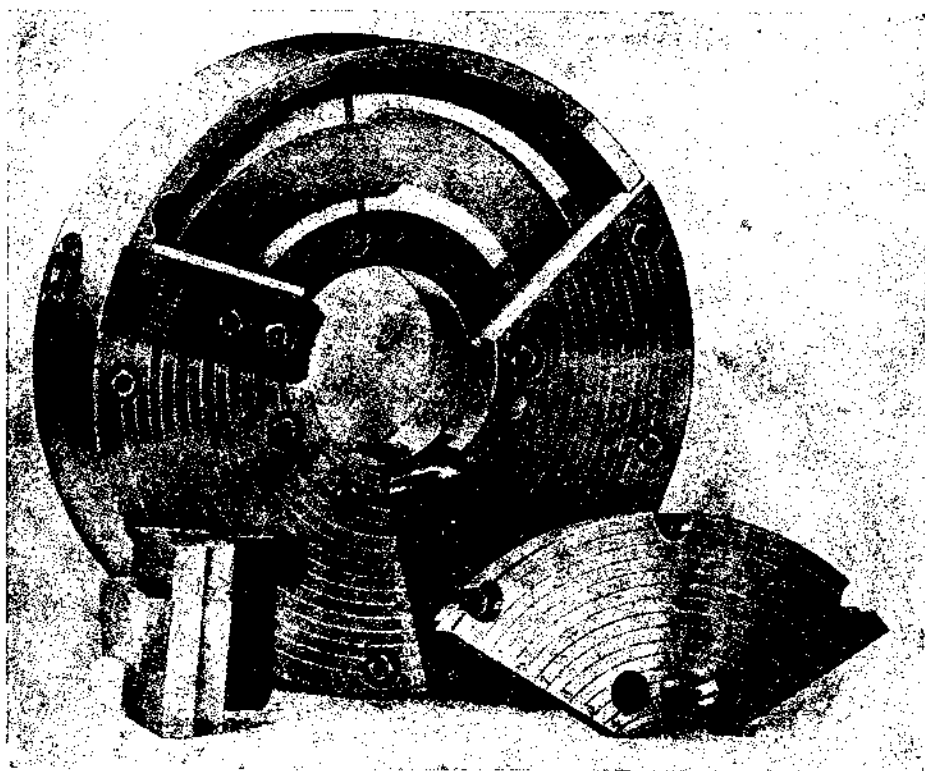


Рис. 162. Патрон с эксцентричной канавкой.

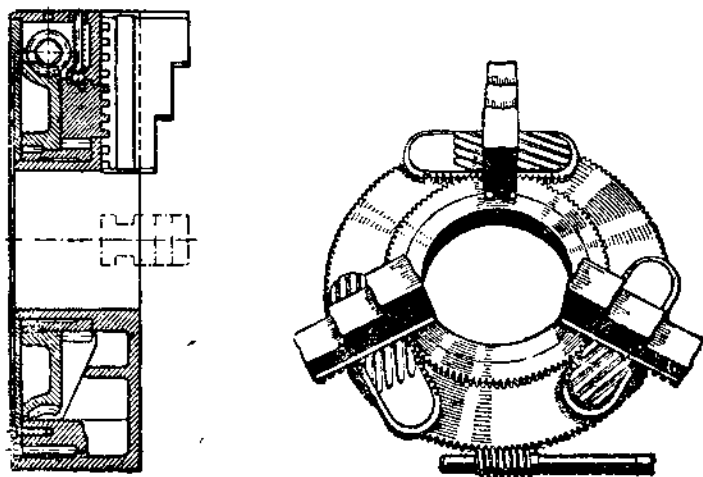


Рис. 163. Патрон Форкардта.

ствие при помощи червяка и червячного колеса. С этим колесом соединена намертво цилиндрическая шестерня, находящаяся в постоянном зацеплении с тремя зубчатыми рейками. На верхней стороне реек нарезаны наклонные прямолинейные зубья, которые заменяют собой спираль патронов, изображенных на рис. 154 и 155. Зубцы кулачков, находящиеся на обратной стороне их, точно совпадают с зубцами реек и также прямолинейны. В виду этого поверхность соприкосновения зубцов кулачков и реек получается довольно большой, что, конечно, способствует долговечности их.

Работает этот патрон следующим образом. Поворачивая посредством ключа червяк (рис. 163 справа), мы заставляем вращаться червячное колесо и связанную с ним цилиндрическую шестерню. Вращение этой шестерни вызывает перемещение зубчатых реек, движущихся в точных направляющих корпуса патрона. Движение реек посредством наклонных зубьев передается кулачкам, которые перемещаются к центру патрона или в обратном направлении. Поставив рейки в крайнее положение, мы выведем их из зацепления с кулачками и получим таким образом возможность перемещения кулачков вручную. Установив кулачки в разных положениях по отношению к центру патрона и только после этого введя их в зацепление с рейками, мы сможем закреплять обрабатываемые изделия эксцентрично; таким же образом кулачки эти могут быть установлены для различных диаметров изделий.

Г. Двухкулачковый патрон.

Существует еще много конструкций самоцентрирующих патронов, разбирать которые мы не имеем возможности; остановимся лишь на двухкулачковом патроне, изображенном на рис. 164. Сдвигание и раздвигание кулачков этого патрона производится посредством винта, скрытого в корпусе патрона. Винт этот закреплен в патроне таким образом, что может вращаться в нем, но не может перемещаться ни в ту ни в другую сторону вдоль своей оси. Одна половина винта имеет правую нарезку, другая — левую, при чем эти резьбы находятся в зацеплении с такой же нарезкой, сделанной в кулачках. Поворачивая винт в ту или другую сторону, мы заставим перемещаться кулачки в требуемом направлении. Винт, как видно из рис. 164, располагается сбоку кулачков, так что длинные изделия могут быть пропущены сквозь патрон. Кулачки такого патрона очень часто снабжаются сменными губками, что дает возможность закреплять в них изделия неправильной формы.

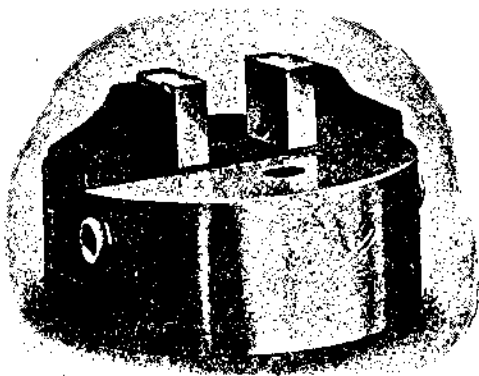


Рис. 164. Двухкулачковый патрон.

Д. Американский патрон с накладными кулачками.

На рис. 165 представлен обыкновенный американский патрон, перемещение кулачков с которого производится посредством спирали, но снабженный сменными губками. Эти губки, в этом случае, чаще называют накладными кулачками, которые хорошо работают только в том случае, если они достаточно жестко скрепляются с нижними частями кулачков.

Накладные кулачки делают самых разнообразных форм применительно к размерам и очертаниям обрабатываемых изделий. На рис. 166 показаны два

примера таких кулачков. Один комплект этих кулачков дает возможность (как это видно из рис. 166 слева) достаточно жестко закрепить длинное изделие небольшого диаметра. Другой рисунок показывает способ закрепления изделия, диаметр которого больше диаметра патрона.

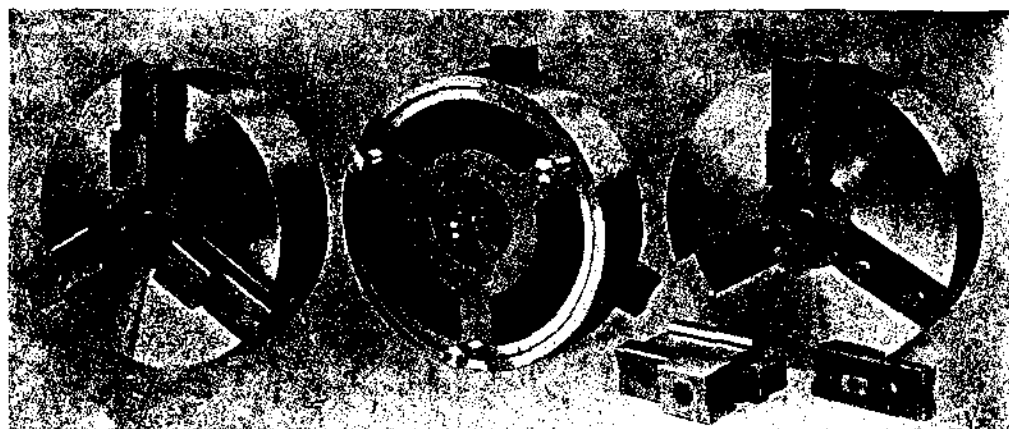


Рис. 165. Американский патрон со съемными кулачками.

Е. Фланцы патронов.

Все самоцентрирующие патроны выпускаются в продажу без фланцев, посредством которых они могут быть накручены на шпиндель станка. Изготавливать этот фланец приходится обычно самому токарю, и от той тщательности, с какой изготовлен этот фланец, в весьма значительной степени зависит доброкачественность патрона. При плохо изготовленном фланце патрон вращается неправильно или, как говорят, «бьет». Здесь мы не будем останавливаться на порядке изготовления этих фланцев и разберем его в главе XV этой книги.

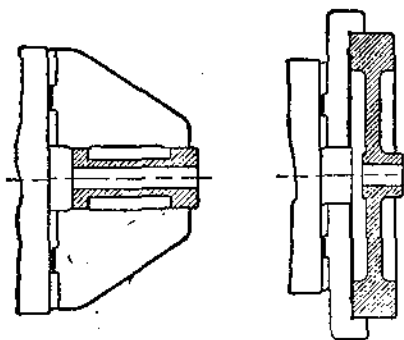


Рис. 166. Примеры работ с накладными кулачками.

Ж. Пневматические и электромагнитные патроны.

На многих зарубежных заводах в последнее время находят себе широкое применение, в особенности при массовом производстве, так называемые пневматические патроны, работающие посредством сжатого воздуха. Патроны эти имеют довольно сложное устройство, пользование ими связано с необходимостью иметь добавочные приспособления, и поэтому они стоят довольно дорого и на русских заводах встречаются пока очень редко. Не подлежит сомнению однако, что патроны эти в самом недалеком будущем займут такое же место в наших мастерских, как и обыкновенные самоцентрирующие патроны.

На рис. 167 представлен разрез пневматического патрона, напоминающего по своему внешнему виду обыкновенный самоцентрирующий патрон. Закрепление этого патрона на шпинделе станка производится при помощи муфты 1, накручиваемой на шпиндель. Штанга 2, пропущенная сквозь шпиндель, левым своим концом соединена с воздушным цилиндром, насаженным на левом конце

шпинделя и не показанным на рис. 167. Устройство и работа этого воздушного цилиндра будут разобраны ниже.

Правый конец штанги 2 связан с гильзой 3, которая может двигаться вправо и влево, вдоль оси патрона. С гильзой 3 связаны изогнутые неравноплечие рычажки 4, вращающиеся около пальцев 5. При перемещении гильзы 3 влево нижний конец большого плеча рычажка 4 будет перемещаться также влево (нижний конец рычажка 4 входит в цилиндрическую выточку, сделанную в правой части гильзы 3). Конец короткого плеча рычажка пойдет вниз к центру патрона и потянет за собой нижнюю часть кулачка. Для этого с обратной стороны нижней части этого кулачка сделан вырез, в который входит сухарик, связанный с меньшим плечом рычажка 4. Кулачок этого патрона состоит из двух частей — нижней 6 и верхней 7, взаимное расположение которых устанавливается при помощи винта 8 (накладные кулачки).

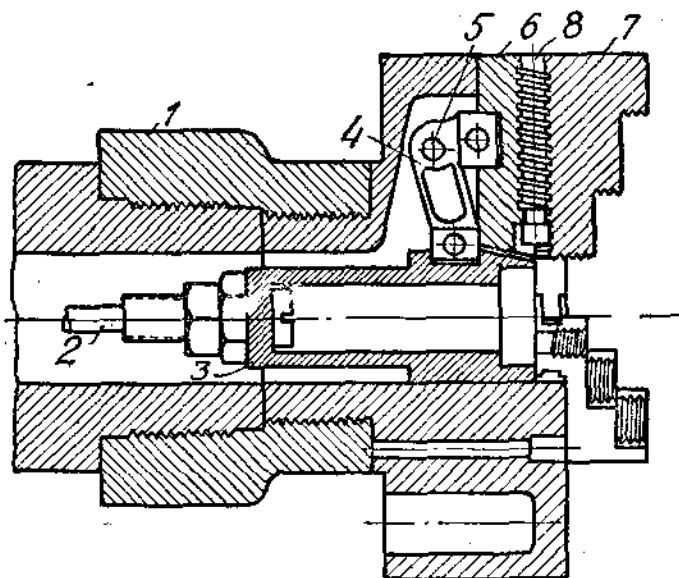


Рис. 167. Разрез пневматического патрона.

При перемещении гильзы 3 вправо кулачки двигаются от центра патрона и таким образом освобождают закрепленное изделие. Движение гильзы 3 происходит при помощи штанги 2, левый конец которой связан, как мы говорили выше, с поршнем воздушного цилиндра.

Цилиндр этот устроен следующим образом (рис. 168). На левый конец шпинделя станка, обозначенного на рис. 168 цифрой 1, накручен и вращается вместе с ним корпус 2 воздушного цилиндра. Цилиндр этот закрыт крышкой 3, сквозь которую проходит валик 4. В правый конец этого валика ввернут левый конец штанги 2 (рис. 167), а в левый входит воздухопровод 5, не вращающийся во время работы станка. Внутри воздушного цилиндра имеется поршень 6, посаженный намертво на валик 4. Внутри воздухопровода сделаны два отверстия 7 и 8. Отверстие 8 выходит в ту часть цилиндра, которая расположена вправо от поршня, а отверстие 7 — в левую часть его. Посредством трубок 9 и 10 отверстия 7 и 8 соединяются с воздушным краном 11. Кран этот устроен таким образом, что при одном положении рукоятки 12 трубка 10 соединяется через кран 11 с трубой 13, подводящей сжатый воздух. В этот момент трубка 9 соединена, как это видно из рис. 168, с наружным воздухом, который выходит из нее через отверстие 14,

имеющееся в корпусе крана 11. При таком положении рукоятки 12 сжатый воздух, поступающий из трубы 13, проходит через кран 11, трубку 10 и отверстие 8 в правую часть воздушного цилиндра и заставляет поршень 6 двигаться влево.

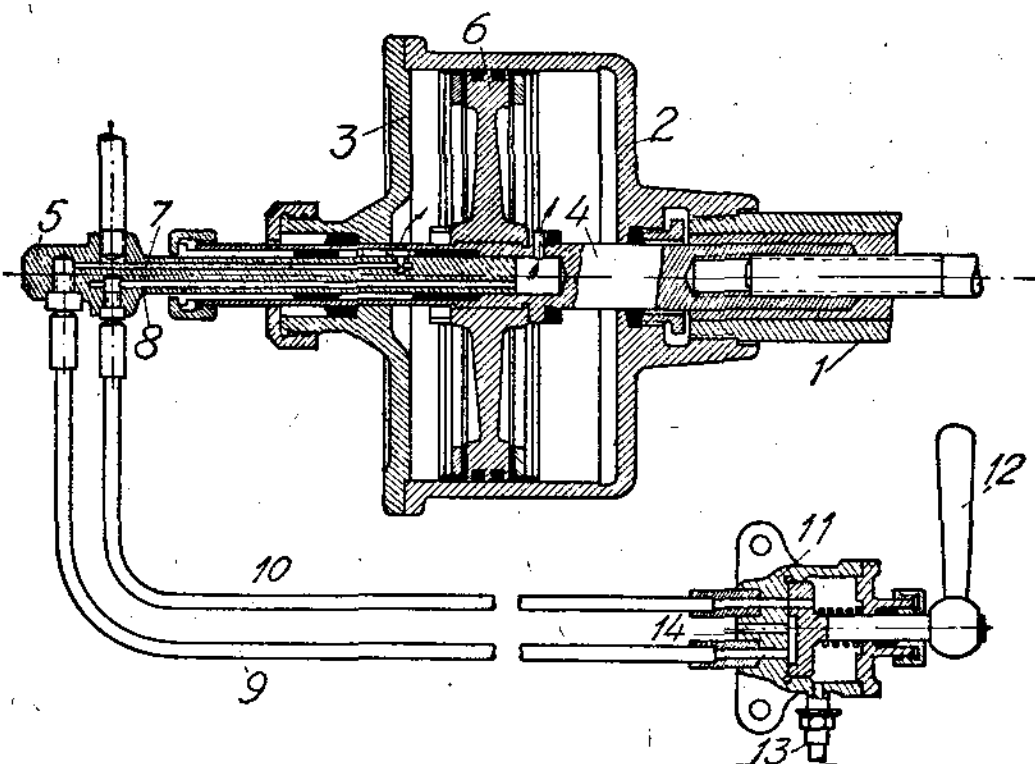


Рис. 168. Разрез воздушного цилиндра.

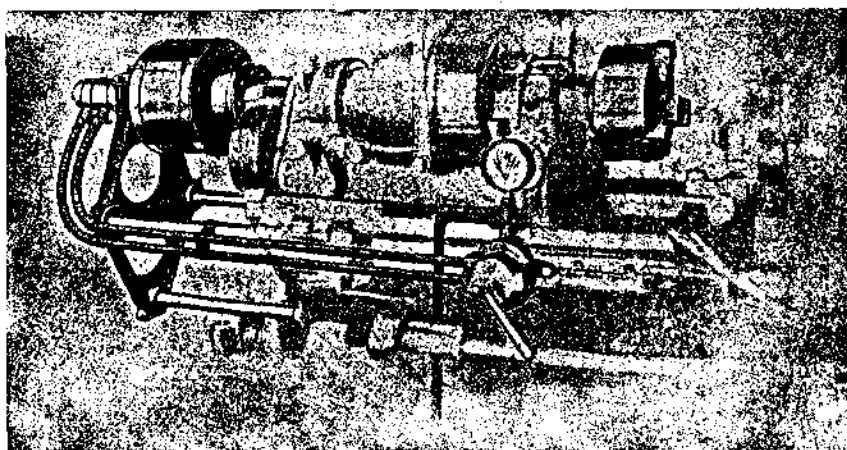


Рис. 169. Общий вид установки пневматического патрона.

Движение поршня вызывает перемещение влево связанного с ним валика 4, штанги 2 (рис. 167), гильзы 3 (тот же рисунок) и, наконец, кулачков патрона. Кулачки приходят в рабочее положение.

Поворотом рукоятки 12 мы соединим трубку 10 с наружным воздухом, а трубку 9 с трубкой 13. Вследствие этого сжатый воздух, находящийся в правой части воздушного цилиндра, через отверстие 8, трубку 10 и отверстие 14 будет выходить наружу. В то же время сжатый воздух по трубке 9 и отверстию 7 поступит в левую часть цилиндра, заставит поршень двигаться вправо и разожмет кулачки патрона.

На рис. 169 изображена установка пневматического патрона и воздушного цилиндра на токарном станке.

При обработке мелких изделий, а также предметов, закрепление которых в обыкновенных патронах связано с опасностью искривления их, с большим успехом применяются так называемые электромагнитные патроны. В этом случае закрепление изделия производится одним поворотом выключателя тока. Электромагнитные патроны в токарном деле применяются сравнительно редко, и останавливаться на них, поэтому, мы не будем.

§ 7. Оправки.

Все разобранные выше приспособления для закрепления обрабатываемых изделий универсальны, правда, в разной степени. Это значит, что каждое из них (например, четырехкулачковый патрон) может быть использовано для закрепления разнообразных изделий. Кроме этих приспособлений в повседневной практике мастеровских широкое применение находят себе так называемые специальные зажимные приспособления, которые служат для закрепления изделий, имеющих совершенно одинаковые форму и размеры.

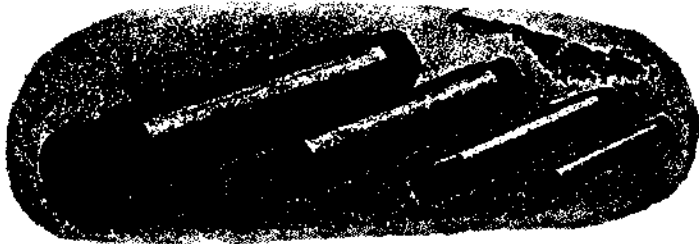


Рис. 170. Простые оправки.

Несмотря на очень узкие пределы применения, многие из этих приспособлений изготавливаются инструментальными заводами и выпускаются в продажу в совершенно готовом виде.

Здесь мы рассмотрим так называемые оправки, предназначенные для наружной обработки деталей, имеющих уже обработанное отверстие. Наружная поверхность при этом после обработки должна быть строго концентрична с отверстием.

Способ пользования оправками состоит в том, что изделие, после того как у него обработано отверстие, насаживается или одевается на оправку (в зависимости от конструкции ее), после чего оправка становится на центра, и изделие обрабатывается. К описанию способов работы на оправках мы еще вернемся¹⁾. Здесь же будем говорить только о конструкциях самых употребительных из них.

Простейшая оправка представлена на рис. 170. Она представляет собой валик, средняя часть которого прошлифована (после цементировки). Эта часть оправки делается немного на конус (0,05 на 100 мм длины). Если диаметр отверстия в изделии не превышает 25 мм, то диаметр тонкого конца средней части

¹⁾ См. главу XI.

оправки должен быть на 0,015 мм меньше диаметра отверстия. Если этот диаметр больше 25 мм, то диаметр оправки у тонкого конца средней ее части должен быть на 0,025 мм меньше диаметра отверстия. Концы оправки делаются тоньше середины и имеют лыски для более удобного закрепления хомутика. В торцах ее сделаны центровые углубления, которыми она насаживается на центра станка. Обрабатываемое изделие держится на такой оправке только силой трения,

и поэтому должно быть насажено на нее с некоторым усилием.

Каждая такая оправка пригодна для обработки изделий с одинаковыми диаметрами отверстий в них, при чем отверстия эти должны быть обработаны довольно точно. В противном случае оправка или не влезет в изделие или же провалится сквозь него, а закрепление изделия на такой оправке окажется невозможным. Поэтому, вместо простых оправок чаще используются так называемые раздвижные оправки. Всякая раздвижная оправка может быть использована для обработки изделий с разными диаметрами отверстий в них, но отличающихся друг от друга немного. Тем не менее пределы пригодности этой оправки гораздо шире, чем у простых оправок.

На рис. 171 изображена одна из самых простых разжимных оправок. Она состоит из конического валика 1, очень сходного с простой оправкой, но отличающегося от нее большей конусностью средней части. На этот валик надета разрезная втулка 2. При перемещении этой втулки в сторону большего диаметра валика 1 она расширяется и увеличивает свой наружный диаметр. Изделие, надетое на эту втулку, закрепляется при этом довольно прочно. Недосток втулок с одним разрезом состоит

в том, что они могут расширяться только в небольших пределах. Кроме того при расширении этих втулок, в виду того что они имеют только один разрез, ось их несколько смещается. Поэтому для более точных работ употребляются втулки с несколькими разрезами, чаще всего с шестью.

Изображенная на рис. 172 раздвижная оправка имеет втулку с пятью надрезами и одним сквозным прорезом. Лучше работают втулки с шестью разрезами, при чем три из них выходят к одному торцу втулки и три к другому. Отдельно такая втулка представлена на рис. 173.

Насадку изделий на раздвижные оправки, так же как и на простые, приходится производить с помощью молотка или прессы, что не всегда удобно. Поэтому

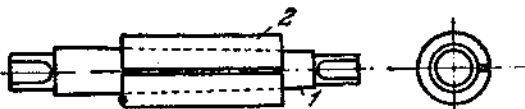


Рис. 171. Оправка с разрезной втулкой.



Рис. 172. Оправка с разрезной втулкой (5 надрезов и 1 прорез).

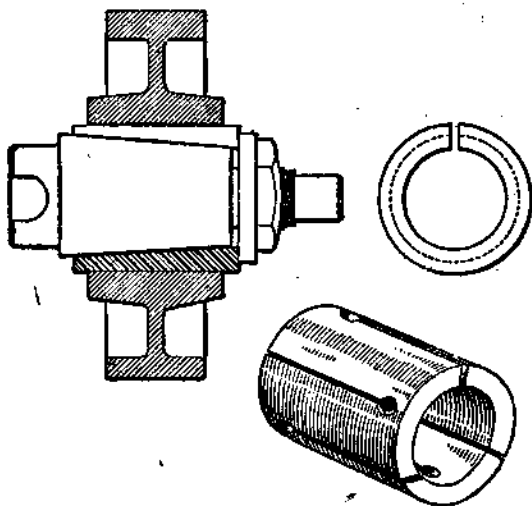


Рис. 173. Оправка с разрезной втулкой и выжимной гайкой.

некоторые из таких оправок снабжаются натяжными гайками, навертываемыми на стержень оправки (рис. 173). Навертываемая гайка через шайбу давит на разрезную втулку и заставляет ее перемещаться влево (рис. 173). Втулка при этом расширяется, что обеспечивает закрепление надетого на нее изделия. Втулка оправки, изображенная на рис. 173, имеет один разрез. Чаще же такие оправки снабжаются многоразрезными втулками, одна из которых представлена на рис. 173 (внизу).

После того как изделие обработано, гайка оправки должна быть освобождена. Легким ударом молотка изделие вместе с втулкой может быть передвинуто по оправке вправо, вследствие чего втулка сожмется и изделие может быть снято без труда.

Иногда, с целью больших удобств при съемке изделий, с левой стороны втулки делается вторая гайка, посредством которой разрезная втулка после того, как правая гайка освобождена, может быть перемещена вправо настолько, что изделие может быть снято без усилий.

Недостаток оправок с разжимными втулками — это узкие пределы работы каждой оправки. Пределы эти, правда, шире, чем у простых оправок, но все-таки малы. В этом отношении лучше оправки, имеющие так называемые подвижные шпонки.

Оправка с подвижными шпонками представлена на рис. 174. Она состоит из цилиндрического валика, в котором прорезаны четыре (а иногда шесть) продольные канавки, глубина которых изменяется от одного конца валика к другому. В этих канавках посажены шпонки, охватываемые гильзой, имеющей четыре прореза. Прорезы



Рис. 174. Оправки со шпонками.

в гильзе расположены соответственно канавкам валика. При передвижении гильзы, вместе с ней будут перемещаться и все четыре шпонки, при чем шпонки эти будут раздвигаться, благодаря тому что канавки в стержне имеют уклон к одному концу валика. Если иметь набор таких шпонок (рис. 174), то одна оправка этой конструкции может служить для целого ряда размеров отверстий обрабатываемых изделий. Недостаток этих втулок состоит в том, что во время работы давление шпонок сосредоточено только в нескольких (четырех) местах отверстия, в результате чего обрабатываемое изделие может быть покорежено.

Рассматривая раздвижные оправки, мы видим, что все они состоят из нескольких частей, собранных вместе; таким образом точность этой оправки зависит как от точности изготовления ее частей, так и от тщательности сборки ее. Простая оправка имеет всего одну часть (валик), очень простую в изготовлении. Поэтому во всех тех случаях, когда к обрабатываемым изделиям предъявляются высокие требования в смысле точности, следует пользоваться простыми оправками.

§ 8. Люнеты.

Длинные изделия при обточке прогибаются как от собственного веса, так и от давления резца. Для того, чтобы предупредить это прогибание, прибегают к помощи так называемых люнетов или стоек. Люнеты бывают неподвижные и подвижные.

На рис. 175 показан неподвижный люнет. Он устанавливается на станине станка и закрепляется на ней при помощи одного или двух болтов и прижимной планки (так же, как задняя бабка). В нижней части люнета имеются канавки

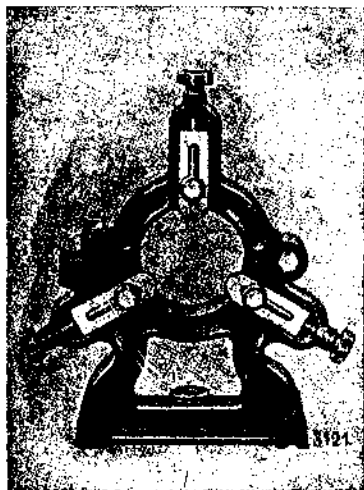


Рис. 175. Неподвижный люнет с сухарями.

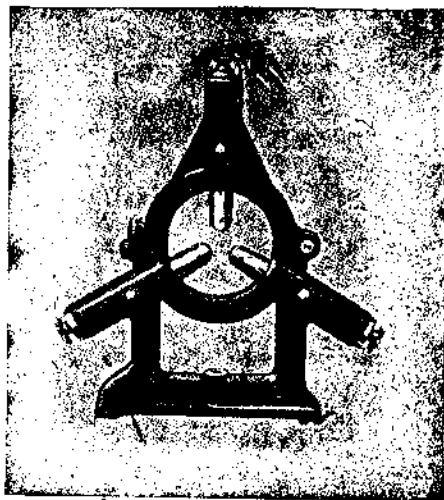


Рис. 176. Неподвижный люнет с роликами.

(одна или две), совпадающие с направляющими станины. Обрабатываемое изделие поддерживается тремя сухарями, из которых два расположены снизу, а один сверху изделия. Эти сухари могут перемещаться в пазах, сделанных в корпусе люнета, посредством регулировочных болтов и быть закрепленными в требуемом положении. Верхний сухарь располагается в откидной части люнета. Между сухарями и обрабатываемым изделием во время работы станка возникает трение, в результате которого изнашиваются кулачки, а иногда портится и поверхность обрабатываемого изделия. Поэтому некоторые люнеты имеют сухари, снабженные роликами (рис. 176).

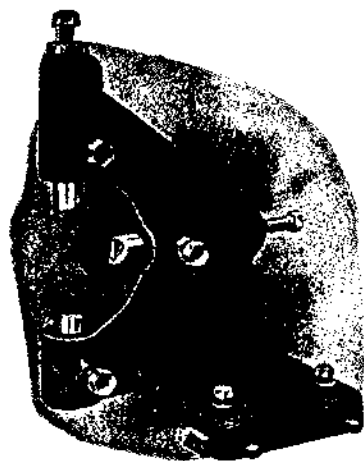


Рис. 177. Подвижной люнет.

Подвижной люнет представлен на рис. 177. Он укрепляется на направляющих продольных салазках супорта сзади обрабатываемого изделия и притом так, что сухари его оказываются немного правее резца (при перемещении супорта влево). Благодаря тому, что люнет перемещается вместе с супортом, относительное положение резца и сухарей люнета остается постоянно неизменным.

Подвижной люнет, изображенный на рис. 177, имеет три регулирующихся сухаря. У подвижных люнетов более простых конструкций вместо сухарей делаются простые болты, при чем число этих болтов часто бывает только два. Одним из них располагается сверху, а другой сзади обрабатываемого изделия.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Лобовые и карусельные станки.

§ 1. Лобовые станки.

Для обточки коротких изделий, имеющих большой диаметр, применяются так называемые лобовые или патронные станки. Лобовые станки в большинстве случаев не имеют станины и очень часто не имеют задней бабки. Но к лобовым станкам иногда относят и некоторые обыкновенные токарные станки, снабженные и станиной и задней бабкой. Основанием для этого служат размеры и характер изделий, для которых станки эти предназначаются. Поэтому станки с очень короткой станиной и высокими бабками мы также будем называть лобовыми.

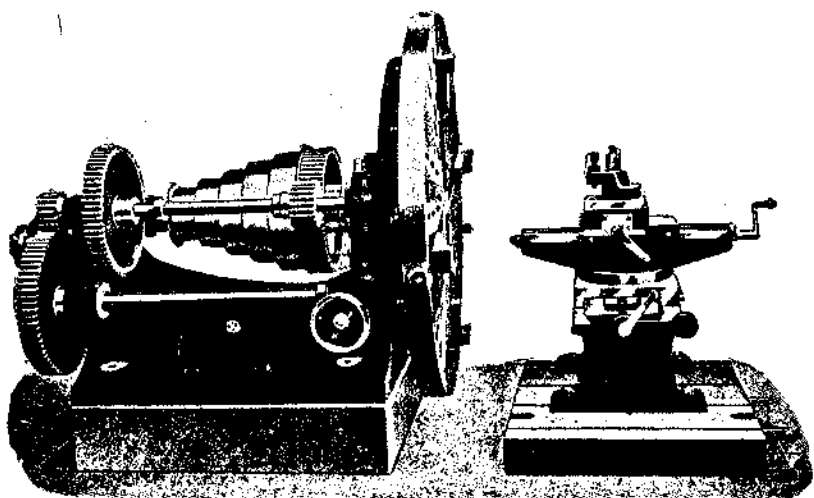


Рис. 178. Лобовой станок без задней бабки.

На рис. 178 представлен простейший лобовой станок. Передняя бабка его (задняя бабка отсутствует) по своему устройству ничем не отличается от обыкновенной бабки токарного станка с переборным механизмом для изменения скоростей. Ступенчатый шкив имеет 5 ступеней. Размерами бабки в этом случае не стесняются и число ступеней главных шкивов делают больше, чем у центровых токарных станков. Перебор устраивают так, как это мы видели, разбирая сложный перебор токарного станка (рис. 45). У лобовых станков разгрузка шпинделя от скручивания безусловно необходима, так как обрабатываемые изделия имеют большие диаметры и дрожание их было бы неизбежно, если бы патрон получал вращение обычным способом, а не через зубчатый венец, прикрепленный к обратной стороне его.

Передняя бабка и супорт станка, изображенного на рис. 178, установлены на отдельных фундаментах. Устройство супорта лишь в очень немногом отличается от ранее рассмотренных нами супортов. Отсутствует передник супорта, так как ходового винта или валика станок не имеет и поэтому надобности в механизме, скрытом в переднике, нет. Супорт станка может перемещаться по своей фундаментной плите и закрепляется на ней в положении, выбранном в зависимости от размеров и формы обрабатываемого изделия. Верхние салазки супорта могут быть установлены под любым углом к оси изделия, что дает возможность обработки конических поверхностей.

Подача салазок супорта осуществляется следующим образом. На ходовые винты, рядом с рукоятками для ручной подачи, надеты трещотки, которые приводятся в качательное движение цепью. Цепь эта перекинута через блоки, прикрепленные к потолку мастерской, и другой конец ее присоединен к кривошипу, посаженному на левом конце шпинделя передней бабки. За каждый оборот шпинделя трещотка делает одно качание и поворачивает винт супорта. Изменяя величину кривошипа, можно регулировать подачу. Существенный недостаток этого способа подачи состоит в том, что она получается не плавной, а скачками. Некоторое смягчение этих скачков получается благодаря различным слабинам, которые имеются у супортов большинства станков.

Такие станки строятся разных размеров и дают возможность обрабатывать изделия очень больших диаметров. Если между планшайбой и фундаментной плитой супорта сделать углубление (яму), то диаметр обрабатываемого изделия может быть взят еще больше.

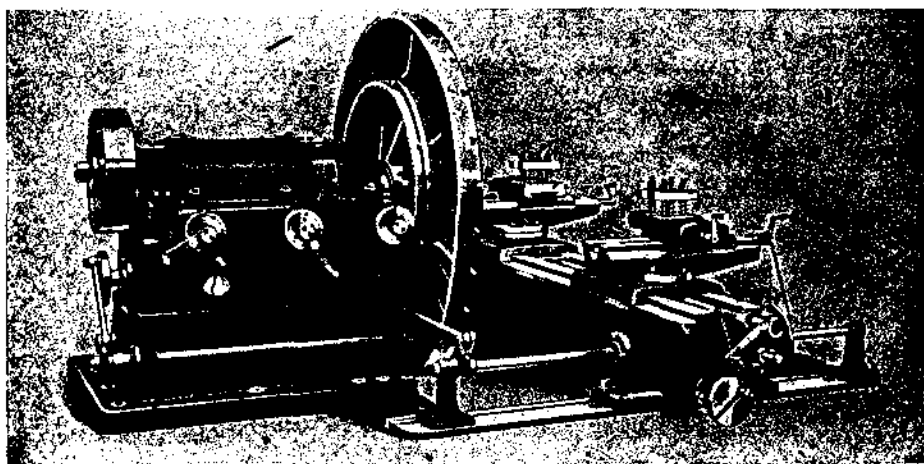


Рис. 179. Лобовой станок с коробкой скоростей.

Лобовой станок, представленный на рис 19 (см. глава I), значительно отличается от только-что разобранного. Он имеет заднюю бабку, установленную на одной плите с передней. Плита эта в данном случае заменяет станину. Перемещение задней бабки производится при помощи трещотки (рис. 19). Супорт установлен на отдельной плите. Перемещение его по этой плите производится вручную. Подача супорта получается таким же способом, как мы видели выше. Переборное устройство передней бабки заменено коробкой скоростей, посредством которой шпиндель может получить 20 различных скоростей (от 2 до 225 оборотов в минуту). Наибольший диаметр обрабатываемого на этом станке предмета — 2 000 мм.

Более усовершенствованный лобовой станок представлен на рис. 179. Этот станок так же, как и предыдущий, имеет одноступенчатый шкив и коробку скоростей. Число скоростей шпинделя — 18 (от 1 до 50 оборотов в минуту). Станок имеет два супорта, перемещающихся по одной общей постели, которая, в свою очередь, может быть поставлена или ближе к планшайбе или отодвинута от нее, в зависимости от изделия. Подача супорта получается также трещоткой, посаженной на винт, но для связи ее с шпинделем станка вместо цепи имеются несколько валиков, связанных между собой рычагами.

Предлагаем читателю разобраться в устройстве этой подачи (рис. 179) и установить способ ее изменения.

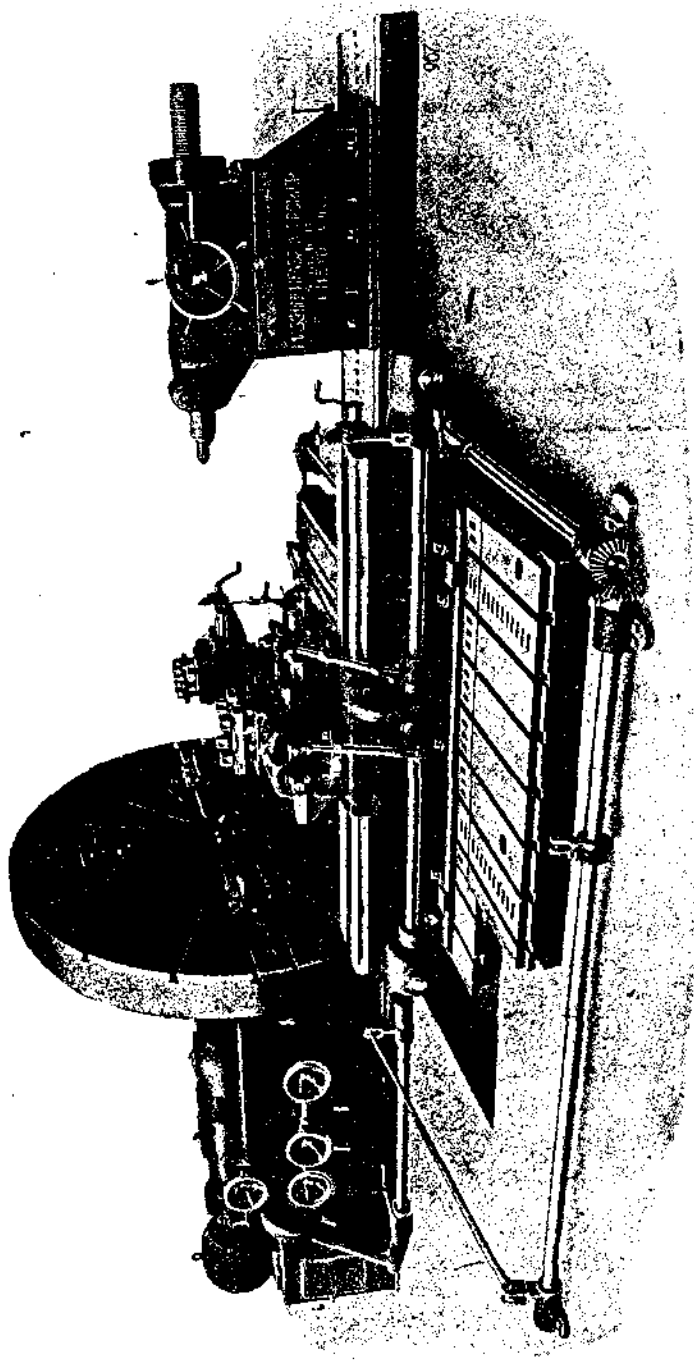


Рис. 180. Большой лобовой станок.

Большой лобовой станок изображен на рис. 180. Диаметр планшайбы этого станка — 3 000 мм. Наибольший диаметр обрабатываемого предмета, благодаря выемки в фундаменте станка, может быть доведен до 4 000 мм. Станок работает от отдельного электромотора, соединенного непосредственно с одним

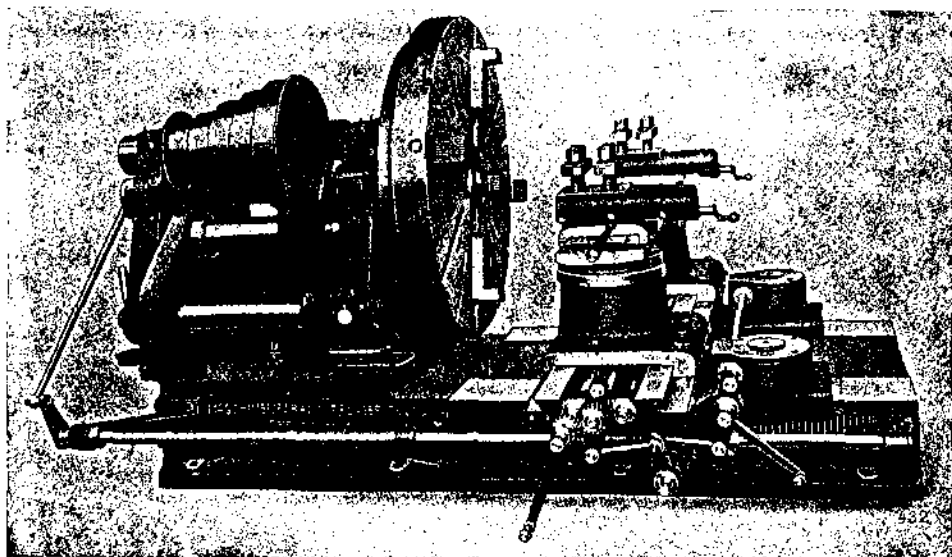


Рис. 181. Лобовой станок со станиной.

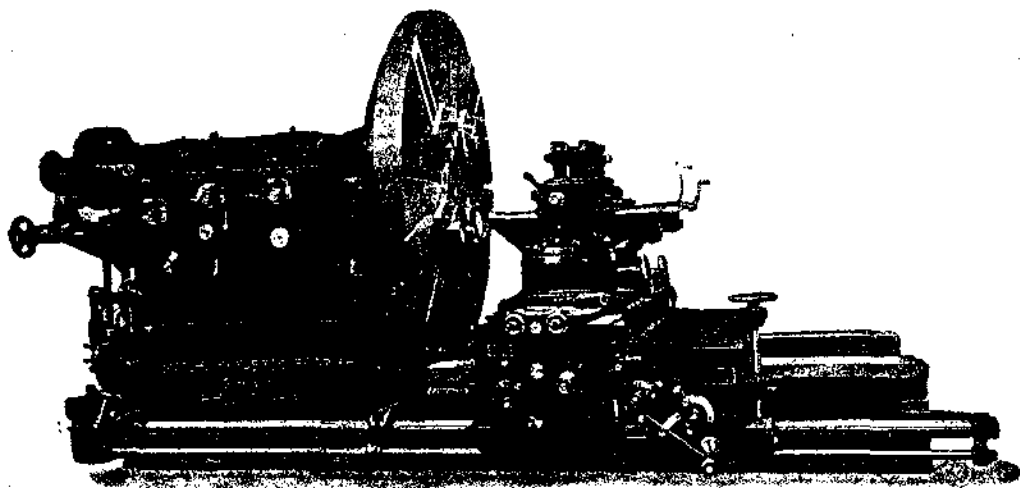


Рис. 182. Лобовой станок с коробкой скоростей и подач.

из валиков коробки скоростей. Число скоростей шпинделя — 12. Два супорта установлены на одной плите с задней бабкой. Один из них (задний) поставлен прямо на плиту, а другой (передний) на постель, что дает возможность обрабатывать довольно длинные предметы. Подача у этого станка осуществляется так же, как и у только-что разобранныго.

Переходим к последнему типу лобовых станков, близкому к обыкновенным токарным. Представленный на рис. 181 лобовой станок отличается от обыкновенного токарного только очень короткой станиной и устройством механизма подачи супорта. И в этом случае вместо шестерен использованы рычаги, сообщающие супортам (станок имеет два супорта) неравномерную, прерывистую подачу. Изменение скоростей шпинделя получается переброской ремня с одной ступени ведущего шкива станка на другую, а также включением и выключением перебортов.

Эти недостатки (прерывистая подача и устаревшая система перемены скоростей) устранены в лобовом станке, изображенном на рис. 182. Коробка скоростей и коробка подач (помещена в переднике супорта) делают этот станок удовлетворяющим всем требованиям современности.

При небольшом удлинении станин лобовых станков, изображенных на рис. 181 и 182, на них могли бы быть установлены и задние бабки.

§ 2. Карусельные станки.

Установка тяжелых, а в особенности громоздких предметов на вертикальной плоскости планшайбы лобового станка связана с большими затруднениями, так как в этом случае во все время установки приходится бороться с действием веса устанавливаемого изделия. Кроме того большой вес обрабатываемого предмета вызывает прогиб шпинделя и, следовательно, дрожание изделия. В результате изделия получаются неточными, обработанные поверхности их негладкими.

Увеличение размеров шпинделя, удорожив изготовление и работу станка, уменьшило бы до некоторой степени второй недостаток лобовых станков (прогиб шпинделя и, вследствие этого, дрожание изделия), но неудобства, возникающие при установке изделий, остались бы точно такими же. Поэтому еще в середине прошлого столетия для обработки тяжелых и громоздких изделий были предложены так называемые карусельные станки, у которых планшайба горизонтальна и шпиндель вращается около вертикальной оси. При таком положении планшайбы основные недостатки лобовых станков, о которых мы говорили выше, отпадают. Обрабатываемое изделие может быть положено на горизонтальную планшайбу или, как часто говорят, — стол станка, установленно без особых затруднений в требуемом положении и закреплено тем или иным способом. Вес изделия в этом случае действует на шпиндель иначе, и поэтому прогиба шпинделя нет.

Родина карусельных станков — Англия, где они появились в конце пятидесятих годов прошлого столетия. В Европе эти станки не привились и были забыты. В Америке карусельные станки имели большой успех и так усовершенствовались, что почти вытеснили лобовые станки. С 80-х годов карусели начали широко применяться и на европейских заводах, и с распространением их лобовые станки потеряли свое прежнее значение.

Современный карусельный станок самой простой конструкции представлен на рис. 183. Планшайба 1 вместе со шпинделем установлена в массивной станине 2. Планшайба 1 у этого станка выполнена в виде трехкулачкового американского патрона с передвижными кулачками. Таким образом, вращая четырехгранную головку 3, мы будем перемещать все три кулачка одновременно. Кроме того мы можем иметь перемещение каждого кулачка в отдельности (посредством винтов 4). Кроме того стол имеет три Т-образных паза, что дает возможность закреплять обрабатываемые изделия при помощи болтов.

Шпиндель получает вращение от общей трансмиссии или от отдельного электромотора через одноступенчатый шкив 12. Изменение чисел оборотов шпинделя производится при помощи коробки скоростей 13. Число скоростей станка 8 — 12. Для остановки планшайбы, вращение которой обычно продолжается еще некоторое время после выключения электромотора, имеется тормоз, управляемый педалью 14.

Станина имеет стойку 5, на которой расположены вертикальные направляющие 6. По этим направляющим ходит поперечина 7. По направляющим поперечины, в свою очередь, перемещается супорт 8. Супорт этот состоит из трех основных частей: 1) нижней части, непосредственно соприкасающейся с поперечиной 7, 2) средней части 9, которая подобно поворотным салазкам супорта обыкновенного токарного станка прикрепляется к нижней и может быть повернута относительно

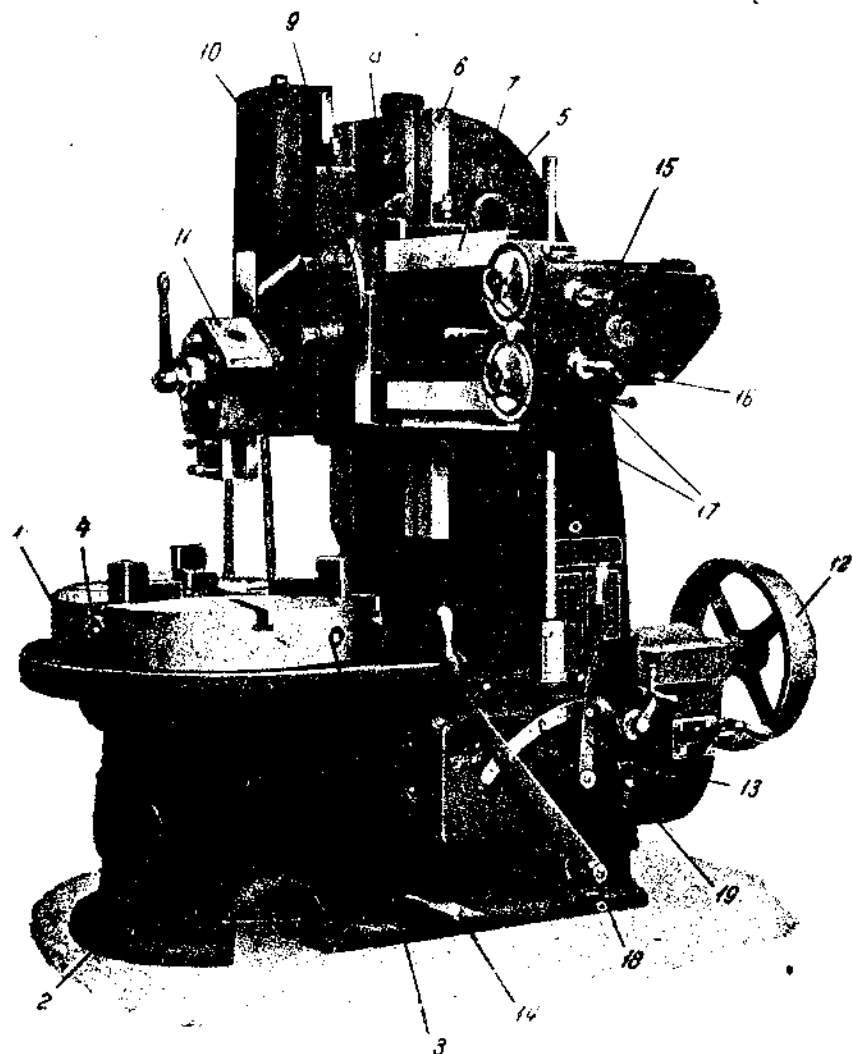


Рис. 183. Одноэтажный карусельный станок.

ее на некоторый угол и, наконец, 3) так называемого вертикального супорта 10, который движется в направляющих средней части. На вертикальном супорте располагается резцедержатель. У рассматриваемого станка вместо простого резцедержателя установлена револьверная головка 11, о целесообразности установки которой на карусельных станках будет сказано несколько слов в конце этой главы.

Перемещения (вверх и вниз) поперечины 7 производятся автоматически, поворотом одного из рычагов станка (18 на рис. 183).

Подачи супорта вдоль поперечины, а также перемещения вертикального супорта могут быть получены или вручную или автоматически. Для осуществления горизонтальной подачи служит винт 15, а вертикальной — валик 16, по всей длине которого сделана шпоночная канавка. Если на концы винта и валика надеть рукоятки (на рис. 183 они сняты), то можно получить все перемещения супорта вручную. Включением фрикционных 17 достигаются автоматические подачи супорта. Изменения величин подач производятся посредством коробки подач. Рычагом 19 можно изменить направление подач.

Средняя часть супорта, расположенная обыкновенно вертикально, может быть поставлена под некоторым углом к вертикали, что дает возможность обрабатывать конические изделия.

Карусельный станок, устройство которого мы разбирали, называется одностоечным с одним супортом.

Представленный на рис. 184 карусельный станок имеет два супорта, один из которых лишь немногим отличается от изображенного на рис. 183 и называется верхним супортом. Другой располагается сбоку обрабатываемого изделия и называется, поэтому, боковым или добавочным. Боковой супорт, так же как и верхний, имеет вертикальное и горизонтальное перемещения, которые получаются или вручную или автоматически. Присутствие бокового супорта значительно ускоряет обработку изделий, у которых растачивается отверстие и обтачивается наружная поверхность. Примером таких изделий могут служить разнообразные шкивы, крупные шестерни и т. д. Одновременно с расточкой отверстия, которая производится посредством резцов и других инструментов, закрепляемых в верхний супорт, боковая поверхность этих изделий может быть обточена при помощи добавочного (бокового) супорта.

Карусельный станок, изображенный на рис. 20 (см. главу I), имеет также два супорта, но оба верхних. По числу имеющихся у него стоек для поперечины станок этот называется двухстоечным. Стойки в этом случае изготовляются отдельно от станины и прикрепляются к ней болтами. Перемещение поперечины вверх и вниз производится при помощи двух винтов, скрытых в стойках и связанных между собой горизонтальным валиком и коническими шестернями. Подъем и опускание поперечины производится автоматически.

Супорты этого станка совершенно одинаковы между собой и отличаются от разобранных выше конструкций вертикального супорта. В этом станке для

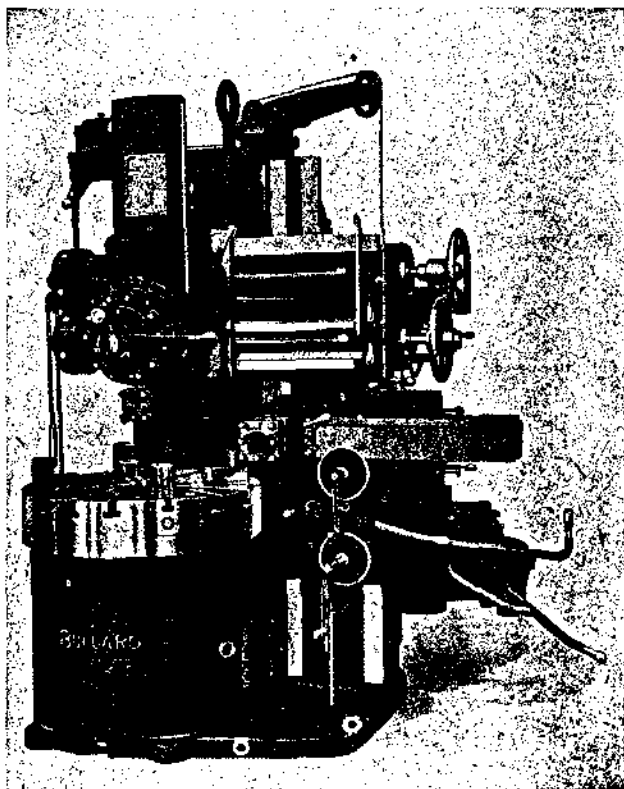


Рис. 184. Одностоечный карусельный станок с боковым супортом.

большей устойчивости вертикальный супорт имеет широкие направляющие. Кроме того он имеет значительно больший ход.

Один из двух верхних супортов называется правым, а другой левым. Каждый из этих супортов может быть поставлен наклонно — для обработки конических поверхностей. Верхние супорта обязательно снабжаются устройством, уравнивающим часть супорта, перемещающуюся в вертикальном направлении. Чаще всего это делается посредством цепи или стального троса, перекинутого через блок. Один конец этой цепи прикреплен к вертикальному супорту. К другому концу его привешен груз, скрытый обыкновенно в станине станка.

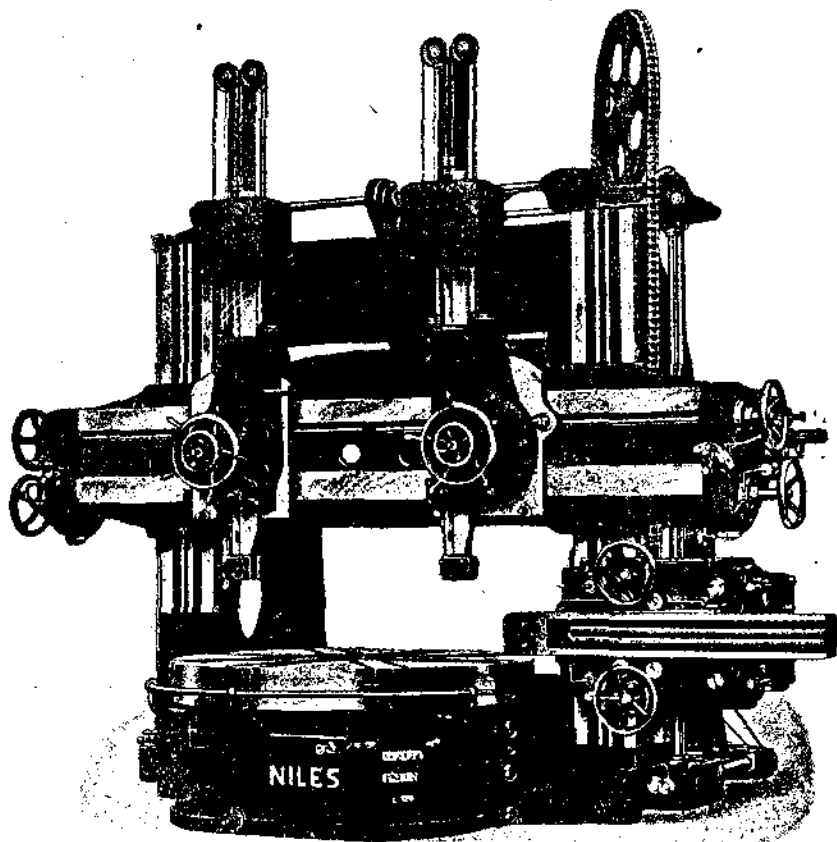


Рис. 185. Двухстоечный карусельный станок с одним боковым супортом.

На рис. 20 представлен другой способ уравнивания вертикального супорта, а на рис. 185 и 186 еще один, применяющийся обычно у двухстоечных каруселей.

Дальнейшее увеличение размеров и улучшение конструкций карусельных станков выразилось в том, что и двухстоечные карусели стали снабжать боковыми супортами. Один из таких карусельных станков представлен на рис. 185. Станок этот имеет два верхних супорта и один боковой (правый). Изменение числа оборотов шпинделя производится посредством коробки скоростей, находящейся сзади станка. Изменение скоростей перемещений супортов производится при помощи коробок подач. Поворотом одного рычага автоматические перемещения супорта вдоль поперечины, а также вверх и вниз, могут быть увеличены в несколько раз, что дает возможность быстро подводить супорта к обрабатываемым изделиям.

На рис. 186 изображен двухстоечный карусельный станок с двумя боковыми супортами. Наличие нескольких супортов дает возможность значительно ускорять обработку изделий на карусельных станках. Выше мы указывали, на обработку шкива, как на один из лучших примеров работы на карусельном станке двумя супортами одновременно. Возвращаясь к этому пр. меру, мы можем

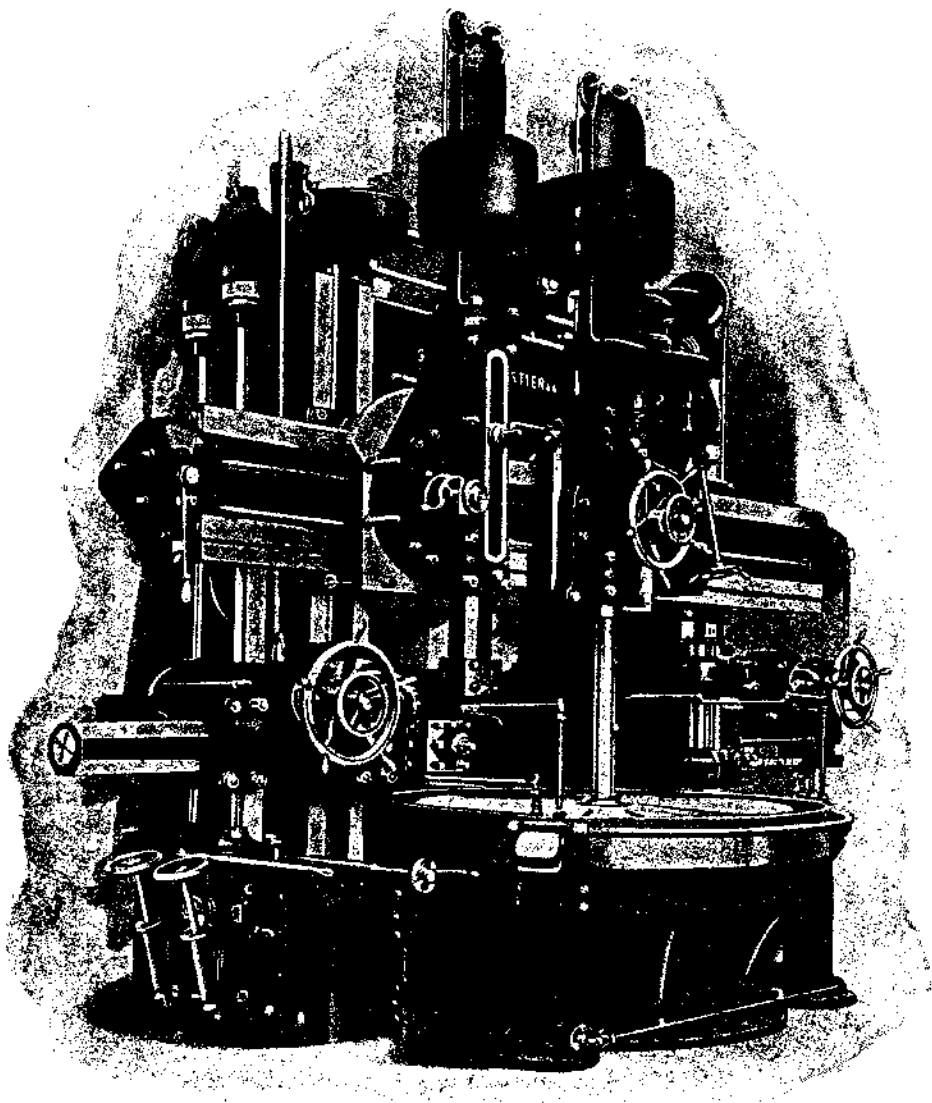


Рис. 186. Двухстоечный карусельный станок с двумя боковыми супортами.

сказать, что на карусельном станке с четырьмя супортами (рис. 186) обработка этого шкива могла бы быть произведена еще быстрее. Для этого супорта станка следовало бы использовать, например, так: в то время как левый верхний супорт растачивает отверстие в шкиве, правый верхний супорт подрезает торец обода. Одновременно с этим правый боковой супорт обдирает, а левый отделяет начисто боковую поверхность шкива.

Всматриваясь внимательно в эту операцию, мы увидим, что наибольшее число оборотов планшайбы приходится выбирать таким образом, чтобы иметь наивыгоднейшую скорость резания у резцов, обрабатывающих обод шкива. Вследствие большой разницы между диаметрами обода (паружным диаметром шкива и диаметром отверстия его) скорость резания при обработке отверстия получается при этом очень маленькая. Повысить эту скорость нельзя, так как производящая одновременно с этим обточка обода шкива происходит при наибольшей допустимой скорости резания. В таких случаях бывает очень полезно применение резцов, напаянных пластинками из быстрорежущих сплавов, например, Видиа. Установка таких резцов в супортах, обрабатывающих обод шкива, дает возможность увеличить число оборотов изделия в 4—5 раз. Обработка отверстия может производиться резцами из быстрорежущей стали при скорости резания, близкой к нормальной для этих резцов.

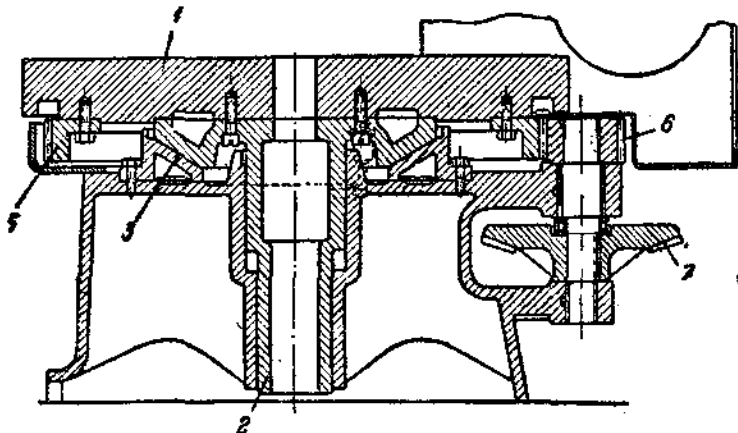


Рис. 187. Разрез станины карусельного станка.

Лучшим способом разрешения этого вопроса является введение так называемого сверлильного шпинделя, устройство которого в общих чертах сводится к следующему. Один из верхних супортов, а иногда и третий, специальный супорт вместо вертикального ползуна имеет круглый шпиндель, подобный шпинделю сверлильного станка. Шпиндель этот может вращаться с различными скоростями в сторону, противоположную вращению планшайбы. Таким образом, во время работы станка, к скорости, получающейся от вращения планшайбы, прибавляется скорость вращения сверлильного шпинделя.

Мы не имеем возможности, за недостатком места, останавливаться на устройстве карусельных станков так же подробно, как это мы сделали с обыкновенными токарными станками. Поэтому, сделав общий обзор конструкции карусельных станков, мы ограничимся лишь общим разбором устройства стола, шпинделя и подшипников его, довольно часто встречающихся в практике.

На рис. 187 представлен разрез вертикальной плоскостью, проходящий через планшайбу и ось шпинделя обыкновенного карусельного станка. Цифрой 1 на этом рисунке обозначен стол станка. К столу намертво привернут болтами массивный пустотелый шпиндель 2, который вращается в двух вертикальных подшипниках и, кроме того, опирается на широкую коническую поверхность 3, принадлежащую станине станка. Снизу к планшайбе привернут зубчатый обод 5, с которым находится в постоянном зацеплении зубчатая шестерня 6. На одном валике с этой шестерней имеется коническая шестерня 7, связанная с коробкой скоростей станка. Тяжелые станки снабжаются иногда подпятником, поддерживающим шпиндель.

В заключение укажем на использование револьверной головки, которая, как мы говорили выше, довольно часто заменяет обыкновенный резцедержатель одного из верхних супортов станка. На рис. 188 изображена шестигранная револьверная головка, в которой закреплено шесть разных инструментов: два сверла, два обыкновенных резца, резец в оправке и подрезка. Повернув рычаг, закрепляющий головку, мы можем поставить головку так, что в рабочем положении ока-

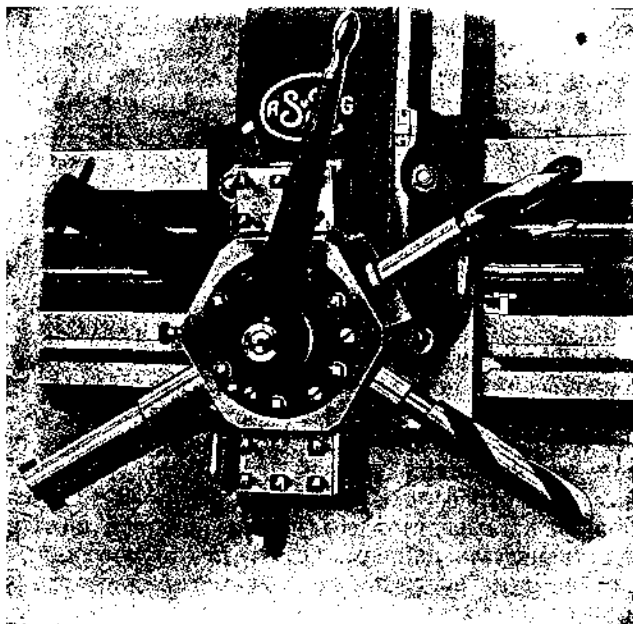


Рис. 188. Револьверная головка супорта карусельного станка.

жется следующий, по ходу обработки, инструмент. Повороты револьверной головки требуют значительно меньше времени, чем обыкновенная смена инструмента, и поэтому применение таких головок иногда бывает чрезвычайно полезно.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Обслуживание токарного станка и основные сведения по технике безопасности.

§ 1. Ознакомление со станком.

Каждый токарь, начиная работать на новом, незнакомом ему станке, должен тщательно разобраться в его устройстве. Несмотря на большое разнообразие конструкций токарных станков такое ознакомление будет не трудно, если хорошо усвоены описания устройства отдельных частей станков, сделанные в главе II, III и IV этой книги.

Основное правило, которое необходимо соблюдать при ознакомлении со станком, состоит в том, что нельзя пускать его в ход, пока не установлены назначения всех рукояток. Первое изучение, поэтому, необходимо производить при неработающем станке. Мало этого, для большей уверенности в безопасности следует сбросить ремень со шкива станка. Незнание назначения рукояток его может

привести к тому, что, пробуя одну из них, токарь пустит станок в ход, что при некоторых положениях других рукояток (назначение которых ему также пока неизвестно) может повлечь за собой поломку станка.

Ознакомление со станком следует начинать с изучения способа пуска его в ход. Если станок работает от общей трансмиссии через контрпривод, то вопрос этот ясен без подробных исследований. Другое дело, когда станок работает от отдельного электромотора. При том разнообразии электромоторов и пусковых приспособлений для них, какое мы видим в наших мастерских, было бы очень трудно указать общие правила пуска и остановки их. Отказываясь поэтому от установления этих правил, мы предлагаем начинающему токарю узнавать способ пуска и выключения электромоторов или по специальным инструкциям, которые иногда (далеко не всегда, к сожалению) имеются при станках, или прибегать к помощи цеховой администрации (мастера, заведующего) и ни в каком случае не пробовать включать электромотор «на-авось».

Для пуска в ход станков, работающих от отдельных электромоторов, часто делаются промежуточные устройства (фрикционные шкивы, рис. 133 и т. д.). В этом случае при работающем электромоторе станок не работает, если не включен соответствующий механизм его (фрикцион и т. д.). Рукоятки, служащие для включения этих механизмов, располагаются в разных местах станка (у передней бабки, у супорта). Расположение их устанавливается при подробном осмотре станка. Если же удалось установить эти рукоятки раньше окончания этого осмотра, все-таки не следует включать их, не изучив всего станка.

Ознакомившись со способами пуска станка в ход, можно переходить к изучению механизмов для изменения скоростей.

Если станок имеет переборное устройство, то прежде всего следует посмотреть, каким образом производится соединение большой шестерни, посаженной на шпиндель, с ступенчатым шкивом. Осмотрев это устройство, нужно попробовать его, так ли оно действует, как это кажется по наружному осмотру.

Вообще, при ознакомлении со станком следует держаться такого правила: сначала обдумать, для чего служит данный рычаг или маховичок; затем осмотреть, поскольку это возможно при собранном станке, устройство механизмов, связанных с этим рычагом, и только после этого (но обязательно в каждом случае) испытанием убедиться в правильности сделанного предположения о назначении этого рычага.

Возвращаемся к ознакомлению с перебором. Установив, каким образом достигается соединение ступенчатого шкива с шестерней, нужно разобраться, как производится выключение переборного валика и какие имеются устройства для закрепления его в рабочем и холостом положениях.

Если перебор не откидной, что сразу же покажет отсутствие болта или другого механизма для соединения шкива и шестерни, — нужно найти рычаг, который управляет муфтой, соединяющей со шпинделем станка или ступенчатый шкив (при работе без перебора) или большую шестерню (при включении перебора). При этом сейчас же нужно посмотреть, как устроена эта муфта. Если это фрикционная муфта (рис. 39), включение и выключение перебора можно производить на ходу станка. При зубчатой муфте (рис. 38) включать и выключать перебор можно только при остановленном станке.

Если станок имеет двойной или сложный перебор — следует найти все рукоятки, управляющие этим перебором, и проверить их действие.

Ознакомление с коробкой скоростей требует большого внимания. При малейшей возможности нужно раскрыть ее так, чтобы было видно и устройство коробки и действие рычагов, посредством которых производится изменение чисел оборотов шпинделя. Если открыть коробку скоростей нельзя — изучение назначений рычагов ее следует производить с большой осторожностью. Прежде всего по табличкам, показывающим числа оборотов шпинделя при разных положениях

рычагов, необходимо установить число рычагов и найти их на станке. Затем нужно посмотреть, сколько положений может иметь каждый из этих рычагов и проверить сделанные наблюдения по табличке скоростей. После этого следует установить, каким образом действуют эти рычаги, т.-е. посредством фрикционных или зубчатых муфт или же передвижением одной из шестерен коробки скоростей. Делать это лучше всего непосредственным осмотром коробки, но если это не удастся, то приходится прибегать к косвенному способу. Признаком, что рычаг действует на фрикционную муфту, служит то, что он имеет только два положения (не считая среднего, холостого); в этих положениях он ничем на закрепляется и, наконец, включение его производится при любом положении шестерен коробки скоростей.

Рычаги, управляющие зубчатыми муфтами или передвижными шестернями, часто имеют большое количество положений, при чем в каждом из них они закрепляются тем или иным способом. Кроме того перестановка их из одного положения в другое может производиться только при определенном положении шестерен, которые они обслуживают (нужно, чтобы «зуб попал в зуб»).

Уметь отличать рычаги, управляющие фрикционными муфтами, и рычаги, предназначенные для зубчатых муфт или подвижных шестерен, необходимо для того, чтобы знать, какие из них можно переводить из одного положения в другое при работающем станке.

Предупреждаем читателя, что пользоваться только-что указанным способом определения назначений рычагов следует с большой осторожностью.

Установив назначение всех рычагов коробки скоростей, следует, руководствуясь табличкой, опробовать их во всех положениях, указываемых этой табличкой, начиная с малых чисел оборотов шпинделя и кончая самыми большими. Правильность установок рычагов при разных числах оборотов необходимо проверить провертыванием шпинделя станка вручную (за планшайбу) для того, чтобы убедиться в том, что пуск станка в ход при этом положении рычагов не вызывает поломки частей коробки скоростей. Такую проверку нужно произвести при всех числах оборотов шпинделя, указанных в табличке.

Разобрав устройство коробки скоростей и назначение рычагов, ею управляющих, нужно найти рычаг тrenzеля (что иногда бывает не просто у станков с коробками скоростей) и проверить этот рычаг испытанием, вращая шпиндель станка за планшайбу в одну сторону и наблюдая за тем, происходит ли изменение направления вращения ходового винта или ходового валика при перемене положения рычага тrenzеля. Если механизм подачи (сменные шестерни или коробка подач) при этом выключен, нужно найти какой-нибудь промежуточный валик (между тrenzелем и механизмом подачи) и по нему проверить рычаг тrenzеля.

После этого можно перейти к осмотру механизмов подачи. Если станок имеет сменные шестерни, то ознакомление с этой частью станка не вызывает затруднений. Разбор коробки подач следует производить в том же самом порядке, как это мы делали с коробкой скоростей. И в этом случае осмотр следует начинать с таблички подач. Установив по ней число рычагов, управляющих подачами, нужно найти их, определить все возможные положения каждого из них и проверить сделанные наблюдения по табличке. Затем нужно проверить действие коробки подач при всех положениях рычагов, показанных на табличке (т.-е. при всех подачах, которые могут быть получены посредством этой коробки). Для этого нужно соединить коробку подач со шпинделем станка и, медленно вращая его за планшайбу, убедиться в том, что при всех положениях рычагов коробка подач работает исправно. Следующий рычаг, который нам нужно найти, это тот, посредством которого коробка подач может быть связана с ходовым винтом или с ходовым валиком. Найдя этот рычаг, следуя общим правилам ознакомления со станком, нужно проверить его действие.

Теперь можно приступить к разбору устройства супорта станка. При ознакомлении с верхней частью его обыкновенно не возникает никаких вопросов,

и поэтому, осмотрев ее в общих чертах, нужно переходить к устройству передника супорта. Прежде всего следует установить, посредством какого рычага происходит включение разъемной гайки ходового винта, и проверить его действие. После этого находят рычаги и маховички, управляющие движениями супорта при продольном самоходе, получаемом посредством валика, а также предназначенные для получения поперечной подачи. При испытаниях всех этих рычагов и маховичков в работе (поворачивая вручную шпиндель станка за планшайбу) следует тщательно убедиться в том, имеет ли этот супорт приспособление, препятствующее одновременному включению самохода и через ходовой винт и через ходовой валик. Если таких приспособлений не окажется, то в будущем, при работе на этом станке, нужно очень внимательно следить за тем, чтобы не оказались включенными одновременно оба самохода станка, что неизбежно вызовет поломку частей его.

Ознакомление с устройством передника супорта токарного станка, имеющего только ходовой винт, только ходовой валик или винт с продольной канавкой, производится таким же способом.

Последняя основная часть токарного станка — задняя бабка — устроена так просто, что при разборе ее устройства нужно только посмотреть, каким образом производится закрепление ее на станине станка и как производится перемещение ее верхней части по нижней.

Только после такого подробного осмотра станка можно пустить его в ход и вновь испытывать на всех скоростях и подачах, начиная с самых медленных, но уже при вращающемся от привода шпинделе.

Окончив осмотр станка, следует посмотреть, какие патроны имеются у станка, в порядке ли они и т. д.

§ 2. Смазка станка.

При подробном осмотре станка и ознакомлении с назначением и устройством отдельных частей его следует очень внимательно осмотреть и запомнить все места, подлежащие смазке, и затем аккуратно смазывать их. Необходимо помнить, что от того, насколько добросовестно смазывается станок, зависит точность его. Трущиеся части станка, если их не смазывать, быстро изнашиваются, и станок теряет свою точность. Мало этого, при плохой смазке возможно заедание подшипников, в результате которого поломка частей станка почти неизбежна.

Не в меньшей степени важно постоянно очищать станок от грязи и стружек. Чистку станка можно производить только тогда, когда он не работает. Тряпкой или лучше концами, смоченными в керосине, смывают со станка грязь и засохшее масло и вытирают его сухими концами. Если на станке производилась обработка чугуна — нужно щеткой снести всю стружку, которая накопилась на станке и супорте. Таким образом направляющие станины и другие открытые части станка должны быть особенно тщательно очищены от грязи и только после этого смазаны.

Присутствие на этих частях смазки отнюдь не освобождает от обязанности вычистить их и снова смазать. Грязь и мелкая стружка, смешавшиеся с маслом, служат прекрасным средством для быстрого износа направляющих станины и супорта. Поэтому по меньшей мере один раз в день следует основательно очищать направляющие станины от старого масла и затем смазывать их свежим маслом. При чистке станины в плохо доступных частях ее (в углах) нужно прибегать к помощи деревянной заостренной палочки, обвернутой тряпкой. Смазывание направляющих производится поливанием их маслом из масленки, после чего супорт вручную несколько раз прогоняют вдоль всей станины.

Точно так же смазываются и направляющие супорта. Для защиты этих направляющих (а также поперечного винта) от грязи и стружки к поперечным

салазкам супорта привинчивается особый щиток, закрывающий эти направляющие. Если этот щиток мешает смазке направляющих, то во время чистки и смазки следует снимать его, но обязательно ставить на свое место, как только смазка будет окончена. Для того, чтобы мелкие стружки и грязь не попадали между направляющими супорта и станины, к торцам направляющих (1—1, рис. 81) при помощи металлических плапок и винтов приделывают иногда куски войлока.

Смазывая подшипники вращающихся частей станка, следует внимательно смотреть за тем, чтобы смазочные отверстия не были засорены или забиты грязью, и только после этого наливать в них масло. Все эти отверстия следует закрывать крышечками или пробочками. Если такие крышечки отсутствуют, следует затыкать смазочные отверстия маленькими тряпочками, но все же лучше самому сделать деревянные пробочки.

Наибольшее внимание при смазке станка нужно уделять подшипникам передней бабки, как работающим в самых тяжелых условиях. Смазку этих подшипников нужно производить аккуратно каждый день и даже несколько раз в день, если станок сильно нагружен (тяжелое изделие или, наоборот, легкое, но обрабатываемое при больших оборотах шпинделя).

Очень многие токари забывают, что ступенчатый шкив при работе станка с перебором вращается на шпинделе, и не смазывают его. Между тем для этого имеется специальное отверстие, находящееся на одной из ступеней шкива. Это отверстие закрыто обычно потайным винтом и часто остается незамеченным. Смазка шпинделя получается в таких случаях только за счет масла, вытекающего из левого подшипника бабки, что, конечно, совершенно недостаточно. Безусловно необходимо, по крайней мере раз в два дня, смазывать шкив, в особенности если приходится много работать с перебором. Налив в смазочное отверстие масла, следует завернуть закрывающий его винт так, чтобы он ни в каком случае не выступал поверх шкива, и стереть тряпкой остатки масла. Не следует забывать, также, смазывать переборный валик.

Для смазки всех частей станка следует употреблять хорошее минеральное масло и ни в каком случае не вареное растительное. Некоторые валики, а также шестерни коробок скоростей и подач смазываются твердым смазочным веществом, так называемым тавотом. В коробки скоростей и подач тавот просто накладывается, а смазка валиков и некоторых втулок (например, холостых шкивов) производится при помощи специальных масленок для твердого масла, которые называют штауферами. За исправным состоянием и этих масленок следует наблюдать с неменьшим вниманием, чем за масленками для жидкого масла.

Заканчивая работу, всякий раз следует тщательно очистить станок от грязи и стружек и затем смазать слегка маслом обработанные части станка, чтобы защитить их от ржавления.

По крайней мере один раз в пять дней следует промывать керосином весь станок, даже и необработанные части его.

§ 3. Проверка станка.

Закончив ознакомление со станком, необходимо проверить, насколько хорошо работают отдельные части его и правильно ли он собран.

Проверяя супорт, прогоняют его несколько раз взад и вперед вдоль станины вручную и смотрят при этом, насколько плавно он движется. Перемещение его должно происходить без особых усилий, но в то же время не слишком легко. Если при перемещении супорта будет заметно, что в некоторых местах он задерживается, необходимо выяснить причину этого и устранить ее. Такие задержки супорта происходят или вследствие неправильной шабровки станины или неудовлетворительной сборки передника супорта, что может быть устранено только ремонтным слесарем. Слишком легко перемещающийся супорт во время работы станка будет

дрожать, поэтому у слабых супортов необходимо подтягивать прижимные планки. Сделать это должен сам токарь.

Точно таким же образом проверяется доброкачественность сборки и остальных частей супорта (поперечных салазок и т. д.).

Проверив супорт, переходят к осмотру передней бабки. Подшипники ее должны быть затянуты настолько туго, чтобы шпиндель не имел ни малейшей качки. Проверяется это посредством деревянного бруска, один конец которого опирается на станину. Действуя этим бруском как рычагом на конец шпинделя, проверяют, насколько плотно он зажат в подшипниках. Слишком туго затянутые подшипники будут быстро нагреваться, но проверить это можно только на ходу станка.

Вообще в первое время работы на новом или незнакомом станке нужно очень внимательно следить за всеми подшипниками, ощупывая их время от времени рукой. Небольшой нагрев подшипников не опасен, но как только подшипник из «чуть тепленького» становится таким, что при ощупывании его, как говорят, «рука не терпит», нужно немедленно остановить станок. Доводить подшипники до такого состояния ни в каком случае не следует, и значительно раньше этого момента останавливать станок и устранять причины перегрева подшипников. Делать это на незнакомом станке следует с большой осторожностью.

Посредством того же деревянного рычага устанавливается отсутствие игры шпинделя в осевом направлении; если же она будет обнаружена, следует немедленно устранять ее.

Исправность действия рычагов и маховичков, управляющих коробками скоростей и подач, а также механизмов для включения самоходов супорта, выясняется обычно еще при ознакомлении со станком. Поэтому для того, чтобы закончить проверку правильности сборки станка, нужно осмотреть второстепенные его части (заднюю бабку, резцедержатель и т. д.), а также проверить, насколько исправно работают механизмы, служащие для пуска станка в ход (контрпривод и т. д.).

Установив посредством такого осмотра, насколько хорошо работают отдельные части станка, переходим к проверке правильности его сборки, обеспечивающей точность обработки изделий.

В главе XVIII этой книги мы подробно разберем все приемы испытания станка на точность, здесь же остановимся только на двух важнейших из них — на проверке передней и задней бабок. Проверки эти мы будем производить грубыми способами и поэтому с меньшей степенью точности в сравнении с той, которая может быть достигнута при таких испытаниях, как это будет указано в главе XVIII.

Для того, чтобы изделия, обрабатываемые на станке и закрепленные в патроне, получались строго цилиндрическими, а не конусными, необходимо, чтобы ось шпинделя передней бабки была строго параллельна направляющим супорта как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях. Если обрабатываемое изделие закрепляется в центрах — необходимо, чтобы центры передней и задней бабки лежали на одной прямой линии, также параллельной направляющим супорта, иначе изделия будут получаться коническими.

Проверка правильности положения передней бабки производится следующим образом. В патрон станка зажимается железная или из мягкой стали болванка и обтачивается так, как это показано на рис. 189. Отнюдь не обязательно придерживать размеры, указанных на этом рисунке; не следует лишь изменять длину болванки (размер 300 мм). Диаметры поясков могут быть какие угодно. Диаметр тонкой части — не меньше 40 мм, иначе от давления резца болванка будет прогибаться.

После грубой обдирки болванки протачивают оба пояска ее, при небольшой скорости резания и мелкой подаче. Глубину резания следует брать около 0,5 мм.

Сначала производится проверка параллельности оси шпинделя направляющим супорта в вертикальной плоскости, так что если эти направляющие горизонтальны, то и шпиндель также должен быть горизонтален. Делается это следующим образом. Оба пояса болванки протачиваются при условиях, указанных выше, резцом, поставленным сверху болванки. Проточив оба пояска, измеряют микрометром и сравнивают их диаметры. При этом может обнаружиться три случая:

1) Оба пояска имеют одинаковый диаметр. Это значит, что ось шпинделя параллельна направляющим супорта.

2) Диаметр 1-го пояска больше 2-го (рис. 190-I, на котором разница диаметров поясков 1 и 2 для большей отчетливости показана в увеличенном масштабе). Это значит, что ось шпинделя не параллельна направляющим супорта в вертикальной плоскости. Для устранения этого правый конец бабки следует поднять, положив под него пластинки тонкой листовой меди или полоски из папиросной бумаги. Подложив бумажки, надо снова проточить оба пояска, чтобы узнать, что

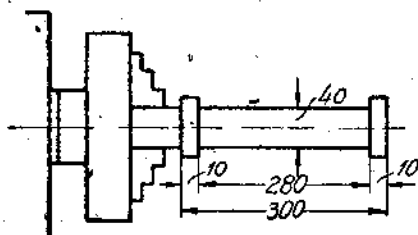
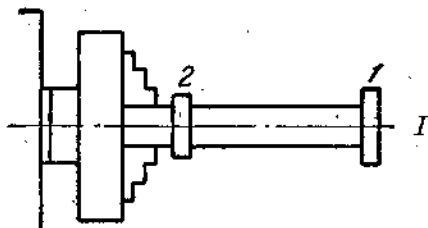


Рис. 189. Болванка для проверки передней бабки.

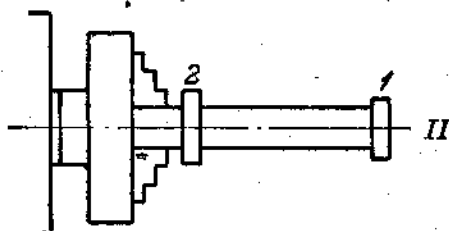


Рис. 190. Различные результаты проверки передней бабки.

дало это подкладывание. После нескольких таких подкладываний и проточек диаметры поясков становятся одинаковыми и бабка установленной правильно.

3) Диаметр 1-го пояска меньше 2-го (рис. 190-II). Это показывает, что правый конец передней бабки выше левого. Для того, чтобы привести бабку в правильное положение, необходимо положить подкладки под левый конец бабки и делать это до тех пор, пока бабка не будет стоять правильно.

Закончив проверку правильности положения бабки в вертикальной плоскости, переходим к проверке параллельности оси шпинделя направляющим станины в горизонтальной плоскости. Следует отметить, что проверку эту нужно производить с большей тщательностью, чем первую, потому что неправильность установки бабки в горизонтальной плоскости больше сказывается на точности обрабатываемого изделия, чем негоризонтальность шпинделя. Это правило справедливо только в том случае, если резец устанавливается, как обычно, т.-е. сбоку обрабатываемого изделия. Если почему-либо резец устанавливается сверху, то первостепенное значение приобретает первая проверка.

Проверка параллельности оси шпинделя передней бабки направляющим супорта в горизонтальной плоскости производится точно так же, как мы только что поступали при первой проверке. И в этом случае, проточив пояски болванки

резцом, установленным сбоку  и сравнивая диаметры поясков, можем получить три случая:

1) Оба пояска одинаковы, что указывает на правильность установки бабки.

2) 1-й поясск после проточки оказался больше 2-го (рис. 190-I). Это значит, что ось шпинделя непараллельна направляющим станины в горизонтальной плоскости. Для того, чтобы устранить эту неточность установки передней бабки, нужно левый конец ее отодвинуть от себя или, наоборот, правый конец ее придвинуть к себе. После этого, закрепив бабку, следует снова проточить

оба пояска, снова измерить их и поступать таким образом до тех пор, пока диаметры поясков не будут одинаковы, что покажет правильность установки бабки в горизонтальной плоскости.

3) Диаметр 1-го пояска после проточки оказался меньше 2-го (рис. 190-II). Чтобы привести бабку в правильное положение, нужно подвинуть к себе левый конец ее или отодвинуть от себя правый конец бабки. Делать это следует до тех пор, пока оба пояска не будут иметь одинаковый диаметр.

Следует напомнить, что при проточке поясков, переводя резец от 1-го пояска к 2-му, нельзя перемещать его в поперечном направлении. Поворачивать бабку нужно так, чтобы не сбить ее горизонтальности. Поэтому все подкладки, положенные при проверке горизонтальности шпинделя, должны остаться на своих местах.

Все перемещения и подъемы бабки производятся просто при станках европейского типа. Несколько сложнее обстоит дело, если бабка установлена на призмах американской станины. На рис. 191 изображено условное сечение станины европейского станка, если смотреть на нее со стороны задней бабки. На рис. 191-I показаны толстыми линиями места, куда

Рис. 191. Подкладывание бумажек под переднюю бабку.

должны быть подложены бумажки, чтобы поднять правый конец передней бабки. Если нужно поднять левый конец ее, бумажки нужно подкладывать таким же образом, но под левый конец бабки. И в том и в другом случае бумажки должны быть положены на обе призмы.

Если правый конец бабки нужно подвинуть к себе в направлении, указанном на рис. 191-II стрелкой, бумажки должны быть подложены так, как показано на этом рисунке. Одновременно с этим под левый конец бабки следует также подложить бумажки, но с противоположной стороны призм (рис. 191-III). Если этого не сделать, правый конец бабки будет выше левого.

При необходимости передвинуть правый конец бабки от себя, бумажки подкладываются, как это показано на рис. 191-IV. Одновременно с этим нужно подложить бумажки и под левый конец бабки (рис. 191-V).

Установив бабку правильно, следует туго затянуть болты, прикрепляющие ее к станине, и снова проточить оба пояска резцом, поставленным сбоку болванки, чтобы убедиться, не сдвинута ли бабка при прикреплении. Такие проверки перед-

ней бабки следует производить время от времени и обязательно перед началом каждой ответственной работы.

Окончив проверку правильности установки передней бабки, переходят к проверке совпадения осей передней и задней бабок. Для этого в шпиндели обеих бабок вставляют хорошо заточенные и проверенные центра. Затем подвигают заднюю бабку к передней настолько близко, чтобы центра их почти касались друг друга; и смотрят, насколько они совпадают. Смотреть нужно и сверху и сбоку (спереди). Несовпадение центров обнаруживается легче и отчетливей, если под центрами, когда смотрят сверху и сзади их, при проверке совпадения центров в вертикальной плоскости держат листочек белой бумаги.

Другой способ проверки совпадения центров состоит в том, что их плотно (осторожно) приближают друг к другу, заложив между ними листок тонкой бумаги, и затем смотрят бумагу на свет. Если следы, которые оставили на бумаге острия центров, совпадают — бабки стоят правильно. Если следы эти расположены рядом или только частично покрывают один другого — бабки должны быть проверены.

Если под руками имеется тонкая, но плотная бумага (чертежная), проверку совпадения центров можно произвести еще и так: взять листочек такой бумаги (примерно 100×100 мм) и прижать его (в середине) задним центром к переднему. Если центра в порядке, то листочек этот сам собой встанет вертикально и под прямым углом к центральной линии станка. При несовпадающих центрах — он повернется.

Если несовпадение центров станка получается в вертикальной плоскости, т.е. если, например, задний центр лежит выше переднего, то неисправность эта может быть устранена или подкладыванием пластинок из тонкой меди или бумажек под переднюю бабку или сшабриванием опорной площади основной плиты задней бабки. Если окажется, что ниже задний центр, то единственный правильный способ для устранения этого дефекта — это сшабривание опорной площади передней бабки. Поднимать заднюю (подвижную) бабку при помощи подкладок ни в каком случае не следует.

Несовпадение центров передней и задней бабок в горизонтальной плоскости (если смотреть на центра сверху) легко устраняется смещением корпуса задней бабки по основной плите ее.

Некоторые станкостроительные заводы центр задней бабки сознательно делают выше переднего, в предположении, что по мере износа направляющих задней бабки он придет в правильное положение. Об этом следует помнить при проверке задней бабки и учитывать то, что небольшое несовпадение центров в вертикальной плоскости незначительно влияет на точность обрабатываемых изделий. Это справедливо, однако, только при обычной установке резца — сбоку изделия; при установке резца сверху будет получаться конус.

§ 4. Составление характеристики станка.

В предыдущих параграфах этой главы говорилось о том, что каждый токарь, прежде чем приступить к работе на новом, незнакомом для него станке, должен тщательно изучить его устройство, чтобы знать, как работает данный станок и его отдельные механизмы (коробки скоростей и подач, устройство передника супорта и т. д.). Ограничиваться изучением станка только с этой точки зрения нельзя; кроме устройства станка, нужно знать еще, что и как на этом станке можно делать. Для этого необходимо установить:

1) наибольшие размеры изделий, которые могут быть обработаны на этом станке;

2) какие числа оборотов имеет шпиндель станка;

3) какие подачи могут быть сообщены супорту станка, и

4) какие принадлежности имеет станок.

Эти основные сведения о размерах станка, числах оборотов шпинделя и подачах его и т. д. называются характеристикой станка. Строго говоря, в характеристику станка входит еще ряд сведений (например, числа оборотов контрпривода, площадь пола, занимаемая станком), но все они имеют второстепенное значение и останавливаться на них мы не будем.

Характеристика станка составляется в виде таблички следующей формы:

Характеристика токарного станка.

Инвентарный № 1).

1. Высота центров станка	
2. Высота центров над супортом	
3. Наибольшее расстояние между центрами	
4. Диаметр отверстия в шпинделе	
5. Конуса центров	
6. Высота центров над опорной площадкой резцедержателя	
7. Числа оборотов шпинделя	
8. Подачи	
9. Шаг ходового винта	
10. Сменные шестерни	
11. Принадлежности к станку	

Рассмотрим, как составляется эта табличка.

1) Высоту центров станка необходимо определить для того, чтобы знать наибольший диаметр изделия, которое может быть обработано на этом станке в патроне, без задней бабки. Для определения этой высоты поступают следующим образом. В шпиндель бабки (передней или задней — безразлично) вставляется центр. Около бабки, поперек станины, кладется линейка или просто правильная металлическая полоса, и линейкой с делениями измеряется высота центра над этой полосой. Прибавив к полученному размеру толщину полосы (или линейки), получаем высоту центров станка. У станков, построенных на европейских заводах, она выражается обычно круглым числом миллиметров (150, 180, 200, 250 и т. д.), а у американских станков — дюймами (6", 8", 10" и т. д.).

Умножив высоту центров на два, получаем наибольший диаметр обрабатываемого изделия (при обработке в патроне).

2) Высота центров над супортом, умноженная на два, определяет наибольший диаметр изделия, которое может быть обработано на этом станке в центрах. Определяется эта высота так. Конец иглы рейсмуса, установленного на одну из направляющих станины, ставят точно против конца центра станка. На поперечные салазки супорта ставят вертикально линейку с делениями и смотрят, на какое деление линейки указывает игла рейсмуса. Полученный размер определяет высоту центров станка над супортом.

3) Для определения наибольшего расстояния между центрами в шпинделе передней и задней бабок вставляются центры. Шпиндель задней бабки вдвигается в нее, насколько это возможно, а сама бабка ставится в крайнее правое положение. Расстояние между вершинами конусов центров, измеренное посредством складного метра или рулетки, есть наибольшее расстояние между центрами. Оно определяет наибольшую длину изделия, которое может быть обработано в центрах на этом станке.

4) Диаметр отверстия шпинделя определяется непосредственным измерением его нутроммером.

1) Номер этот обычно бывает написан на станке крупными цифрами.

5) Конуса центров устанавливаются посредством калибров (рис. 372), имеющих в инструментальной кладовой.

6) Определение высоты центров под опорной площадкой резцедержателя производится точно так же, как это мы делали, определяя высоту центров над супортом. Линейка с делениями, в этом случае, устанавливается на опорную площадку резцедержателя. Этот размер определяет наибольшую высоту резца, который может быть установлен на этом станке так, чтоб режущее лезвие его оказалось на линии центров станка.

7) Число оборотов шпинделя станка определяется посредством счетчиков оборотов. Для этого в патрон станка зажимается деревяжка, в торце которой засверливается отверстие. В это отверстие вставляется штифт счетчика оборотов. Числа оборотов определяются при всех положениях ремня, если станок имеет ступенчатый шкив, и при всех положениях рычагов станка с коробкой скоростей. Числа оборотов шпинделя записываются в виде таблицы (рис. 54). При отсутствии счетчика оборотов, скорости шпинделя могут быть определены при помощи секундомера, а в крайнем случае — по секундной стрелке обыкновенных часов. При больших числах оборотов шпинделя этот способ, конечно, неприменим. Тем не менее иногда удастся определить и эти скорости шпинделя, но косвенным путем. Для этого, например, у станка со ступенчатым шкивом определяем числа оборотов шпинделя станка при всех положениях ремня со включенным перебором. После этого выключаем перебор и устанавливаем число оборотов шпинделя при самой медленной скорости. Разделив полученное число на число оборотов шпинделя при этом же положении ремня, но при включенном переборе, мы узнаем так называемое переборное число. Определить скорости шпинделя при следующих положениях ремня и выключенном переборе можно теперь арифметическим путем. Точно таким же образом могут быть определены и числа оборотов шпинделя станков с коробками скоростей. Если на станке имеется табличка, указывающая числа оборотов шпинделя, то при составлении характеристики следует проверить ее.

8) Поддачи супорта станка устанавливаются измерением прохода супорта или за определенное время или за какое-либо число оборотов шпинделя. Для этого поступают так: пускают станок в ход, поставив, если это возможно, круглое число оборотов шпинделя (напр., 10, 15, 20 в одну минуту) и замечают, какое расстояние проходит супорт, например, в одну минуту.

Положим, что число оборотов шпинделя — 10 и он прошел за одну минуту 5 мм. Это значит, что подача на 1 оборот шпинделя равна $\frac{5}{10} = 0,5$ мм.

Второй способ определения подач супорта состоит в том, что считают числа оборотов шпинделя и одновременно с этим замечают перемещение супорта. Предположим, что шпиндель сделал 50 оборотов, и за это время супорт прошел 75 мм. Подача на один оборот в этом случае равна

$$\frac{75}{50} = 1,5 \text{ мм.}$$

Одним из этих способов должны быть установлены все поддачи, которые могут быть получены на данном станке. Поперечная подача определяется точно таким же образом. Все найденные поддачи записываются в виде таблички. Если такая табличка имеется на станке — она должна быть проверена.

Для проверки резьбовых (дюймовых) подач поступают так: шпиндель станка заставляют сделать столько оборотов, сколько ниток на 1" имеет проверяемая нарезка; супорт должен пройти за это время ровно 1". Для большей точности проверки шпинделю дают тройное число оборотов (в сравнении с числом ниток на 1" проверяемой нарезки). Супорт за это время должен переместиться на 3".

9) Шаг ходового винта или число ниток его на 1" определяется непосредственным измерением.

10) Подсчитываются числа зубцов всех имеющихся при станке сменных шестерен (если на них нет клейм) и составляется краткий список их.

11) В последнюю графу вписываются все принадлежности, имеющиеся при станке, с указанием размеров их (там, где это нужно). Примерный список:

1. Планшайба	350 мм.
2. Четырехкулачковый патрон	350 мм.
3. Американский патрон с двумя комплектами кулачков	300 мм.
4. Люнет неподвижный	
5. Люнет подвижной и т. д.	

§ 5. Основные сведения о мерах безопасности при работе на токарном станке.

До самого последнего времени мерам безопасности при работе на станках вообще и на токарных в частности не уделялось должного внимания. Станки снабжались только самыми основными приспособлениями, исключающими возможность несчастных случаев. И когда эти случаи происходили, то виновниками их были или завод, строивший станок и не предусмотревший возможности несчастий, или же сам пострадавший рабочий. Иногда виноваты были и строители станка и рабочий. Современные токарные станки снабжаются всеми необходимыми приспособлениями, в весьма значительной степени обеспечивающими безопасность работы на них, и поэтому несчастные случаи, происходящие в наше время, должны быть отнесены, главным образом, за счет рабочего, его неумения, или нежелания использовать оградительные приспособления, но не за счет станка.

Специальным обследованием несчастных случаев с токарями выяснено, что больше чем одна четверть таких случаев происходит вследствие отлетания стружек. При обработке изделий из мягких металлов, на высоких скоростях резания, отлетающие стружки очень опасны для глаз рабочего. Простая мера предосторожности — одевание очков — далеко не всегда выполняется токарями. И если токарь потеряет зрение или, в лучшем случае, один глаз — только лишь потому, что не надел очков, находящихся в его же инструментальном шкафике, то виноват в этом будет целиком сам. Некоторые станки снабжаются специальными стеклянными щитками, которые укрепляются перед резцом на головке супорта, но приспособления эти часто затрудняют обслуживание станка и поэтому успехом не пользуются.

Неменьшую опасность для токаря представляют и крупные стружки. Такие стружки имеют рваные края и могут повредить не только глаза, но и руки рабочего. Ни в каком случае не следует брать эти стружки руками. Если стружка настолько загромождает станок, что затрудняет обслуживание его, — нужно удалить стружки, но не голыми руками, а при помощи железного крючка.

Около одной шестой несчастных случаев с токарями происходит вследствие неисправности приводов или неосторожной перемены скорости станка. Неожиданное движение станка, работающего от общей трансмиссии через контрпривод, может получиться, например, вследствие плохой смазки холостого шкива контрпривода или неисправности отводки его. Эта отводка под действием своего веса, тряски или каких-либо других причин может перевести ремень с холостого шкива на рабочий (хотя бы частично), когда, например, происходит проверка изделия. Увечье рук рабочего при этом весьма вероятно.

В современных конструкциях контрприводов возможности таких случаев почти устранены применением холостых шкивов на шариковых подшипниках с улучшенной системой смазки и т. д., а также усовершенствованием приспособлений, служащих для перевода ремня с холостого шкива на рабочий и обратно.

Тем не менее необходимо очень тщательно следить за исправностью контрпривода и требовать ремонта его, как только он испортится.

Постепенно станки с контрприводами исчезают и заменяются станками, работающими от отдельных электромоторов, но станков старого типа (например, со ступенчатыми шкивами) в наших мастерских еще достаточно много, и поэтому необходимо остановиться на способе изменения скоростей на этих станках, связан-

ном, как известно, с необходимостью перебрасывать ремень с одной ступени на другую. Такая переброска производится постоянно, много раз в течение одного дня, и часто служит причиной несчастных случаев. Существует много специальных приспособле-

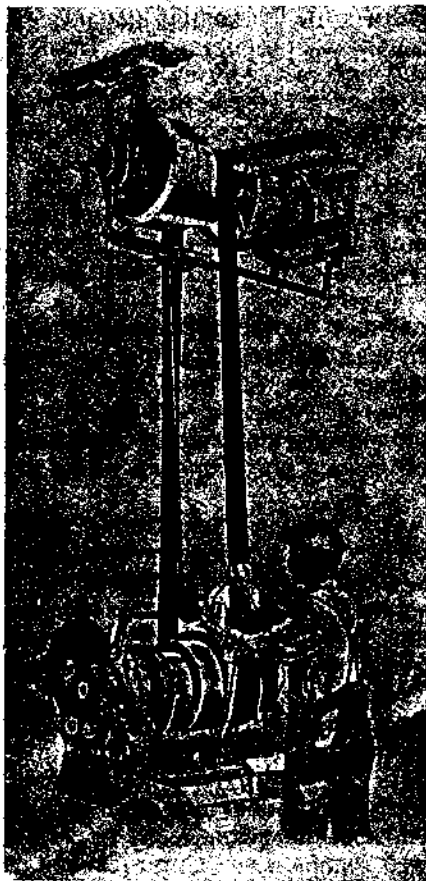


Рис. 192. Переводка для ремня.

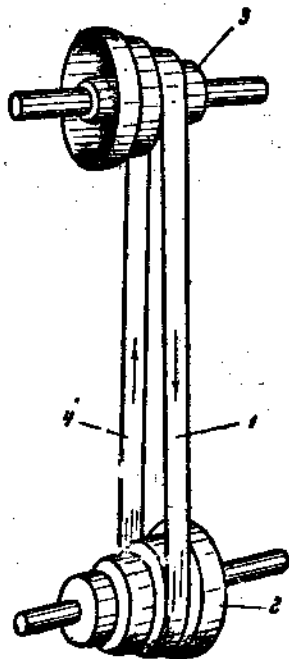


Рис. 193. Переброска ремня.

ний, посредством которых переброска ремня может производиться совершенно безопасно. Одно из таких приспособлений представлено на рис. 192. Все эти приспособления по разным причинам не применяются, и переброска ремня при перемене скоростей производится вручную.

При переброске ремня с одной ступени на другую следует учитывать, какая часть ремня является набегающей. На рис. 193 часть ремня 1 набегаёт на шкив 2, а часть 4 — на шкив 3. Перебрасывая ремень с одной ступени на другую, следует сдвигать с места набегающую на этот шкив часть ремня, но никак не сбегающую. Так, например, для перевода ремня с одной ступени на другую шкива 2 надо действовать на часть ремня, обозначенную на рис. 193 цифрой 1.

Следует приучиться сбрасывать ремень ручкой гаечного ключа или рукояткой молотка; надевать ремень на шкив приходится большей частью руками. При этом надо становиться близко к шкиву и пользоваться ладонью руки, не сгибая

пальцев и плотно сжав их: иначе они могут попасть под ремень. Раньше чем производить переброску ремня рукой, необходимо осмотреть способ соединения концов его. Далеко не все эти способы безопасны для рук рабочего.

Около одной десятой несчастных случаев с токарями происходит в результате неосторожного обращения с движущимися частями станка и, главным образом, шестернями. У современных станков все шестерни закрываются кожухами разнообразных конструкций. Эти кожухи обычно остаются на своих местах только у постоянных шестерен (шестерни перебора и др.). Постоянно наблюдается совсем другое отношение к кожухам, закрывающим сменные шестерни. Такие кожухи лежат очень часто под станком. Иногда они, вместо того чтобы быть на станках, хранятся в кладовых как запасные части станков. Несчастные случаи, связанные с шестернями, почти всегда объясняются неосторожностью или небрежностью самого рабочего.

Открытые поводковые патроны также довольно часто являются причинами несчастных случаев, и не столько сами патроны, сколько хомутики. Если при станке не имеется закрытого поводкового патрона, единственная мера против несчастного случая — это осторожность. Рукава одежды должны плотно обхватывать руку у кисти.

Нередки случаи, когда рабочий получает увечье от самого обрабатываемого изделия. Вероятность несчастных случаев по этой причине увеличивается при обработке изделий, имеющих выступающие части, и в этом случае единственная мера защиты — это осторожность и плотно облегающая тело рабочего одежда.

Значительное количество несчастных случаев получается при неосторожном обращении с обрабатываемым изделием даже и до установки их на станке и, наконец, при установке их.

Примерно одинаковое место занимают увечья, получаемые при работе ручными инструментами — зубилом, пилой и т. д., а также получающиеся при падении изделий. В первом случае страдают обычно руки, во втором ноги рабочего.

При работе с охлаждением, если у станка нет специального корыта, охлаждающаяся смесь заливает пол около станка. Для того, чтобы устранить падения при движении по скользкому полу, около станка кладутся деревянные решетки. В крайнем случае нужно посыпать весь пол около станка деревянными опилками.

Неисправность электрических приборов (реостатов, рубильников), служащих для включения электромотора, и неосторожное с ним обращение также служат причинами несчастных случаев.

Токарь, в особенности молодой, должен постоянно помнить, что во время работы возможность несчастного случая никогда не исключена, но эта возможность тем меньше, чем чаще вспоминает о ней токарь и чем внимательней он обращается с различными оградительными приспособлениями, которыми современные станки, в большинстве случаев, снабжены в достаточной мере.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Основные понятия о теории резания.

При выборе условий, обеспечивающих наилучшее выполнение какой-либо работы, токарю приходится решать, между прочим, следующие вопросы 1) какое число оборотов дать обрабатываемому предмету (с какой скоростью резания работать), 2) какую подачу и глубину резания применить в данном случае, 3) как заточить резец. Правильное решение всех этих вопросов может быть достигнуто, если оно будет основано на теории резания металлов, которая устанавливает зависимости между всеми факторами, имеющими место при обработке металлов резанием. К этим факторам относятся: материал обрабатываемого изделия, качество и форма резца, скорость и глубина резания и подача.

§ 1. Процесс резания.

В главе I был уже описан процесс резания как внедрение в обрабатываемый предмет клиновидного тела. Практически это выполняется следующим образом. Предположим, что мы имеем металлический валик (рис. 194), который с диаметра 1 мы должны обточить до диаметра 2. Для того, чтобы выполнить это, мы должны сообщить валу вращение в направлении стрелки 3. Резец 4 мы должны подвести к валу так, чтобы наименьшее расстояние режущей кромки резца до оси валика (на рис. 194 это расстояние обозначено цифрой 5) равнялось половине диаметра 2. Затем резцу 4 мы должны сообщить движение в направлении стрелки 9. Если за один оборот валика резец переместится из положения 4 в положение 4', то за это время он снимет стружку, поперечное сечение которой будет представлять собой заштрихованный четырехугольник б. Площадь этого четырехугольника определится двумя величинами: 1) расстоянием, на которое переместился резец за один оборот валика (на рис. 194 это расстояние обозначено цифрой 7), т.е. подачей резца, и 2) глубиной резания, которая равна половине разности между диаметрами валика до обточки и после нее (обозначена на рис. 195 цифрой 8).

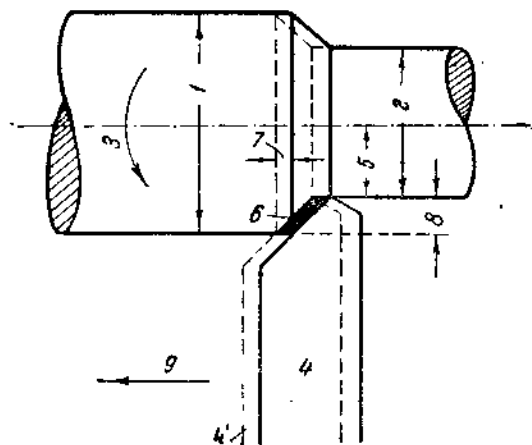


Рис. 194. Схематическое изображение обточки.

Площадь заштрихованного четырехугольника б. определится двумя величинами: 1) расстоянием, на которое переместился резец за один оборот валика (на рис. 194 это расстояние обозначено цифрой 7), т.е. подачей резца, и 2) глубиной резания, которая равна половине разности между диаметрами валика до обточки и после нее (обозначена на рис. 195 цифрой 8).

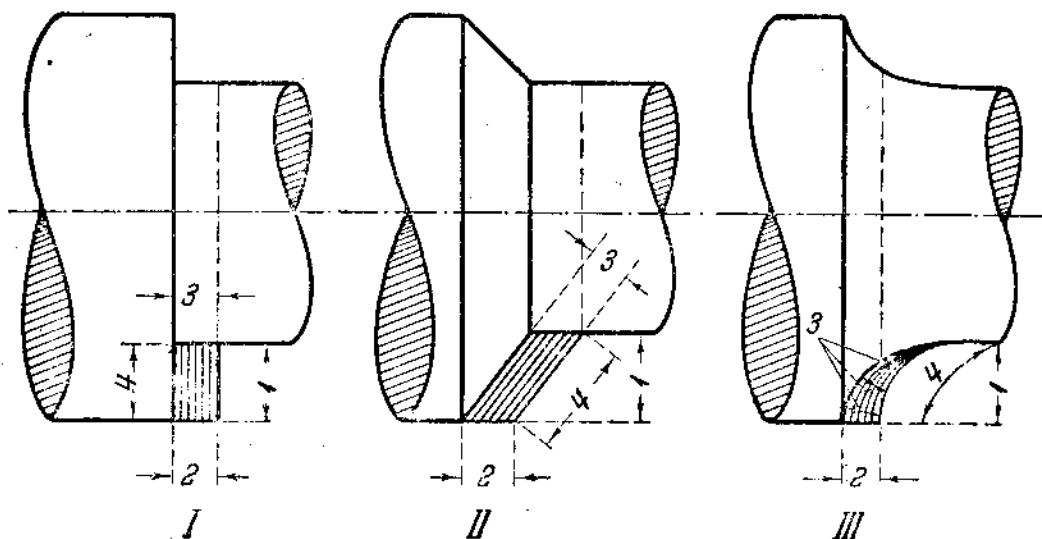


Рис. 195. Формы сечения стружек.

Площадь заштрихованного четырехугольника б, равная произведению подачи на глубину резания, называется сечением стружки.

На рис. 195 представлены три вида сечения стружки, снятые резцами различной формы. На рис. 195-I изображено сечение стружки, снятой резцом

с прямолинейным лезвием, поставленным перпендикулярно к оси обрабатываемого валика; на рис. 195-II мы видим сечение стружки, снятой тем же резцом, но поставленным наклонно к оси валика, и, наконец, на рис. 195-III показано сечение стружки, снятой резцом с криволинейным лезвием. На всех этих рисунках цифрой 1 обозначена глубина резания, цифрой 2 — подача.

Кроме этих величин необходимо знать еще следующее: а) толщину стружки (обозначена на рис. 195 цифрой 3), которая измеряется по перпендикуляру к режущей кромке резца, и б) ширину стружки (обозначена цифрой 4), равную длине работающей части режущей кромки резца.

Как толщина, так и ширина стружки зависят от угла наклона лезвия прямолинейного резца к оси обрабатываемого предмета. На рис. 195-I угол этот равен 90° , на рис. 195-II он около 60° . При угле наклона 90° подача равна толщине стружки (рис. 195-I). Чем меньше этот угол, тем меньше толщина стружки по сравнению с подачей. Ширина стружки с уменьшением угла наклона лезвия резца увеличивается. При угле 90° ширина стружки равна глубине резания. При криволинейном лезвии резца толщина стружки разная и зависит от формы резца. Ширина стружки в данном случае также зависит от формы лезвия, так как она равна длине рабочей части лезвия.

Несмотря на разную форму сечения стружек, изображенных на рис. 195, сечения их будут все равны друг другу, если подача и глубина резания одинаковы во всех трех случаях.

Установив основные определения, характеризующие размеры стружки, переходим к процессу ее образования. Мы уже знаем, что резец, врезавшись в материал, своей передней гранью давит на металл и сжимает его до тех пор, пока это давление не превысит величину сцепления частиц. В этот момент происходит скалывание частей металла и отделение части его в виде стружки. Явление это затем повторяется снова. Таким образом, резание есть процесс постепенного скалывания кусочков металла. Во время этого процесса, как мы видим, металл подвергается весьма основательным деформациям (изменениям формы). Прежде всего он подвергается сжатию и затем скалыванию. Сжатие металла бывает при этом настолько велико, что сжатый кусочек металла в одном направлении укорачивается, а в другом — увеличивается, разбухает. Как сжатие, так и скалывание кусочков металла сопровождается образованием и выделением значительного количества теплоты. Часть этой теплоты передается обрабатываемому предмету, часть резцу и большая часть (от 50 до 75%) остается в стружке, так как за короткий промежуток времени срезания стружки только часть теплоты сможет перейти из стружки в обрабатываемый предмет и резец.

Посмотрим теперь, отчего зависит количество теплоты, выделяющейся при резании.

§ 2. Зависимость процесса резания от материала обрабатываемого изделия.

А. Формы стружек.

Внешний вид формы стружки изменяется в зависимости от свойств обрабатываемого металла. Металлы твердые, но вязкие (сталь, железо), дают стружку скалывания различных видов. Металлы твердые, но хрупкие (чугун, твердая бронза), дают стружку надлома. Металлы мягкие и вязкие (например, свинец) образуют стружку сливную.

Стружка скалывания в зависимости от твердости металла может несколько видоизменяться. При обработке очень твердого металла частицы этой стружки не сохраняют взаимной связи, и стружка распадается на ряд отдельных кусочков (рис. 196). Другая разновидность стружки скалывания, так называемая ступенчатая стружка (рис. 197), получается при обработке менее твердых металлов

(например, мягкой стали, железа). У этой стружки скалывание отдельных элементов неполное, так что они сохраняют взаимную связь и образуют более или менее прочную ленту, выступая на поверхность этой ленты в виде ступеней.

С уменьшением твердости металла возрастает вязкость его, и поэтому при обработке мягких металлов образуется сливная стружка (рис. 198), сходная со стружкой скалывания. В этом случае отдельные частицы стружки настолько мало разделяются друг от друга, что образуют сплошную гладкую ленту.

При обработке металла твердого, но хрупкого, образуется стружка надлома (рис. 199); при этом резец, углубляясь в металл, не скалывает элемента стружки, а вырывает его в виде кусочков неправильной формы. Обработанная поверхность получается при этом негладкой.

Изменение формы стружки отражается на образовании теплоты резания, на распределении ее между резцом, обрабатываемым предметом и стружкой. Дело в том, что чем меньше теплоты будет передано резцу и чем больше ее остается в стружке или будет передано основной массе обрабатываемого предмета, тем меньше будет нагреваться резец, т. е. тем дольше он будет работать.

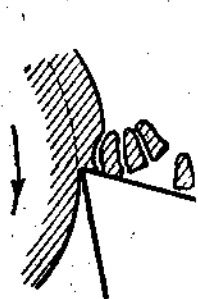


Рис. 196. Стружка скалывания.

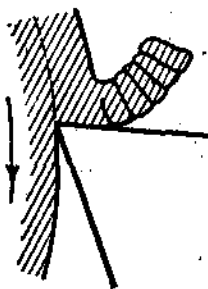


Рис. 197. Ступенчатая стружка.

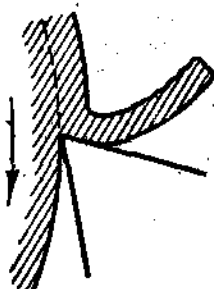


Рис. 198. Сливная стружка.

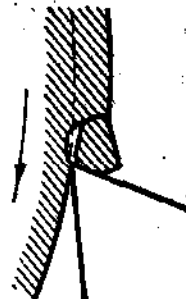


Рис. 199. Стружка надлома.

Во время процесса резания, как уже было сказано, нагревшаяся стружка часть своей теплоты передает основной массе металла; это значит, что чем лучше стружка передает тепло, тем больше отведет она тепла от места резания. В то же самое время, чем больше стружка изменяет свою форму, тем больше образуется теплоты, и тем менее способна стружка передавать тепло. В твердых металлах стружка скалывания, состоящая из отдельных элементов, сильнее всего меняет свою форму и благодаря этому образует больше всего теплоты. В то же время она быстро распадается на отдельные частицы и поэтому плохо отводит теплоту от лезвия резца. Вследствие этого такая стружка в отношении нагревания резца самая невыгодная. Ступенчатая стружка в этом отношении лучше, так как меньше изменяет свою форму и сохраняет связь между отдельными своими частицами. По этой же причине еще лучше — сливная стружка.

Сильно разбухшая стружка большей площадью опирается на верхнюю поверхность резца и на большем расстоянии от режущей кромки, вследствие чего опять-таки улучшается отвод тепла. Таким образом, мы видим, что резец должен больше всего нагреваться при образовании стружки скалывания, состоящей из отдельных кусочков, меньше при образовании стружки скалывания в виде сплошной ленты и еще меньше при образовании сливной стружки.

При образовании стружки надлома (в случае обточки, например, чугуна), несмотря на то, что обрабатывается твердый металл и стружка состоит из отдельных кусочков, резец нагревается не настолько сильно, насколько можно было бы ожидать. Причина этого заключается в том, что частички металла, которые отделяются при образовании стружки надлома, меньше изменяют форму и меньше требуют усилия для своего отделения, чем при образовании стружки скалывания.

Б. Твердость обрабатываемого металла.

Итак, мы установили, что твердость металла отражается на форме образующейся стружки, а вследствие этого и на распределении образовавшейся при резании теплоты. Чем тверже металл, тем больше теплоты остается у режущей кромки. Точно таким же образом влияет на распределение теплоты, образовавшейся при резании, и сама твердость металла. Дело в том, что чем тверже обрабатываемый металл, тем хуже он проводит теплоту. Это обстоятельство неблагоприятно влияет на отвод теплоты от места резания; чем хуже проводит металл теплоту, тем медленнее она распространяется от места резания по всему обрабатываемому предмету, тем больше ее остается у места резания, и тем сильнее нагревается резец. Кроме того, с увеличением твердости металла увеличивается давление стружки на резец. С увеличением давления стружки на резец увеличивается сила трения стружки об резец, а вместе с тем и количество выделяющейся теплоты.

Из всего сказанного мы видим, что главные свойства металла, которые должны быть приняты во внимание, — это твердость и вязкость его, при чем влияют они на нагревание резца или косвенно или непосредственно. Косвенное влияние твердости и вязкости выражается, во-первых, в том, что образующаяся стружка получает разные формы, и, во-вторых, в разных способностях твердых и мягких металлов проводить тепло. Непосредственное влияние твердости металла заключается в том, что с увеличением твердости его возрастает количество выделяющейся при резании теплоты. Необходимо заметить, что косвенное влияние твердости металла гораздо значительнее, чем непосредственное. При обработке твердой стали резец нагревается в $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ раза скорее, чем при обработке мягкой стали, при одних и тех же условиях (подаче и скорости резания), между тем как давление стружки на резец при обработке твердой стали больше, чем при обработке мягкой, примерно лишь в $1\frac{1}{2}$ раза.

Здесь необходимо остановиться на некоторых особенностях обработки чугуна. Несмотря на то, что при обработке чугуна давление на резец, а следовательно, и количество выделяющейся теплоты много меньше, чем при обработке стали—скорость резания, которую допускает чугун, меньше, чем скорость резания для стали такой же твердости. Эта особенность объясняется тем, что при обработке чугуна резец больше изнашивается от истирающего действия землястых частиц, имеющих в чугуне, чем от действия образующейся при резании теплоты. В особенности это относится к обработке корки чугунных деталей, т.-е. поверхностного слоя отливки. В этом слое всегда имеются частицы песка, который истирает поверхность резца и затрудняет отвод тепла. Указанные особенности обработки чугуна приводят к тому, что при обработке его приходится брать скорости резания меньшие, чем при обработке стали.

§ 3. Зависимость процесса резания от качества и формы резца.

А. Материал резцов.

Правильность условий, выбранных для обработки какого-либо изделия, определяется стойкостью резца, т.-е. временем, в течение которого резец будет работать до переточки. Понятно, что здесь будут иметь значение не только обрабатываемый материал, скорость резания и сечение стружки, но и материал резца, а также его форма. Основные требования, которые предъявляются к резцу, состоят в том, что он должен быть тверже, чем обрабатываемый материал, иначе он не будет резать. Этой твердости, которую резец получает при закалке, он не должен терять при нагреве его теплотой, образующейся при резании.

Материалы, из которых в настоящее время делают резцы, могут быть разбиты на две группы 1): 1) сплавы, основной составной частью которых является железо, и 2) сплавы, не содержащие железа.

К первой группе относятся стали: углеродистая, самозакаливающаяся и быстрорежущая. Во вторую группу входят сплавы, основная часть которых есть кобальт или вольфрам. К сплавам с кобальтовой основой относятся Стеллит, Акрит, Цельзит и т. д.; Видиа, Карболой и Победит принадлежат к сплавам, основная часть которых — вольфрам.

В главе I мы в самых общих чертах указали, как с течением времени совершенствовались материалы, употребляющиеся для изготовления резцов. Довольно подробно мы рассмотрим этот вопрос в следующей главе этой книги, здесь же укажем только то направление, в котором происходило постепенное улучшение этих материалов.

Резцы, изготовленные из инструментальной, самозакаливающейся и из быстрорежущей стали, после закалки становятся настолько твердыми, что почти во всех случаях удовлетворяют первому требованию, которое предъявляется материалу резца («резец должен быть тверже, чем обрабатываемый материал»). Сплавы 2-й группы, т. е. Стеллит, Видиа, Победит и т. д., закалки не требуют, так как имеют естественную твердость более высокую, чем та, которую имеют закаленные резцы даже из лучшей быстрорежущей стали. Из этого мы видим, что усовершенствование материалов для резцов постепенно увеличивало их твердость.

Несравненно большую разницу между резцами из углеродистой стали и, например, резцами Видиа мы увидим, если сравним их способности сохранять режущие свойства при нагреве. Теплота, образующаяся при резании, частично, как мы видели, передается резцу. От действия этой теплоты резец нагревается, становится мягким и быстро разрушается: И вот в то время, как резец из углеродистой стали сохраняет свои режущие свойства при нагреве до 200 — 250°, резец из быстрорежущей стали хорошо работает, не затупляясь, даже при 600 — 700°. Видиа, Победит и др. быстрорежущие сплавы выдерживают, не разрушаясь, еще более высокие температуры нагрева. Итак, мы видим, что второй путь, по которому шла техника, улучшая режущие свойства резцов, — это повышение предельной температуры, при которой происходит размягчение и разрушение резца.

Разрушение резца происходит не только от перегрева его, но еще и от механического истирания его стружкой, происходящего при различных условиях у резцов, изготовленных из разных материалов. Резцы из углеродистой стали начинают постепенно истираться вскоре после начала работы. Резцы же из быстрорежущей стали сохраняют остроту своего лезвия почти до момента разрушения. Изнашиваться начинает верхняя поверхность резца на некотором расстоянии от режущей кромки и постепенно доходит до лезвия. В этот момент начинает выделяться очень большое количество теплоты, в результате чего резец быстро разрушается, его лезвие и боковая поверхность совершенно изнашиваются и сплавляются.

Выше мы говорили, что при обработке чугуна резец разрушается, главным образом, от действия земляных частиц. Поэтому, если быстрорежущие резцы при обработке стали дают возможность повысить скорость резания (в сравнении с углеродистыми резцами) в 6—7 раз, то при обработке чугуна это повышение в лучшем случае может быть достигнуто в 3 раза.

Нагревание резца ставит предел скоростей резания, выше которого идти нельзя, не разрушая его слишком быстро. Некоторое повышение скорости резания может быть достигнуто посредством применения охлаждающих жидкостей.

1) Подробнее — см. следующую главу.

Направляя на стружку в том месте, где она отделяется от металла, очень сильную струю такой жидкости, мы отнимаем от стружки значительное количество теплоты и уменьшаем нагревание резца. Для успешности охлаждения необходима сильная струя воды, направленная на стружку (рис. 200), так как именно в стружке образуется большая часть теплоты резания.

Мы видели, что теплота резания влияет на разрушение резца, главным образом, при обработке стали. Меньше она имеет значения при обработке чугуна. Поэтому и влияние охлаждения будет более значительно при обработке стали.

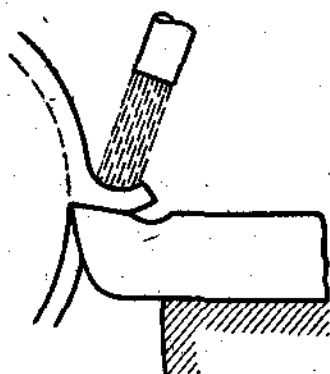


Рис. 200. Охлаждение резца.

Б. Форма резцов.

Переходим к выяснению влияния на процесс резания формы резца. Для этого, прежде всего, установим названия частей его (рис. 201). На этом рисунке цифрой 1 обозначено так называемое лезвие резца или режущие кромки, а цифрой 2 — передняя или режущая грань его. Плоскость 3 называется задней гранью резца, а плоскость 4 — его подошвой. Передняя часть резца (на рис. 201 обозначена цифрой 5) есть головка резца, а часть 6 — его тело.

Угол, образованный передней гранью резца и направлением резания (угол 1 на рис. 202), называется углом резания.

Угол 5, образованный передней и задней гранями резца, есть угол заострения. От величины этого угла в весьма значительной степени зависит и прочность и устойчивость резца. Чем больше этот угол, тем больше материала сосредоточено у режущего лезвия. Поэтому резец с большим углом заострения лучше отводит теплоту, образующуюся при резании. Резец с малым углом плохо проводит через себя теплоту и поэтому быстро нагревается и затупляется. Итак, из соображений прочности

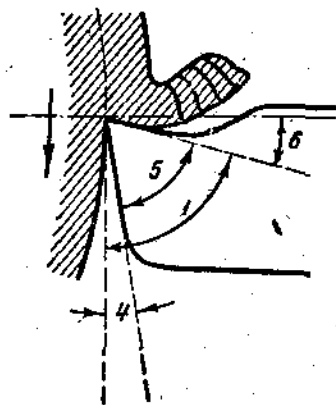


Рис. 202. Основные углы резца.



Рис. 201. Общий вид резца.

и устойчивости угол заострения резца следует делать возможно большим. Но в действительности величина этого угла связана еще с целым рядом обстоятельств, о которых будет сказано ниже.

Угол 4 между задней гранью резца и направлением резания называется задним углом. Угол этот необходим для уничтожения трения между обрабатываемой поверхностью и задней гранью резца. Сильно увеличивать его нельзя, так как с увеличением его уменьшается угол заострения, как это видно на рис. 202.

Угол 6, называемый передним углом, влияет на форму стружки и давление ее на резец, а следовательно, на сопротивление резанию и на выделение теплоты. При большой величине этого угла стружка получается непрерывной,

а при малом — сломанной на кусочки. При большом угле β сила, которая необходима для отделения и изгибания стружки, будет меньше, чем при малом угле, но с увеличением его уменьшается угол заострения γ , и, следовательно, резец ослабляется. Таким образом, увеличение переднего угла выгодно с точки зрения улучшения условий резания, но понижает прочность и стойкость резца.

Не трудно видеть, что величина угла резания γ определяется выбранным углом заострения и задним углом. В самом деле, из рис. 202 очевидно, что угол резания γ равен сумме углов заострения γ и заднего угла α . Величина заднего угла колеблется в очень небольших пределах ($6 - 10^\circ$), и, следовательно, величина угла резания зависит, главным образом, от угла заострения. Поэтому все вышесказанное относительно этого угла относится и к углу резания. Чем больше угол резания, тем устойчивее резец. С другой стороны, чем больше угол резания, тем тяжелее резание.

В некоторых случаях режущее лезвие бывает наклонено

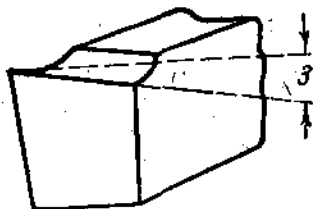


Рис. 203. Угол поперечного уклона.

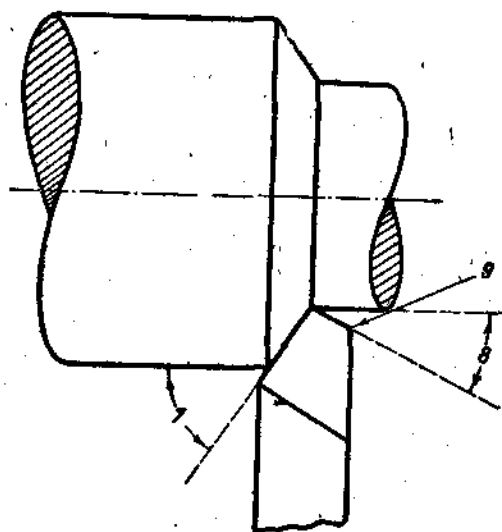


Рис. 204. Передний и задний углы в плане.

по отношению к телу резца (рис. 203), при чем угол β , под которым наклонена передняя грань, называется углом поперечного уклона.

Угол между лезвием резца и осью предмета (обозначен цифрой 7 на рис. 204) называется передним углом в плане. Как было указано выше, от этого угла зависит толщина стружки при постоянной подаче. С уменьшением угла γ стружка делается тонкой, но широкой, и давление ее распределяется на большую поверхность резца. Кроме того, такая стружка остывает быстрее. Слишком уменьшать этот угол нельзя, так как это вызывает дрожание изделия.

Угол, обозначенный на рис. 204 цифрой 8, называется задним углом в плане и служит для предотвращения трения между задней кромкой 9 и поверхностью обрабатываемого предмета.

В заключение остановимся на форме режущего лезвия. Если резец имеет прямолинейное лезвие, то толщина стружки по всей ее ширине одинакова. Предположим, что лезвие резца расположено под прямым углом к оси обрабатываемого предмета. В таком случае скорость резания у разных точек лезвия, участвующего в резании, будет разная. Чем ближе к центру изделия, тем меньше будет эта скорость резания, и наоборот — она будет больше у его наружной поверхности. Поэтому образование стружки у самого конца лезвия резца (близко к центру) будет происходить медленнее, чем у поверхности изделия. Отделение частиц стружки в разных точках поэтому будет происходить в разные моменты, так что дрожания изделия не будет, или же оно будет происходить от других причин.

При большом наклоне лезвия резца к оси изделия (при уменьшении переднего угла в плане) ширина стружки увеличивается, в то время, как глубина

резания остается той же самой. Это приводит к тому, что при большей длине работающей части лезвия резца моменты отделения частиц стружки сближаются, что и служит причиной дрожания.

Причина дрожания резца заключается в самом процессе образования стружки. Мы знаем, что резец снимает металл до некоторого предела, пока давление не превысит сцепления частиц и не произойдет скалывание стружки. В этот момент давление резца, достигшее наибольшей величины, сразу сильно падает. Таким образом, происходят периодические возрастания и уменьшения давления на резец. Это обстоятельство и служит причиной возникновения дрожаний. Если давление возрастает и падает в разные моменты во всех точках лезвия, то склонность к дрожанию резца уменьшается. Из изложенного вытекает, что резание будет происходить спокойно (без дрожания) только в том случае, если лезвие резца перпендикулярно к оси изделия. Но такой способ установки резца невыгоден, так как в этом случае давление стружки на резец сосредоточивается на небольшом (равном глубине резания) участке, что ведет к быстрому износу резца.

Уменьшение переднего угла в плане, как мы видели, вызывает дрожание. Лучшей формой лезвия резца с этой точки зрения является криволинейная, и, поэтому, лезвие обдирочных резцов часто делается закругленным. Однако, в виду того, что закругленная форма лезвия увеличивает выделение теплоты, рекомендуется ограничиваться лишь таким закруглением лезвия, которое необходимо для устранения дрожания. При криволинейном лезвии толщина стружки изменяется по всей его длине, и, следовательно, изменяются все размеры частиц стружки. В том месте, где стружка тонкая, частицы ее мельче и быстрее отделяются друг за другом. В толстой части стружки частицы крупнее и отделяются медленнее. Таким образом, моменты образования элементов по длине лезвия не совпадают, и склонность к дрожанию резца уменьшается.

§ 4. Зависимость процесса резания от режима работы.

А. Влияние скорости резания.

Выше мы говорили о выделении теплоты и о стойкости резца, не принимая во внимание влияния режима работы, подразумевая под этим ту скорость резания, подачу и глубину резания, которые выбраны для данной работы. Мы знаем, что разрушение резца происходит вследствие истирания и вследствие выделения теплоты. Количество выделяющейся теплоты и нагревание резца больше всего зависят от скорости резания. Иногда даже очень небольшое увеличение ее приводит к быстрой порче резца.

Опытами установлено, что с увеличением скорости резания продолжительность работы резца без переточки быстро уменьшается. Если, например, резец работает без переточки при скорости резания 15 м в минуту $1\frac{1}{2}$ часа, то при обработке того же материала и при том же сечении стружки, но при скорости резания 18 м/мин., он проработает всего 20 минут, а при скорости резания 20 м он испортится через 5 минут.

Зависимость продолжительности работы резца от скорости резания дается в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1.

Зависимость стойкости резца от скорости резания.

	Ч и с л о р а з					
Увеличение скорости	1,05	1,1	1,15	1,20	1,25	1,3
Уменьшение продолжительности работы резца без переточки .	1,5	2,3	3,7	6	10	17,5

ПРИМЕР 1. При обработке чугунного изделия была принята скорость резания 12 м/мин. Резец работал без переточки 1 час. При увеличении этой скорости на 4 м, т.-е. до 16 м/мин. (или в 1,25 раза), продолжительность работы резца упадет в 10 раз, т.-е. до 6 минут.

ПРИМЕР 2. Резец при скорости резания 20 м/мин. проработал всего 10 мин. и сгорел. Какую скорость резания следует взять, чтобы резец работал без переточки 1 час (60 мин.)? Увеличение стойкости резца требуется в $\frac{60}{10} = 6$ раз.

Из таблицы видим, что скорость резания должна быть взята в 1,2 раза меньше, т.-е.

$$\frac{20}{1,2} = 16,5 \text{ м/мин.}$$

При определении правильности выбора скорости резания необходимо руководствоваться следующими соображениями: при слишком малых скоростях резец изнашивается от истирания его поверхности. С увеличением скорости резания повышается температура резца, и он становится менее стойким против истирания. Это значит, что скорость резания может повышаться до некоторого предела, при котором резец немедленно разрушается. Температура резца, вообще говоря, устанавливается не сразу: после начала работы она будет возрастать до тех пор, пока не установится равенство между количеством притекающей к резцу теплоты и количеством теплоты, которое отводится через тело резца. Температура, при которой достигается это равенство, во всяком случае должна быть ниже предельной для данного резца. Если скорость выбрана правильно, то температура резца должна установиться приблизительно в течение 10 минут. Заметное увеличение или уменьшение этого срока укажет на слишком малую или на слишком большую скорость резания.

При выборе скорости резания следует иметь в виду, что она не влияет на давление стружки на резец. Как бы мы ни увеличивали скорость резания, давление стружки на резец остается одним и тем же, — не увеличивается, как это казалось бы естественным на первый взгляд. Это обстоятельство важно в том отношении, что при повышении скорости резания напряжение, которое испытывают части станка, передающие движение, не увеличивается.

Б. Влияние размеров стружки.

Второй фактор режима работы, влияние которого нам необходимо рассмотреть, это — сечение стружки, которое в значительной степени влияет на количество теплоты, выделяющейся при резании. При увеличении сечения стружки в несколько раз, во столько же раз увеличивается и количество выделенной теплоты. Это значит, что при увеличении сечения стружки, при одной и той же скорости резания, к резцу будет подводиться большее количество теплоты. Если отвод теплоты остался прежний, то, значит, произойдет повышение температуры резца. Допустим, что скорость, при которой работал резец, была выбрана правильно, т.-е. температура резца была близка к предельной. Это значит, что при увеличении сечения стружки, для того, чтобы температура резца осталась прежней, мы должны уменьшить скорость резания.

Количество выделяющейся теплоты увеличивается так же, как и сечение стружки, а поэтому для того, чтобы температура резца осталась прежней, мы должны, казалось бы, скорость резания уменьшить во столько же раз, во сколько увеличили сечение стружки. На самом деле это не так, потому что с увеличением сечения стружки увеличивается и отвод теплоты. Поясним сказанное на примере.

Допустим, что мы имеем подачу 1 мм, а глубину резания 2 мм. Сечение стружки в этом случае будет $2 \times 1 = 2$ кв. мм. Увеличим вдвое глубину резания и подачу. Таким образом, глубина резания будет равна 4 мм, а подача 2 мм. Сече-

ние стружки будет теперь равно $4 \times 2 = 8$ кв. мм. Количество теплоты, выделяющейся во втором случае, будет в 4 раза больше, чем в первом (так как сечение стружки теперь в $\frac{8}{2} = 4$ раза больше). Но отвод теплоты во втором случае будет в два раза больше, так как длина режущей кромки резца, которая находится в соприкосновении с металлом, режет его и получает от него теплоту также в два раза больше. В самом деле, в первом случае эта длина была равна 2 мм, а во втором стала 4 мм.

Сопоставляя влияние увеличения сечения стружки с влиянием увеличения скорости резания, мы приходим к тому заключению, что увеличение сечения стружки в 4 раза также влияет на температуру резца, как увеличение скорости резания в два раза. Отсюда вытекает основной закон резания: выгоднее работать с большими сечениями стружки, чем с большими скоростями.

В. Влияние формы сечения стружки.

До сих пор, когда мы говорили о влиянии сечения стружки, мы имели в виду размеры этого сечения, но не форму его. Между тем сечение стружки определяется двумя величинами — шириной и толщиной, которые по-разному влияют на процесс резания. Эта разность влияний сказывается в

- 1) давлении на резец,
- 2) распределении теплоты между стружкой и резцом, и
- 3) скорости отвода теплоты.

При толстой стружке деформация металла не так велика, как при тонкой, так как частицы металла не так сильно сдвигаются. Поэтому давление на резец, а следовательно, и количество теплоты растет медленнее толщины и одинаково с шириной стружки. То же самое происходит и при распределении теплоты между стружкой и резцом. В толстой стружке теплоты остается больше, чем в тонкой.

Таким образом, влияние этих двух причин говорит в пользу толстой стружки, но влияние это очень незначительно и с избытком покрывается влиянием третьей причины. Широкая стружка гораздо лучше отводит тепло, чем узкая. Это происходит оттого, что широкая стружка соприкасается на большей длине с лезвием резца и лучше отводит теплоту вглубь его. При толстых и узких стружках, наоборот, теплота сосредоточивается у самой вершины резца. Таким образом, тонкие и широкие стружки допускают большие скорости резания, чем толстые и узкие. Это есть второй основной закон резания.

Заканчивая краткое ознакомление с теорией резания металлов и основными ее законами, мы должны сказать следующее. При несомненной справедливости этих законов слепое выполнение их может привести к неблагоприятным результатам. Предположим, например, что на токарном станке обрабатывается изделие, форма которого такова, что оно не может быть закреплено в патроне станка достаточно прочно. Следуя первому закону резания, следовало бы взять крупную стружку при малой скорости резания и за один-два прохода обработать изделие. В действительности так делать нельзя. При большой стружке изделие вырвет из патрона, и поэтому приходится обрабатывать его не за одну-две стружки, а за три-четыре, при более высокой скорости резания.

Второй закон резания совершенно неприменим при чистовых работах, производящихся при малых глубинах резания и больших подачах. Тем не менее, знание основных положений теории резания необходимо, так как оно постоянно помогает разрешать вопросы, возникающие на практике.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Режущие инструменты.

Почти все виды режущих инструментов, употребляющихся при обработке металлов на станках, находят себе применение (правда, в разной степени) в токарном деле, но основными и наиболее употребительными являются, конечно, резцы, и поэтому им будет уделена большая часть этой главы. Другие режущие инструменты, применяющиеся при работе на токарном станке, а именно: сверла, метчики, плашки, развертки и т. д., будут рассмотрены только в общих чертах. Такое неравномерное распределение места, отводящегося для резцов, с одной стороны, и для целого ряда инструментов — с другой, объясняется еще и тем, что насколько часто токарю приходится самому изготовлять резцы, настолько же редко он делает это в отношении сверл, разверток и т. д., получая их готовыми в инструментальной кладовой.

§ 1. Резцы.

А. Формы резцов.

Резцы, применяемые на токарных станках, по характеру выполняемой ими работы, могут быть разделены на следующие группы:

- а) резцы для грубой наружной обточки,
- б) резцы для наружной чистовой отделки,
- в) резцы для поперечной обточки,
- г) подрезные резцы,
- д) резцы отрезные и прорезные,
- е) резцы для внутренней расточки,
- ж) фигурные или фасонные резцы.

Особое место среди всех видов резцов, применяющихся в токарном деле, занимают так называемые **резьбовые резцы**, предназначенные для нарезки резьбы как наружной, так и внутренней. Об этих резцах мы будем говорить в главе XIII этой книги, посвященной нарезке резьбы.

а) Резцы для грубой наружной обточки.

Эти резцы, часто называемые **обдирочными**, должны снимать с обрабатываемого изделия, с возможно большей легкостью, крупную стружку. При этом от резца не требуется чистоты обрабатываемой поверхности и соблюдения точности размеров изделия. Поэтому форму головки этих резцов следует делать такой, чтобы резец удовлетворял следующим условиям:

- 1) Работал всегда при самых высоких скоростях резания. Это свойство резца зависит от материала резца, его профиля ¹⁾ и углов его заточки.
- 2) Резал наиболее легко и расходовал поэтому возможно меньше энергии. Это свойство резца совершенно не зависит от его материала и определяется целиком профилем его, углами затречек, и, наконец, формой режущей грани.
- 3) Был наиболее прочен и устойчив, т. е. не слишком быстро тупился и поэтому требовал бы возможно меньшего количества заточек. Это свойство резца зависит, главным образом, от его профиля и углов заточки.
- 4) Чтобы резец можно было легко и быстро заточивать, не изменяя у него той формы, которая ему была придана, согласно трем первым правилам. И в этом случае достоинство резца определяется его формой.

Рассматривая эти четыре основных требования, предъявляемые к обдирочному резцу, мы видим, что производительность резца и его стойкость находятся главным образом в зависимости от его формы, т. е. профиля и углов заточки.

¹⁾ Профилем резца называется вид на него сверху.

На рис. 205 представлена лучшая форма обдирочного резца. Наибольшая производительность обдирочного резца может получиться только при больших сечениях стружки, а последние получаются при стружках широких и, вместе с тем, тонких. Поэтому при обработке мягких и вязких материалов, не имеющих корки, режущие лезвия 1 — 2 необходимо делать возможно больше, длиннее. При длинном лезвии можно брать большую глубину резания при небольшой подаче. Стружка при этом получится широкая и тонкая, давление ее будет распределяться на большую длину лезвия 1 — 2, и резец поэтому будет нагреваться меньше, чем это было бы при узкой и толстой стружке.

Наклон лезвия 1 — 2 к оси изделия (передний угол в плане) выбирается в зависимости от мощности станка и величины резца. При сильных станках и больших резцах (размер А не меньше 30 мм) угол 3 делается около 35° . При станках меньшей мощности и средних резцах (размер А от 20 до 30 мм) угол этот берется около 45° , и, наконец, при слабых станках и резцах шириной до 20 мм угол 3 делают в среднем 55° .

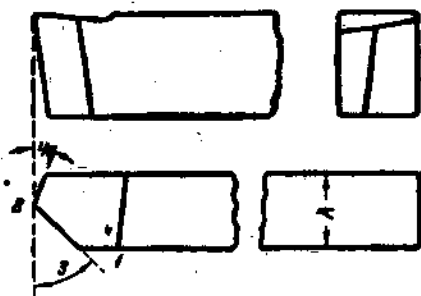


Рис. 205. Прямой обдирочный резец.

В этом заключается первое правило для выбора профиля резца. Правило это может быть сформулировано так: чем сильнее станок, тем длиннее должно быть режущее лезвие 1 — 2, а поэтому тем меньше должен быть передний угол в плане. Только при таком наклонном лезвии возможно получить при наибольшем сечении стружки наибольшее соприкосновение режущего лезвия резца с изделием, вследствие чего он будет меньше нагреваться.

Кроме этих соображений, при выборе профиля резца приходится еще иметь в виду и твердость материала обрабатываемого изделия. Чем тверже обрабатываемый материал, тем меньше должен быть угол в плане. Таким образом для различных материалов можно принимать следующие величины угла 3 (рис. 205):

Для твердой стали	30°
» средней стали и чугуна	40°
» мягкой стали и чугуна	50°

На практике угол этот берут в среднем 45° .

Неменьшее значение при выборе переднего угла в плане имеет форма обрабатываемого изделия. Дело в том, что с уменьшением этого угла увеличивается давление резца на изделие, вследствие чего изделие начинает гнуться, пружинить и дрожать. Величина силы этого давления делается равной нулю, если угол наклона лезвия к оси изделия равен 90° , т.е. в том случае, когда лезвие стоит перпендикулярно к оси изделия. Поэтому для обточки длинных и тонких изделий передний угол в плане приходится брать больше среднего. В некоторых случаях угол этот делают равным 90° , что в значительной степени уменьшает изгибание и дрожание изделия.

Для уменьшения дрожания изделий полезно делать режущую кромку резца криволинейной (рис. 206). Резец с такой кромкой дает гладкую обрабатываемую поверхность. Резец этот не находит себе достаточно широкого применения в виду некоторых затруднений, возникающих при его изготовлении и заточке.

При обработке изделий с твердой коркой (чугун, плохо отожженная сталь) передний угол в плане должен быть возможно больше, чтобы в соприкосновении с коркой находилась возможно меньшая часть режущего лезвия 1 — 2. Угол

этот делается близким к 90° , благодаря чему резец будет разрушаться от твердой корки на небольшой длине лезвия; поэтому его можно проще и скорее затачивать.

Правильно построенный резец (вид сверху) для обработки изделий с твердой коркой показан на рис. 207.

В некоторых случаях при обработке изделий с очень твердой коркой наклон режущего лезвия к оси изделия берут больше 90° , т. е. ставят резец так, что он своей вершиной один врезается в мягкую часть металла (под корку), — глубже, чем все остальные точки режущего лезвия, как это и показано на рис. 208. Такая форма режущей кромки резца способствует тому, что твердая корка

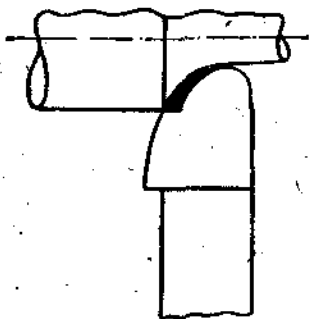


Рис. 206. Обдирочный резец с криволинейным лезвием.

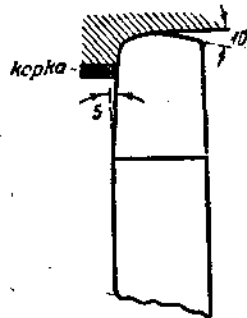


Рис. 207. Работа резца по корке.

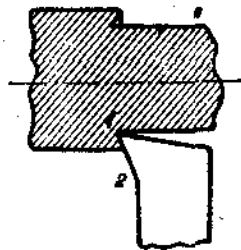


Рис. 208. Работа резца «под корку».

разрушается вершиной резца, находящейся в мягкой части изделия; поэтому режущее лезвие 1 — 2 (рис. 208) долго стоит и хорошо режет. Существенный недостаток этого профиля резца состоит в том, что такой резец, как говорят, заедает (затягивает в изделие), но с этим недостатком часто приходится мириться, а чтобы уменьшить заедание резца, следует делать его прочнее.

Для большей устойчивости резца угол его вершины следует закруглять, благодаря чему резец лучше отводит теплоту и не так сильно нагревается, как при острой вершине. Кроме большей устойчивости, закругление вершины резца дает более гладкую поверхность обрабатываемого изделия. Поэтому во всех обдирочных резцах угол при вершине надо закруглять, и чем больше будет закругление, тем устойчивее будет резец. В этом заключается второе правило при построении профилей резца. Только в тех случаях, когда необходимо выточить острое углубление в изделии, приходится делать небольшое закругление вершины.

Правая часть резца, находящаяся сзади вершины его, хотя она и не принимает непосредственного участия в резании, должна быть возможно больше. Делать это необходимо для того, чтобы сосредоточить около режущего лезвия возможно больше металла, что способствует лучшему отводу теплоты, образующейся при резании, и, следовательно, увеличивает стойкость резца. Угол 4 (рис. 205), ограничивающий заднюю часть резца, должен быть не больше $5 - 10^\circ$, чтобы только устранить трение заднего ребра об изделие. С этой точки зрения правый резец, представленный на рис. 209, гораздо устойчивее левого, изображенного на том же рисунке. Ширину нерабочей части резца надо делать не меньше одной трети ширины его. Это есть третье правило построения профиля резца.



Рис. 209. Два резца (сравнение теплоотвода).

При соблюдении этих трех правил резец получается массивный, с большим количеством металла около режущего лезвия. Кроме того такая форма профиля

обдирочных резцов позволяет готовить их не посредствомковки, а заточкой на точиле, что гораздо дешевле и целесообразнее, так как порча резцов в громадном большинстве случаев происходит во время поковки.

Верхняя режущая грань резца делается плоской при обработке чугуна и обязательно вогнутой формы у резцов, предназначенных для обработки стали. Такая поверхность уменьшает трение стружки о переднюю грань резца, вследствие чего он меньше нагревается. Кроме того, если бы мы сделали верхнюю грань плоской, то стружка сама сделает эту грань вогнутой, так что вогнутая поверхность является как бы единственной для отходящей стружки. Делать вогнутую поверхность у резцов, предназначенных для обработки чугуна, особой надобности нет, потому что отходящая стружка в этом случае соприкасается с верхней гранью резца на небольшой поверхности.

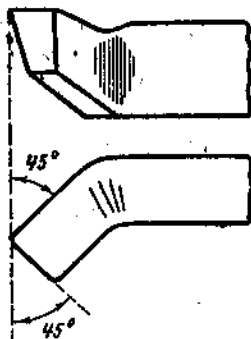


Рис. 210. Изогнутый обдирочный резец.

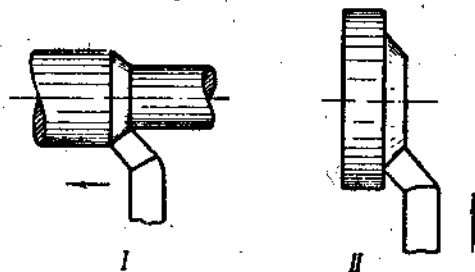


Рис. 211. Работа обдирочным изогнутым резцом.

Кроме указанного профиля обдирочных резцов, широкое применение находят изогнутые обдирочные резцы (рис. 210). Отгибание производится (на 15° — 45° , в зависимости от условий работы) кузнечным способом, что в сравнении с прямыми резцами является недостатком, так как во времяковки сталь резцов часто понижает свои режущие свойства. Достоинство этих резцов и главная причина их широкого распространения состоит в том, что один такой резец пригоден для работы как при продольной подаче, так и при поперечной, без перестановки. На рис. 211-I показан вид сверху такого резца, работающего при продольной подаче. Тот же резец и в том же положении (без перестановки) часто употребляют и при поперечной обточке (рис. 211-II).

До сих пор на рис. 205, 206, 208 и 210 были показаны резцы, работающие при продольной подаче от задней бабки к передней. Эти резцы называются *правыми*. Резцы, работающие при подаче от передней бабки к задней, называются *левыми*. Левые резцы изготовляются по тем же самым правилам, которые были приведены выше относительно правых резцов.

Что касается углов заточек обдирочных резцов, то они выбираются в соответствии с общими правилами, приведенными в главе VI этой книги. В таблице 2 приводятся средние величины основных углов обдирочных резцов для разных материалов.

ТАБЛИЦА 2.
Основные углы обдирочных резцов.

Обрабатываемый материал	Задний угол	Угол заострения	Угол резания
Стальное литье, закаленный чугун	$3^\circ - 7^\circ$	$85^\circ - 87^\circ$	$90^\circ - 92^\circ$
Мягкая сталь, железо	$3^\circ - 12^\circ$	$52^\circ - 75^\circ$	$75^\circ - 82^\circ$
Серый чугун, твердая сталь	$3^\circ - 10^\circ$	$62^\circ - 85^\circ$	$72^\circ - 88^\circ$
Бронза	$3^\circ - 12^\circ$	$56^\circ - 82^\circ$	$70^\circ - 85^\circ$
Латунь	$3^\circ - 15^\circ$	$65^\circ - 85^\circ$	$75^\circ - 90^\circ$

Особое место среди обдирочных резцов занимает резец Клопштока, изображенный на рис. 212-1, основная особенность которого — узкая фаска 7, проходящая по всей длине режущей кромки. Ширина этой фаски у крупных резцов доходит до 1 мм. Фаска 7 образует угол резания около 90° . За фаской идет довольно круто спускающееся углубление, которое дает хорошие условия отхода стружки. Резцы Клопштока хорошо работают при тяжелой обдирке. На рис. 212-II показано отделение стружки резцом Клопштока. Недостаток этих резцов — трудность изготовления.

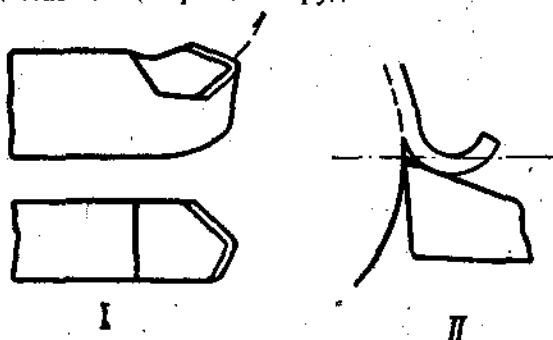


Рис. 212. Резец Клопштока.

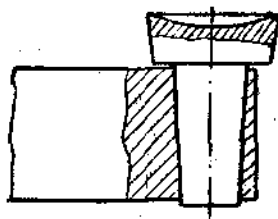


Рис. 213. Круглый резец.

Для обработки очень твердых материалов, как, например, твердых чугунов и стальных отливок, марганцевистой стали и т. д., иногда применяются круглые обдирочные резцы. Резцы эти закрепляются в державке, как это показано на рис. 213. После того как режущая кромка резца затупится, резец немного поворачивают и работают соседней, еще целой кромкой. Существенный недостаток этих резцов — трудность заточки.

б) Чистовые резцы.

Чистовые резцы служат для окончательной (чистовой) отделки обрабатываемых изделий и поэтому должны давать чистую, ровную поверхность. Глубина резания в этом случае небольшая, и для использования режущих свойств резца следует увеличивать подачи. Для того, чтобы на обрабатываемой поверхности не оставалось глубоких следов (штриха) от резца, радиус закругления резца следует делать возможно больше.

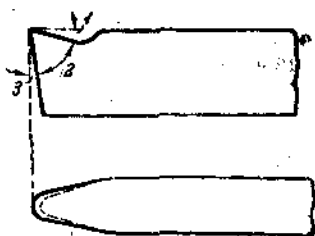


Рис. 214. Чистовой резец для мелкой подачи.

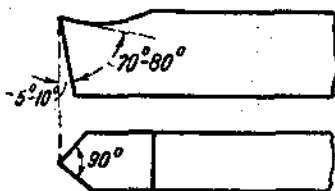


Рис. 215. Чистовой резец для мелкой подачи (2-й тип).

На рис. 214 представлен чистовой резец, довольно часто встречающийся в наших мастерских. Такой резец употребляется при чистовых работах мелкой подачей (главным образом по стали). Кроме того эти резцы очень часто используются и как обдирочные. Узким и длинным концом их удобно обтачивать разные

закругления и трудно доступные места сложных по форме изделий. Резцы эти работают в обе стороны, т.-е. и как правые и как левые.

Для чистовой отделки бронзовых, медных отливок, а также твердого чугуна применяются такие же остроносые резцы, но несколько иной формы (рис. 215).

Чистовые резцы с широкой режущей кромкой (рис. 216) находят себе широкое применение при обработке стали, но чаще чугунных отливок. Длина режущего лезвия делается больше подачи примерно на $\frac{1}{3}$ ее, что уменьшает следы резца на обработанной поверхности.

Очень часто для чистовой отделки изделий пользуются пружинными резцами (рис. 217). Широкая режущая кромка резца, встретив твердое место в материале, отклонится от изделия, а не врежется в него. Успех работы

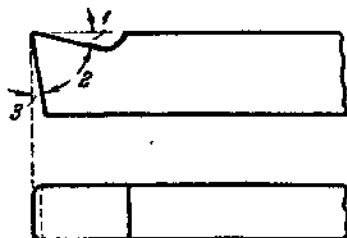


Рис. 216. Чистовой резец для широкой подачи.



Рис. 217. Пружинный резец.

с пружинными резцами зависит от того, насколько хорошо пружинит резец. Если пружина его слаба — в щель 7 закладывается деревянная прокладка. Иногда вместо дерева при обработке особо твердых и вязких материалов в щель 7 пружины резца защемляется кусочек кожи, которая, так же как и дерево, увеличивает упругость резца, но в то же время оставляет его достаточно гибким.

Углы резания чистовых резцов делаются в среднем 80° . Если же требуется большая точность в изделии, то угол резания увеличивают до 90° . При таком угле будет меньше заедания и дрожания изделия, и поэтому обрабатываемая поверхность получится чище.

В нижеприводимой таблице указаны основные углы чистовых резцов для разных материалов.

ТАБЛИЦА 3.

Основные углы чистовых резцов ¹⁾.

Обрабатываемый материал	Передний угол 1	Угол заострения 2	Задний угол 3
Железо и мягкая сталь .	28°	55°	7°
Стальные отливки . . .	23°	60°	7°
Сталь средней твердости, серый чугун	15°	68°	7°
Твердая сталь, твердый чугун	10°	74°	6°

в) Резцы для поперечной подачи.

При поперечной обточке изделия, зажатого в патроне, или при подрезке торца предмета, обрабатываемого в центрах, резание происходит при тех же самых условиях, что и при продольной обточке. Поэтому все резцы, предназначенные для продольных работ, могут быть использованы и при поперечной обточке.

При обточке кольцевой поверхности (рис. 218) обыкновенные проходные резцы (так называют часто обдирочные, предназначенные для работы продольным самоходом) не годны. В таких случаях применяют особые прямые или

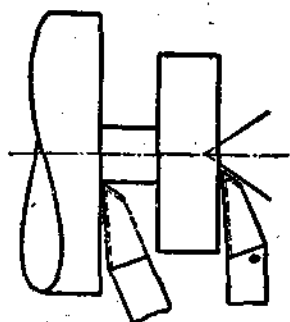


Рис. 218. Обточка кольцевых поверхностей.

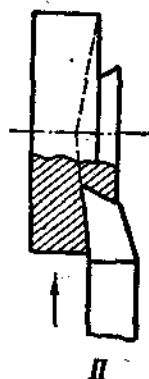
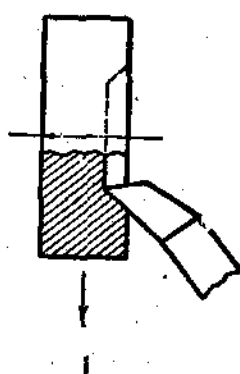


Рис. 219. Обточка торцов к центру и от центра.

отогнутые резцы. Эти резцы называются подрезными. При обточке подрезными резцами торцевых поверхностей следует работать поперечной подачей, направленной от центра к краям в направлении, указанном на рис. 219-I стрелкой. В противном случае неизбежно заедание резца, которое получится вследствие давления на резец со стороны еще не срезанной части изделия (рис. 219-II). При работе от центра (рис. 219-I) такое заедание не может иметь места. Правило это необходимо соблюдать при отделочных работах.

г) Подрезные резцы.

Эти резцы, так же как и проходные, бывают правые и (рис. 220) левые, при чем правым считается тот, который служит для подрезки торца, расположенного к задней бабке.

Этими резцами очень часто пользуются и при работе продольным самоходом — при обработке тонких и гибких изделий. Режущая кромка их должна быть строго перпендикулярна к оси обрабатываемого изделия, иначе резец будет заедать: его будет затягивать в изделие (рис. 208).

При изготовлении подрезных резцов приходится отказываться от основных правил изготовления резцов, установленных в начале этой главы. Подрезные резцы по характеру работы, для которой они предназначаются, не могут иметь

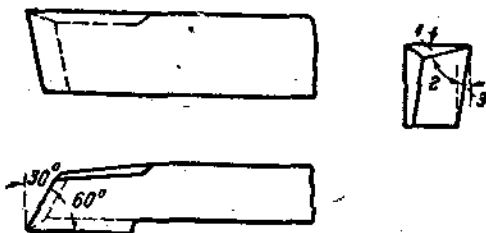


Рис. 220. Подрезной резец.

задней теплоотводящей части и закругленной вершины. Тем не менее и при этих резцах следует стараться оставлять возможно больше металла около режущего лезвия, чтобы оно было возможно прочнее и устойчивее.

Подрезные резцы часто делают изогнутыми для того, чтобы было удобно подрезать торцы изделий, зажатых в патрон.

Углы заточек подрезных резцов приводятся в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4¹⁾.
Углы заточек подрезных резцов.

Обрабатываемый материал	Передний угол 1	Угол заострения 2	Задний угол 3
Железо, мягкая сталь . . .	28°	55°	7°
Стальные отливки	23°	60°	7°
Сталь средней твердости, серый чугун	15°	68°	7°
Твердая сталь, твердый чугун	10°	74°	6°

д) Отрезные и прорезные резцы.

Отрезные резцы делают прямыми (рис. 221-I) и изогнутыми (рис. 221-II). Последние бывают правые и левые. Изогнутые резцы необходимо иметь для тех случаев, когда прямым резцом пользоваться неудобно, например, при отрезке обрабатываемого изделия у самых кулачков патрона (рис. 222).

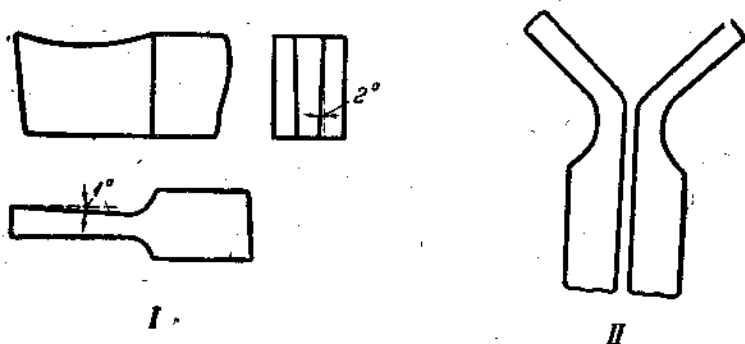


Рис. 221. Отрезные резцы.

При отрезке необходимо обеспечить возможно меньшую потерю материала, а поэтому отрезные резцы приходится делать тонкими. Чтобы поверхность среза получилась возможно чище, конец резца на некоторой длине имеет такую же ширину, как и режущая кромка его (на длине 2—3 мм), так что на этом участке боковые грани параллельны между собой. Дальше боковые грани режущего лезвия

¹⁾ См. рис. 220.

идут, сужаясь с обеих сторон (на $1^\circ - 2^\circ$). Делать это необходимо для того, чтобы боковые грани не терлись о материал. Делать уклон этих граней больше, чем $1^\circ - 2^\circ$, не следует, чтобы не ослаблять резца.

Устанавливать отрезные резцы следует так, чтобы режущее лезвие их точно проходило через центр изделия. В противном случае постоянные поломки резцов неизбежны.

Для уменьшения дрожания резцов и изделий, в особенности при отрезке предметов больших диаметров или при прорезке глубоких канавок, очень полезно делать резцы в виде пружинных (рис. 223). При такой установке резца обрабатываемое изделие прижимается вниз, и дрожание его уменьшается.

Прорезные резцы отличаются от отрезных лишь в немного и предназначаются для прорезки канавок.

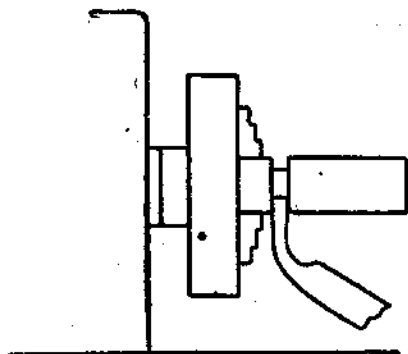


Рис. 222. Отрезка «под корни».



Рис. 223. Отрезной пружинный резец.

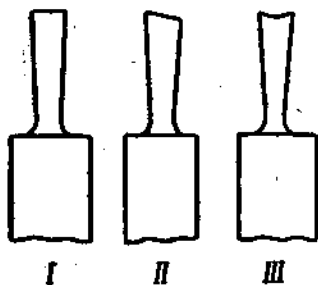


Рис. 224. Формы лезвий отрезных резцов.

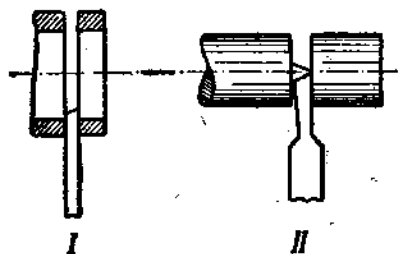


Рис. 225. Скошенный отрезной резец в работе.

Передняя режущая кромка отрезных резцов делается параллельной оси изделия (рис. 224-I), но при этом отрезаемое изделие отламывается раньше, чем резец дойдет до центра, и у изделия остается хвостик, который приходится удалять после отрезки тем или иным способом. Для того, чтобы хвостик этот получился у той части материала, которая остается зажатой в патрон, переднюю кромку резца очень часто делают под небольшим углом к оси изделия (рис. 224-II). Хвостик остающейся части материала, закрепленной в патрон, может быть срезан дальнейшим продвижением резца вперед (рис. 225-I и II). Недостаток такой заточки: при глубоких прорезках лезвие резца уводит в сторону, и оно ломается. Для таких случаев переднюю режущую грань отрезных резцов следует сделать так, как это показано на рис. 224-III. Углы заточек отрезных резцов приводятся в таблице 5.

*** ТАБЛИЦА 5.**
Углы заточек отрезных резцов ¹⁾.

Обрабатываемый материал	Передний угол 1	Угол заострения 2	Задний угол 3
Железо, мягкая сталь . . .	10°	73°	7°
Стальные отливки	8°	76°	6°
Сталь средней твердости, серый чугун	6°	79°	5°
Твердая сталь, твердый чугун	4°	82°	4°

Угол резания у отрезных резцов, предназначенных для бронзы, часто делается 90°.

е) Резцы для внутренней расточки.

Форма и размеры расточных резцов определяются в зависимости от диаметров отверстий, для которых они предназначаются. Чем меньше диаметр растачиваемого отверстия, тем тоньше должен быть стержень резца. С другой стороны, чем глубже отверстие, тем длиннее должен быть резец и тем больше его приходится высовывать из резцедержателя, чтобы можно было пройти всю длину дыры. Длинный и тонкий стержень резца во время работы пружинит и поэтому для снятия больших стружек не годится.

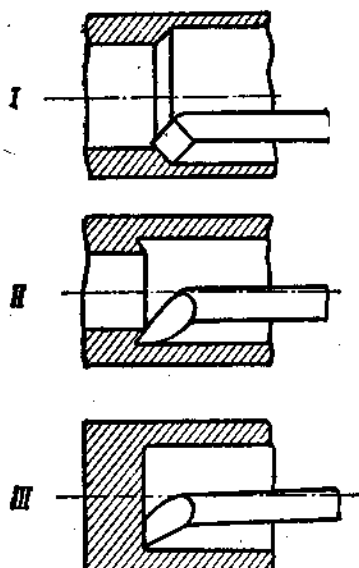


Рис. 226. Обдирочные расточные резцы.

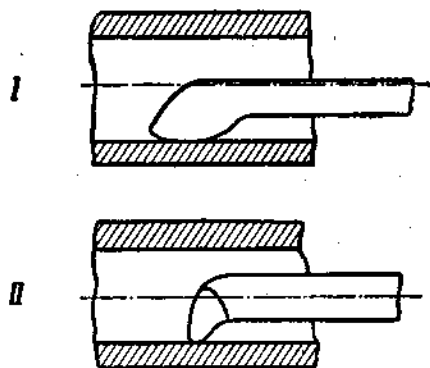


Рис. 227. Чистовые расточные резцы.

На рис. 226 представлены три общеупотребительных формы расточных резцов. Изображенный на рис. 226-I обыкновенным обдирочным резцом пользуются для расточки уже имеющихся дыр, полученных в литейной или предварительным сверлением. Резец этот сходен с обыкновенным обдирочным,

¹⁾ См. рис. 221.

режущая кромка его расположена наклонно и отделение стружки, поэтому, происходит свободно. Недостаток этого резца в том, что режущая кромка его быстро портится о твердую корку поверхности дыры.

С этой точки зрения лучше резец, показанный на рис. 226-III; этот резец работает так же, как изображенный на рис. 208. Во время работы лезвие его идет по мякоти, под коркой, обламывает ее (изнутри) и поэтому довольно долго сохраняется. Недостатки этого резца те же, что и у показанного на рис. 208: плохой отвод теплоты от режущего лезвия и заедание, возможность которого в данном случае увеличивается вследствие малого сечения резца.

Резец, показанный на рис. 226-III, употребляется при обточке внутренних буртиков и торцев.

Для чистовой обработки растачиваемых отверстий служит резец, изображенный на рис. 227-I. Резец этот дает чистую поверхность, но не всегда верный диаметр отверстия, так как его во время работы отжимает от изделия. С этой точки зрения лучше резец, показанный на рис. 227-II.

Резцы для внутренней расточки изготавливаются в большинстве случаев из стали прямоугольного или квадратного сечения, при чем передний конец их оттягивается поковкой. Реже встречаются круглые расточные резцы, потому что для установки их в резцедержатель необходимо иметь специальные подкладки.

Углы заточек расточных резцов несколько отличаются от принятых для наружных резцов. Так, передний угол расточного резца, предназначенного для обработки чугуна и твердой стали, делается 20° , а для расточки железных изделий — до 30° . Величина заднего угла очень часто выбирается в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия. Чем меньше этот диаметр, тем больше должен быть задний угол резца, чтобы задняя грань его не терлась о поверхность отверстия.

Коваными расточными резцами следует пользоваться только для расточки отверстий небольших диаметров. Расточку больших отверстий лучше производить маленькими резцами, зажатыми в специальные державки.

ж) Фасонные или фигурные резцы.

Резцы, предназначенные для обточки изделий, имеющих сложную форму, составляют особую группу резцов, называемых фасонными или фигурными. Режущее лезвие этих резцов составлено из различных кривых или сочетания кривых с прямыми линиями, соответственно форме обрабатываемого изделия.

Два простейших фигурных резца показаны на рис. 228.

Один из них (рис. 228-I) предназначен для обточки вогнутых, а другой (рис. 228-II) — выпуклых закруглений.

Профиль этих резцов получается или опиловкой вручную или посредством фрезеровки или строжки, если изготавливается большое количество одинаковых фигурных резцов. Фрезер или резец строгательного станка при этом должен иметь профиль, обратный профилю изготавливаемого прямого фигурного резца.

Размеры фигурных резцов выбираются по общим правилам, углы же их несколько отличаются от общепринятых. Для обработки чугуна, латуни и бронзы передний угол очень часто делают равным 0° и режут 2° — 4° . При обработке железа и стали угол этот доходит до 6° . Подобная заточка не рекомендуется. Она, конечно, улучшает условия резания, но искажает профиль резца, а следовательно, и форму изделия. Поэтому лучше во всех случаях передний угол у фигурных резцов делать равным 0. Задний угол делается около 6° — 10° .

Существенный недостаток резцов, изображенных на рис. 228, состоит в том, что после нескольких переточек профиль их изменяется настолько, что они становятся негодными для дальнейшей работы. Поэтому такими резцами пользуются

только в тех случаях, когда работа не имеет массового характера и заточки резцов производятся редко.

Улучшенный фигурный резец показан на рис. 229. В этом случае резец 1 изготовляется из бруска стали, так что верхней гранью резца служит торец этого бруска. Брусок этот сзади, по всей своей длине, имеет выступ 2 в форме ласточкина хвоста, который входит в такое же гнездо в державке 3. Закрепление резца в этой державке производится при помощи болтов 4, стягивающих надре-

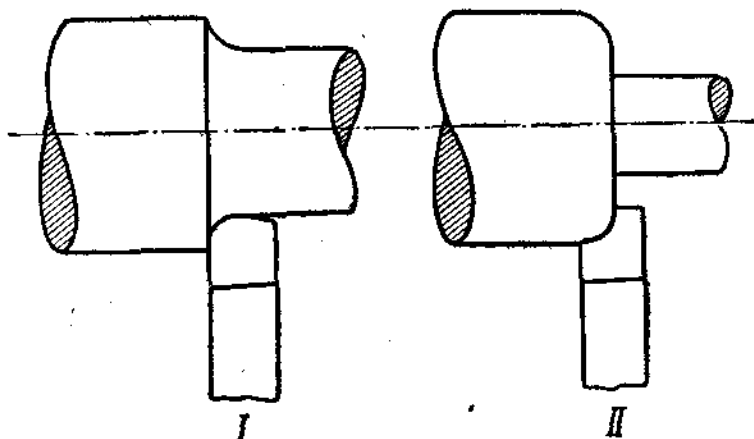


Рис. 228. Простой фигурный резец.

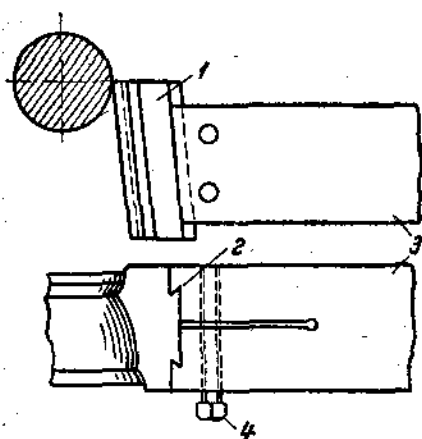


Рис. 229. Прямой фигурный резец.

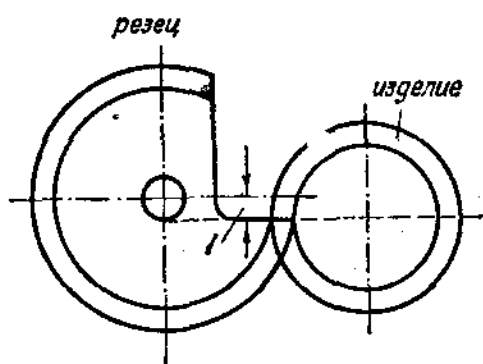


Рис. 230. Круглый фигурный резец.

занную державку. Передний угол такого резца делается равным 0° , задний же угол получается сам собой, благодаря наклонной установке резца в державке. При затуплении резца стачивается только верхняя грань.

Приготовление таких плоских фигурных резцов фрезеровкой или строжкой обходится дорого, так как требует изготовления вспомогательных инструментов (фрезера или строгательного резца). Поэтому такие прямые фигурные резцы изготовляют только в тех случаях, когда профиль их не очень сложен, и резцы, подобные изображенному на рис. 229, встречаются не очень часто.

Гораздо чаще применяются круглые фигурные резцы, изготавливаемые на токарном станке, при чем специальные инструменты для этого оказываются необ-

ходимыми только для окончательной отделки резца. Режущее лезвие у круглого резца получается посредством выреза части его (рис. 230). Чтобы получить у круглого фигурного резца задний угол, режущая плоскость делается не по диаметру его, а несколько ниже, на вполне определенную для каждого резца величину. Обычно эта величина берется равной одной десятой диаметра резца. Таким образом, если резец имеет диаметр 60 мм, то величина l (рис. 230) должна быть равна 6 мм.

Чтобы при таком положении режущей грани не был искажен профиль изделия, изготовление фигурного резца нужно вести так, чтобы плоский фигурный резец, которым производится окончательная обточка изготавливаемого круглого резца, стоял ниже центра станка на ту же величину l (рис. 230). При переточке круглого резца стачивается только режущая грань его (сверху)

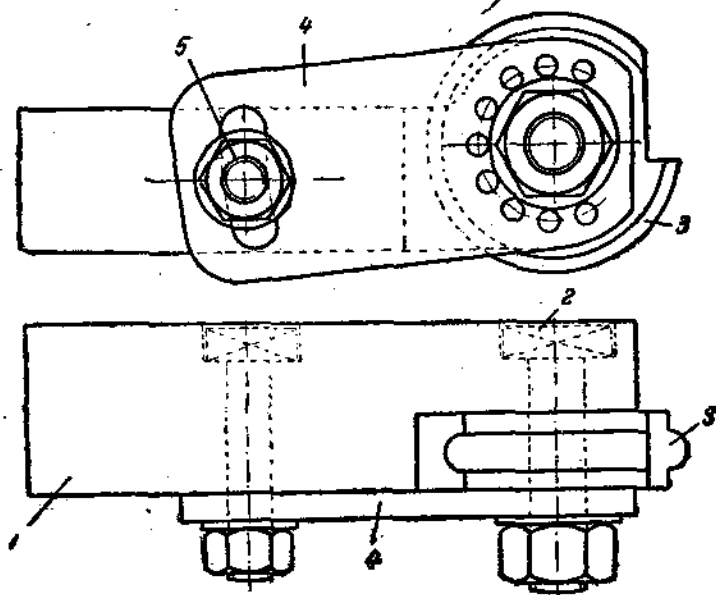


Рис. 231. Державка для фигурного резца.

при чем для того, чтобы размер l при этом не изменялся, режущая плоскость всегда должна быть касательной к окружности радиуса, равного понижению режущей грани.

При установке круглого фигурного резца на станке нужно строго следить за тем, чтобы режущая кромка его была расположена точно по центру изделия. Для ускорения такой установки пользуются специальными державками для круглых резцов, одна из конструкций которых представлена на рис. 231.

Изображенная на этом рисунке державка для круглых резцов устроена следующим образом. В стержне 1 державки имеется наглухо в ней закрепленный болт 2 , на который надевается круглый резец 3 . Вслед за резцом на этот же болт надевается регулирующая пластинка 4 . Эта пластинка может поворачиваться на болте 2 и закрепляться в каком-либо положении болтом 5 , проходящим сквозь стержень державки. Оба эти болта можно заменить шпильками. Возможность поворотов пластинки 4 около болта 2 обеспечивается бобовидным прорезом в ней, через который проходит болт 5 . На другом конце пластинки высверливается ряд отверстий, диаметр которых — 5—6 мм, расположенных строго по окружности, концентричной с отверстием для болта 2 .

На резце 3 имеется штифт того же диаметра, что и отверстия в пластинке. В новом, не точеном резце штифт этот помещается так, чтобы он попал в первое отверстие пластинки 4, в то время как пластинка занимает среднее положение относительно болта 5, а резец — правильное положение относительно центра станка.

По мере стачивания резца штифт попадает во второе, третье и т. д. отверстия.

Поворачивая регулирующую пластинку 4 около болта 2, мы в то же время будем поворачивать и связанный с ней упомянутым выше штифтом резец 3 так, что легко можем поставить его в желаемое положение относительно центра станка и закрепить резец в этом положении болтом 5.

Достоинства этой державки:

- 1) она дает жесткое закрепление резца;
- 2) дает возможность использовать резец до конца;
- 3) допускает возможность быстрой установки резца в требующемся положении относительно центра, и
- 4) при переточке резца нет надобности снимать всю державку, а достаточно снять один резец.

После переточки резец встанет в прежнее положение, а отрегулировать его относительно центральной линии станка не представляет затруднений.

Б. Материал для резцов.

а) Углеродистая сталь.

До конца прошлого столетия единственным материалом для изготовления резцов была углеродистая сталь с содержанием углерода от 1% до 1,5%. Кроме углерода в этой стали содержится кремний и марганец, при чем содержание того и другого не превышает 0,2% — 0,3%. Кремний и марганец особого влияния на твердость и механические свойства резца не имеют. Сера и фосфор считаются вредными примесями в углеродистой стали, и содержание каждого из них не должно быть больше 0,02%. Большое содержание серы делает углеродистую сталь красноломкой, т. е. легко трескающейся при красном калении. При большом содержании фосфора сталь становится хладноломкой, легко ломающейся от ударов в холодном состоянии.

Твердость углеродистой стали зависит исключительно от содержания в ней углерода. Чем больше содержится его в стали, тем тверже эта сталь. Для обыкновенных токарных резцов, поэтому, употребляется сталь, содержащая 1,2% углерода, и лишь для обточки очень твердых изделий (бандажи, прокатные валики) следует брать сталь с содержанием углерода 1,5%.

С повышением содержания углерода понижается вязкость стали, т. е. способность сопротивляться ударам и толчкам во время работы. Чем меньше в стали углерода, тем устойчивей она при работе, при толчках и ударах, и, наоборот, чем больше в стали углерода, тем менее она устойчива при ударах.

Выше мы говорили, что резец из углеродистой стали теряет свои режущие свойства при нагреве до 200° — 250°. Поэтому резцы из углеродистой стали следует применять только в тех случаях, когда приходится почему-либо работать с небольшими скоростями резания. Вязкость углеродистой стали способствует широкому применению ее и в настоящее время для изготовления фигурных резцов.

При обработке особенно твердых материалов, как, например, закаленного чугуна или твердых сортов стали, углеродистые резцы даже при работе на небольших скоростях резания быстро затупляются. Поэтому уже давно техника искала материалов более стойких, чем углеродистая сталь.

б) Самозакаливающаяся сталь.

В 1856 г. англичанин Роберт Мешет, прибавив к обыкновенной углеродистой стали — вольфрама, марганца и сравнительно небольшое количество хрома, значительно повысил ее режущие свойства. Сталь эта получила название **стали Мешет** и имела состав:

Углерод	2%
Марганец	2,5%
Кремний	1,3%
Вольфрам	5%
Хром	0,5%

Сталь Мешет не требовала закалки в обычном смысле этого слова, т.е. погружения раскаленного инструмента в закаливающую жидкость. Нагретая до 925° и охлажденная в обычном атмосферном воздухе, она приобретает режущие свойства, значительно превышающие таковые углеродистой стали.

До 1890 г. сталь Мешет применялась исключительно для обработки особенно твердых поковок и отливок на обычных для углеродистой стали скоростях резания. Таким образом в течение этого времени (1856 — 1890 гг.) использовалась только твердость стали Мешет, а способность ее сохранять твердость при высоком нагреве оставалась неиспользованной. Только опытами американского исследователя Тейлора, произведенными в период 1894 — 1895 гг., было установлено, что скорости резания при работе резцами из стали Мешет могут быть значительно повышены. Этим было доказано, что применение резцов Мешет только для обработки твердых металлов не использует всех свойств, и стало очевидным, что резцы эти должны широко применяться в мастерских для всех работ, но с более высокими скоростями резания.

Сталь Мешет все время совершенствовалась и к 1895 году было уже много и других марок самозакаливающихся сталей.

в) Быстрорежущая сталь.

Около 1900 г. американские инженеры Тейлор и Уайт, исследуя свойства самозакаливающейся стали, нашли, что, нагревая резцы из этой стали почти до точки плавления, можно сообщить им исключительно высокие режущие свойства. В 1900 году резцы эти демонстрировались на выставке в Париже, и с этого времени началась эпоха быстрорежущей стали. Следует отметить, что первые быстрорежущие резцы отличались от обычных резцов из самозакаливающейся стали того времени только способом закалки их.

С 1900 г. и до нашего времени улучшение быстрорежущей стали шло по пути постепенного повышения содержания составных частей ее и изучения их влияния. Ниже мы приводим один из составов современной быстрорежущей стали высокого качества.

Углерод	0,65% — 0,80%
Вольфрам	20%
Ванадий	1,5%
Молибден	0,5%
Хром	5%

Рассмотрим влияние отдельных элементов, входящих в состав быстрорежущей стали.

Углерод. Углерод обязательно входит в состав быстрорежущей стали, потому что, соединяясь с вольфрамом и хромом, придает стали надлежащую

твердость. Содержание углерода колеблется в пределах от 0,5% до 0,9%. При содержании его в количестве большем 0,9% сталь становится хрупкой.

Вольфрам и хром. Оба эти элемента сообщают стали свойства самозакаливания и стойкости при высоких температурах. Содержание вольфрама не превышает 25%. Содержание хрома колеблется между 3% и 7%; при меньшем содержании хрома сталь недостаточно тверда, при большем — хрупка и пориста.

Ванадий делает сталь более вязкой, но содержание его не должно превышать 2%, иначе ухудшаются режущие свойства стали. Обычно ограничиваются содержанием ванадия около 1,5%. Часто при содержании вольфрама меньше 18%

увеличивают содержание ванадия до 2%. Чем выше содержание вольфрама, тем меньше берут ванадия.

Кобальт. Влияние кобальта изучено плохо, но установлено, что прибавка его повышает теплопроводность сталей, а следовательно, улучшает отвод теплоты, образующейся при резании от лезвия резца. Содержание кобальта обычно 2—5% и доходит до 10%.

Молибден сильно повышает режущие свойства стали, но делает ее крупнозернистой и затрудняет закалку ее. Поэтому содержание молибдена обычно невелико (редко свыше 1%).

В настоящее время различными заводами выпускается много разнообраз-

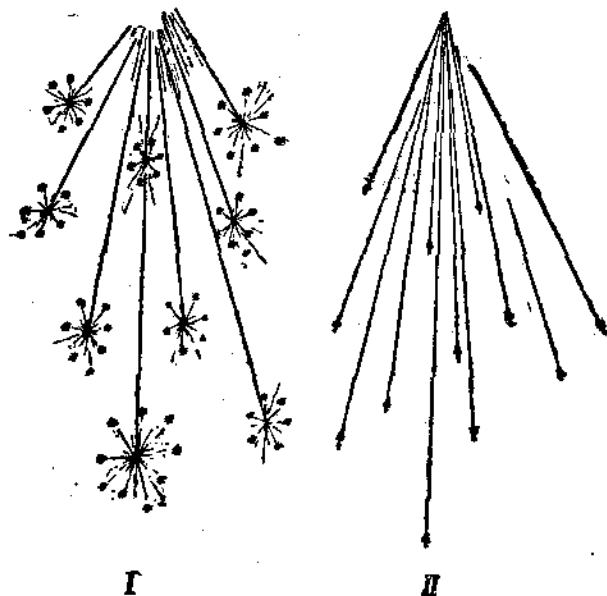


Рис. 232. Испытание стали «на искру».

ных сортов быстрорежущих сталей. В СССР быстрорежущая сталь изготавливается на двух заводах: «Красном Путиловце» в Ленинграде и заводе «Электросталь» в Москве.

Завод «Красный Путиловец» выпускает следующие марки быстрорежущей стали:

- 1) хромо-вольфрамовая сталь «Успех»;
- 2) хромо-вольфрамовая — ванадиевая сталь «Победа».

«Успех» клеймится буквой «У»; этикетка золотистая. Служит для обработки не очень твердых материалов машиноподелочной стали, железа и т. д.

«Победа» — этикетка темно-красная, клеймо «П». Хорошо работает при обработке твердых материалов.

«Электросталь» выпускает три сорта быстрорежущей стали марки «Молния» с золотистой этикеткой:

- 1) M_2 — быстрорежущая сталь для резцов нормальной производительности;
- 2) M_1 — быстрорежущая сталь для резцов высокой производительности;
- 3) M — быстрорежущая сталь высшего качества.

Сорт стали, из которой изготовлен резец, можно установить или по излому или по искре. Излом быстрорежущей стали имеет очень мелкое строение, напоминающее излом фарфора. В углеродистой стали излом имеет зернистое строение, легко различаемое глазом. Чем тверже сталь, тем мельче ее зерно и темнее излом. Чем мягче сталь, тем светлее излом и крупнее зерно.

При испытании на искру нужно подвести резец к наждачному камню. Искры, образующиеся при шлифовке резца, укажут сорт стали. Углеродистая сталь дает желтые искры, а быстрорежущая сталь — красные. Формы искр также различны и показаны на рис. 232, на котором цифрой I обозначены искры, получающиеся при шлифовке углеродистого резца, а цифрой II — резца из быстрорежущей стали. Углеродистая сталь дает много искр, а быстрорежущая — мало. Чем больше в стали находится вольфрама и хрома, тем темнее ее искра и тем меньше ее получается. Этот способ определения довольно грубый и дает только общее представление о составе стали.

Резцы из быстрорежущей стали отличаются от углеродистых резцов способностью сохранять высокие режущие свойства даже при большом нагреве (до температуры 600° — 700°), что дает возможность работать этими резцами при скоростях резания, значительно превышающих наибольшие скорости, при которых могут работать углеродистые резцы.

г) Стеллиты.

После того как первое впечатление, которое произвело появление быстрорежущей стали (1900 г.), улеглось, начались поиски еще более производительных материалов для резцов. Было установлено, что режущие свойства быстрорежущих сталей достигли предела и улучшение состава сталей не повышало заметно их качества. Поэтому техника обратилась к сплавам, имеющим другое основание вместо железа. Американец Хейнс около 1907 г. изобрел сплав с режущими свойствами, значительно превышающими таковые лучших быстрорежущих сталей. Этот сплав содержит железо лишь в очень небольшом количестве и поэтому не может быть назван сталью.

Название «стеллит» присвоено этому сплаву потому, что в полированном виде он отличается блестящей поверхностью («стелла» по-латински значит «звезда»).

Первые американские стеллиты имели состав:

Кобальт	прибл. 50%
Хром	20%
Молибден	18%
Вольфрам	10%
Углерод	2%

Впоследствии установили, что целесообразнее часть молибдена заменить вольфрамом, так как от этого сплав становится менее хрупким. Постепенно молибден совсем исчезает, и состав стеллита получается следующий (1914 г.):

Кобальт	30% — 55%
Хром	20% — 35%
Вольфрам	9% — 15%
Железо	4% — 13%
Углерод	0,5% — 2%.

Стеллиты получили значительное распространение в Америке. В Германии их развитию помешала война, но после заключения мира ряд германских фирм выпустил сплавы, сходные со стеллитом, а именно Акрит, Цельзит, Торан, Цедит и др. Приводим состав одного из них (Акрит).

Кобальт	38%
Хром	30%
Вольфрам	16%
Никель	10%
Молибден	4%
Углерод	2 — 5%.

Все стеллиты получают путем отливки. Они не могут коваться. Закалки не требуется. Стеллит продается в форме брусков прямоугольного сечения, от которого требующиеся кусочки отрезаются тонким шлифовальным кругом. Благодаря высокой твердости — $7\frac{1}{2}$ — $8\frac{1}{2}$ по шкале Мооса (сталь углеродистая и быстрорежущая всех сортов имеет твердость по этой шкале только 6 — 7), стеллит хорошо режет твердые материалы. Скорости резания стеллитовыми резцами берутся в среднем в два раза выше скорости резания при лучшей быстрорежущей стали. Стеллитовые резцы — хрупки, поэтому для снятия очень больших стружек они менее пригодны, чем обыкновенные быстрорежущие резцы.

Углы резания у стеллитовых резцов делаются более тупыми, чем у резцов из быстрорежущей стали, для того чтобы сообщить режущей кромке большую устойчивость.

Цельные стеллитовые резцы употребляются редко. Обычно пользуются напайными или наварными резцами. Способы напайки и наварки не отличаются от способов, применяющихся при напайке и наварке быстрорежущих резцов, и будут описаны ниже.

д) Алмазные резцы.

В последнее время появилось стремление применять алмазы для резания материалов, быстро затупляющих обыкновенные резцы. Ими пользуются при обточке некоторых твердых (не металлических) материалов, а также для чистовой



Рис. 233. Алмазный резец.

обработки изделий. Алмазными резцами снимают очень малые стружки, но с громадными скоростями. Мелкая подача и легкая стружка позволяют получать весьма большую точность и чистую поверхность.

Алмазы вдаиваются в специальные державки (рис. 233).

Развитие и применение алмазов шло бы, вероятно, быстрее, если бы не появились режущие металлы из карбида вольфрама.

е) Литые карбиды вольфрама.

Одновременно с развитием стеллитов, незадолго до начала Германской войны, появился новый режущий металл под названием «Воломит», отличающийся необыкновенной твердостью, но в то же время чрезвычайной хрупкостью. В виду хрупкости Воломит не получил значительного распространения в качестве режущего инструмента. Резцы из него могли снимать лишь самые незначительные стружки, хотя и с громадными скоростями резания.

В настоящее время имеется несколько разновидностей Воломита — Ломонит, мирамант (в Германии), но лучшим из них является, повидимому, Хейстеллит, изготавливаемый в Америке. Приводим некоторые сведения об одном из литых сплавов карбида вольфрама — мираманте. Он плавится при $2\ 200^{\circ}$ и не теряет твердости при нагреве $1\ 500^{\circ}$. Некоторое размягчение его начинается при $2\ 000^{\circ}$. Мирамант не подвержен действию влажного воздуха и поэтому не ржавеет.

ж) Сплавы карбида вольфрама, полученные спеканием.

Работа по усовершенствованию резцов из карбида вольфрама сводилась к борьбе с их хрупкостью. Первые крупные успехи в этом направлении были достигнуты фирмой Осрам в Германии, которая вместо отливки ввела другой способ получения сплава из карбида вольфрама. Право использования этого способа фирма Осрам передала заводам Круппа, в лабораториях которого новый металл был окончательно изучен и выработан способ изготовления его в больших количествах. Свойство хрупкости новый металл утерять в значительной степени, но сохранил в то же время исключительные режущие качества. На рынке этот металл появился в 1927 г., после демонстрации на выставке в Лейпциге.

Металл этот получил название «Видиа», что в переводе с немецкого значит: «как алмаз». Само название прямо указывает на особые свойства нового металла — его исключительную твердость.

Успех Видиа заставил начать работу по изготовлению этого металла целый ряд фирм. В Америке появился сплав «Карболой», очень близкий по составу и свойствам к Видиа. В Швейцарии изготавливается быстрорежущий металл «Пердерум», также, повидимому, близкий к Видиа.

Главной составной частью всех этих сплавов является вольфрам, что видно из нижеприводимого состава Видиа ¹⁾.

Вольфрам	84%
Кобальт	6%
Углерод	7%
Железо	1%
Прочие примеси	2%.

Физические свойства новых карбидов вольфрама таковы: 1) удельный вес около 14,5; 2) твердость по шкале Мооса — 9,6 — 9,8 (сравни с твердостью стеллита).

Во время работы этот металл остается твердым при светло-красном калении. Способ изготовления Видиа и других сходных с ним быстрорежущих металлов резко отличается от прежних (отливки) и приближается к способу изготовления шлифовальных камней.

Он состоит в следующем: составные части (карбид вольфрама, кобальт и др.) дробятся в мельчайший порошок и тщательно перемешиваются; из этой смеси в специальных формах спрессовываются под громадным давлением пластинки разнообразных форм, после чего спрессованные пластинки подвергаются спеканию в электрической печи при высокой температуре.

Пластинки эти после спекания получают готовыми к употреблению. Никакой закалки не требуется. Пластинки Видиа, изготавливаемые самых разнообразных форм и размеров, напайваются на балванки из обыкновенной стали. Заточка резцов Видиа производится на специальных карборундовых кругах. Обычные наждачные круги не точат Видиа, а наоборот стачиваются сами. О способе напайки пластинки Видиа, а также о правилах работы с этими резцами будет говориться ниже.

Заключивая разбор материалов, употребляющихся для изготовления резцов, мы должны сказать, что последним словом техники в этом направлении является быстрорежущий металл Видиа и сходные с ним Карболой, Пердерум и др. Все эти металлы широко применяются на заграничных заводах, в особенности в Америке, и начинают внедряться в нашу металлообрабатывающую промышленность.

¹⁾ Приводим один из анализов Видиа, сделанный в СССР.

С особым удовлетворением отметим, что усилиями русских техников Видиа недавно перестал быть трудно доступным заграничным продуктом. На «Электрозаводе» (Москва) найден способ изготовления пластинок из карбида вольфрама. Целый ряд испытаний этих пластинок показал, что они не уступают Видиа. В настоящее время на «Электрозаводе» развертывается в широком масштабе производство этого быстрорежущего металла, получившего название «Победит».

На заводе «Ильич» в Ленинграде изготавливаются камни для заточки резцов из Видиа и Победита, так что и в этом отношении от заграничной зависимости мы освободились.

В. Конструкции резцов.

По конструкциям все токарные резцы разделяются на три основных группы: а) цельные, б) наварные и напайные, и в) резцы в державках.

а) Цельные резцы.

Цельные резцы по способу их изготовления распадаются на две группы, а именно: ко в а н ы е, которые получают свою форму отковкой в горячем виде, и п р о с т ы е, форма которых получается обработкой без нагрева (обточкой, строжкой, фрезеровкой или опиловкой вручную). Примером кованого резца может служить резец, показанный на рис. 210. Резец, полученный обработкой в холодном виде, представлен на рис. 205.

Ниже мы узнаем, что всякий нагрев резца или, скажем лучше, кусочка стали связан с возможностью испортить ее. Эта опасность увеличивается, если форма нагретого резца изменяется под действием ударов молотка. Поэтому употребление кованых резцов оправдывается только в том случае, если оно вызывается действительной необходимостью, как это имеет место, например, для расточных резцов.

Гораздо лучшим с этой точки зрения является холодный способ изготовления резцов. В этом случае опасность порчи материала резца почти исключена. Общий недостаток цельных резцов — это необходимость иметь в мастерской большое количество (по весу) дорого стоящей быстрорежущей стали.

Нецелесообразность изготовления цельных резцов выступает тем резче, чем больше резец.

б) Наварные и напайные резцы.

Этого недостатка не имеют наварные и напайные резцы. В этом случае стержень (тело) резца делается из обыкновенной поделочной стали, и только на передний конец его наваривается или напайвается пластинка из быстрорежущей стали. В последнее время на некоторых заграничных заводах начали применять резцы, головка которых приваривается (впритык) к стержню из обыкновенной стали электрическим способом. Во время Германской войны, в виду острого недостатка в быстрорежущей стали, пробовали изготавливать резцы, наплавляя быстрорежущую сталь на конец стержня из поделочной стали.

Несмотря на кажущуюся, на первый взгляд, большую выгоду применения наварных и напайных резцов, пользоваться ими следует с большой осторожностью. Дело в том, что изготовление этих резцов часто обходится настолько дорого, что вся экономия от сохранения быстрорежущей стали пропадает. Выгода эта, повидимому, невелика, и этим, вероятно, объясняется очень медленное распространение наварных и напайных резцов.

Ниже приводится таблица размеров нормальных профилей стали, употребляющихся для изготовления цельных, а также для болванок напайных и наварных резцов.

ТАБЛИЦА 6.
Нормальные размеры стали для резцов.
Сечение стали (размеры в мм).

Круглое	Квадратное	Прямоугольное	
Диаметр	Сторона квадрата	Соотношение сторон	
		1:1,5	1:2
4	4	—	4×8
6	6	6×10	6×12
8	8	8×12	8×16
10	10	10×16	10×20
12	12	12×20	12×25
16	16	16×25	16×30
20	20	20×30	20×40
25	25	25×40	25×50
30	30	30×50	30×60
40	40	40×60	—
50	50	—	—

Длину резцов можно брать по следующей простой формуле: длина болванки равна высоте резца, умноженной на десять; к полученному произведению прибавляется от 50 до 100 мм. Таким образом болванка сечением 16×25 мм должна иметь длину 25×10+ (50 — 100) мм, т.е. от 300 до 350 мм.

в) Резцы в державках.

Главные преимущества державок в сравнении с резцами, изготовленными из целого куска, заключаются в том, что в них зажимаются короткие вставные резачки, используемые почти до конца. Они выгоднее наварных и напайных резцов, потому что в этом случае достаточно один раз затратить средства на покупку державки и она может служить очень долго, при бережном, конечно, обращении с ней.

Вставные резачки заготавливаются из полос быстрорежущей стали. Отрезка резачков и придание им требующейся формы производится в холодном виде, так что возможность порчи их при излишнем нагреве отсутствует. В последнее время вставные резачки продаются в готовом виде, уже закаленными, с начерно обработанной головкой. В большинстве случаев затачиваются оба конца резачка, что позволяет уменьшить количество резцов на одного токаря. Общепринятые размеры вставных резачков приведены в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7.
Размеры вставных резачков.

Сечение мм	Длина мм
6×6	65
8×8	65
10×10	75
12×12	100
16×16	110

Державки со вставными резцами находят себе широкое применение при самых разнообразных токарных работах.

На рис. 234-I представлена обыкновенная державка. Она может служить для закрепления различных резцов, предназначенных для наружной обработки изделий. Закрепление резца в державке производится посредством одного болта с квадратной головкой. Наклонное положение резачка обеспечивает хорошие условия резания и отход стружки. Такие державки бывают нескольких размеров.

Недостаток их — слишком большая высота, так что резачок часто оказывается значительно выше центра. Этого недостатка не имеет державка, представленная на рис. 234-II.

В тех случаях, когда оказываются необходимыми или удобными изогнутые резцы, пользуются изогнутыми державками, одна из которых представлена на рис. 234-III. Такие державки бывают правые и левые. Способ закрепления резца такой же, как и у державок, описанных выше.

Особенно полезны державки для отрезных резцов. Дело в том, что изготовление обыкновенных отрезных резцов производится отковкой, при чем все недостатки этого способа здесь проявляются с особой резкостью. Режущее лезвие резца приходится делать очень тонким, и едва заметная трещина, образовавшаяся при отковке, настолько ослабляет резец, что он быстро ломается. Державка, представленная на рис. 235-I, служит для отрезных резцов. Вставной резачок в этом случае имеет вид

Рис. 234. Державки для наружных резцов.

пластинки клиновидного сечения. Закрепление резачка производится посредством зажима.

Для отрезки изделий у самых кулачков патрона или, вообще, в плохо доступных местах такие державки делают изогнутыми вправо и влево (рис. 235-II). На рис. 235-III представлена пружинная державка для отрезного резца.

При расточных работах применение державок чрезвычайно целесообразно. Державка, представленная на рис. 236-I, состоит из собственно державки, закрепляемой в резцедержателе супорта и штанги или, как чаще говорят, валика, закрепляемого, в свою очередь, в державке. Резачок зажимается в конце валика посредством болтика или каким-либо другим способом.

Другой способ закрепления расточного валика показан на рис. 236-II. Квадратная болванка, в которой просверлено отверстие по диаметру валика, надрезано по всей длине (рис. 236-II). Заложив эту болванку вместе с вставленным в нее расточным валиком в резцедержатель супорта, получаем вполне надежное закрепление резца.

Расточные державки разнообразных конструкций делаются разных размеров. Тем не менее для расточки отверстий очень маленьких диаметров они не годны и поэтому приходится пользоваться коваными резцами. В таких случаях очень полезной может быть державка, представленная на рис. 236-III. Расточный резец изготавливается из круглой стали.

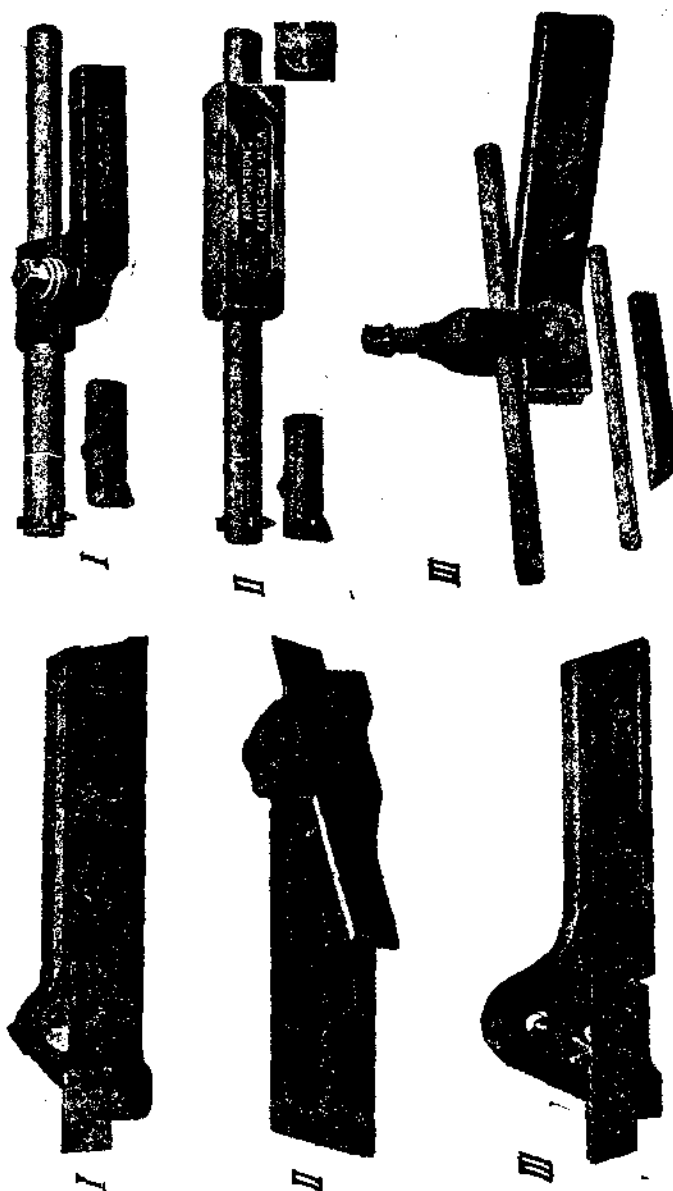


Рис. 236. Державка для расточных резцов.

Рис. 237. Державка для отрезных резцов.

Расположение резца в валике обуславливается характером работы, для которой этот резец предназначен. При расточке сквозных дыр резачок может быть поставлен под прямым углом к валику (рис. 237-I). При обработке несквозных отверстий применяется валик, представленный на рис. 237-II, у которого резачок выходит вперед торца валика.

Закрепление резца в валике в большинстве случаев производится при помощи болтика или винта. Это самый простой и вместе с тем самый лучший способ.

Недостаток его в том, что при маленьких диаметрах валика остается мало места для нарезки винта, и поэтому она быстро изнашивается. Этого недостатка не имеют валики, у которых закрепление резца производится так, как показано на рис. 238. Зажим резачка в этом случае производится посредством головки, навинчивающейся на валик. На рис. 239 представлена еще одна державка для расточного резца.

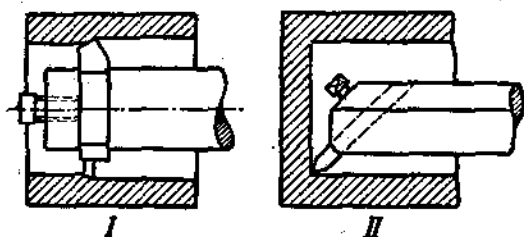


Рис. 237. Установка резцов в расточном валике.

При переточке затупившихся резачков нет надобности снимать со станка всю державку, достаточно вынуть резачок из державки, закрепить его в специаль-

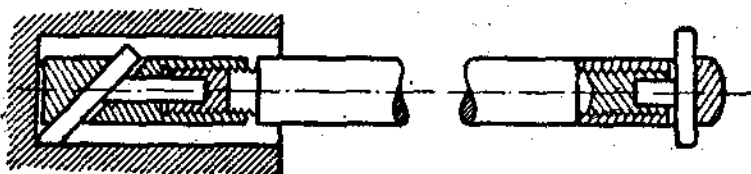


Рис. 238. Оправка для расточного резца.

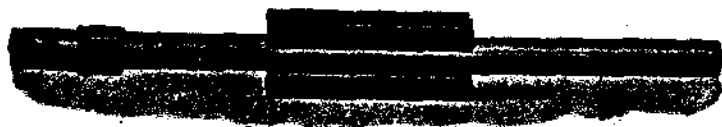


Рис. 239. Державка для расточного резца.

ной державке (рис. 240) и после заточки поставить на свое место. Этот способ полезен по двум причинам: дольше сохраняется рабочая державка (от порчи при заточках), и сокращается время на установку резца после каждой заточки.

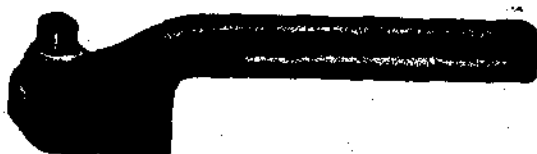


Рис. 240. Державка для заточки резачков.

применять державки следует только при обработке некрупных изделий и при небольших сечениях стружки.

Г. Изготовление резцов.

а) Изготовление цельных резцов.

Изготовление цельного резца начинается с рубки стали. Рубка стали в мало нагретом или холодном состоянии приводит обычно к трещинам в ней,

которые могут получиться тут же, во время рубки. В некоторых случаях трещины эти обнаруживаются при закалке реза.

Ковка стали возможна при таком нагреве ее, когда она становится достаточно мягкой и легко принимает любые формы под сильными и частыми ударами молотка. Поэтому обычно стараются ковать резы, сильно нагревая их, но при этом иногда упускают из виду, что слишком высокая температура нагрева стали вредно отражается на ее качестве. При таком нагреве некоторые элементы, входящие в состав стали, выгорают; зерно ее становится крупным, вследствие чего резы во время работы крошится. Чем больше был перегрев, тем больше выгорает полезных примесей, тем хуже будет резец. Перегретую сталь можно поправить только наполовину — сильной проковкой и правильным отжигом, которые сообщает стали мелкозернистость. При нагреве стали до сварочного жара (когда от стали начинают отделяться искры) полезные примеси ее выгорают совершенно, и сталь портится окончательно.

С другой стороны, низкая температура нагрева лишает сталь необходимой мягкости. Так, например, при температуре ниже 650° — 700° ковать какую бы то ни было инструментальную сталь нельзя, так как в ней легко получают трещины. Чем больше в стали полезных примесей (вольфрама, хрома), тем больше вероятность получения трещин.

При ковке резов следует придерживаться следующих правил:

1) Каждый сорт стали, в зависимости от содержания в нем примесей, должен коваться при определенной температуре нагрева.

2) Первоначальный нагрев стали надо вести возможно медленнее до указанных в нижеприводимой таблице температур. Несоблюдение этого правила приводит к трещинам в стали. Дальнейшее нагревание от этих температур до более высоких надо производить возможно быстрее.

3) Ковать сталь следует сильными и частыми ударами, при чем ковка должна заканчиваться, как только сталь начнет остывать. Предельные температурыковки — см. таблица 8.

4) Число нагревов должно быть возможно меньше и не больше 2 — 3, потому что всякий лишний нагрев ухудшает качество стали.

В нижеприводимой таблице даются температурыковки, закалки и отжига сталей в зависимости от состава их.

ТАБЛИЦА 8.

Температурыковки, закалки и отжига резов из углеродистых и быстрорежущих сталей.

Название стали.	Содержание углерода	Содержание хрома	Содержание вольфрама	Медленный нагрев до	Высшая температураковки	Конечная температураковки	Температуразакалки	Температураотжига
	в процентах			в градусах				
Углеродистая	0,8	—	—	730	840	660	780	780
»	1—1,4	—	—	750	860	700	760	760
Хромистая	0,7—1,2	1,5—4	—	770	900	730	780	820
Вольфрамовая	0,5—1,2	—	2—8	780	900	740	820	820
Быстрорежущая	0,5—0,7	3—4	10—12	830	950	750	1 100	850
» лучшая	0,5—0,8	4—5	16—20	850	1 000	780	1 200	870

Приведенные здесь температуры в градусах Цельсия в цветах каления выражаются следующим образом:

Температура	660°	соответствует	цвет — темно-вишнево-красный
»	700°	»	» — средне-вишнево-красный
»	730°	»	» — вишнево-красный
»	760—780°	»	» — светло-вишнево-красный
»	830—850°	»	» — светло красный
»	870—900°	»	» — оранжевый, апельсинный
»	900—1 000°	»	» — желтый, лимонный
»	1 100—1 200°	»	» — матово-белый, молочный

Охлаждение резцов после поковки надо производить по возможности медленно. Лучше всего охлаждать резцы в железных ящиках, наполненных мелким древесным углем, золой или песком.

Если резцы после отковки должны обрабатываться еще в механической мастерской (на станках или опиловкой вручную), то такие резцы должны отжигаться. Отжиг при температурах, указанных в таблице 8, сообщает стали необходимую для механической обработки мягкость и одновременно с этим уничтожает все внутренние напряжения в ней, которые получились во времяковки. Кроме того отжиг вообще улучшает качество стали, и поэтому его следует производить даже и в тех случаях, когда резцы не подлежат механической обработке.

Отжиг простых резцов производится следующим образом: нагревают головку резца до температуры, указанной в таблице 8, а затем охлаждают резец или на воздухе, или же, что лучше, — в сухом древесном угле, золе, песке и т. д., в которые зарывают нагретый конец резца. Резцы сложных форм для отжига укладывают в железные коробки, пересыпают их мелким древесным углем или свежими чугуными стружками. После этого коробки плотно закрывают крышкой и нагревают их в печи или в горне. Охлаждение производится в той же печи¹⁾, что дает большую мягкость стали, или же вынимают коробки из печи и дают им охладиться на воздухе.

Откованные резцы поступают в первую заточку, которая производится или вручную или на специальных точильных станках. Заточку резцов можно производить всухую, но лучше с охлаждением. Вместе с тем, однако, охлаждение затачиваемых резцов можно производить только в том случае, если обеспечена постоянная и равномерная подача большого количества охлаждающей жидкости. Шлифовальные круги, применяемые для грубой заточки резцов, должны иметь зернистость 24, а для окончательно чистовой — 36. Твердость кругов должна быть около СТ²⁾.

Форма профиля и все остальные углы заточек резца должны быть получены во время этой заточки. Проверка правильности углов производится посредством шаблонов или специальных приборов. Один из таких приборов представлен на рис. 241, на котором показана проверка переднего (левый рисунок) и заднего (правый рисунок) углов резца.

Самая важная операция по изготовлению резца — это закалка, от тщательности и правильности которой зависят режущие свойства резца.

Закалка резцов производится в следующем порядке: головка резца нагревается до соответствующей температуры, после чего резец охлаждается в какой-либо охлаждающей жидкости или в воздухе, в зависимости от состава стали. Затем производится отпуск.

Характер и продолжительность каждой из этих операций устанавливаются в зависимости от сорта закаливаемой стали.

¹⁾ Оставляя резцы в печи на ночь, так что резцы остывают медленно, вместе с печью.

²⁾ Характеристики кругов даны по номенклатуре завода «Ильич» в Ленинграде.

Резцы из углеродистой стали нагреваются до температур указанных в таблице 8, при чем уклонение от этих температур хотя бы на 20 — 30° в ту или другую сторону неизбежно приводит к ухудшению качества стали. Нагретые до надлежащей температуры резцы охлаждаются в воде. Температура этой воды должна быть 20 — 25°, т.е. близкая к комнатной. Погружение в воду нужно вести медленно, лезвием вниз, на длину нагретой части. Остывающий резец необходимо медленно двигать вверх и вниз. Как только лезвие резца потемнеет — следует

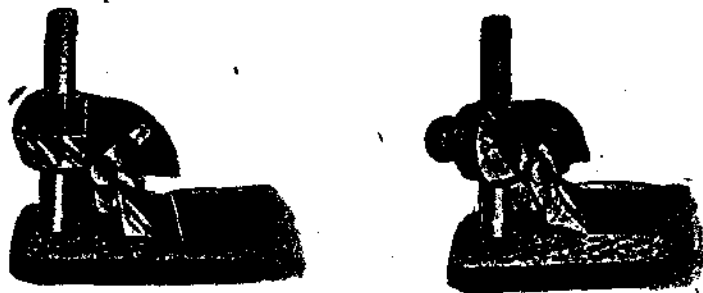


Рис. 241. Прибор для проверки углов резцов.

вынуть его из воды, очистить лезвие от окалина и ждать, пока оно снова нагреется теплотой, оставшейся в неохлажденной части резца. Когда температура на поверхности резца будет около 220°, появятся побежалые цвета отпуска стали. Эти цвета идут в следующем порядке:

Светложелтый	при 230°
Темножелтый	» 240°
Коричнево-желтый	» 255°
Коричнево-красный	» 265°
Пурпурово-красный	» 275°
Фиолетовый	» 285°
Синий	» 295°
Светло-голубой	» 315°
Серый	» 330°

После серого цвета побежалые цвета пропадают и поверхность стали делается темной. Сорта углеродистых сталей, указанные в таблице 8, отпускаются до светло-или темно-желтого побежалого цвета, и как только этот цвет дойдет до конца лезвия, резец надо быстро охладить в воде. Чем больше в стали углерода, тем сильнее следует давать ей отпуск.

Резцы из быстрорежущей стали закаливаются следующим образом. Резец нагревается сначала медленно до температуры около 850° (светло-красный цвет) и только после этого резец быстро нагревают до 1200 — 1325°, т.е. до молочного цвета. В этот момент начинает плавиться кромка лезвия.

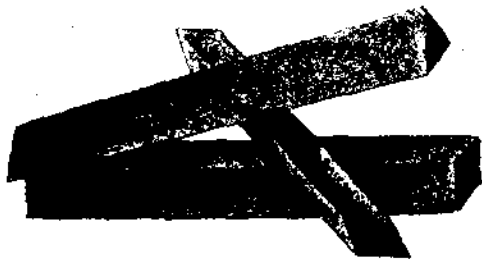


Рис. 242. Бруски Индии.

Охлаждение резца производится в говяжьем сале, нефти, керосине или сильной струе холодного воздуха. Чтобы сообщить резцу вязкость, иногда отпускают его. Для этого лезвие резца снова нагревается до 500 — 600° (чуть заметное красное каление), после чего резец охлаждается в масле или нефти.

Закаленные резцы окончательно затачиваются при соблюдении тех же правил, при которых производилась грубая обдирка их до закалки. Если требуется особенно острое и чистое лезвие, оно шлифуется вручную специальными брусочками («Индия» или «Арканзас»). Такие брусочки бывают самых разнообразных форм — квадратные, прямоугольные, круглые и т. д. (рис. 242).

б) Изготовление напайных и наварных резцов.

Наиболее старый способ изготовления напайных резцов состоит в следующем. В стержне резцовой болванки фрезеруется небольшое углубление, к которому плотно пригоняется пластинка из быстрорежущей стали. Между припаяваемой пластинкой и стержнем помещается листочек меди (толщиной 1 мм), после чего пластинка привязывается к стержню проволокой. Перед тем как начать нагрев резца (в горне или в печке), сверху пластинки посыпается бура, хорошо прокаленная и истертая в мелкий порошок. Во все время пайки надо следить за тем, чтобы резец находился в горизонтальном положении, иначе расплавившаяся медь вытечет из-под пластинки. После того как медь расплавится, резец вынимают из печи и охлаждают в струе холодного воздуха.

Недостатки этого способа:

- 1) необходимость хорошей пригонки пластинки к стержню;
- 2) невозможность произвести закалку при наивыгоднейшей температуре, так как таковая лежит выше или совпадает с температурой плавления меди; при нагреве до температуры закалки медь вытекает.

Несмотря на простоту, способ этот не получил широкого применения.

Другой, более распространенный способ изготовления наварных резцов заключается в том, что пластинка приваривается специальным составом. Как и в предыдущем случае, пластинка пригоняется к стержню, но здесь допускается более грубая пригонка. Сварочный порошок представляет собой смесь мелко истертой прокаленной буры и стальных или железных опилок. Лучше брать стальные опилки, так как они имеют более низкую температуру плавления. Опыт показал, что прибавка опилок быстрорежущей стали так же приносит пользу.

Обычный состав сварочного порошка: 1 часть железных опилок и 1 часть буры. Части берутся по объему.

Сварочный порошок накладывается слоем, толщиной около 3 мм, между пластинкой и стержнем. После этого резец помещается в печь или горно, где нагревается до светлокрасного каления. Проверив, что пластинка не сдвинулась, ударяют по ней один раз молотком, закрепляя ее этим на месте. Затем резец снова помещается в печь и нагревается до сварочной температуры, после чего он вынимается из печи и кладется на наковальню. Кузнец прижимает пластинку гладилкой, а молотобоец наносит по последней легкие, но частые удары. Вначале рекомендуется держать гладилку ближе к задней части пластинки, так как иначе резец развалится (в виду мягкости стержня). После того как пластинка будет держаться довольно прочно, гладилку можно постепенно передвигать к переднему концу резца. Охлажденный резец можно закаливать как цельный.

Вместо описанной операцииковки, можно нагретый резец зажать под ручным прессом, чем достигается также хорошая сварка. При известном навыке наваривание пластинок дает хорошие результаты, и наварные резцы работают не хуже цельных.

Третий способ изготовления наварных резцов состоит в приварке куска быстрорежущей стали к стержню из углеродистой стали на электросварочном аппарате. Пластинка приваривается к стержню обычным способом (сверху), но в последнее время кусок быстрорежущей стали приваривают к торцу стержня резца так, что он представляет собой как бы продолжение его стержня. Наварка резцов требует опыта; но дает очень прочное соединение.

Необходимо указать, что сразу после того, как сваренный резец вынут из аппарата, его надо поместить в печь и равномерно прогреть. После медленного последующего охлаждения резец оказывается отожженным и легко поддающимся ковке и закалке. Если не произвести отжига, то охлаждение резца произойдет неравномерно, что повредит прочность сварки и вызовет трещины. Стыковой способ сварки на электросварочном аппарате, повидимому, самый дешевый из способов приготовления наварных резцов.

Наконец, четвертый способ — это наплавливание быстрорежущей стали на стержень из углеродистой стали при помощи электрической дуги или ацетиленовой горелки. Конец стержня заформовывается в огнеупорном материале (графит, азбест и т. д.), так что получается углубление в месте, где должна находиться пластинка быстрорежущей стали. Это углубление заполняется быстрорежущей сталью в жидком состоянии.

Этот способ не получил широкого распространения потому, что даже после проковки литой слой быстрорежущей стали не будет обладать такими высокими свойствами, какие имеет прокатный материал.

в) Изготовление резцов Видиа.

В виду большого интереса, проявляемого в последнее время к резцам Видиа, изготовлению их мы уделяем особое место.

Материалом для болванок резцов, наплавляемых пластинками Видиа, служит инструментально-мартеновская сталь с содержанием углерода 0,8% — 1%, т.-е. № 8 — 10 по путиловскому сорту. Размеры сечений резцовых болванок можно брать по таблице 6. При выборе длины резцовых болванок должно быть учтено, что после износа первой напаянной пластинки болванка будет использована для второй и т. д., при чем всякий раз длина болванки будет уменьшаться.

В виду того, что сталь № 8 — 10 редко оказывается легко поддающейся обработке без предварительного отжига, разрезку ее на болванки круглыми пилами и ножовками производить нецелесообразно и лучше разрубать ее кузнечным способом. Сталь размером до 25 × 25 мм разрубается в холодном виде, а более толстая — в нагретом. После разрубки болванки должны быть тщательно выправлены ударами молотка на наковальне.

Если сталь настолько тверда, что дальнейшая обработка ее может оказаться затруднительной, она подвергается отжигу, после которого она поступает в разметку. Разметка гнезд для пластинок производится или по чертежам обычным способом, или же по специальным шаблонам. Гнездо для болванки должно быть несколько больше пластинки — по 1 — 2 мм на сторону, как это показано на рис. 243. Если пластинка припаявается в несквозное гнездо, то в углу его засверливается отверстие, которое, как мы увидим дальше, окажется необходимым при пригонке пластинки. Диаметр засверливаемого отверстия 5 — 6 мм. После этого фрезеруют гнездо в болванке для пластинки и приступают к пригонке ее.

Пригонка — одна из самых важных операций при изготовлении резца Видиа. От тщательности и аккуратности, с какой, пригнана пластинка, в весьма значительной степени зависит прочность спайки.

Прежде всего пластинка (ее подошва и бока) шлифуется на специальном камне. Вся окалина должна быть снята. Подошва пластинки должна быть плоской, что проверяется стальной линейкой. После того как пластинка прошлифована, приступают к пригонке ее к болванке. Оставшиеся после фрезеровки углы срубаются зубилом, и все гнездо зачищается личным напильником. После этого кладут пластинку на место и двумя концами напильников (рис. 244) определяют,



Рис. 243. Гнездо для пластинки Видиа в болванке из углеродистой стали.

в каких направлениях пластинка имеет качку; затем, убрав пластинку в сторону, снимают высокие места или шабером или маленьким напильником. Время от времени пластинку кладут в гнездо и пробуют ее качку тем же способом. При сквозных гнездах точность пригонки пластинок может быть проверена на краску. Пластинка может считаться хорошо пригнанной, когда она лежит в гнезде болванки совершенно плотно, без малейшей качки, которая легко обнаруживается двумя напильниками.

Пригнанная таким образом пластинка привязывается к болванке или тонкой проволокой или просто шпагатом. Делать это нужно для того, чтобы не перелутать и не растерять пластинки при переноске в пайку. Припайка пластинок Видиа производится красной медью (стружки, опилки или мелко нарезанная листовая медь). Лучше всего брать медную проволоку, диаметром $1\frac{1}{2}$ — 2 мм (старые провода), для чего их необходимо обжечь (освободить от изоляции), нарезать мелкими кусочками (длиной 3 — 5 мм) и затем прокалить их, чтобы окончательно очистить от жира и проч.

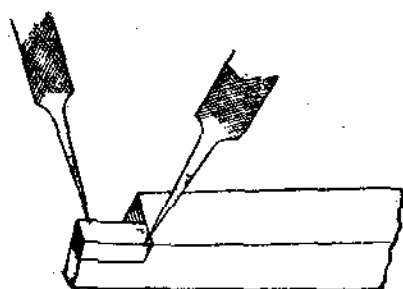


Рис. 244. Проверка пригонки пластины.

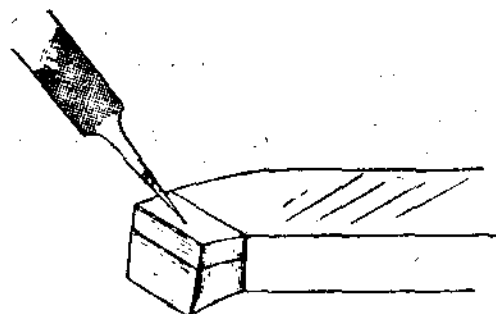


Рис. 245. Придавливание пластины во время припайки.

Порядок напайки пластинок следующий. Болванка нагревается в электрической, газовой или нефтяной печи до температуры около 800° , т. е. до светлокрасного цвета. В газовых и нефтяных печах должны быть устроены отражатели, защищающие нагреваемую болванку от непосредственного действия пламени. Устроить такую защиту в обыкновенном горне не удастся и поэтому напавать резцы Видиа в горне не следует.

После того как болванка нагреется до светлокрасного цвета, небольшой ложечкой (с длинной рукояткой) посыпают буры на то место болванки, к которому будет припаяна пластинка. Бура должна быть хорошо прокалена. Как только бура расплавится, болванку вынимают из печи, очень тщательно очищают ее гнездо (железной щеткой) от накипи буры и кладут на свое место пластинку. Поверх пластинки накладывают стружек (или кусочки проволоки) красной меди и посыпают на пластинку буры. После этого болванку вместе с пластинкой кладут в печь. Болванка находится в печи до тех пор, пока вся медь не расплавится. За это время следует 1 — 2 раза той же ложечкой прибавлять буры, посыпая ее на пластинку, не вынимая резца из печи. Когда медь расплавится (это будет при температуре около 1150°), болванку осторожно вынимают из печи. Если болванку вынимают из печи резким движением, то пластинка, плавающая на расплавленной меди, соскочит с болванки и всю операцию по изготовлению резца придется начать почти сначала.

Вынутую болванку кладут на верстак и каким-либо острым предметом (например, концом напильника) плотно прижимают пластинку к болванке (рис. 245), выправив предварительно ее положение в гнезде. Казалось бы, что гораздо удобнее было бы прижимать пластинку не острым предметом, который часто срывается (соскакивает с пластинки), а тупым. Но делать этого ни в каком

случае не следует, потому что при соприкосновении с большой поверхностью (массой) пластинка быстро охладится и в ней образуются трещины, часто незаметные, но обнаруживающиеся при работе резца.

Как только медь застынет, напильник снимают и резец кладут в ящик, наполненный пылью древесного угля или, что лучше, размолотым электродным углем. Делается это для того, чтобы предохранить нагретую и остывающую пластинку от вредного действия кислорода воздуха.

В этом ящике резец находится до полного охлаждения. Охлажденный и очищенный от пыли (железной щеткой), резец поступает в заточку. У него прежде всего на обыкновенном точиле снимают излишек болванки, заштрихованный на рис. 243.

Теперь становится понятным, для чего был сделан припуск у гнезда болванки. Не всегда удастся припаять пластинку совершенно точно на должное место, и, конечно, лучше сточить часть болванки из обыкновенной стали, чем стачивать пластинку металла Видиа, если она почему-либо окажется припаянной неаккуратно. После этой предварительной обдирки можно судить о том, насколько хорошо произведена напайка пластинки, потому что теперь виден слой меди между болванкой и пластинкой. Чем тоньше этот слой, тем прочнее соединение пластинки с болванкой.

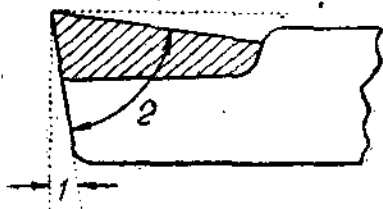


Рис. 246. Углы заточек резцов.

Заточка резцов производится на специальных камнях. Видиа настолько тверд, что при попытке заточить резец, напаянный пластинкой из этого металла, на обыкновенном камне — стачивается камень, а не резец. Сначала резец точится на грубом обдирочном, а затем окончательно шлифуется на мелкозернистом камне. Заточка должна производиться при обильном охлаждении затачиваемых резцов водой. Если точильный станок охлаждения не имеет, заточку резцов Видиа можно производить всухую, без охлаждения, но не следует сильно прижимать к точилу и нагревать его. Ни в каком случае не следует охлаждать нагретый при заточке резец посредством опускания в воду. От такого быстрого охлаждения пластинка растрескается.

Углы заточек резцов, напаянных пластинками Видиа, несколько отличаются от принятых углов резцов из быстрорежущей стали. Углы эти даны в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 9.
Углы заточек резцов Видиа ¹⁾.

Обрабатываемый материал	Угол 1	Угол 2
Очень твердая сталь . . .	6° — 8°	60°
Твердая сталь	8° — 10°	65° — 70°
Мягкая сталь	10° — 12°	58° — 60°
Стальное литье	8° — 8°	60° — 75°
Закаленный чугун	2° — 4°	82° — 88°
Серый чугун	6° — 8°	70° — 76°
Бронза, латунь	6°	65° — 70°

¹⁾ См. рис. 246.

§ 2. Общеупотребительные режущие инструменты, применяющиеся в токарном деле.

А. Сверла перовые и спиральные.

Сверление отверстий на токарных станках производится посредством различных сверл.

Простейшее сверло представлено на рис. 247. Оно состоит из круглого или граненого стержня 1, в нижней части расплющенного в перо или лопатку 2, которая имеет на самом конце два режущих ребра 3 и 4. Практикой установлено, что первое сверло лучше всего работает, если режущие ребра его 3 и 4 сделать наклонно друг к другу, но так, чтобы наклон ребер к оси сверла был одинаков. Угол наклона ребер делают в среднем $116^\circ - 120^\circ$. Для сверления твердого чугуна

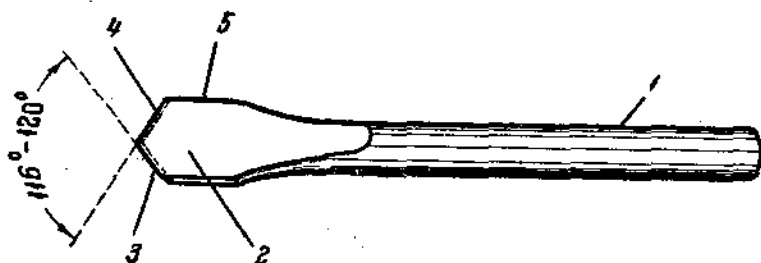


Рис. 247. Перовое сверло.



Рис. 248. Спиральные сверла.

угол этот делается 130° , для мягкого железа он должен быть около 90° . Для того, чтобы режущие ребра пера не терлись о дно высверливаемого отверстия, у них делается небольшой наклон, образующий задний угол. Величина этого угла лежит в пределах $5 - 8^\circ$.

В нижней своей части, на небольшой длине 5, сверло для лучшего направления должно иметь одинаковую ширину, и эта часть пера обуславливает диаметр сверла. Для уменьшения трения сверла о стенки высверливаемого отверстия по всей длине цилиндрической его части делают небольшой скос, равный $3 - 5^\circ$.

Недостаток перовых сверл в том, что после того, как цилиндрическая часть их, очень небольшая по длине, сточится, сверло потеряет свой первоначальный диаметр. Достоинство этих сверл — простота изготовления. При сверлении на токарном станке перовое сверло обычно закрепляется так же, как и резец, в резцедержателе.

Спиральное сверло имеет две части: нижнюю — рабочую и верхнюю, называемую хвостовиком (рис. 248). По всей длине рабочей части сделаны две спиральные канавки. Канавки эти делаются таким образом, чтобы обеспечить легкое резание и дать свободный выход стружке.

Угол наклона режущих ребер спиральных сверл, так же, как и у перовых, делается в среднем 116° .

Верхний конец сверла служит для закрепления сверла в шпинделе станка или в патроне. На рис. 248-I показано спиральное сверло с цилиндрическим хвостовиком, а на рис. 248-II — с коническим.

Б. Центровочные сверла.

Для засверливания углублений в торцах изделий, обрабатываемых в центрах, применяются так называемые центровочные сверла.

Три наиболее распространенных конструкции таких сверл представлены на рис. 249. Сверла, показанные на рис. 249-I и 249-II, называются комбинированными, потому что они работают и как сверла и как раззенковки одновременно. Как видим, угол конуса у этих сверл 60° , т.е. точно такой же, какой имеет правильный центр токарного станка. Конус в 120° (рис. 249-III) предназначен для образования предохранительной выточки.

Центровочное сверло, показанное на рис. 249-III, употребляется лишь после того, как центровое углубление в изделии засверлено обыкновенным сверлом.

Такой способ центrovания, конечно, медленнее, но к нему приходится прибегать, так как тонкие концы комбинированных сверл (рис. 249-I и 249-II) часто ломаются и сверла эти сразу приходят в полную негодность. Единственная возможность использовать их — это переделка их на тип, показанный на рис. 249-III.

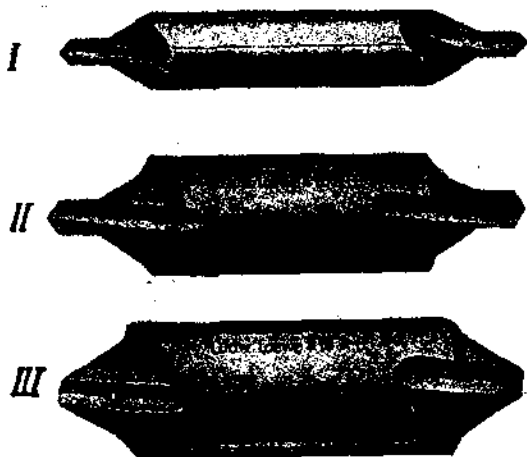


Рис. 249. Центровочные сверла.

В. Метчики и плашки.

Нарезка отверстий на токарных станках, если отверстия эти имеют не очень большой диаметр, часто производится при помощи метчиков. Метчик

(рис. 250) представляет собой закаленный стальной винт с несколькими продольными канавками, которые служат для образования на нарезке режущих кромок и одновременно с этим — для выхода стружки. Гладкая часть метчика называется шейкой, диаметр которой делается несколько меньше внутреннего диаметра нарезки. Конец шейки имеет четыре грани — для вращения или ключа.



Рис. 250. Метчики.

Чтобы облегчить нарезку, нарезание одного отверстия производится тремя метчиками. Первый метчик делается с большим конусом на переднем конце, благодаря которому он легко входит в нарезаемое отверстие

и нарезает неполную резьбу. Второй метчик имеет меньший конус на конце. Кроме того наименьший диаметр его равен наибольшему диаметру первого метчика, так что он также легко входит в нарезаемое отверстие. И, наконец, третий метчик имеет цилиндрическую форму. Размер его точно равен размеру нарезаемого отверстия.



Рис. 251. Плашка.

Эти три метчика образуют, как говорят, комплект. Метчик № 1 имеет одну ризку, № 2 — две и № 3 — три, нанесенных около квадратного хвоста (рис. 250).

Для нарезки болтов иногда пользуются плашками (рис. 251). Плашка имеет вид круглой гайки, нарезка которой прорезана канавками. Эти канавки образуют режущие ребра и вместе с тем служат для выхода стружки. Плашка, изображенная на рис. 251, имеет один сквозной прорез, что дает возможность несколько изменить ее диаметр. Такие плашки называются регулирующими и с я в отличие от постоянных, — не допускающих регулировки. Плашки закрепляются в промежуточных кольцах, которые в свою очередь вставляются в специальный прибор, так называемый к л у п п.

Г. Развертки.

Получение отверстий точных диаметров посредством расчонного реза связано с большими затруднениями, и поэтому для обработки таких отверстий часто пользуются разв е р т к а м и.



Рис. 252. Простая развертка.

Развертка самого простого устройства представлена на рис. 252. Она представляет собой стержень, один конец которого имеет конус (а иногда и цилиндр). Другой конец этого стержня прорезан продольными канавками, образующими зубцы развертки. Совершенно правильное отверстие может быть получено при помощи развертки только в том случае, если зубцы ее расположены на неравных расстояниях, т.-е. имеют

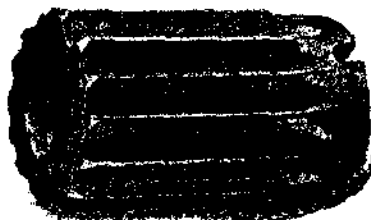
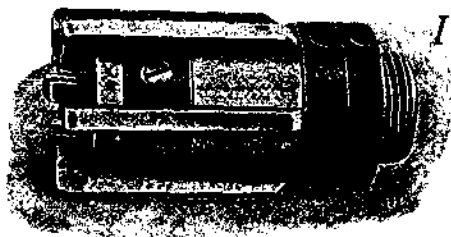


Рис. 253. Насадная развертка.

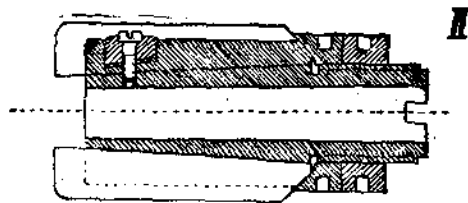


Рис. 254. Регулирующая развертка.

неравный шаг. В противном случае разв е р т ы в а е м о е отверстие получится не круглое, а граненое.

Развертки больших диаметров делают насадными (рис. 253). Каждая такая развертка пригодна только для одного диаметра. Во время работы она быстро теряет свой размер, после чего обычно перешлифовывается на следующий, меньший диаметр. В этом существенный недостаток цельной развертки. Такого недостатка не имеют регулирующиеся развертки, одна из конструкций которых представлена на рис. 254-I. Эта развертка имеет вставные зубцы, расположенные в профрезерованных в теле развертки пазах. Регулирование размера развертки производится при помощи круглой гайки, расположенной сзади зубцов. Устройство этой регулирующейся развертки может быть понятно по рис. 254-II, на котором дается продольный разрез ее.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

Измерительные инструменты.

§ 1. Общие сведения о точности изготавливаемых изделий и их измерениях.

Обработка различных изделий на токарных станках производится или по чертежам, на которых эти изделия изображены, или же по образцам. В первом случае изделие, после окончания обработки, должно иметь размеры, указанные на чертеже. Во втором случае — оно должно быть точной копией с образца. Отклонения от чертежа или образца могут быть только в том случае, если это разрешено надписями на чертеже или дополнительными указаниями при работе по образцу.

Для сравнения обрабатываемого изделия с чертежом или с образцом пользуются различными инструментами. Все такие инструменты называются **измерительными**.

Лишь очень немногие токарные станки заняты какой-либо одной работой, продолжающейся постоянно. Видеть такие станки можно только в тех мастерских, где производство имеет характер массовости, непременным условием которой является раз и навсегда установленное распределение обрабатываемых деталей по станкам. Только в таких мастерских на каждом отдельном станке постоянно обрабатывается какая-либо одна деталь. В большинстве же случаев мы видим как раз обратное. Токарный станок используется для обработки самых разнообразных деталей. Разнообразие это выражается как в материале и размерах (весе) изделий, так и в требованиях относительно точности, предъявляемых к этим деталям.

Требовать одинаковой точности от всех деталей, которые приходится обрабатывать на одном и том же станке, не следует. Нет никакой надобности к какой-либо детали сельскохозяйственной машины, например, молотилки, предъявлять такие же высокие требования в смысле точности, какие необходимо выполнять при обработке некоторых частей швейной машины.

Независимо от формы, размеров и назначения изделия сделать его совершенно точным нельзя. Размеры его после обработки будут или больше или меньше заданных. Точность обработки зависит от ряда причин, как, например, состояния станка, на котором производится данная обработка, квалификации рабочего и т. д.

Разница между заданными размерами (проставленными на чертеже или размерами образца) и теми, которые будет иметь деталь после обработки, называется **точностью обработки**, и величина этой разницы определяет степень точности обработки. Чем меньше эта разница, тем выше степень точности обработки, и наоборот. Степень точности обработки выбирается в каждом отдельном случае в зависимости, главным образом, от назначения детали.

После того как точность обработки изделия установлена (надписью на чертеже, эскизе или устным указанием), необходимо выбрать способ измерения обра-

батываемой детали. Несмотря на всю тщательность и внимание, с каким мы будем производить эти измерения, результаты их всегда будут не вполне точны, в виду как несовершенства измерительных инструментов, так и способов измерений. Мы всегда получаем размеры, несколько отличающиеся от действительных, причем ошибка при измерении может получиться в обе стороны. Полученный размер может оказаться или больше или меньше действительного.

Разность между действительным размером и полученным при измерении называется **точностью измерения**, а величина этой точности — **степенью точности измерения**. Так, если был измерен вал, действительный диаметр которого есть 25 мм, и при этом получены два результата, а именно 25,0 мм и 25,5 мм, то степень точности есть 0,5 мм ($25,5 \text{ мм} - 25 \text{ мм} = 0,5 \text{ мм}$). Если говорят, что степень точности измерения есть 0,5 мм, то это значит, что разность между действительным размером изделия и полученным измерением его не превышает 0,5 мм в ту или другую сторону.

Совершенно очевидно, что чем с большей точностью мы желаем измерить обрабатываемое изделие, тем лучше должен быть измерительный инструмент. Поэтому для низких степеней точности применяются грубые инструменты, в то время как для точных работ пользуются более совершенными измерительными инструментами. Таким образом, все измерительные инструменты, применяемые в токарном деле, могут быть разделены на две группы — грубые и точные.

К **грубым инструментам** относятся: метры складные деревянные и стальные, рулетки, линейки стальные, кронциркули, нутромеры и угломеры.

В **группу точных инструментов** входят: штангенциркули, микрометры для внешних и внутренних измерений, глубиномеры, пассаметры, пассиметры и миниметры.

Все эти измерительные инструменты универсальны, правда, в разной степени. Это значит, что каждый такой инструмент может служить для обмера разных по величине изделий. У некоторых инструментов пределы этих измерений очень широкие (например — складной метр). Штангенциркуль имеет более узкие пределы применения, а микрометр еще меньшие. Универсальность таких инструментов иногда достигается при помощи дополнительных сменных деталей.

Особую группу в числе прочих измерительных инструментов составляют **одномерные измерительные инструменты**, предназначенные только для определения или проверки одного какого-либо размера. Все такие инструменты очень разнообразны и по форме их и по точности, которая может быть получена при помощи этих инструментов. В эту группу должны быть отнесены плитки Иогансона, скобы, калибры, шаблоны и т. д.

К измерительным инструментам должны быть отнесены также и те инструменты, которые применяются при проверке точности станков, правильности установки изделия на станок и т. д., а именно, рейсмуса и индикаторы.

К описанию устройства и способов употребления всех этих инструментов мы и переходим. Некоторые измерительные инструменты, применяющиеся для очень узких специальных целей, например, для измерения резьбы, нами будут разобраны в соответствующих главах книги.

§ 2. Грубые измерительные инструменты.

— А. Метры складные, рулетки и линейки.

Складные метры бывают деревянные и стальные. Те и другие состоят из отдельных звеньев, соединенных шарнирами. Очень часто эти шарниры делаются пружинными, так что развернутый метр не складывается сам собой. На обеих сторонах нанесены деления: — на одной — миллиметры, на другой — дюймы. Реже встречаются метры с однообразными делениями. Самое мелкое деление на миллиметровой стороне — 1 мм, а на дюймовой — обычно $\frac{1}{16}$ ".

Деревянные складные метры (рис. 255) употребляются для самых грубых измерений, при которых можно пренебрегать их неточностью. Такими метрами можно пользоваться при выборе куска материала, необходимого для изгото-

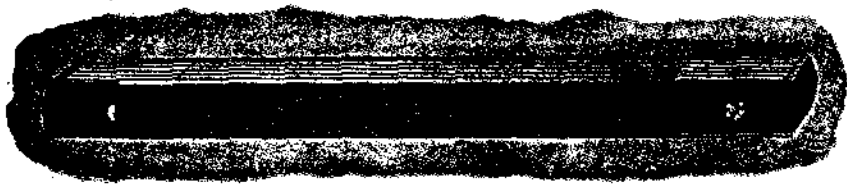


Рис. 255. Деревянный складной метр.

вления того или иного изделия, при установке задней бабки по длине обрабатываемого предмета и т. д. Деревянные метры очень недолговечны. Шарниры их быстро разбалтываются, деления стираются. Поэтому для грубых измерений лучше пользоваться стальными метрами.

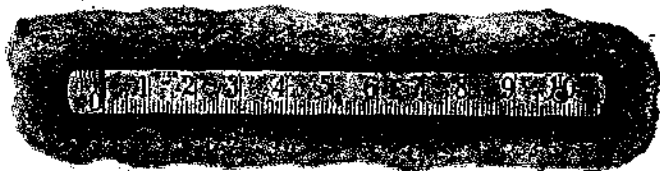


Рис. 256. Стальной складной метр.

Стальные складные метры (рис. 256) имеют более точные деления, меньше разбалтываются в шарнирах. Деления их очень часто наносятся травлением и поэтому снашиваются не так быстро, как на деревянных метрах, у которых деления нанесены краской. Недавно появились в продаже складные метры, изготовленные из нержавеющей стали. Несмотря на некоторые достоинства стальных складных метров в сравнении с деревянными, пользования ими следует избегать и применять также только для самых грубых измерений.

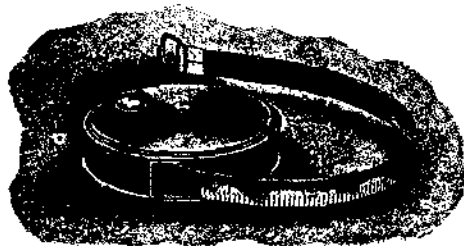


Рис. 257. Рулетка.

на рис. 257, может иметь длину от 1 до 5 метров. На одной стороне ленты нанесены миллиметровые деления, на другой — дюймовые. Свивание ленты производится автоматически, если нажать кнопку, имеющуюся на кожухе рулетки.

Для измерения длин больших изделий часто пользуются рулеткой (рис. 257). Лента ее должна быть стальной. Рулетка, представленная

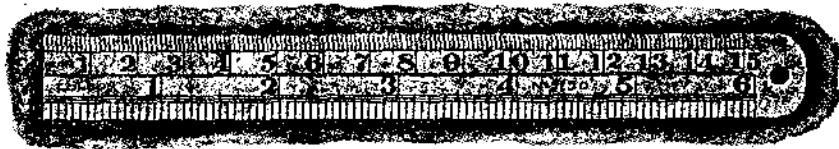


Рис. 258. Стальная линейка с делениями.

Лучший инструмент для грубых измерений — это стальные линейки с делениями (рис. 258). Общеупотребительные линейки имеют и миллиметровые и дюймовые деления, нанесенные в большинстве случаев на одной стороне линейки.

Самое маленькое деление миллиметровой шкалы — 0,5 мм и дюймовой — $\frac{1}{64}$ ". Длина таких линейек чаще всего 150 мм (6") и 300 мм (12"). Линейки эти (рис. 258) изготавливаются из закаленной пружинной стали. Для измерения длинных предметов применяются большие линейки с делениями, достигающие нескольких метров длины.

Б. Кронциркули и нутромеры.

Простейшие инструменты для измерения наружных диаметров есть к р о н ц и р к у л и, а для внутренних — н у т р о м е р ы. Существует множество конструкций этих инструментов, но мы остановимся только на двух из них, как наиболее часто встречающихся в практике. На рис. 259 представлены обыкновенный кронциркуль (рис. 259 слева) и нутромер (рис. 259 справа). Каждый из этих инструментов состоит из двух ножек, соединенных между собой осью. Вращение ножек должно быть достаточно тугим, чтобы они могли удерживать то положение, в которое они поставлены при измерении какого-либо диаметра. Для этого ось



Рис. 259. Кронциркуль и нутромер (обыкновенные).

их должна быть правильно выточена и плотно пригнана к отверстию ножек и шайб. Для того, чтобы движение ножек было плавным, между ними часто ставится шайба из желтой меди толщиной 0,3 — 0,5 мм. Ось иногда делают пустотелой, чтобы ее можно было раздуть, когда ножки ослабнут. Нижние части кронциркуля и нутромера называют г у б к а м и.

Губки кронциркуля должны совершенно плотно прилегать друг к другу, без просвета. Несоблюдение этого правила часто служит причиной неточности измерений, полученных таким кронциркулем, если, например, размер изделия взят одними концами губок, а отсчет по линейке сделан по другим.

Установка кронциркуля на требующийся размер производится следующим образом. Кронциркуль берут в руку за шарнир (место соединения ножек) и смотрят, насколько раствор ножек соответствует должному. Если он мал, то для увеличения его ударяют внутренней стороной одной из ножек о какой-либо твердый предмет, например, рукоятку станка, обрабатываемое изделие и т. д. Сила удара находится в зависимости от того, как много должен быть увеличен раствор ножек кронциркуля. Иногда для увеличения раствора ножек кронциркуля ударяют о твердый предмет шарниром его, отчего ножки расходятся. Как в том, так и в другом случае сильные удары портят кронциркуль. Для того, чтобы сблизить ножки, ударяют наружной стороной одной из них об изделие, линейку и т. д. Установка нутромера производится точно таким же образом.

Регулировка раствора кронциркуля или нутромера только-что описанным способом не может, конечно, считаться удобной и быстрой. Кроме того, уста-

новив инструмент на требующийся размер, легко сбить его при неосторожном ударе.

Этих недостатков не имеют кронциркуль и нутромер, представленные на рис. 260. Ножки этих инструментов под действием сильной пружины всегда стремятся разойтись и удерживаются в рабочем положении стяжным винтом

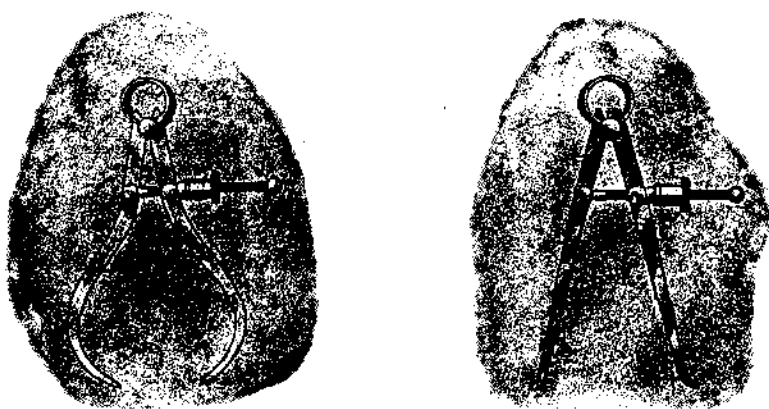


Рис. 260. Кронциркуль и нутромер (пружинные).

с гайкой. Для того, чтобы облегчить регулировку раствора ножек таких инструментов, нарезка стяжного винта сделана очень мелкой. Но при такой нарезке гайка при вращении перемещается вдоль винта очень медленно, и поэтому пере- установка инструмента с одного размера на другой, значительно отличающийся от первого, потребовала бы много времени, если бы гайка не имела особого устройства.

Гайка эта состоит из двух частей 1 — 1 (рис. 261), соединенных между собой накатанной головкой 2. Между ножкой инструмента и гайкой на стяжной винт надета втулка 3, которая одним своим концом (левым) входит в ножку инструмента, а другим охватывает половинки гайки 1 — 1. Под действием пружины, соединяющей ножки кронциркуля или нутромера, втулочка 3 прижимает половинки гайки 1 — 1 к стяжному винту. При таком положении гайка представляет собой одно целое и, вращая ее в ту или другую сторону, мы будем изменять раствор инструмента на незначительную величину. Но как только окажется необходимым сильно увеличить или уменьшить раствор кронциркуля или нутромера, следует сжать ножки его рукой, вследствие чего давление втулки на гайку прекратится и половинки гайки разойдутся. Это даст возможность перемещать ее, не вращая вдоль винта. Установив таким образом кронциркуль или нутромер грубо, более точную установку его получаем вращением накатанной гайки.

Кроме этих двух конструкций кронциркулей и нутромеров, имеется еще целый ряд других типов, но все они мало употребительны. Многочисленные попытки сделать кронциркуль более точным и чувствительным инструментом успеха не имели.

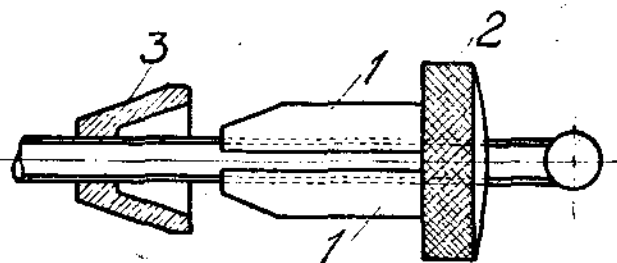


Рис. 261. Гайка пружинного кронциркуля.

Переходим к способу пользования кронциркулем и нутромером. На рис. 262 показан промер обтачиваемого вала кронциркулем. Кронциркуль должен находиться в плоскости, перпендикулярной оси вала, иначе снятый размер будет больше действительного диаметра вала. Промеряя вал кронциркулем, установленный раствор ножек его можно считать соответствующим диаметру вала, если кронциркуль проходит через измеряемое изделие с легким касанием и во всяком случае без сильного нажима.

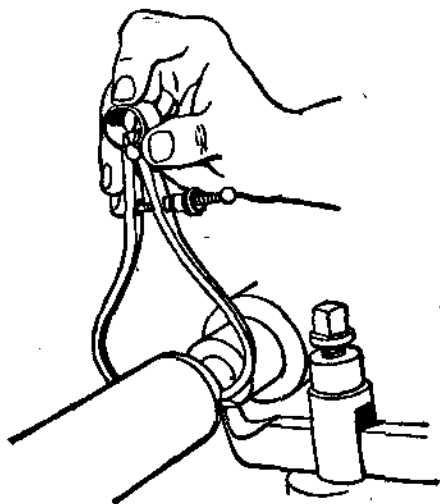


Рис. 262. Измерение кронциркулем.

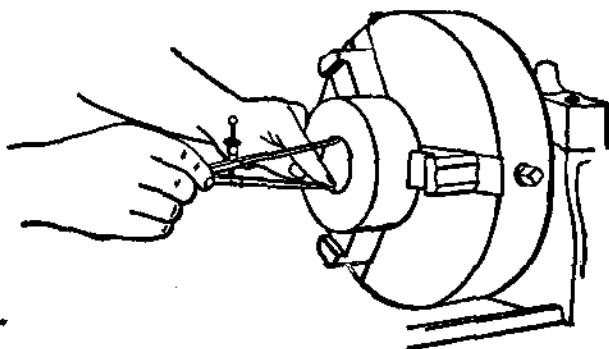


Рис. 263. Измерение нутромером.

Измеряя внутренние диаметры при помощи нутромера, необходимо следить за тем, чтобы ось его совпадала с осью измеряемого изделия (рис. 263), иначе раствор ножек нутромера будет больше диаметра отверстия. Для того, чтобы избежать этой ошибки, устанавливают одну ножку нутромера неподвижно, а другую слегка покачивают и таким образом нащупывают наименьший раствор ножек нутромера, который и соответствует диаметру измеряемого отверстия.

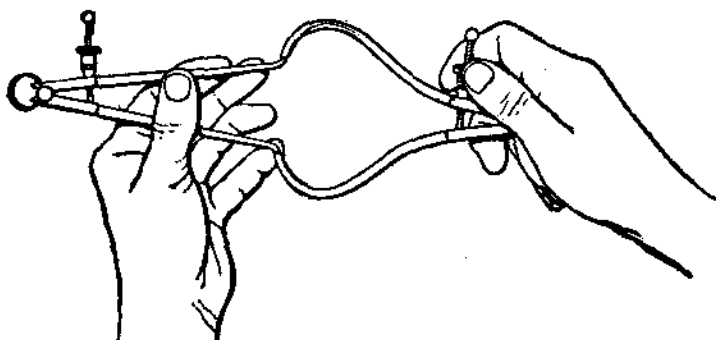


Рис. 264. Перенос измерения.

При расточке какого-либо отверстия по данному валу поступают так: снимают диаметр вала кронциркулем с соблюдением всех приведенных выше правил. Затем по кронциркулю устанавливают нутромер, как это показано на рис. 264, и, наконец, по нутромеру растачивают отверстие.

При установке кронциркуля на какой-либо размер по линейке с делением или при определении величины размера, снятого с изделия, кронциркуль следует держать так, как это показано на рис. 265. Ножку кронциркуля нужно поддержи-

вать пальцем. Этого делать нельзя при работе с нутромером. Правильный способ отсчета показания нутромера дается на рис. 266.

Для измерений диаметров отверстий в изделиях, из которых нутромер нельзя вынуть, не потеряв его раствора, пользуются нутромером, представленным на рис. 267-I. На ножках этого нутромера сделаны цапфочки, с которых, после того как нутромер точно установлен по измеряемому отверстию, снимается размер кронциркулем, как это изображено на рис. 267-I. Затем нутромер вынимают из изделия и ставят его в прежнее положение, для чего проверяют расстояние между цапфами кронциркулем. После этого обычным способом, по линейке с делениями, определяют диаметр измеряемого отверстия.

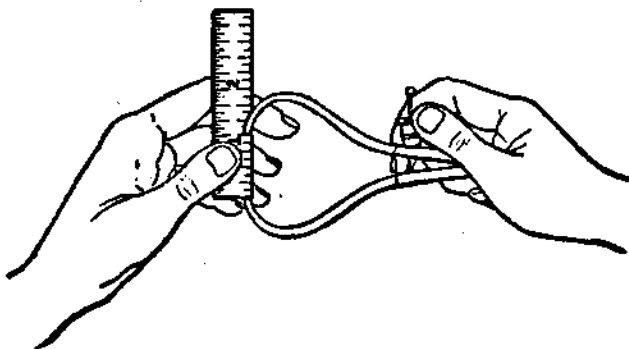


Рис. 265. Отсчет показания кронциркуля по линейке.

На рис. 267-II представлен другой способ измерения недоступных диаметров. Способ этот состоит в следующем. Устанавливают такой раствор ножек кронциркуля, чтобы он прошел одной из них в измеряемое отверстие, не задевая стенок изделия ни изнутри, ни снаружи. После этого прижимают одну его ножку к внутренней стенке изделия (рис. 267-II). Против другой ножки устанавливают стальную линейку, прижав конец ее к наружной стенке изделия, и смотрят, какое деление линейки находится против ножки кронциркуля. Пусть, например, это 40-е деление. Ясно, что если первоначальная установка нашего кронциркуля

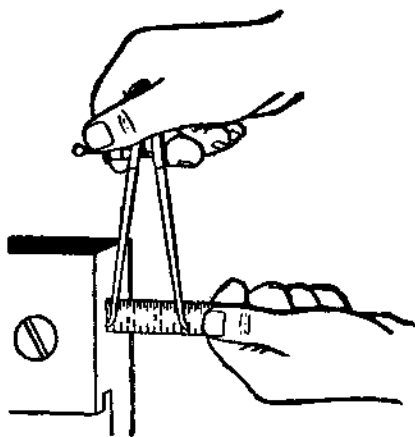


Рис. 266. Отсчет показания нутромера по линейке.

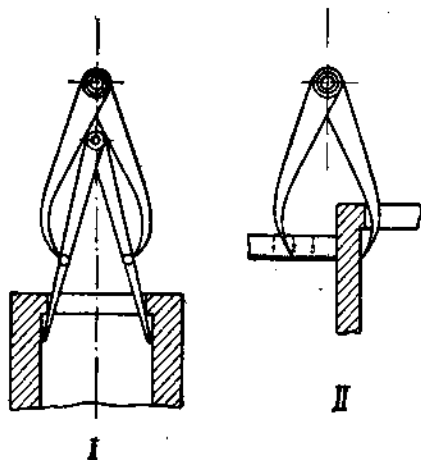


Рис. 267. Измерение труднодоступных диаметров.

была, например 100 мм, то толщина стенок — 60 мм. Если наружный диаметр изделия, например, 500 мм, то внутренний мы получим, вычтя из 500 две толщины стенки, т.е. 120 мм. Внутренний диаметр изделия в нашем случае равен $500 - 120 = 380$ мм.

Точность измерения кронциркулем и нутромером зависит от качества инструмента, которым производится измерение, но еще в большей степени от навыка

рабочего. Очень опытный токарь может измерить вал с помощью кронциркуля или отверстия посредством нутромера с точностью до $\pm 0,1$ мм, в то время как начинающие работать только до $\pm 0,5$ мм.

В. Угломеры.

Для измерения углов применяются разнообразные инструменты, которые могут быть разделены на две группы, а именно угольники и угломеры. Обыкновенные угольники в 90° (рис. 268-1) применяются для проверки наруж-

ных и внутренних углов обрабатываемых изделий. Точные угольники бывают закалены и отшлифованы. Угольники в 90° употребляются в токарном деле не столько для проверки углов изделий, сколько при установке их на станке. Поэтому более удобным является угольник, показанный на рис. 268-II. Одна из сторон этого угольника имеет подошву или пятку. Благодаря этому они хорошо и устойчиво могут перемещаться, например, по планшайбе, когда производится проверка правильности установки изделия.

Для измерения наиболее часто встречающихся

в практике углов (45° , 60° , 120°) применяются специальные угольники, чаще называемые шаблонами.

Другой тип инструментов для измерения углов — угломеры в свою очередь делятся на две группы, а именно переносные и градуированные.

Переносными инструментами пользуются в тех случаях, когда какой-либо угол обрабатываемого изделия должен быть равен углу образцовой детали. Таким образом, переносные инструменты служат только для сравнения углов, но не для измерения их. Один из таких инструментов, так называемая малка, представлен на рис. 269. Малка состоит из двух линеек с прорезами, соединяемых между собой посредством винта. Освободив гайку этого винта, можно линейки поставить под любым углом друг к другу. Прорезы дают возможность производить измерения в трудно доступных местах.

Градуированный инструмент для измерения углов называют угломером. Изображенный на рис. 270 угломер состоит из линейки с делениями 1, по которой могут передвигаться и быть закрепленными в требуемых положениях угольник 2, поворотная линейка 3 и стойка 4.

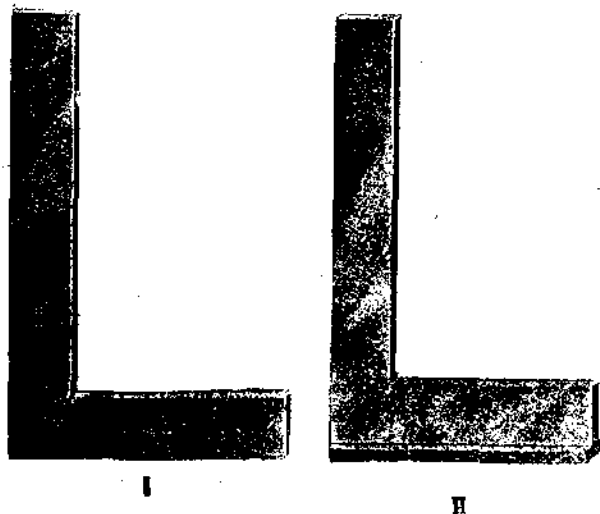


Рис. 268. Угольники.

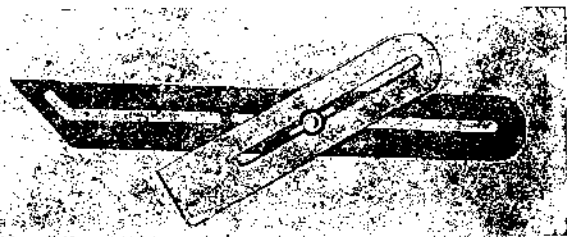


Рис. 269. Малка.

Угольник 2, как мы увидим ниже, служит для разметки центров на торцах круглых изделий. Поворотная линейка 3 вращается около неподвижного диска 5, связанного с линейкой 1. На этом диске нанесены градусные деления, а на линейке 3 — нулевая риска. Стойка 4 образует с линейкой 1 угольник в 90° и 45° .

Внутри стойки 4 спрятана чертилка 6, которой пользуются при разметке центров посредством передвигного угольника 2 и при других разметочных работах. К этой же стойке прикреплен ватерпас 7, при помощи которого можно производить проверку горизонтальности каких-либо плоскостей (если стойку 4 длинной стороной положить на эту плоскость) или вертикальности их, прижав к проверяемой плоскости линейку 1.

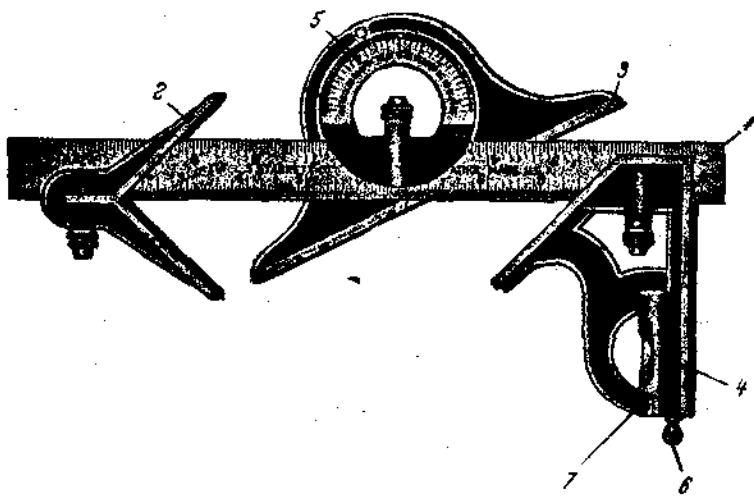


Рис. 270. Универсальный угломер.

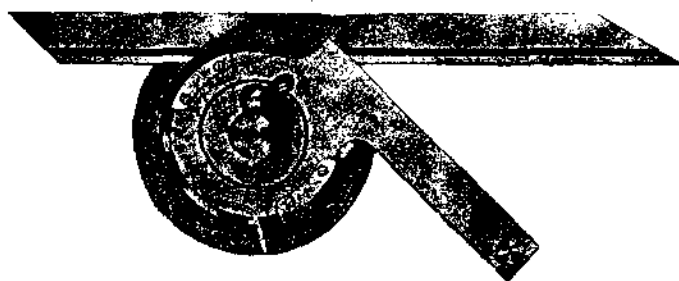


Рис. 271. Точный угломер.

Этот угломер широко применяется в наших мастерских для самых разнообразных целей, но для мелких работ он не годится в виду своей громоздкости. Для точных работ он также не годится, так как точность, которую он дает, мала. Поэтому при точных работах пользуются другими, более совершенными угломерами.

Один из таких угломеров представлен на рис. 271. Не останавливаясь на устройстве этого угломера, которое понятно из рис. 271, рассмотрим, как производится отсчет градусов и минут, содержащихся в измеренном угле. На наружном диске 1 (рис. 272, на котором даются в сильно увеличенном масштабе части угломера, изображенного на рис. 271) нанесены деления; каждое такое деление равно одному градусу. На внутреннем диске прикреплена неболь-

шая дуга, на которой нанесены деления в обе стороны от нуля, обозначенные цифрами 15, 30, 45 и 60. Отрезок дуги между двумя соседними делениями разделяют на три части, так что по обе стороны от нуля нанесено по 12 делений, которые читаются (начиная от нуля) так: 5, 15, 20, 25, 30 и т. д. до 60.

После того как измерение угла сделано и линейки скреплены между собой так, что возможность сбить их с правильного положения исключена, производим

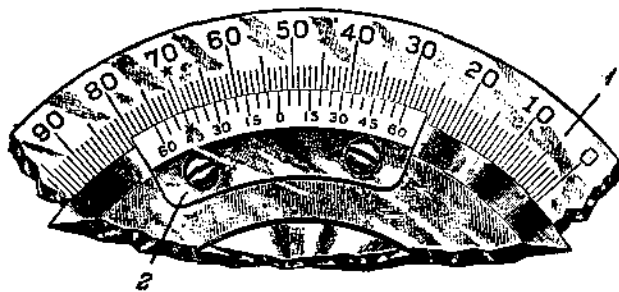


Рис. 272. Деталь точного угломера.

отсчет количества градусов и минут, заключающихся в измеренном угле. Для этого смотрим, прежде всего, какое деление шкалы, нанесенной на диске 1, уже прошла нулевая черта дуги 2. Мы видим, что на рис. 272 такое деление есть 52-е. Это значит, что измеренный угол имеет 52° . Нам остается определить количество минут. Для этого смотрим, какое деление дуги 2 точно совпадает с каким-

либо штрихом шкалы 1. На нашем рисунке такое деление есть 45-е, что показывает, что сверх 52° измеряемый угол имеет еще 45 минут, так что весь угол — 52° градуса и 45 минут. Угломер этот позволяет производить отсчеты с точностью до 5 минут. Такое устройство, при котором крупные деления находятся по одной шкале, а более мелкие по другой, называется масштабом с нониусом. Мы остановимся на этом устройстве немного дальше, при разборе штангенциркулей.

§ 3. Точные измерительные инструменты.

А. Штангенциркули.

Штангенциркули служат для измерения длин, а также диаметров наружных и внутренних. Обыкновенный штангенциркуль состоит из линейки 1 (рис. 273), неподвижной ножки 2 и подвижной ножки 3. Подвижная ножка своей

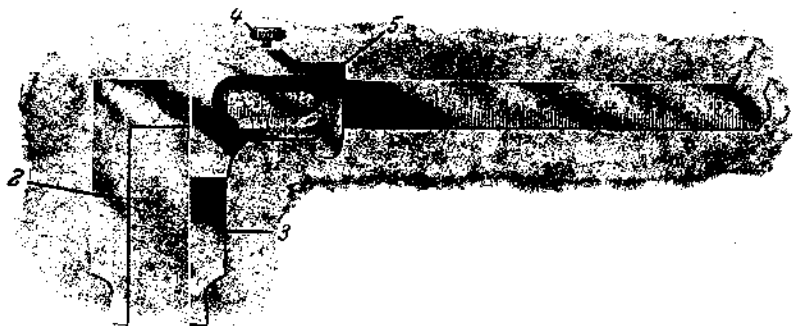


Рис. 273. Обыкновенный штангенциркуль.

верхней частью охватывает линейку 1, может перемещаться по ней и быть закрепленной в выбранном положении винтом 4. В верхней части ножки 3 сделан прорез 5 со скошенными краями. На линейке 1 нанесены деления (миллиметры), которые видны через прорез 5. На нижней скошенной кромке этого прореза также нанесены деления, которые называются нониусом. Первая (левая) риска нониуса

называется нулем его. Деления на линейке и нониусе нанесены так, что когда ножки штангенциркуля сдвинуты совершенно плотно, нулевая риска нониуса точно совпадает с нулевой риской линейки. Поэтому измерение длин, имеющих целое число миллиметров, делается по нулю нониуса. Так, если, например, при измерении какого-либо изделия нуль нониуса точно совпал с 28-м делением линейки, то это значит, что размер этого изделия (длина или диаметр) есть ровно 28 мм. Если нулевое деление нониуса совпадает с 75-м делением линейки — это показывает, что измеренная длина равна 75 мм и т. д.

Для определения дробных долей миллиметров используются деления нониуса, которые нанесены следующим образом. Взято 9 делений линейки, т.-е. 9 мм, перенесены на нониус и разделены на 10 равных частей. Таким образом, каждое деление нониуса равно девяти десятым одного деления линейки, т.-е. 0,9 мм, и разность между одним делением линейки и одним делением нониуса есть одна десятая миллиметра.

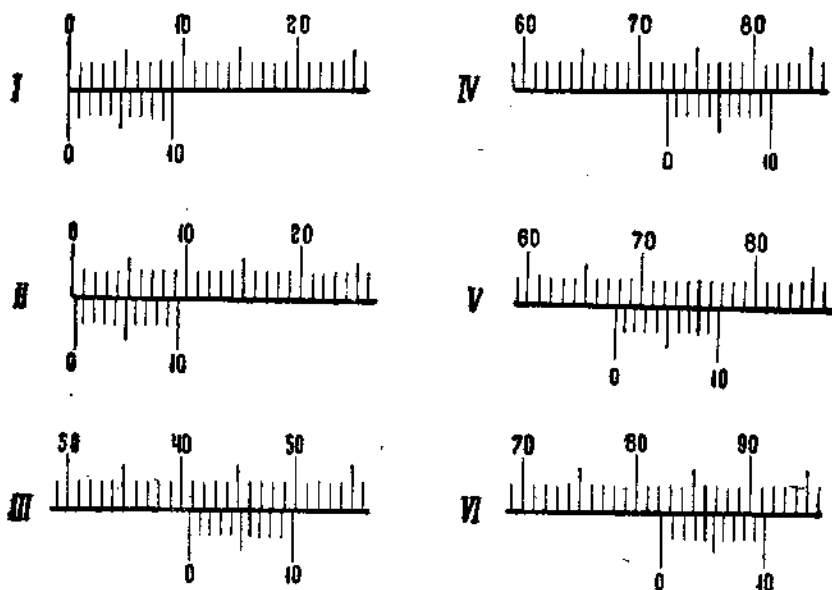


Рис. 274. Отсчеты на обыкновенном штангенциркуле.

Если мы плотно сдвинем ножки штангенциркуля (рис. 274-I), то, как мы сказали выше, нулевое деление нониуса совпадет с нулевым делением линейки, и в то же время десятое деление нониуса совпадет с девятым делением линейки.

Мы знаем, что каждое деление нониуса равно 0,9 мм, и поэтому понятно, что расстояние между первым делением нониуса (не следует смешивать первое деление с нулевым) и первым делением линейки равно разности этих делений, а именно:

$$1 \text{ мм} - 0,9 \text{ мм} = 0,1 \text{ мм}.$$

Расстояние между вторыми делениями нониуса и линейки точно так же будет равно разности в этом случае двух делений линейки и двух — нониуса, т.-е.

$$2 - (2 \times 0,9) = 2 - 1,8 = 0,2 \text{ мм}.$$

Для трех делений эта разница составит:

$$3 - (3 \times 0,9) = 3 - 2,7 = 0,3 \text{ мм}.$$

Рассуждая таким образом, мы можем составить следующую таблицу:

Разность между	1 делением линейки и	1 делением нониуса =	1 — 0,9	= 0,1 мм
"	2	"	2 — (2 × 0,9) =	0,2 "
"	3	"	3 — (3 × 0,9) =	0,3 "
"	4	"	4 — (4 × 0,9) =	0,4 "
"	5	"	5 — (5 × 0,9) =	0,5 "
"	6	"	6 — (6 × 0,9) =	0,6 "
"	7	"	7 — (7 × 0,9) =	0,7 "
"	8	"	8 — (8 × 0,9) =	0,8 "
"	9	"	9 — (9 × 0,9) =	0,9 "
"	10	"	10 — (10 × 0,9) =	1,0 "

Если мы передвинем нониус вправо настолько, чтоб его первое деление совпало с первым делением линейки, то расстояние между нулем нониуса и нулем линейки будет в этом случае равно

$$1 \text{ мм} - 0,9 = 0,1 \text{ мм.}$$

При таком положении нониуса (рис. 274-II) расстояние между ножками штангенциркуля будет равно также 0,1 мм. Если мы передвинем нониус вправо еще дальше, до совпадения вторых делений нониуса и линейки, то расстояние между их нулями будет теперь $2 - (2 \times 0,9) = 0,2 \text{ мм}$ и т. д. до девятого деления нониуса.

Таким образом, если при установке нониуса одно из его делений совпадет с делением линейки, то расстояние между нулем линейки и нулем нониуса будет содержать в себе столько десятых долей миллиметра, сколько будет отсчитано делений от нуля нониуса до совмещенного его штриха. Следовательно, если у нас совпадет седьмое деление нониуса с седьмым делением линейки, то расстояние между нулем линейки и нулем нониуса будет равно:

$$7 - (7 \times 0,9) = 7 - 6,3 = 0,7 \text{ мм.}$$

Это правило отсчета десятых долей миллиметра остается в силе, если нуль нониуса при установке окажется между двумя какими угодно делениями линейки. Пусть, например (рис. 274-III), при измерении обрабатываемого изделия нуль нониуса стал между 40 и 41 делением линейки, а шестое деление нониуса совпало с 46 делением линейки, т.-е. тоже с шестым делением от 40-го. В таком случае расстояние между 40 делением линейки и нулем нониуса будет:

$$6 - (6 \times 0,9) = 6 - 5,4 = 0,6 \text{ мм.}$$

Следовательно, истинный размер нашего изделия равен:

$$40 + 0,6 = 40,6 \text{ мм.}$$

Если бы у нас с одним из делений линейки совпало четвертое деление нониуса, то размер изделия был бы равен

$$40 + 0,4 = 40,4 \text{ мм.}$$

На рис. 274-IV нуль нониуса находится между 72 и 73 делениями линейки, а пятое деление нониуса совпадает с одним из делений линейки. В этом случае длина изделия будет 72,5 мм. Предлагаем читателю прочесть и объяснить показания штангенциркуля, изображенные на рис. 274-V и 274-VI.

Точность измерения штангенциркуля равняется частному от деления одного деления линейки на число делений нониуса. Так, у рассмотренного штангенциркуля эта точность равна

$$\frac{1 \text{ мм}}{10} = 0,1 \text{ мм.}$$

Этот штангенциркуль считается довольно грубым измерительным инструментом. Если требуется производить более точные измерения, например, с точностью до $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{100}$ мм, то пользуются инструментами, у которых нониус разделен на 50 или 100 равных частей.

Сестрорецкий инструментальный завод изготавливает штангенциркули, посредством которых можно производить измерения с точностью до 0,02 мм.

Нониус этого штангенциркуля разделен на 25 частей, при чем каждое деление при отсчете принимается за два. Поэтому и цифры, нанесенные на нониусе, обозначают 0, 10, 20, 30, 40, 50; при этом цифра 10 написана около 5-го деления, а цифра 20 против 10-го и т. д. Таким образом, например, четвертый штрих после деления, около которого написана цифра 20, показывает 28-е деление нониуса. Точно так же первый штрих после деления, против которого написано 10, дает 12-е деление нониуса.

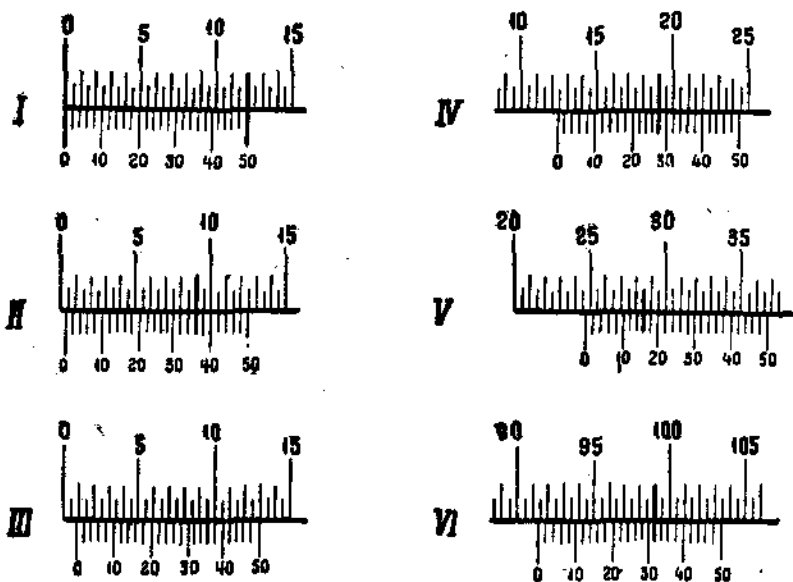


Рис. 275. Отсчеты на штангенциркуле 1/50.

Все эти 25 делений нониуса равны 12 миллиметрам линейки (рис. 275-I), так что каждое деление его равно

$$\frac{12}{25} = \frac{48}{100} = 0,48 \text{ мм.}$$

Особенностью этого штангенциркуля является еще и то, что нониус его отнесен не к целому миллиметру, а к половине его, и в соответствии с этим каждое деление линейки равно 0,5 мм. Поэтому в тот момент, когда первое деление нониуса точно совпадает с первым делением линейки, расстояние между ножками штангенциркуля составляет

$$0,5 - 0,48 = 0,02 \text{ мм.}$$

Рис. 275-I показывает положение нониуса относительно линейки в тот момент, когда ножки штангенциркуля плотно сдвинуты. Штангенциркуль показывает 0. На рис. 275-II первое деление нониуса еще не прошло первого деления линейки, показывающей 0,5 мм. Это значит, что расстояние между ножками штангенциркуля меньше 0,5. Теперь посмотрим, какой штрих нониуса ближе всего

совпадает с каким-либо делением линейки. На рис. 275-II это третий штрих после деления, около которого написано 30. По установленному выше правилу отсчетов узнаем, что штангенциркуль показывает 0,36 мм. Если первое деление нониуса прошло полумиллиметровое деление линейки, то к показаниям нониуса нужно прибавлять 0,5 мм. Таким образом, на рис. 275-III штангенциркуль показывает 0,86 мм. На рис. 275-IV и 275-V показания штангенциркуля 12,28 и 24,66 мм. Показание штангенциркуля на рис. 275-VI предлагаем прочесть читателю.

Кроме разобранных миллиметровых штангенциркулей, в некоторых мастерских пользуются штангенциркулями с дюймовыми делениями. В этом случае каждый дюйм линейки бывает разделен на шестнадцать, а иногда на сорок частей. Число делений нониуса у первого штангенциркуля равно восьми, а все они равны семи делениям линейки, т.-е. $\frac{7}{16}$ дюйма. Таким образом одно деление нониуса в этом случае будет равно

$$\frac{7}{16} : 8 = \frac{7}{16 \times 8} = \frac{7}{128} \text{ дюйма,}$$

а разница между одним делением линейки и одним делением нониуса будет

$$\frac{1}{16} - \frac{7}{128} = \frac{1}{128} \text{ дюйма.}$$

Эта величина и будет точностью данного штангенциркуля.

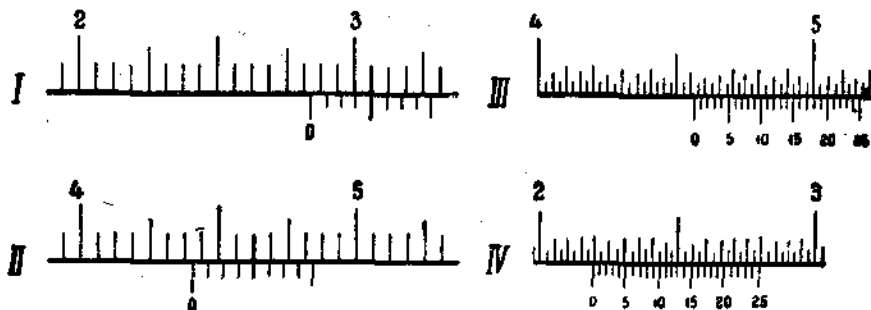


Рис. 276. Отсчеты на дюймовом штангенциркуле.

Отсчет измерения ведется по правилам, изложенным выше. Так, например, пусть при измерении изделия нуль нониуса встал по правую сторону двух дюймов между 13 и 14 делениями линейки, и при этом четвертое деление нониуса совпало с одним из делений линейки (рис. 276-I). В таком случае действительная длина изделия будет равняться:

$$2 \frac{13}{16} + (4 \times \frac{1}{128}) = 2 \frac{13}{16} + \frac{4}{128} = 2 \frac{104}{128} + \frac{4}{128} = 2 \frac{104 + 4}{128} = 2 \frac{108}{128} = 2 \frac{27}{32} \text{ дюйма.}$$

Отсчет штангенциркуля, показанного на рис. 276-II, предоставляем сделать читателю.

Как мы видели выше, штангенциркуль этот дает отсчеты не очень высокой точности (в пределах $\frac{1}{128}$ дюйма). Большая точность измерений получается у инструментов, у которых линейка разделена на сороковые доли дюйма. Для нониуса взяты 24 деления линейки и разделены на 25 равных частей.

Таким образом каждое деление нониуса равно:

$$\frac{24}{40 \times 25} = \frac{24}{1000} \text{ дюйма;}$$

а разность между одним делением линейки и одним делением нониуса будет:

$$\frac{1}{40} - \frac{24}{1000} = \frac{25 - 24}{1000} = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ дюйма.}$$

Точность измерения таким штангенциркулем может быть достигнута

$$\frac{1}{40} : 25 = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ дюйма.}$$

Измерение производится по тем же правилам, о которых говорилось выше. Пусть, например, нуль нониуса находится дальше четырех дюймов между 22 и 23 делениями линейки, при чем 12-е деление нониуса совпало с одним из делений этой линейки (рис. 276-III). Действительный размер изделия в этом случае равен

$$4 \frac{22}{40} + \frac{12}{1000} = 4 \frac{550 + 12}{1000} = 4,562 \text{ дюйма.}$$

Отсчет штангенциркуля, изображенного на рис. 276-IV, предлагаем прочесть и объяснить читателю.

Штангенциркуль, представленный на рис. 273, применяется и для измерения диаметров отверстий, для чего наружные боковые поверхности концов его ножек 2 и 3 закругляются (на длине 8 — 10 мм). При плотно сдвинутых ножках ширина их (в той части, где они закруглены) равняется 10 мм. Поэтому таким штангенциркулем можно измерить отверстия, диаметры которых больше 10 мм. При измерениях ширину ножек (10 мм) нужно прибавлять к полученному отсчету. Ширина ножек всегда выражается круглым числом (10 мм), и поэтому прибавление ее к отсчету не вызывает затруднений.

На рис. 277 прочитанный размер есть 22,5 мм, а действительный 32,5 мм, так как ширина каждой ножки равна 5 мм.

Все применяемые в практике штангенциркули разделяются по своей точности на обыкновенные, дающие точность измерения до 0,1 мм или же до $\frac{1}{128}$ дюйма, и точные, посредством которых могут производиться измерения с довольно высокой степенью точности, а именно до 0,02 — 0,01 мм, у штангенциркулей с миллиметровыми делениями и до 0,001 дюйма при дюймовых штангенциркулях.

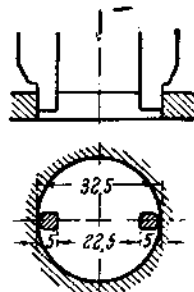


Рис. 277. Измерение внутреннего диаметра.



Рис. 278. Штангенциркуль «Колумбус».

На рис. 278 представлен обыкновенный штангенциркуль, который часто называют «Колумбусом», а на рис. 279 — способ его употребления. Длинные ножки 1 и 2 (рис. 278 и 279) служат для измерения длин изделий или наружных диаметров. Короткие и острые ножки 3 и 4 предназначены для внутренних размеров (на рис. 279 показано измерение внутреннего диаметра кольца). Этим же

штангенциркулем можно измерить и глубину в изделиях, для чего служит стержень 5, скрытый в линейке и соединенный с подвижной ножкой. Штангенциркуль этот устроен таким образом, что размеры, даваемые одновременно обеими парами ножек и глубиномером, одинаковы, так что, поставив ножки 1 и 2 на размер, например, 52,3 мм на ножках 3 и 4 и на глубиномере 5, получим тот же размер 52,3 мм. Это свойство Колумбуса очень полезно при переносе размера с одного изделия на другое, например, при пригонке вала по подшипнику и т. д.

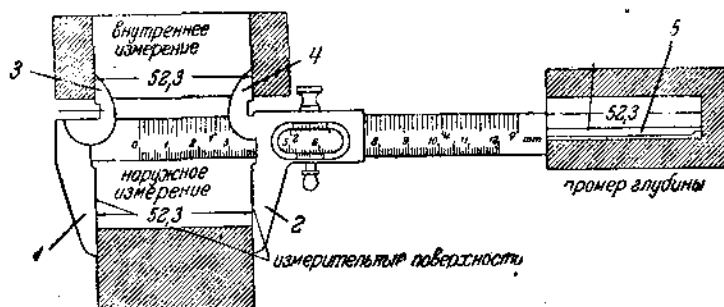


Рис. 279. Способ употребления Колумбуса.

Точный штангенциркуль представлен на рис. 280. Подвижная ножка этого инструмента состоит из двух частей — собственно ножки 1 и добавочного ползунка 2, при помощи которого производится точная установка штангенциркуля. Установка эта производится следующим образом. Освободив винты 3 и 4, закрепляющие подвижную ножку и ползунка на линейке штангенциркуля, грубо устанавливаем штангенциркуль на требующийся размер. Ножка 1 и ползунка 2 перемещаются при этом вместе. После этого закрепляем ползунка 2 винтом 4 и при помощи микрометрического винта 5, вращая накатанную гайку 6, точно устанавливаем штангенциркуль. Закрепив винт 3, читаем полученный размер.

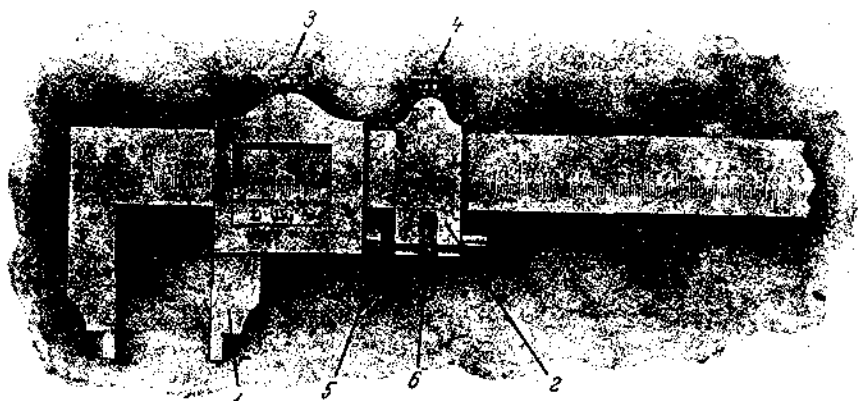


Рис. 280. Точный штангенциркуль.

У точных штангенциркулей деления нониуса настолько мелки, что при отсчете размеров пользуются лупой.

В заключение укажем на проверку штангенциркуля, которую должен производить токарь, получив новый штангенциркуль. Проверка эта состоит в том, что смотрят на свет, насколько плотно прилегают друг к другу ножки штангеля при сдвинутом их положении. Они должны прилегать друг к другу плотно по всей длине, без просвета. При этом нули линейки и нониуса должны совершенно точно совпадать.

Б. Микрометры.

а) Микрометры для измерения длин и наружных диаметров.

Рассматривая разнообразные конструкции штангенциркулей, мы видели, что вследствие незначительной длины ножек их эти инструменты мало пригодны для измерения больших диаметров. Более удобным с этой точки зрения является другой тип точного измерительного инструмента, а именно микрометр.

Обыкновенный микрометр для измерения длин и наружных диаметров представлен на рис. 281. Разрез этого же микрометра дается на рис. 282, при чем одни и те же части его на обоих рисунках обозначены одинаковыми цифрами.

Устройство микрометра состоит в следующем. В левом конце скобы 1 имеется закаленная цапфочка 2, которая закрепляется в скобе 1 винтом 3. Посредством шурупа 4 цапфочка 2 может быть выдвинута из скобы, что бывает необходимо при проверке микрометра по мере износа его.

Другой конец скобы имеет хвост в виде цилиндрической втулки 5, в которую вставлена нарезанная внутри трубочка 6. Правый конец этой трубочки нарезан на небольшой длине и снаружи, при чем резьба сделана на конус, так что, накручивая гаечку 7, можно несколько сжимать трубочку 6. Стержень 8, правый конец которого нарезан точно по внутренней резьбе трубочки 6, при вращении за головку 9 перемещается вправо и влево. На стержне 8 закреплена гильза 10, охватывающая втулку 5. Стержень 8 может быть закреплен в требуемом положении накатанным кольцом 11.

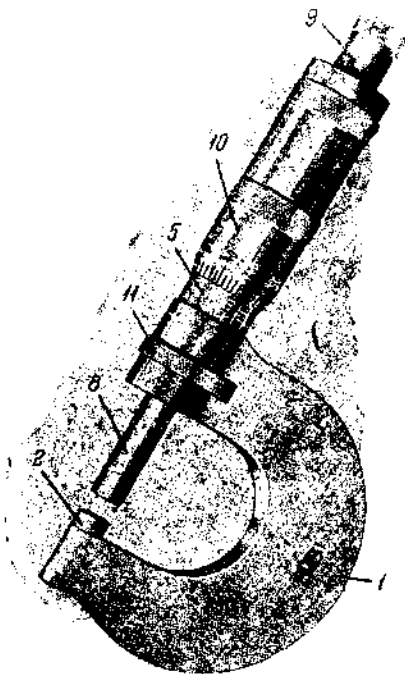


Рис. 281. Микрометр.

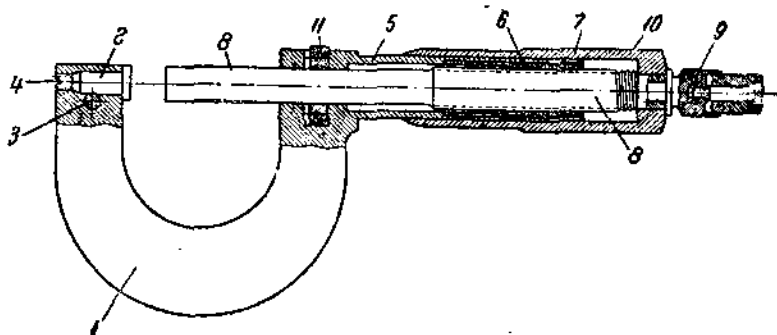


Рис. 282. Разрез микрометра.

Измеряемый предмет зажимается между цапфочкой 2 и концом (также закаленным) стержня 8. Для того, чтобы этот зажим был всегда равномерным

независимо от чуткости рабочего, микрометр снабжается так называемой трещоткой, имеющейся у головки 9 стержня 8. Трещотка эта устроена так, что, как только стержень 8 упрется в измеряемое изделие и прижмется к нему достаточно плотно, перемещение его прекращается, так как трещотка, за которую вращают стержень 8, будет проскакивать. Накатанная втулка 12 (см. деталь микрометра рис. 283) имеет на своем торце мелкие зубчики, во впадины между которыми входит штифтик 13, вставленный в отверстие, высверленное в головке стержня 8. Пружиной 15 штифтик этот прижимается к зубцам втулки 12. Винтик 14 служит для удержания втулочки 12 на головке 9.

Вращая втулочку 12, мы будем вращать и стержень 8 и, следовательно, перемещать его. Как только этот стержень упрется в измеряемый предмет, зубчики втулки 12 будут отжимать штифт 13, и втулочка 12, поэтому, будет вращаться вхолостую.

Для отсчета размеров, производимых микрометром, на втулке 5 проведена продольная риска, по обе стороны которой (а иногда, впрочем, и по одну) нанесены деления. Одно деление, отмеченное длинной чертой, равно 1 мм. Короткие штрихи дают 0,5 мм.

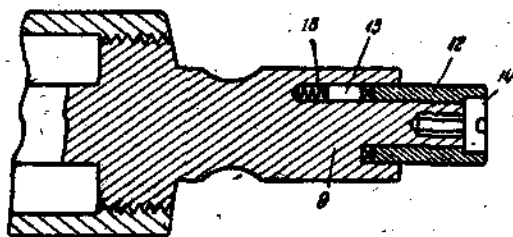


Рис. 283. Деталь микрометра (трещотка).

Нарезка стержня 8 сделана так, что за один полный оборот он перемещается на 0,5 мм, т.е. на одно маленькое деление.

Левый конец гильзы 10 сточен на конус и на конусной части также нанесены деления. Таких делений сделано 50. Выше мы сказали, что один полный оборот стержня 8 дает его перемещение на 0,5 мм. Понятно поэтому, что поворот гильзы на одно деление дает перемещение стержня 8 на

$$\frac{0,5}{50} = \frac{1}{100} \text{ мм.}$$

Когда стержень 8 подведен к цапфочке 2, микрометр должен показывать нуль. В этот момент конец гильзы 10 совпадает с нулевым делением втулки 5, и нулевое деление гильзы (нанесенное на скошенной части) совпадает с продольной риской (рис. 284-I). Если мы повернем гильзу 10 на один полный оборот, то получим положение гильзы, представленное на рис. 284-II. Микрометр показывает 0,5 мм. Сообщив гильзе еще один полный оборот, мы будем иметь расстояние между цапфочкой 2 и стержнем 8 ровно 1 мм (рис. 284-III).

Если конец гильзы пройдет несколько полных делений, но не дойдет до ближайшей короткой черты, показывающей на втулке 5 половины миллиметров, и будет остановлен в этом положении, то нулевое деление скошенной части гильзы 10 не совпадет с продольной риской втулки 5. Деление гильзы 10, совпадающее в этот момент с продольной риской втулки 5, покажет, сколько сотых долей миллиметра (напоминаем, что каждое деление скошенной части гильзы 10 соответствует перемещению стержня 8 на $\frac{1}{100}$ мм) прошел стержень 8 сверх целого миллиметра. На рис. 284-IV изображено положение гильзы, при котором микрометр показывает 6,36 мм.

Если теперь гильзу 10 повернуть точно один раз, то с продольной риской втулки 5 совпадет тоже 36-е деление гильзы, но конец ее уже пройдет короткий штрих делений втулки, и микрометр будет показывать 6,86 мм (рис. 284-V).

Предлагаем читателю прочесть показание микрометра, представленное на рис. 284-VI.

Изображенный на рис. 284 микрометр служит для измерений в пределах от 0 до 25 мм. Следующий размер микрометра от 25 до 50 мм, затем от 50 до 75

и т. д. Для измерений больших длин применяются микрометры, отличающиеся от представленного на рис. 281 только размерами и конструкцией скобы I.

Микрометры для более грубых измерений изготавливаются с шагом стержня 8 в 1 мм и не имеют трещотки.

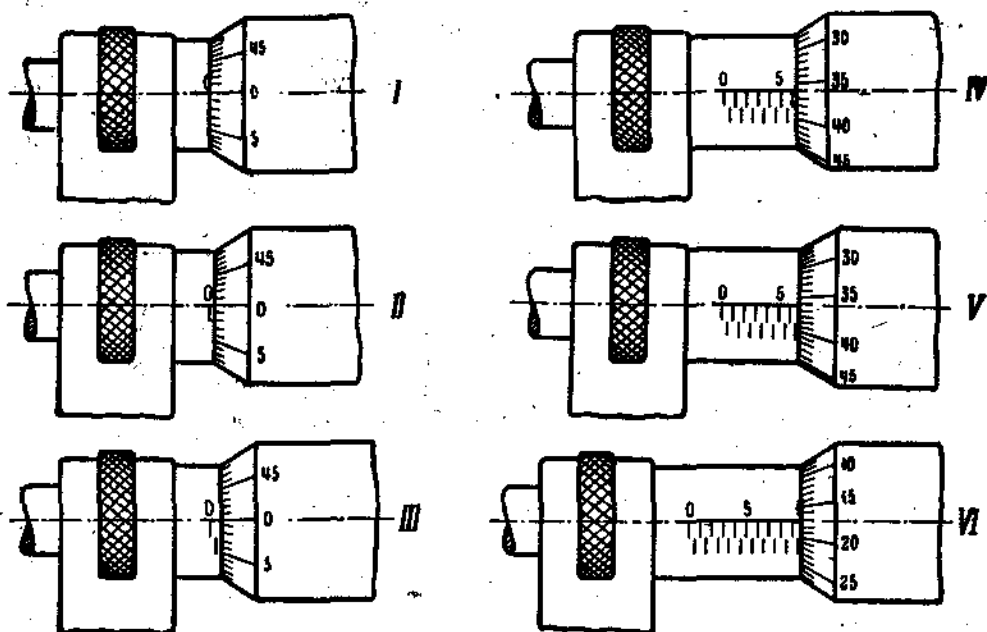


Рис. 284. Отсчеты по микрометру.

Если стержень 8 плотно прижат к цапфочке 2, но микрометр не показывает в этот момент нуля, — он должен быть выверен, что достигается перестановкой цапфочки 2.

По мере износа нарезки стержня 8 необходимо подтягивать гайку 7, но такие проверки микрометра токарем не производятся, и поэтому останавливаться на них мы не будем. Укажем только, что токарь, получив новый микрометр, должен сам посмотреть, показывает ли микрометр нуль, когда стержень 8 прижат к цапфочке 2. Соприкасающиеся плоскости стержня и цапфочки должны в этот момент прилегать друг к другу плотно, без просвета.

Существуют еще микрометры, деления которых выражены в долях дюйма. Такие микрометры встречаются в наших мастерских не часто.

На рис. 285 показано, каким образом следует держать микрометр одной рукой при измерении небольших изделий.



Рис. 285. Измерение микрометром одной рукой.

б) Микрометры для внутренних измерений.

Микрометры для внутренних измерений часто называют штихмассами. Обыкновенный штихмасс представлен на рис. 286. Он снабжен таким же микрометрическим винтом, как и микрометр для наружных измерений, так что

с его помощью можно производить промеры с точностью до $\frac{1}{100}$ мм. Концы его должны быть закалены.

Отсчет снятого размера производится точно так же, как и у обыкновенного микрометра. Такие штихмассы изготавливаются для измерений отверстий, диаметр которых не меньше 50 мм и не больше 200 мм. Измерение отверстий, диаметр которых меньше 50 мм, производится при помощи специальных инструментов, о которых мы будем говорить дальше.

При измерении отверстий, если диаметр их больше 200 мм, пользуются так называемыми раздвижными штихмассами. Одна из конструкций таких штихмассов представлена на рис. 287. Стержень 1, на котором нанесены миллиметровые деления, входит в другой пустотелый стержень 2, на левом конце

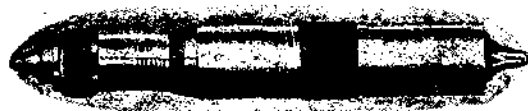


Рис. 286. Штихмасса.



Рис. 287. Раздвижной штихмасса.

которого имеется закаленный наконечник. На правом утолщенном конце стержня 2 сделан прорез, на одной стороне которого нанесен штрих, с которым должно совпадать одно из делений стержня 1. Для закрепления стержня 1 служат винты 4—4. Стержень 1 заканчивается головкой, устройство которой не отли-

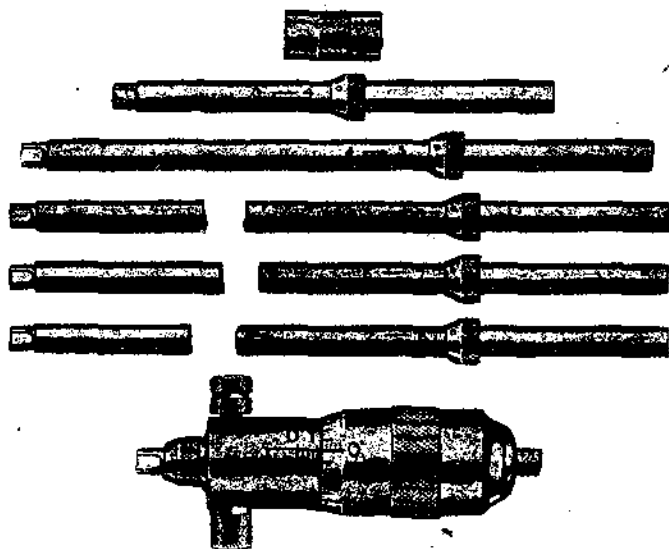


Рис. 288. Штихмасса со сменными ножками.

чается от обыкновенного штихмасса (рис. 286). Грубая установка этого инструмента производится вдвиганием и выдвиганием стержня 1, точная — головкой 5.

На рис. 288 представлена другая конструкция штихмасса. В этом случае имеется одна постоянная головка и сменные удлинительные ножки.

§ 4. Глубиномеры.

Глубиномерами пользуются при измерениях глубин несквозных отверстий, углублений и т. д. Рассматривая обыкновенный штангенциркуль, мы уже ознакомились (рис. 278 и 279) с одной из конструкций глубиномера, являющегося как бы частью другого инструмента (штангенциркуля).

На рис. 289 представлен обыкновенный глубиномер. Поперечина 1 опирается на плоскость, от которой измеряется глубина отверстия. Линейка 2 с делениями

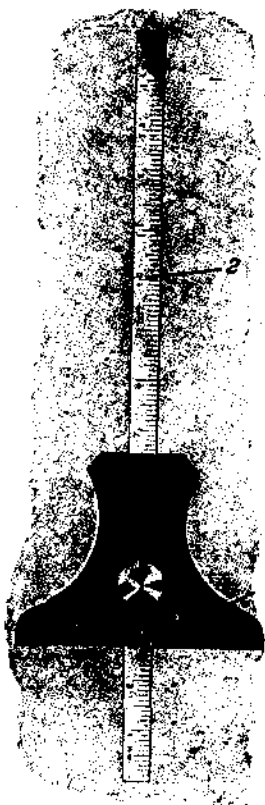


Рис. 289. Простой глубиномер.

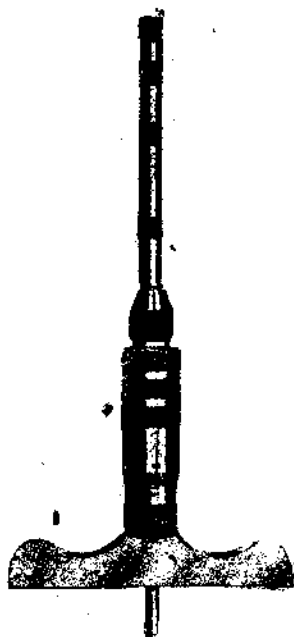


Рис. 290. Точный глубиномер.

опускается до дна отверстия. Деление линейки, оказавшееся в этот момент против риски, нанесенной на поперечине 1, покажет глубину измеряемого отверстия.

Для точных измерений глубин отверстий пользуются глубиномерами, снабженными микрометрическим винтом (рис. 290). Измерение глубины в этом случае может быть произведено с точностью до $\frac{1}{100}$ мм.

§ 5. Усовершенствованные инструменты для точных измерений.

Все разобранные выше точные измерительные инструменты, несмотря на целый ряд достоинств, имеют один общий и весьма существенный недостаток, который состоит в том, что при пользовании этими инструментами приходится полагаться на чуткость рук. Нередки поэтому случаи, когда при измерении, например, штангенциркулем одной и той же детали двумя лицами получаются разные размеры, что, конечно, совершенно недопустимо. Этого недостатка не имеют современные усовершенствованные измерительные инструменты, несколько конструкций которых будет разобрано ниже.

На рис. 291 представлен так называемый пассаметр, предназначенный для измерения наружных диаметров. На рис. 292 дается разрез пассаметра.

Измеряемое изделие 1 помещается между двумя закаленными стержнями 2 и 3. Стержень 2 во время работы пассаметра неподвижен, но может устанавливаться в разные положения в зависимости от диаметров измеряемых изделий

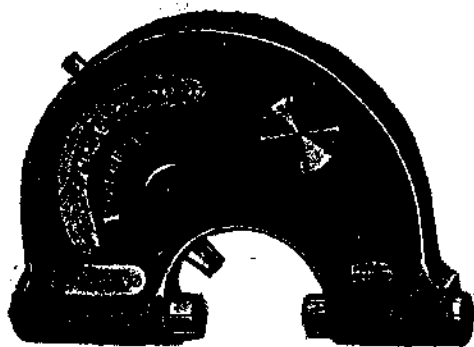


Рис. 291. Пассаметр.

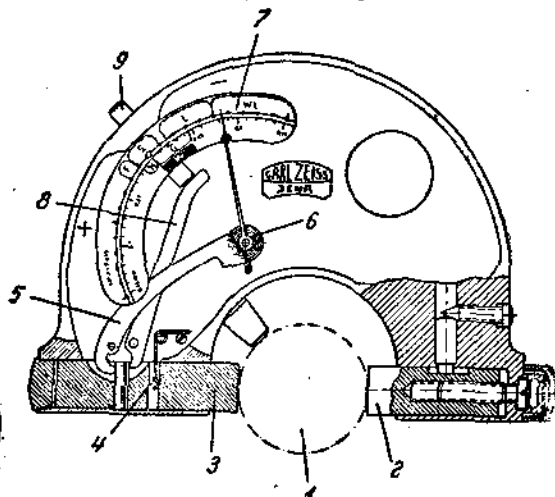


Рис. 292. Пассаметр (разрез).

(в небольших пределах). Этот же стержень служит и для установки пассаметра на нуль. Способ регулировки стержня 2 понятен из рис. 292.

Другой стержень может двигаться в корпусе пассаметра и прижимается к измеряемому изделию пружинкой 4. Перемещение стержня 3, вызванное давлением на него измеряемого изделия, передается малому плечу рычага 5. На конце большого плеча этого рычага имеется зубчатая рейка, сцепляющаяся с шестеренкой 6. Эта шестеренка связана со спиральной пружинкой, усиливающей дей-

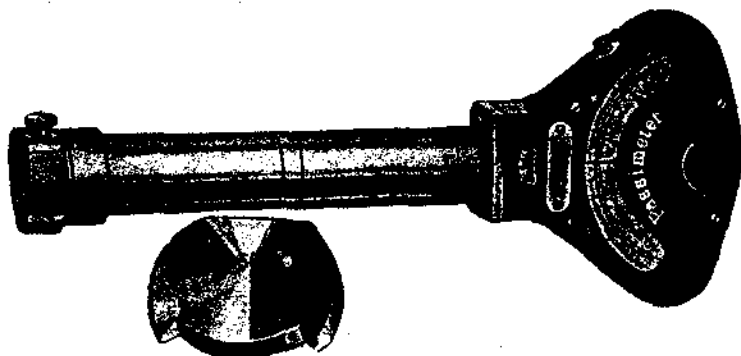


Рис. 293. Пассиметр.

ствие пружины 4 и устраняющей возможную слабинку в месте соприкосновения рычага 5 со стержнем 4. На оси шестеренки посажена стрелочка, противоположный конец которой ходит над шкалой 7, каждое деление которой равно $\frac{1}{100}$ мм. Нажимая кнопку 9, мы действуем на рычаг 8, который служит для удаления штифта 4 от изделия перед началом измерения и после него. Неподвижный штифт обеспечивает правильность установки пассаметра во время измерения.

Пассиметр (рис. 293) в своем устройстве очень сходен с пассаметром и служит для измерений диаметров отверстий. Он особенно удобен, если отверстия эти глубоки. Для каждого размера на пассиметр надевается сменная головка. Эта головка касается стенок измеряемого отверстия двумя своими точками

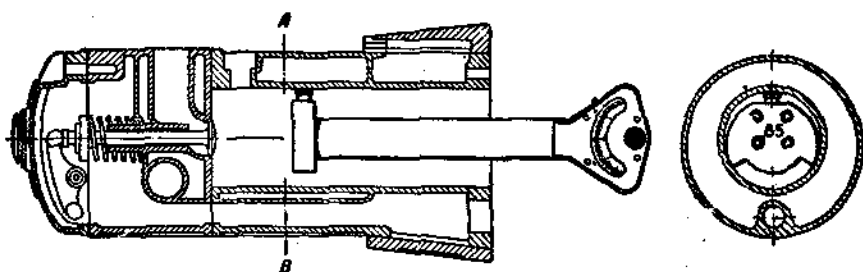


Рис. 294. Пассиметр в работе.

(рис. 294, на котором показан пример употребления пассиметра). Третьей точкой опоры является штифт, перемещение которого через систему рычагов передается стрелке пассиметра. Точность измерений пассиметра $\frac{1}{100}$ мм.

В заключение рассмотрим еще один точный измерительный инструмент, так называемый миниметр Гирта. На рис. 295 представлены два типа этого инструмента, имеющих совершенно одинаковое устройство и отличающихся только тем, что правый (на рис. 295) инструмент имеет более широкие пределы измерений.

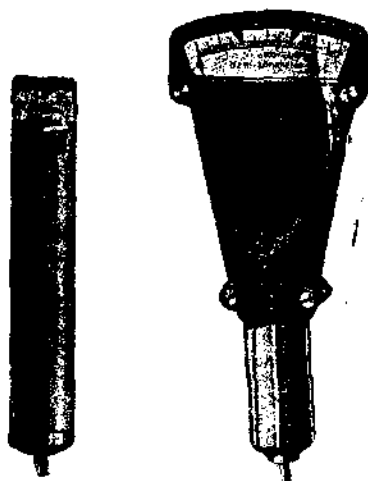


Рис. 295. Миниметры Гирта.

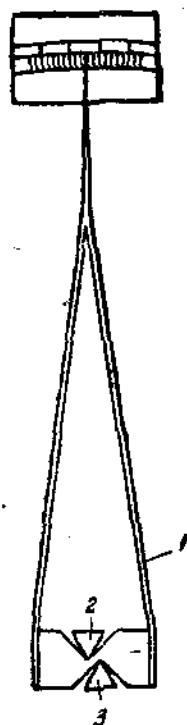


Рис. 296. Устройство миниметра (схема).

Не останавливаясь на устройстве миниметра, укажем только принцип его (рис. 296). Рычаг 1, к которому прикреплена стрелка, опирается на призму 2 и прижимается к ней другой призмой 3. Призма 3 связана с штифтом, которым миниметр прикасается к изделию. Острые призмы смещены относительно друг друга, и поэтому при подъеме нижней призмы 3 рычаг 1 будет

поворачиваться; незначительный подъем призмы 3 в сильно увеличенном виде отразится на стрелке миниметра, находящегося над шкалой с делениями.

На рис. 297 представлены два примера применения миниметра для измерения наружных диаметров обрабатываемых изделий.

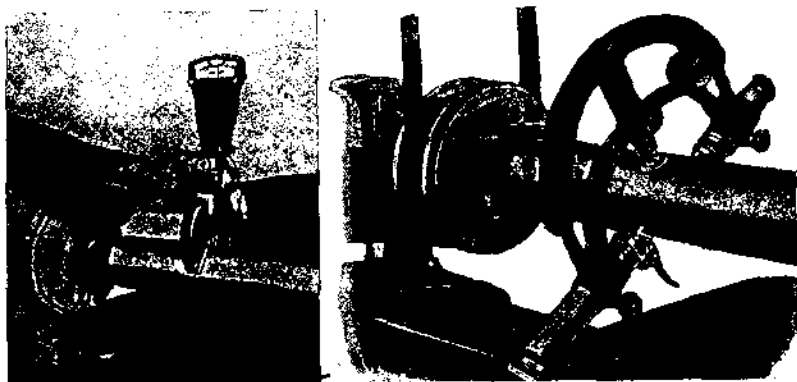


Рис. 297. Примеры измерений миниметром.

§ 6. Концевые измерительные инструменты.

Концевые измерительные инструменты, в отличие от всех рассмотренных выше, не допускают различных установок, а предназначаются для измерения одного какого-либо размера.

К этой группе измерительных инструментов должны быть отнесены:

- 1) нормальные калибры (стержни и кольца),
- 2) скобы,
- 3) штихмассы,
- 4) нормальные плитки,
- 5) разнообразие шаблоны.

Нормальные калибры предназначаются для измерений изделий, имеющих небольшие диаметры. Измерение отверстий производится стержнем 1, а проверка наружных диаметров — кольцом 2 (рис. 298).

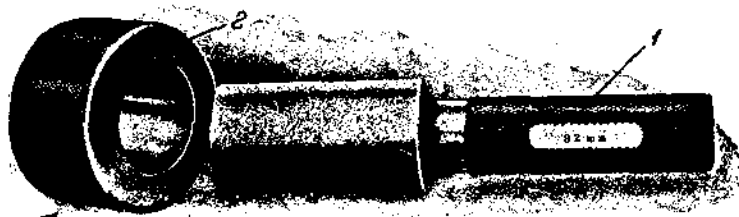


Рис. 298. Нормальные калибры.

С увеличением диаметров обрабатываемых изделий изготовление колец и стержней (рис. 298) становится нецелесообразным. Кроме того, и пользоваться такими калибрами было бы неудобно. Поэтому кольца заменяются скобами (рис. 299), а стержни — штихмассами (рис. 300).

Нормальные плитки применяются на наших заводах при проверке измерительных инструментов. За границей такими плитками очень

часто пользуются и для измерения обрабатываемых изделий. Плитки изготавливаются несколькими зарубежными заводами, но лучшими во всем мире считаются плитки, изготавливаемые шведским заводом Иогансона, которые отличаются большой точностью. Точность эта достигает $0,0002 \text{ мм}$, так что, если сложить пять плиток, то они вместе дают размер, отличающийся от действительного не больше, чем на $0,001 \text{ мм}$.

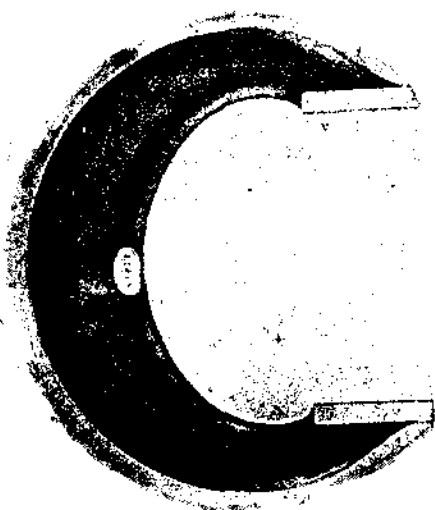


Рис. 299. Нормальная скоба.

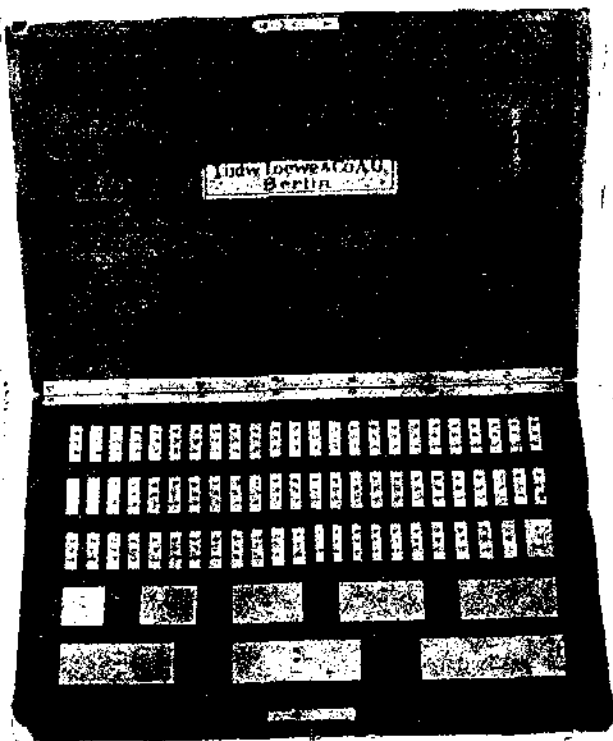


Рис. 301. Плитки Иогансона.



Рис. 300. Сферический штихмасс.

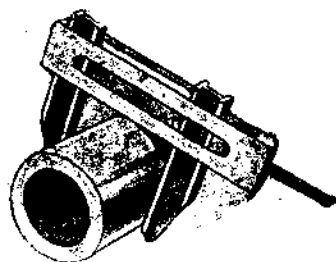
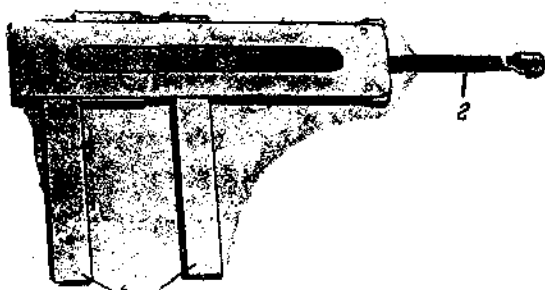


Рис. 302. Пример употребления плиток Иогансона.

Нормальные плитки продаются обыкновенно наборами. Один из таких наборов, состоящий из 79 плиток, представлен на рис. 301. Пользуясь этим набором, можно получить огромное количество размеров. Если в ящике не

имеется плитки, требующейся в каком-либо отдельном случае, вместо одной можно взять несколько. Так, если, например, требуется размер 43,13 мм, то он может быть получен набором из следующих плиток:

$$43,13 = 40 + 0,5 + 1,60 + 1,03$$

или же

$$43,13 = 40 + 1 + 1,1 + 1,03 \text{ и т. д.}$$

Измерение плитками производится при помощи специального прибора, так называемой *струбки*. Набор плиток зажимается между ножками 1—1 посредством винта 2 (рис. 302). На этом же

рисунке показан и пример пользования набором плиток, зажатых в струбцинке — измерение наружного диаметра стальной втулки.

К этой же группе измерительных инструментов относятся так называемые *шаблоны*, которые служат для проверки правильности очертаний обрабатываемых изделий или отдельных участков их. Пример простейшего шаблона показан на рис. 303, где цифрой 1 обозначено обрабатываемое изделие, а цифрой 2 — шаблон.

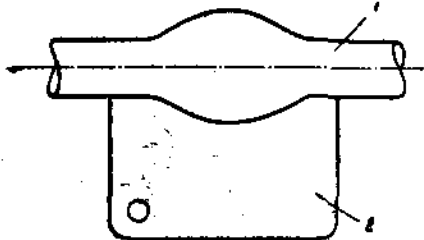


Рис. 303. Шаблон.

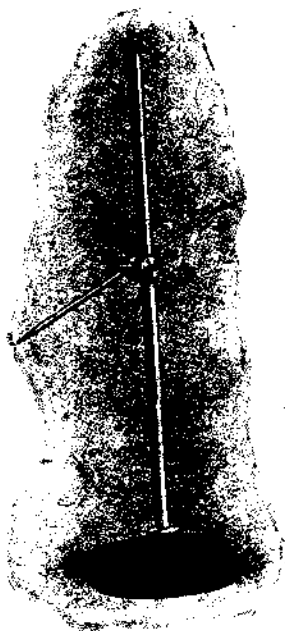


Рис. 304. Простой рейсмус.

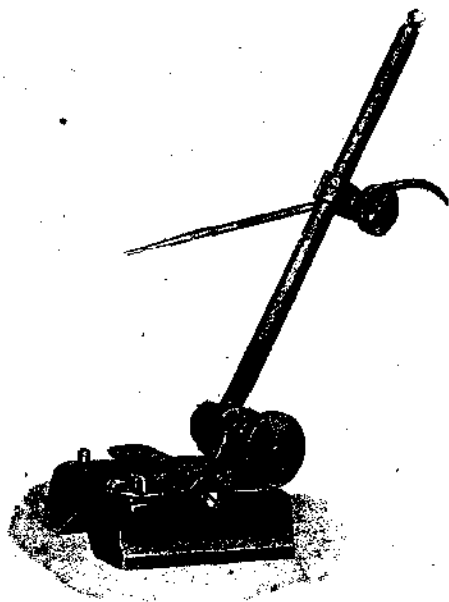


Рис. 305. Точный рейсмус.

§ 7. Проверочные инструменты, применяемые в токарном деле.

Для проверки правильности установки изделий на станках, а иногда и для проверки самих изделий служат особые инструменты. При помощи этих инструментов нельзя определять размеры изделий, а можно только устанавливать отклонения от правильности форм их.

Для грубых проверок служит так называемый *рейсмус*, а для более точных работ — *индикатор*.

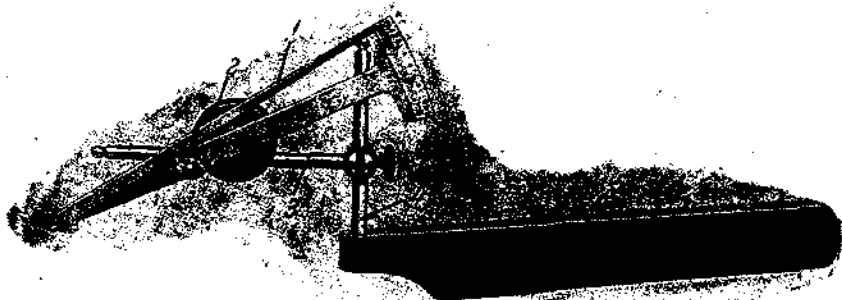


Рис. 306. Простой индикатор.

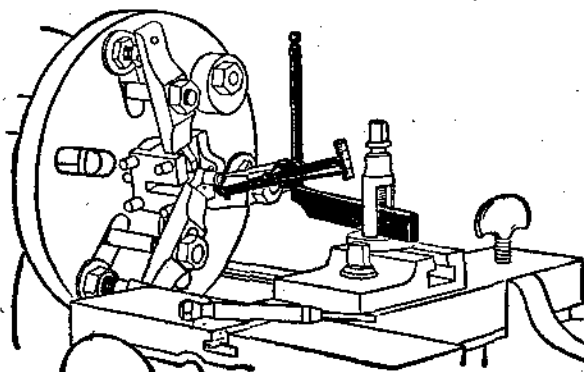
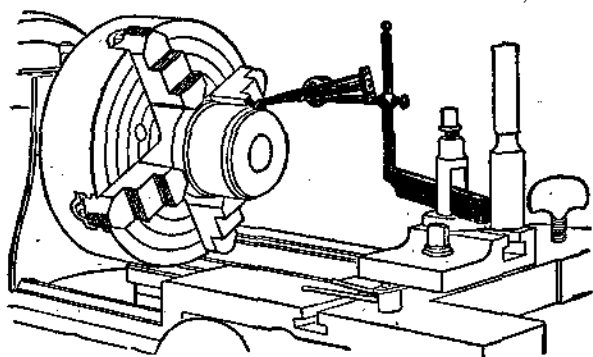
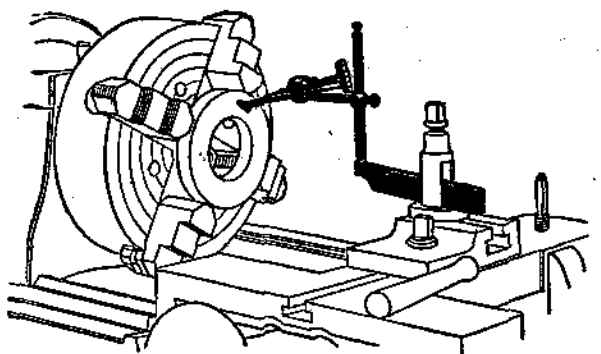


Рис. 307. Примеры употребления индикатора; изображенного на рис. 306.

А. Рейсмус.

Простейший рейсмус представлен на рис. 304. Устройство его настолько просто, что не нуждается в объяснении. Более совершенный рейсмус изображен

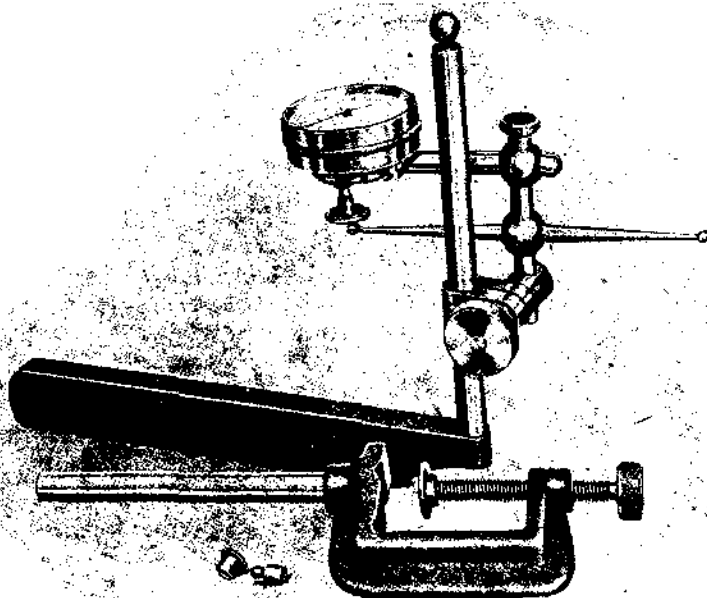


Рис. 308. Индикатор с циферблатом.

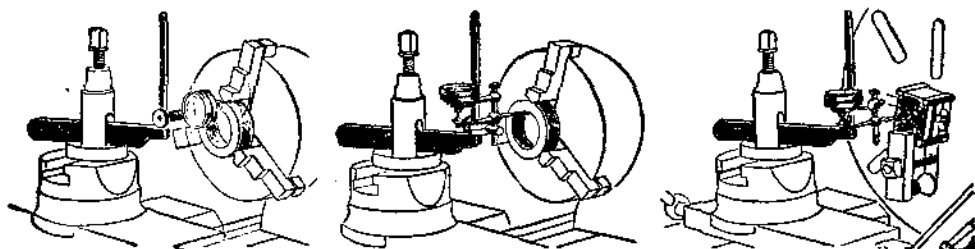


Рис. 309. Примеры употребления индикатора с циферблатом.

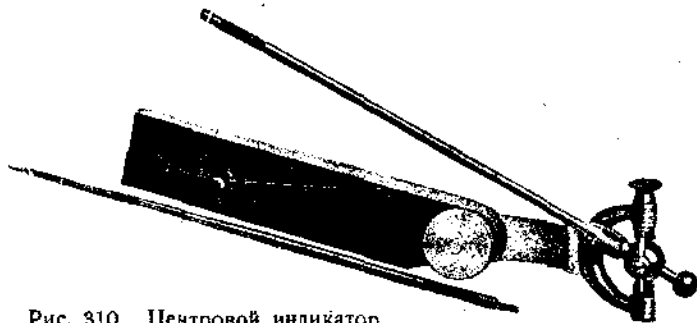


Рис. 310. Центровой индикатор.

на рис. 305. Этот рейсмус допускает более точную установку иглы, которая производится при помощи микрометрического винта.

Рейсмус необходим при установке изделий, обработка которых производится по разметке. Но часто пользуются рейсмусом и для проверки правильности

установки уже обработанных изделий или, наконец, правильности самих изделий. Существует два способа проверки обточенных изделий при помощи рейсмуса. Первый способ состоит в том, что прижимают иглу рейсмуса к поверхности проверяемого предмета, затем пускают станок в ход (не слишком быстро) и слушают, насколько равномерно, как говорят, «берет» рейсмус. Только при правильно установленном изделии шум, получающийся от трения иглы рейсмуса об изделие, будет равномерным. В противном случае он будет прерывистым.

Второй способ заключается в том, что иглу рейсмуса не доводят до изделия на 0,2—0,5 мм, затем вращают изделие и смотрят на свет, как изменяется просвет между иглой рейсмуса и изделием. Лучше смотреть не на свет, а ставить сзади иглы белую бумагу. В этом случае изменения просвета, т.е. неправильность установки изделия (или неправильность самого изделия), будут заметны очень отчетливо.

Б. Индикаторы.

Индикатор, часто встречающийся в наших мастерских, представлен на рис. 306. Короткий конец рычага 1 прижимается к обрабатываемому изделию. Длинный конец этого рычага показывает на шкале отклонения размера изделия или неправильность его установки. Закрепление индикатора производится при помощи поворотного диска 2, стержней 3 и 4 и подставки 5. Соотношение плеч рычага 1 этого индикатора выбирается так, что он дает возможность производить проверки с точностью до 0,05 мм. На рис. 307 дается три примера работ, производящихся при помощи этого индикатора. Для более точных работ пользуются индикатором, изображенным на рис. 308, который дает точность проверки до 0,01 мм. На рис. 309 показано три примера применения индикатора этой конструкции.

Существует еще много конструкций индикаторов, и останавливаться на них мы не будем. В заключение укажем на особый тип индикатора, так называемый *центральный* (рис. 310). Этим индикатором следует пользоваться в тех случаях, когда неудобно или совсем нельзя применять обыкновенный индикатор. Примеры применения этого индикатора даны на рис. 311.

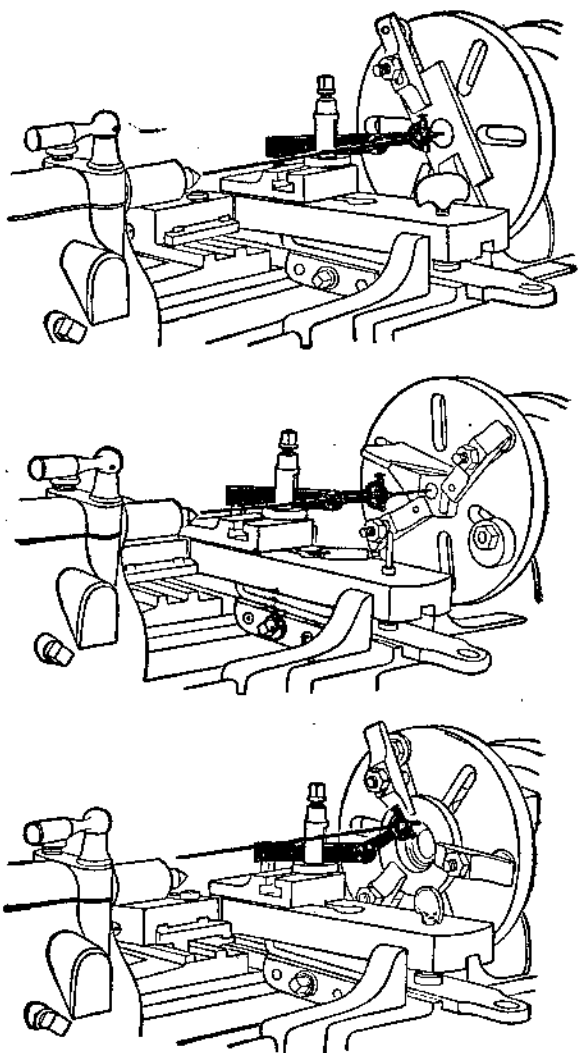


Рис. 311. Примеры употребления центрального индикатора.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

Допуски, пригонки и предельные измерительные инструменты.

§ 1. Допуски и пригонки.

А. Общие сведения.

Одним из самых целесообразных способов изготовления различных машин, приборов и т. д. в настоящее время считается массовое производство, которое возможно только при условии соблюдения правила взаимозаменяемости. Правило это состоит в том, что отдельные части какой-либо машины, обработанные на станках, должны при сборке подходить одна к другой без дополнительной пригонки. При таком изготовлении каждую деталь машины можно заменить другой, ей подобной, и эта деталь должна также без дополнительной пригонки занять свое место в машине. В этом и состоит правило взаимозаменяемости.

В старину, когда способы обработки деталей, а также способы их измерения стояли на очень низкой ступени, изготовление взаимозаменяемых частей машин было невозможно. При существовавшем в то время способе сборки, сопровождавшемся пригонкой одной части к другой, качество пригонки в каждом отдельном случае определялось в самом процессе работы рабочим, руководившимся мускульным чувством и чувством осязания.

Номинальные (т.-е. показанные на чертеже) размеры двух собираемых деталей при этом сохранялись, но каждый из этих двух размеров при пригонке деталей изменялся, правда, очень немного. Примитивность и малая точность измерительных инструментов того времени не давала возможности определить получавшихся при этом отклонений действительных размеров собираемых деталей от их номинальных размеров. Отклонения эти не могли быть, по этой же причине, изучены настолько, чтобы их можно было делать еще до сборки, при обработке деталей на станках, и поэтому качество сборки находилось в зависимости только от квалификации рабочего, ее производившего.

Желание уменьшить применение ручной работы при пригонке, ускорить процесс изготовления различных машин и их деталей, а также необходимость иметь взаимозаменяемость частей заставили перейти на новые способы работы. В настоящее время все допустимые и, как мы увидим дальше, необходимые отступления от размеров устанавливаются заранее и проставляются на чертежах. Отступления эти делаются такими, что обеспечивают возможность сборки сразу после обработки деталей на станках, без дополнительной пригонки.

Б. Пригонки.

Предположим, что нам требуется изобразить на чертеже холостой и рабочий шкивы, посаженные на вал. Проставляя на этом чертеже размеры, мы укажем один общий размер как для диаметра вала, так и для диаметров втулок обоих шкивов. Понятно, что изготовить вал и втулки шкивов, диаметры которых (рис. 312) точно совпадали бы с размером, проставлен. на чертеже, мы не можем уже по одному тому, что нет ни абсолютно точных станков, ни измерительных инструментов. Но допустим, что мы можем это сделать. Что тогда получили бы мы при сборке? Совершенно ясно, что если холостой шкив 1 (рис. 312) должен вращаться на валу свободно, то рабочий шкив 2 сидит на валу плотно и не должен провертываться. Если бы, как говорилось выше, и вал и втулки обоих шкивов были совершенно одинаковых размеров, то оба шкива нам пришлось бы насаживать с совершенно одинаковым усилием и вместо холостого и рабочего шкивов у нас получилось бы два рабочих или два холостых.

Чтобы избежать этого, мы должны сделать некоторые отступления от номинальных размеров вала и втулок шкивов, которые обеспечили бы холостому шкиву возможность свободно вращаться на валу, а рабочему, наоборот, — плотную посадку на нем.

Мы видим на этом примере, что если вал по всей своей длине имеет один и тот же диаметр, то и два шкива, на него насаживаемых, имеют отверстия одного и того же диаметра (номинально). Но так как эти шкивы имеют разное назначение, то фактические размеры их втулок должны быть разные. Мы имеем, следовательно, при одних и тех же номинальных размерах вала и втулок два разных типа соединения деталей.

Тип соединения двух вставленных друг в друга частей, обеспечивающий возможность движения одной из них относительно другой (в нашем примере вращение холостого шкива на валу) или величину усилия для их соединения или разъема (в рассмотренном выше примере — рабочий шкив на валу), называют **пригонкой**.

Число таких пригонок в современной практике достаточно велико, так что для постепенного перехода от одной пригонки, при которой вал вставляется во втулку под действием пресса, к другой, когда вал вращается во втулке с очень значительной слабостью, в настоящее время применяют до десяти промежуточных пригонок.

Все пригонки, в зависимости от характера соединений частей, могут быть разделены на две группы:

1) Пригонки, при которых должно быть предусмотрено постоянное относительное движение соединяемых деталей во время их работы. В этом случае между деталями должен существовать известный зазор, некоторая «игра». К этому типу пригонки нужно отнести, например, пригонку холостого шкива к валу, так как шкив должен свободно вращаться на валу.

2) Пригонки, при которых должна иметь место плотность или прочность при соединении двух деталей. Такого рода соединение мы будем иметь тогда, когда диаметр вставляемой части превышает диаметр отверстия, в результате чего получается отрицательный зазор или «натяг». Пригонки этого типа иногда называются «посадками». Пример посадки — запрессовка бронзовой втулки в ступицу холостого шкива на рис. 312.

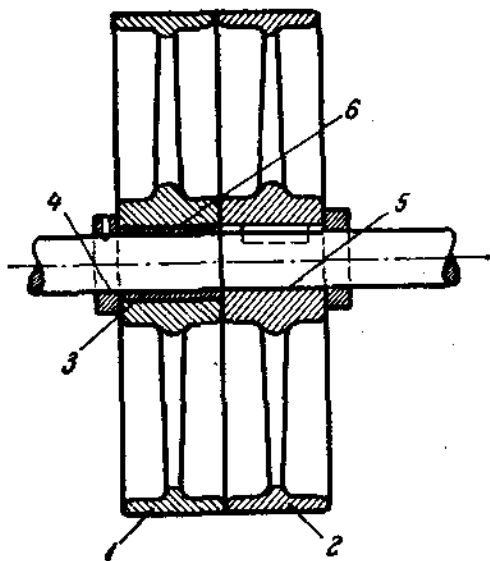


Рис. 312. Пример посадок. Холостой и рабочий шкивы.

В. Допуски.

Выше мы говорили, что несмотря на высокие (в смысле точности) качества современных станков и измерительных инструментов, размеры обрабатываемых деталей не получаются равными заданным. Они получаются или больше или меньше тех размеров, которые написаны на чертеже или так называемых номинальных размеров.

Полученные таким образом размеры называются действительными, а величина их определяется непосредственным измерением изделия. Действительные размеры по тем же самым причинам не могут быть постоянными

для одной и той же детали, обрабатываемой в одних и тех же условиях, и изменяются в некоторых пределах. Предельными размерами мы будем называть те размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них мы будем называть наибольшим, а другой наименьшим предельными размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами мы будем называть допуском на неточность обработки.

Пусть, например, вал какой-то машины должен свободно вращаться во втулке. Диаметр вала (номинальный) — 60 мм. Для того, чтобы могла быть осуществлена такая пригонка, диаметр вала может колебаться в пределах от 59,94 до 59,90 мм, а диаметр отверстия втулки — от 60 до 60,03 мм. Это значит, что допуск на неточность изготовления (и измерения) данного вала равен

$$59,94 - 59,90 = 0,04 \text{ мм.}$$

Этот же допуск, но для отверстия:

$$60,03 - 60,00 = 0,03 \text{ мм.}$$

При соединении этих деталей вместе может получиться целый ряд случаев, а именно:

- 1) Отверстие и вал будут иметь наибольшие допустимые диаметры, т.-е. отверстие 60,03, вал 59,94.
- 2) Отверстие и вал будут иметь наименьшие диаметры, т.-е. отверстие 60,00, вал 59,90.
- 3) Отверстие будет наибольшего, вал — наименьшего допустимого диаметра, т.-е. отверстие 60,03, вал 59,90.
- 4) Отверстие будет наименьшего диаметра, в то время как вал втулки будет иметь наибольший диаметр, т.-е. отверстие 60,00, вал 59,94.

Само собой очевидно, что четыре приведенных случая только крайние, и, кроме них, может быть множество промежуточных, например:

отверстие	60,02; 60,03; 60,00
вал	59,94; 59,93; 59,92 и т. д.

Наибольшие и наименьшие предельные размеры вала и отверстия выбираются таким образом, что во всех перечисленных выше случаях получается требующаяся пригонка.

Рассматривая эти четыре возможных случая, мы видим, что разности между диаметром вала и диаметром отверстия получаются:

в первом случае	60,03 — 59,94 = 0,09 мм
во втором »	60,00 — 59,90 = 0,10 »
в третьем »	60,03 — 59,90 = 0,13 »
в четвертом »	60,00 — 59,94 = 0,06 »

т.-е. что наибольшая разница получается в третьем случае, а наименьшая — в четвертом. Величины этих разниц — предельные допустимые для данного случая и называются допусками на пригонку.

Наименьший допуск на пригонку, т.-е. 0,06 мм, является необходимым для рассматриваемого соединения; он дает возможность иметь свободное вращение вала во втулке.

Наибольший допуск, т.-е. 0,13 мм, как это не трудно видеть, составляется из трех величин:

- 1) наименьшего допуска на пригонку (0,06 мм),
- 2) допуска на неточность обработки вала (0,04 мм) и
- 3) допуска на неточность обработки отверстия (0,03 мм).

В самом деле, $0,06 + 0,04 + 0,03 = 0,13 \text{ мм.}$

В свободных пригонках диаметр вала всегда меньше диаметра отверстия, так что между ними получается так называемый з а з о р (разность между диаметром отверстия и вала). В плотных пригонках, наоборот, диаметр отверстия меньше диаметра вала, и разность между ними называется н а т я г о м.

Величина допуска на пригонку зависит от величины зазора (просвета), который мы желаем иметь в каком-либо соединении. Так, например, если нам необходимо иметь в нашем случае зазор больший, чем мы имеем выше, то при тех же размерах отверстия допуски на неточность обработки вала следует брать другие, а именно от 59,90 до 59,85 мм.

Легко видеть, что допуски на пригонку будут:

наименьший 60,00 — 59,90 = 0,1 мм;
наибольший 60,03 — 59,85 = 0,18 мм.

Величины допусков на неточность обработки в соединяемых деталях выбираются в зависимости от выбранного рода пригонки: чем меньше должен быть зазор между этими деталями, тем меньше должны быть допуски на обработку и наоборот. Поэтому в плотных пригонках эти допуски берутся значительно меньшими, чем в пригонках свободных.

Г. Системы допусков.

В настоящее время существуют две главных системы допусков: с и с т е м а отверстия и система вала.

В системе отверстия диаметр отверстия остается без изменения для всех типов пригонок, а допуски на ту или другую пригонку делаются за счет изменения размера вала.

В системе вала за основу принимается размер вала, который остается постоянным для всех типов пригонок. Допуски на пригонки делаются за счет изменения размера отверстия.

Долгое время шел спор относительно преимуществ той или другой системы, но с течением времени стало очевидным, что каждая система имеет свои достоинства и недостатки, которые в разной мере сказываются в разных производствах. Система отверстия, прекрасно применимая в одном производстве, совершенно не подходит для другого. Поэтому в настоящее время применяются обе системы допусков — и система отверстия и система вала. Сравнивая их, мы замечаем:

1) Система отверстия делает возможной более точную пригонку частей, так как обработать вал можно и точнее и дешевле, чем отверстие. Благодаря этому система отверстия особенно пригодна для точного машиностроения.

2) При системе вала, как мы уже говорили, допуски для различного рода пригонок идут за счет изменения размера отверстия. Поэтому при этой системе для обработки отверстий необходимо иметь большой набор разверток и стержневых калибров. Система отверстия требует для каждого отверстия лишь одной развертки, вал же для своего изготовления не требует особых инструментов, а измерение его производится при помощи сравнительно дешевых скоб. Таким образом обзаведение мастерской рабочим и измерительным инструментом при системе отверстия обходится значительно дешевле, чем при системе вала.

3) Система вала ценна для производства особо крупных и затем более грубых машин, где удобнее исходить из размера какого-нибудь валика или вала и к нему пригонять разные втулки и подшипники.

4) Система вала незаменима при производстве трансмиссий. Совершенно очевидно, что гораздо удобнее и выгоднее делать приводной вал гладким и получать разного рода пригонки надеваемых на него деталей (шкивов, муфт, колец, подшипников) путем изменения размеров последних. Система отверстия в этом случае, при постоянных размерах отверстий надеваемых на вал деталей, потре-

бывала бы образования разных уступов на валу в тех местах где на него надеваются детали.

Итак, одновременное существование системы отверстия и системы вала необходимо. Бывают случаи, когда и той и другой системой приходится пользоваться в одной и той же мастерской; например, точный станок для обработки металла выполняют по системе отверстия, а контрпривод для него — по системе вала.

Д. Классы точности.

Степень точности пригонки обуславливается величиной зазора или натяга и тщательностью обработки пригоняемых поверхностей; она зависит как от назначения изготавливаемого предмета, так и от размеров его. Точные аппараты, измерительные инструменты требуют очень точной пригонки. Малые предметы обычно изготавливаются с большей точностью, чем большие; многие части паровозов, сельскохозяйственных орудий и т. д. требуют более грубой степени пригонки.

Повышение точности обработки влечет за собой удорожание ее и увеличение брака, а поэтому требования большой точности следует предъявлять только в тех случаях, когда это вызывается действительной необходимостью.

Для того, чтобы удовлетворить требованиям самых разнообразных видов механического производства и в то же время дать в каждом отдельном случае возможность применить соответствующую точность обработки в зависимости от действительной надобности, все системы допусков разбиты на классы по степени точности обработки.

В современных системах допусков обычно первый класс соответствует наибольшей точности. Сюда относятся такие работы, как изготовление папиросных машин, частей шариковых подшипников, некоторых частей пневматических инструментов. Ко второму классу относятся преимущественно станки для обработки металлов и электромашин. Третьим классом пользуются при изготовлении главной массы машин, к которым не предъявляется особенно высоких требований. Четвертый класс предназначается для свободных пригонок при наиболее грубых сборках.

Е. Виды пригонок и области их применения.

Кроме деления на классы точности, все соединения различных деталей в машиностроении разделяются еще по видам пригонок, которые выбираются в зависимости от характера данного соединения и от того назначения, которое имеют соединяемые детали.

Выше мы условились те соединения, у которых имеется свободное движение или вращение одной детали по другой, называть пригонками, а те виды соединений, у которых детали не должны иметь относительного перемещения — посадками. Эти названия видов соединений у нас в СССР упрощены и заменены одним словом — п о с а д к и, разделяющиеся на неподвижные и подвижные.

Продолжая это деление, мы приходим к тому перечню посадок, которые приняты в СССР. По существующим у нас законам имеются следующие посадки:

Н е п о д в и ж н ы е.

Сокращенно
обозначается

Горячая	Гр
Прессовая	Пр
Глухая	Г
Тугая	Т
Напряженная	Н
Плотная	П

П о д в и ж н ы е.

Сокращенно
обозначается

Скользкая	С
Движения	Д
Ходовая	Х
Легко-ходовая	Л
Широко-ходовая	Ш

Все эти виды посадок применяются при 2-м классе точности. При 1-м и 3-м классах применяются только некоторые из них, а именно:

При 1-м классе: глухая (Г), тугая (Т), напряженная (Н), плотная (П) и скользящая (С).

При 3-м классе: скользящая (С), ходовая (Х) и широко-ходовая (Ш).

Четвертый класс точности имеет четыре вида посадок, которые не имеют специальных названий, а обозначаются цифрами 1, 2, 3 и 4.

Для того, чтобы не писать на чертежах полных названий классов точности и видов пригонок, пользуются условными обозначениями их. Сокращенные обозначения видов посадок мы уже указали выше, классы точности обозначаются цифрами:

- 1 класс обозначается цифрой 1;
- 2 » специального обозначения не имеет;
- 3 » обозначается цифрой 3.

Эти цифры приписываются справа от сокращенного обозначения посадки. Таким образом отметка Л₃ обозначает легко-ходовую посадку третьего класса; Г₁ — глухую посадку первого класса; П₂ — плотную посадку 3-го класса; С₁ — скользящую 1-го класса и т. д.

Посадки 2-го класса, как самого распространенного, обозначаются только знаком посадки, и дополнительная цифра, указывающая класс точности, не пишется. Таким образом отметка «Ш» обозначает широко-ходовую посадку 2-го класса, «С» — скользящую 2-го класса и т. д.

Четвертый класс точности (грубые посадки) обозначаются несколько иначе: сначала ставится буква «Г» (грубая посадка), указывающая класс точности, и справа от буквы «Г» пишется цифра (1, 2, 3 и 4), указывающая посадку. Таким образом надпись «Г4» означает четвертая грубая посадка и т. д.

Сокращенные обозначения пригонок и классов точности указываются на чертежах обыкновенно сразу же за цифрой, указывающей размер. Так, например, если после цифры 280, указывающей диаметр вала, сделана приписка Л₃, то это значит, что эта часть вала должна быть обработана с точностью, соответствующей легко-ходовой посадке 3-го класса точности.

Иногда вместо вида пригонки и класса точности на чертеже проставляют величину допуска. Это обозначение имеет такой вид: сначала пишется номинальный размер, а затем допуски высший (вверху) и низший (внизу).

Так, вместо того чтобы писать: 55 — Т, где 55 — номинальный размер изделия, а значок Т показывает, что в данном случае должна быть тугая посадка, 2-го класса можно указывать:

$$\begin{array}{c} +0,03 \\ 55 \\ +0,01 \end{array}$$

Здесь + 0,03 есть высший, а + 0,01 — низший предел допусков, и действительный размер изделия должен быть не больше 55 + 0,03, т.-е. 55,03 мм, и не меньше 55 + 0,01, т.-е. 55,01 мм.

В некоторых случаях перед цифрами, выражающими величину отклонения от номинального диаметра, ставится знак — (минус). Это значит, что действительный диаметр должен быть меньше номинального. Знак минуса может стоять или перед одним из допусков или перед обоими.

Пример 1. При системе вала по второму классу точности (см. ниже-приводимую таблицу 11) отверстие диаметром 75 мм при плотной посадке имеет допуски $+0,02$ и $-0,01$, что может быть написано так:

$$\begin{array}{c} +0,02 \\ 75 \\ -0,01 \end{array}$$

Действительный размер этого отверстия должен быть не больше

$$75 + 0,02 = 75,02 \text{ мм}$$

и не меньше

$$75 - 0,01 = 74,99 \text{ мм.}$$

Пример 2. То же отверстие при глухой посадке имеет допуски

$$\begin{array}{c} -0,038 \\ 75 \\ -0,040 \end{array}$$

Действительный размер должен быть не больше 74,962 или не меньше 74,960 мм.

Иногда один из допусков бывает равен нулю; например, при скользящей посадке для того же отверстия допуски будут

$$\begin{array}{c} +0,03 \\ 75 \\ -0,00 \end{array}$$

Это значит, что наибольший диаметр должен быть не выше 75,03 мм, — наименьший действительный размер должен быть не меньше номинального.

Нам остается установить области применения всех рассмотренных выше посадок, т.е. указать, в каких случаях следует применять ту или иную посадку.

Горячая посадка (обозначается Гр) употребляется в тех случаях, когда необходимо получить соединение частей намертво. Для получения этой посадки диаметр отверстия делается меньше, чем диаметр вала, на который оно должно быть насажено. При нагревании детали с отверстием диаметр его вследствие расширения делается несколько больше диаметра вала. В таком случае деталь может быть свободно насажена на вал. При охлаждении отверстие уменьшает свой размер и плотно охватывает вал. Применяют эти посадки, например, при насадке бандажей на колеса.

Прессовая посадка (обозначается Пр) применяется для соединения предметов, которые должны при всех обстоятельствах работы сохранять свое относительное положение. В этом случае диаметр отверстия делается также несколько меньше диаметра вала, и посадка производится при помощи значительного давления. Пример применения: зубчатые венцы на колесах, муфты.

Глухая посадка (обозначается Г) применяется для частей, которые должны надежно сохранять свое относительное положение, при чем между ними должен быть известный натяг. Для исключения возможности провертывания нужны особые приспособления (шпонки и пр.). Пример: неразъемные подшипниковые втулки.

Тугая посадка (обозначается Т) применяется при сборке частей, которые во время работы должны сохранять свое относительное положение, при

чем при сборке и разборке их требуются сравнительно большие усилия, например, удары ручником. Пример применения: составные зубчатые колеса в металлообрабатывающих станках (рис. 313).

Напряженная посадка (обозначается Н) применяется в тех случаях, когда соединяемые детали должны сохранять свое относительное положение, но могут быть разобраны и собраны без применения больших усилий, например, при помощи ударов свинцового молотка. Необходимо позаботиться о предотвращении проворачивания. Пример: зубчатые колеса на рабочих шпинделях токарных станков.

Плотная посадка (обозначается П) применяется при сборке деталей, которые должны смещаться сами собой, но для передвижения которых достаточно усилия рук (с трудом) или легких ударов деревянного молотка. Необходимо применять меры против проворачивания и продольного сдвига. Пример: ручные маховички на винтах подачи.

Скользящая посадка (обозначается С) применяется в тех случаях, когда части должны входить плотно друг в друга и тем самым обеспечивать хорошее направление; в то же самое время они должны позволять передвижение от руки или рабочее движение с малой скоростью. Например, шпиндель задней бабки токарного станка.

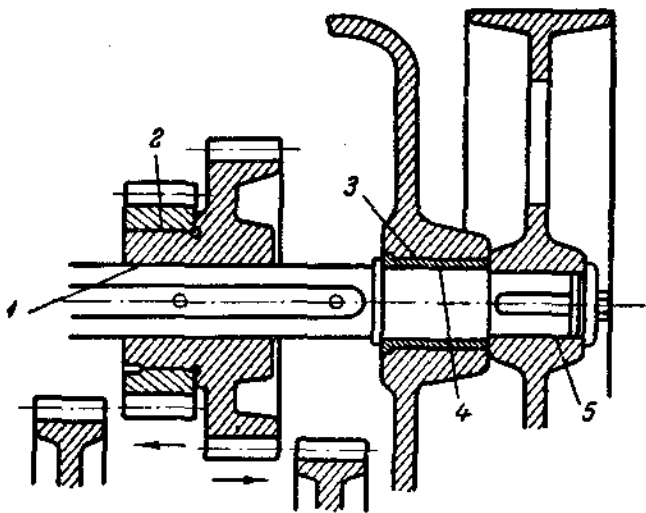


Рис. 313. Примеры посадок. Деталь коробки скоростей.

Посадка движения (обозначается Д) применяется в тех случаях, когда детали должны двигаться относительно друг друга без заметного зазора. Пример: сдвигающиеся вдоль зубчатые колеса сменных передач токарных станков.

Ходовая посадка (обозначается Х) применяется при сборке частей, которые должны двигаться относительно друг друга с заметным зазором. Пример: подшипник у шпинделя токарного станка.

Легко-ходовая (обозначается Л) применяется тогда, когда детали должны легко двигаться относительно друг друга с наличием значительного зазора. Пример: холостые шкивы.

Широко-ходовая (обозначается Ш) применяется тогда, когда сборка производится с значительным зазором (весьма легкое движение частей).

На рис. 312 показан пример нескольких посадок. Цифрой 3 обозначена посадка холостого шкива на трансмиссионный вал (применена легко-ходовая посадка), 4 — посадка установочного кольца на трансмиссионный вал (посадка скользящая 3-го класса), 5 — посадка рабочего шкива на вал (применена скользящая посадка), 6 — запрессована бронзовая втулка в холостой шкив (посадка глухая).

На рис. 313 показана часть коробки скоростей токарного станка. Цифрой 7 здесь обозначена посадка движения передвижных колес для изменения скоростей вращения шпинделя, цифрой 2 — тугая посадка зубчатого венца на втулку передвижной шестерни, 3 — напряженная посадка бронзовой втулки

подшипника приводного валика, 4 — ходовая посадка приводного валика в подшипниковой втулке, 5 — напряженная посадка ременного рабочего шкива на валик.

На рис. 314 показан разрез через шпиндель карусельного станка. Здесь цифрой 1 обозначена пресовая посадка зубчатого венца на планшайбу, 2 — глухая посадка неразъемной втулки подшипника в гнездо станины, 3 — посадка движения шпинделя в бронзовой втулке подшипника, 4 — напряженная посадка стальной каленой втулки в планшайбу, 5 — скользящая посадка центрирующего фланца в центрирующую заточку планшайбы.

Указанные выше примеры применения пригонки относятся главным образом к первому и второму классу точности. В третьем классе пригонки носят уже несколько иной характер. Сборка по третьему классу точности приме-

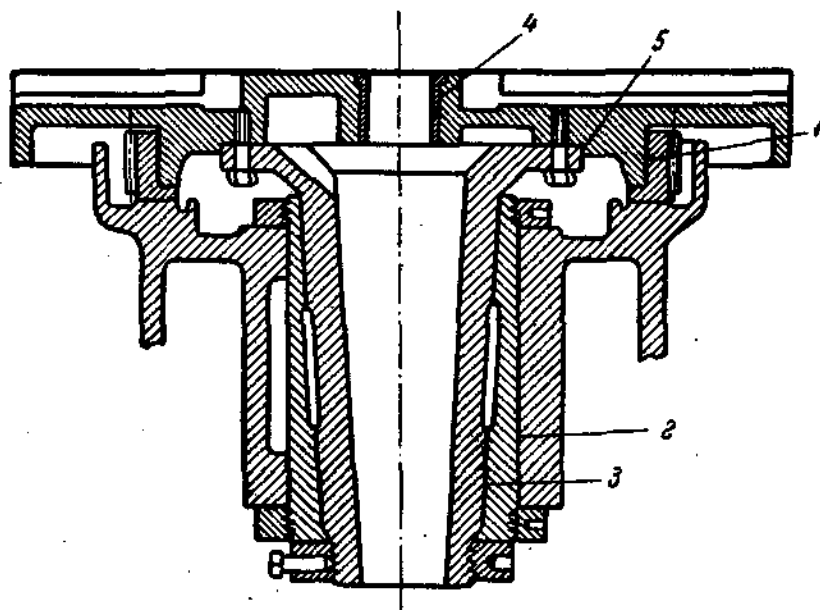


Рис. 314. Пример посадок. Разрез карусельного станка.

няется там, где требования точного соблюдения различных типов пригонки не так велики, как в 1 и 2 классах, но все же приходится сохранять характер отдельных пригонки.

Система допусков, принятая в СССР, предусматривает только три вида посадок 3-го класса точности.

Скользящая пригонка (обозначается C_3) применяется для частей, которые должны вставляться друг в друга без усилия или во время работы должны вставляться друг в друга в смазанном состоянии. Особенной плотности не требуется. Пример: установочные кольца на валах.

Ходовая пригонка (обозначается X_3) применяется для свободного движения с зазором, который может быть и едва заметным и весьма значительным.

Широко-ходовая пригонка (обозначается $Ш_3$) применяется для очень свободного движения, которое дает значительный зазор во всех случаях. Пример: подшипники контрприводов.

Ниже мы приводим две таблицы системы допусков, принятой в СССР. Обе таблицы касаются 2-го класса точности. Мы приводим именно эти таблицы, так как 2-й класс наиболее распространен в обычной практике металлообработки.

ТАБЛИЦА 10.
Предельные отклонения отверстия и вала при системе отверстий.
2-й класс точности.

Нормальные диаметры мм	Отклонения отверстия	О т к л о н е н и я в а л а в м м									
		П о с а д к и									
		Прессовая	Глухая	Тупая	Напряженная	Плотная	Скользящая	Движения	Холодовая	Летно-холодовая	Широко-холодовая
		Нр	Г	Г	Н	П	С	Д	Х	Л	Ш
От 1 до 3 {	+ 0,010 0	+ 0,015 + 0,012	+ 0,013 + 0,006	+ 0,010 + 0,004	+ 0,007 + 0,001	+ 0,003 + 0,003	0 - 0,006	- 0,003 - 0,009	- 0,003 - 0,015	- 0,012 - 0,025	- 0,018 - 0,085
Св. 3 " 6 {	+ 0,018 0	+ 0,023 + 0,015	+ 0,016 + 0,008	+ 0,013 + 0,005	+ 0,009 + 0,001	+ 0,004 + 0,004	0 - 0,008	- 0,004 - 0,012	- 0,010 - 0,022	- 0,017 - 0,035	- 0,025 - 0,045
" 6 " 10 {	+ 0,026 0	+ 0,028 + 0,018	+ 0,020 + 0,010	+ 0,016 + 0,006	+ 0,012 + 0,002	+ 0,005 + 0,005	0 - 0,010	- 0,005 - 0,015	- 0,013 - 0,027	- 0,023 - 0,045	- 0,035 - 0,080
" 10 " 18 {	+ 0,019 0	+ 0,024 + 0,022	+ 0,024 + 0,012	+ 0,019 + 0,007	+ 0,014 + 0,002	+ 0,006 + 0,006	0 - 0,012	- 0,006 - 0,018	- 0,016 - 0,033	- 0,030 - 0,055	- 0,045 - 0,075
" 18 " 30 {	+ 0,023 0	+ 0,042 + 0,028	+ 0,030 + 0,015	+ 0,023 + 0,008	+ 0,017 + 0,002	+ 0,007 + 0,007	0 - 0,014	- 0,008 - 0,022	- 0,020 - 0,040	- 0,040 - 0,095	- 0,060 - 0,095
" 30 " 50 {	+ 0,027 0	+ 0,052 + 0,035	+ 0,035 + 0,018	+ 0,027 + 0,009	+ 0,020 + 0,003	+ 0,008 + 0,008	0 - 0,017	- 0,010 - 0,027	- 0,025 - 0,050	- 0,050 - 0,085	- 0,075 - 0,115
" 50 " 80 {	+ 0,030 0	+ 0,065 + 0,045	+ 0,046 + 0,020	+ 0,030 + 0,010	+ 0,023 + 0,003	+ 0,010 + 0,010	0 - 0,020	- 0,012 - 0,032	- 0,030 - 0,060	- 0,065 - 0,105	- 0,095 - 0,145
" 80 " 120 {	+ 0,035 0	+ 0,090 + 0,065	+ 0,045 + 0,023	+ 0,035 + 0,012	+ 0,026 + 0,003	+ 0,012 + 0,012	0 - 0,023	- 0,015 - 0,038	- 0,040 - 0,075	- 0,080 - 0,125	- 0,120 - 0,175
" 120 " 180 {	+ 0,040 0	+ 0,120 + 0,090	+ 0,050 + 0,025	+ 0,040 + 0,018	+ 0,030 + 0,004	+ 0,014 + 0,014	0 - 0,027	- 0,018 - 0,045	- 0,050 - 0,090	- 0,100 - 0,155	- 0,150 - 0,210
" 180 " 260 {	+ 0,045 0	+ 0,160 + 0,130	+ 0,060 + 0,030	+ 0,045 + 0,015	+ 0,035 + 0,004	+ 0,016 + 0,016	0 - 0,030	- 0,022 - 0,052	- 0,060 - 0,105	- 0,120 - 0,180	- 0,180 - 0,250
" 260 " 360 {	+ 0,050 0	+ 0,210 + 0,175	+ 0,070 + 0,035	+ 0,050 + 0,015	+ 0,040 + 0,004	+ 0,018 + 0,018	0 - 0,035	- 0,026 - 0,060	- 0,070 - 0,125	- 0,140 - 0,210	- 0,210 - 0,290
" 360 " 500 {	+ 0,060 0	+ 0,275 + 0,235	+ 0,080 + 0,040	+ 0,060 + 0,020	+ 0,045 + 0,005	+ 0,020 + 0,020	0 - 0,040	- 0,030 - 0,070	- 0,080 - 0,140	- 0,170 - 0,245	- 0,250 - 0,340

ТАБЛИЦА 11.
Предельные отклонения вала и отверстия при системе вала.
2-й класс точности.

Нормальные диаметры	Отклонения вала	Отклонения отверстия в мм									
		П о л о ж е н и е									
		Прессовые	Глухие	Тупые	Напряжения		Плотная	Сквозная	Движения	Холодная	Легко-холодная
					Н	П					
		Пр	Г	Т	Н	П	О	А	Х	Л	Ш
От 1 до 3	{ 0 -0,006	-0,008 -0,018	-0,002 -0,012	0 -0,010	+0,003 -0,007	+0,007 -0,003	+0,010 0	+0,013 -0,003	+0,023 -0,008	+0,030 -0,012	+0,038 -0,018
Св. 3 " 6	{ 0 -0,008	-0,010 -0,023	-0,003 -0,016	0 -0,013	+0,004 -0,009	+0,009 -0,004	+0,013 0	+0,017 -0,004	+0,027 -0,010	+0,040 -0,017	+0,050 -0,025
" 6 " 10	{ 0 -0,010	-0,012 -0,028	-0,004 -0,020	0 -0,016	+0,004 -0,013	+0,011 -0,005	+0,016 0	+0,021 -0,006	+0,033 -0,013	+0,050 -0,023	+0,065 -0,035
" 10 " 18	{ 0 -0,012	-0,015 -0,034	-0,005 -0,024	0 -0,019	+0,005 -0,014	+0,013 -0,008	+0,019 0	+0,025 -0,008	+0,040 -0,018	+0,050 -0,030	+0,080 -0,045
" 18 " 30	{ 0 -0,014	-0,019 -0,042	-0,008 -0,030	0 -0,023	+0,006 -0,017	+0,016 -0,007	+0,023 0	+0,030 -0,008	+0,050 -0,020	+0,080 -0,040	+0,105 -0,060
" 30 " 50	{ 0 -0,017	-0,025 -0,053	-0,007 -0,035	0 -0,027	+0,007 -0,020	+0,018 -0,008	+0,027 0	+0,035 -0,010	+0,060 -0,025	+0,095 -0,060	+0,125 -0,075
" 50 " 80	{ 0 -0,020	-0,035 -0,065	-0,008 -0,010	0 -0,030	+0,008 -0,023	+0,020 -0,010	+0,030 0	+0,042 -0,012	+0,070 -0,030	+0,115 -0,065	+0,155 -0,095
" 80 " 120	{ 0 -0,023	-0,055 -0,090	-0,010 -0,045	0 -0,035	+0,009 -0,026	+0,023 -0,012	+0,035 0	+0,050 -0,015	+0,090 -0,040	+0,140 -0,090	+0,190 -0,120
" 120 " 180	{ 0 -0,027	-0,080 -0,130	-0,012 -0,053	0 -0,040	+0,010 -0,030	+0,027 -0,014	+0,040 0	+0,060 -0,018	+0,105 -0,050	+0,170 -0,100	+0,230 -0,150
" 180 " 260	{ 0 -0,030	-0,115 -0,160	-0,015 -0,060	0 -0,045	+0,011 -0,035	+0,030 -0,016	+0,045 0	+0,070 -0,022	+0,120 -0,060	+0,200 -0,120	+0,270 -0,180
" 260 " 360	{ 0 -0,035	-0,160 -0,210	-0,018 -0,070	0 -0,050	+0,012 -0,040	+0,035 -0,018	+0,050 0	+0,080 -0,026	+0,140 -0,070	+0,230 -0,140	+0,310 -0,210
" 360 " 500	{ 0 -0,040	-0,215 -0,275	-0,020 -0,080	0 -0,060	+0,015 -0,045	+0,040 -0,020	+0,060 0	+0,090 -0,030	+0,160 -0,080	+0,270 -0,170	+0,365 -0,250

Таблица 10 дает допуски на точность изготовления различных деталей, обрабатываемых по 2-му классу точности для всех посадок при системе отверстия.

Рассматривая эту таблицу, мы видим, что в первой вертикальной графе слева проставлены номинальные (т.-е. показанные на чертеже) диаметры отверстий от 1 до 500 мм. Эти диаметры разделены на 12 групп:

от	1 мм	до	3 мм
свыше	3 »	»	6, »
»	6 »	»	10 » и т. д.

Таким образом, например, два вала, диаметры которых — 22 и 28 мм, имеют одинаковые допуски (при одних и тех же посадках).

Вторая вертикальная графа дает допуски на точность обработки отверстия, при чем верхняя цифра показывает верхний предел, при котором отверстие имеет наибольший диаметр, а нижняя — нижний предел, ограничивающий наименьший диаметр отверстия. Нижний предел во всех группах равен 0, верхний же изменяется от + 0,01 до + 0,06 мм.

По цифрам, которые приводятся в этой графе, мы видим, например, что отверстие диаметром 55 мм имеет допуски + 0,030 и 0. Это значит, что действительный размер диаметра этого отверстия должен быть не меньше 55 мм и не больше 55,030 мм.

В следующих графах даются допуски для различного рода пригонок. В каждой колонке проставлены верхний предел (верхняя цифра) и нижний предел (нижняя цифра) точности. Так, например, если для того же номинального диаметра отверстия 55 мм мы желаем получить тугую пригонку (Т), то мы должны сделать вал таким образом, чтобы наибольший его размер (верхний предел) был не больше $55 + 0,03 = 55,03$ мм, а меньший размер (нижний предел) не меньше $55 + 0,01 = 55,01$ мм. Если мы возьмем для этого же диаметра плотную посадку (П), то мы увидим, что нижний предел допуска имеет отрицательный знак; это значит, что из номинального размера этот допуск нужно вычесть. Таким образом размеры вала при номинальном диаметре 55 мм при плотной посадке будут таковы:

$$55 + 0,1 \text{ и } 55 - 0,01, \text{ т.-е. } 55,01 \text{ и } 49,99 \text{ мм.}$$

В таблице 11 приводятся допуски на точность обработки по 2-му классу для всех посадок при системе вала.

Эта таблица построена точно так же, как и предыдущая, и пояснения поэтому не требует.

§ 2. Предельные измерительные инструменты.

Измерение обрабатываемых изделий, действительные размеры которых не должны выходить за пределы допускаемых, производится при помощи так называемых предельных измерительных инструментов: калибров для отверстий и скоб для наружных диаметров.

На рис. 315 представлены два предельных калибра — один для диаметра 25 мм, другой — для 40 мм. Эти калибры сходны с нормальными и отличаются от них тем, что имеют два рабочих конца, один из которых служит для измерения наибольшего, а другой — наименьшего допустимого диаметра.

Измерение наружных диаметров производится при помощи предельных скоб, несколько конструкций которых показано на рис. 316. На рис. 316-I показаны две скобы, из которых одна служит для промера наибольшего, а другая — наименьшего диаметра изделия. Более совершенные скобы показаны на рис. 316-II и 316-III. Первая из них представляет собой соединение двух скоб (рис. 316-I). Вторая имеет двойные измерительные плоскости. Передние части губок этой скобы служат для измерения наибольшего, а задняя — наименьшего диаметров.

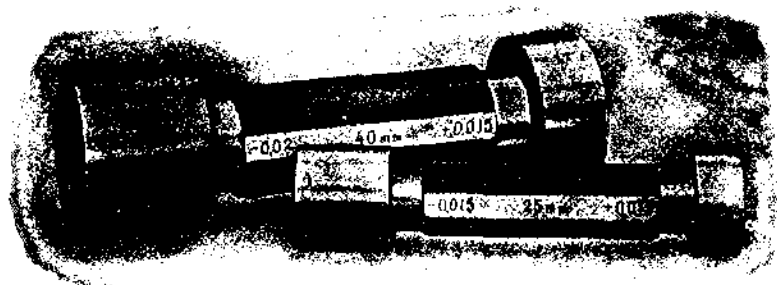


Рис. 315. Предельные калибры.

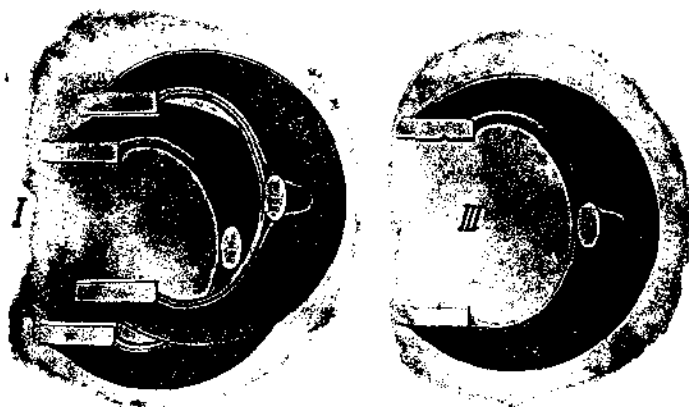


Рис. 316. Предельные скобы.

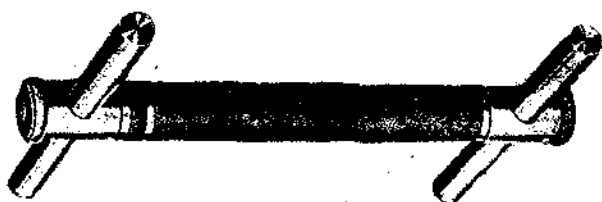


Рис. 317. Предельные стержневые калибры.

Конструкции предельных измерительных инструментов с увеличением размеров, для измерения которых они предназначены, сильно изменяются. Эти изменения не так заметны на предельных скобах, как на калибрах для измерения отверстий. Стержневые калибры при больших размерах получаются тяжелыми, что затрудняет их изготовление, а также и пользование ими. Поэтому при больших диаметрах вместо калибров делают штихмассы, подобные представленным на рис. 300. В данном случае для каждого размера отверстия прихо-

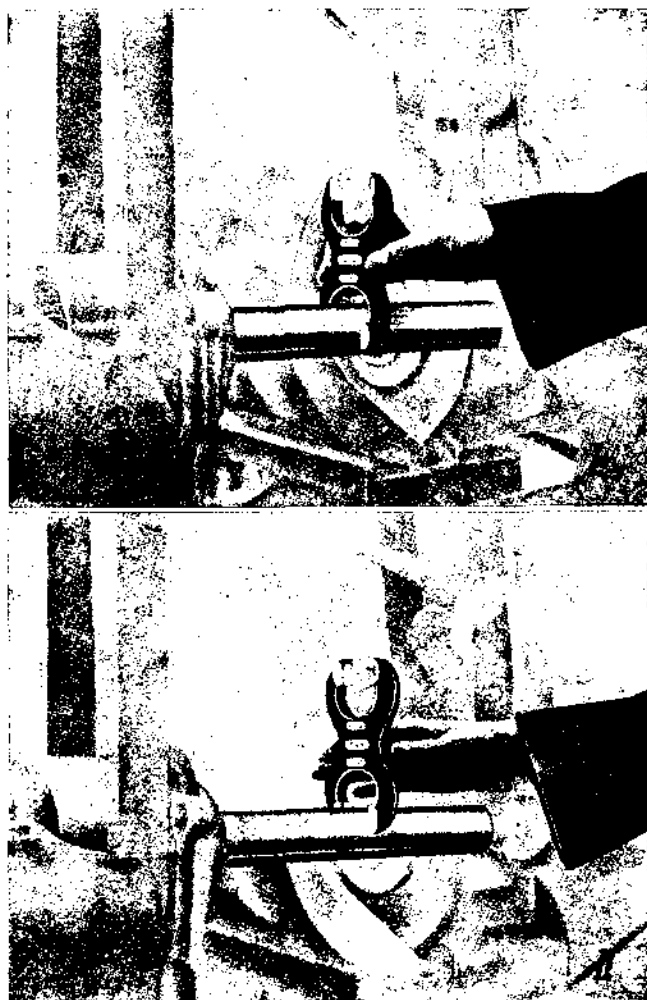


Рис. 318. Способ пользования предельными скобами.

дится иметь два штихмасса — один равный наибольшему, а другой наименьшему допустимым диаметрам измеряемого отверстия. Иногда, для более удобного обращения, оба эти штихмасса закрепляют в одной общей рукоятке (рис. 317).

Независимо от конструкций и размеров предельных измерительных инструментов, способ пользования ими основан на том, что один размер каждого такого инструмента равен наибольшему, а другой наименьшему допустимым размерам обрабатываемого изделия. Действительный размер изделия должен находиться между этими пределами.

Пусть, например, нам требуется обработать вал диаметром 60 мм с допусками — 0,06 и — 0,10. Действительный размер вала, следовательно, должен быть в пределах от 59,94 до 59,90 мм.

Если мы возьмем предельную скобку, один размер которой равен 59,94 мм, а другой 59,90, и будем подгонять диаметр вала так, чтобы он был меньше 59,94 (скоба 59,94 должна проходить через вал, рис. 318-I) и больше, чем 59,90 (скоба 59,90 не проходит, рис. 318-II), то получим как раз то, что требуется.

Пока обрабатываемый диаметр больше должного (59,94), скоба 59,94 не проходит, а она должна проходить через вал. Уменьшив диаметр настолько, чтобы скоба 59,94 проходила, а 59,90 не проходила, получим требуемый диаметр. Если же уменьшение диаметра вала мы будем продолжать так, что и скоба 59,90 будет проходить, то получим брак, так как диаметр вала будет меньше должного.

Этот способ измерения предельными калибрами и скобами и послужил основанием для названия «проходной» и «непроходной». В нашем случае размер 59,94 — проходной, размер 59,90 — непроходной. Иногда вместо этих названий говорят «приемный» (в нашем случае 59,94) и «браковочный» (59,90) концы калибров или «приемная» и «браковочная» сторона.

На рис. 319 представлена проверка отверстия при помощи предельного калибра. Проходная сторона его входит в отверстие (рис. 319-I), непроходная — не входит (рис. 319-II). Отверстие обработано правильно.

Рис. 319. Способ пользования предельными калибрами.

При пользовании предельными калибрами и скобами нельзя прибегать к большим усилиям, чтобы не ошибаться в промере и не портить инструмента.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

Основные сведения об установке резцов и работе резцами Видиа.

§ 1. Общие правила установки резцов на токарных станках.

Всякий токарный резец, независимо от его формы и назначения, должен быть правильно установлен относительно оси изделия или, как чаще говорят, относительно центра станка.

При установке резца необходимо иметь в виду, что если лезвие резца поставлено выше центра, то при наружной обточке угол резания и задний угол резца уменьшаются, а передний угол его увеличивается (рис. 320-I). Если при наружной обточке резец поставить ниже центра (рис. 320-II), то углы резания и задний увеличиваются, а передний угол уменьшается.

При расточных работах мы получаем обратную картину, а именно: при установке резца выше центра (рис. 320-IV) углы резания и задний увеличиваются, а передний уменьшается; если резец поставить ниже центра, то углы резания и задний уменьшаются, а передний угол увеличивается (рис. 320-VI).

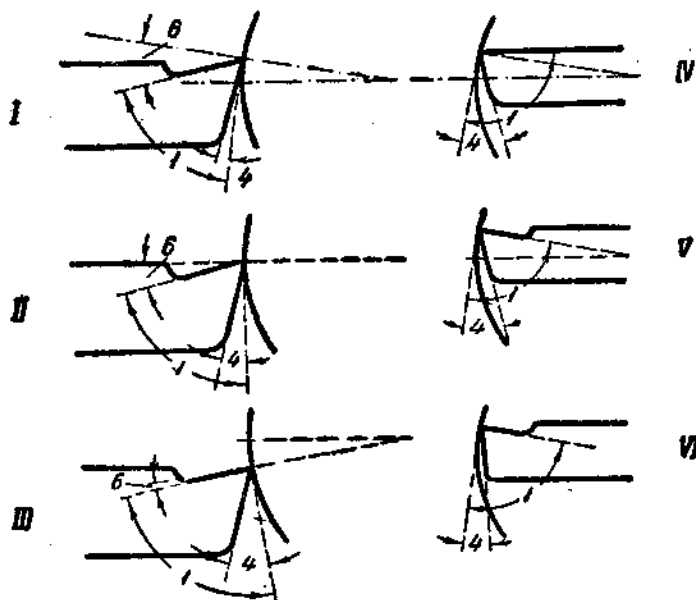


Рис. 320. Влияние установки резца на основные углы его.

На рис. 320-II и 320-V показаны установки резца при наружных и внутренних работах по центру.

Известно, что уменьшение угла резания облегчает условия резания, так как стружке не приходится так сильно выгибаться, как это имеет место при больших углах резания и малых передних углах. Поэтому, при наружных обдирочных работах принято ставить резец немного выше центра, а при внутренних обдирках — ниже центра.

Устанавливать таким образом резец при чистовых работах нельзя. Дело в том, что при высоко поставленном резце его затягивает в обрабатываемое изделие (рис. 321-I), вследствие чего диаметр последнего уменьшается. При обдирочных работах всегда оставляют некоторый припуск на чистовую обточку, так что это уменьшение диаметра не опасно, но только до определенного предела.

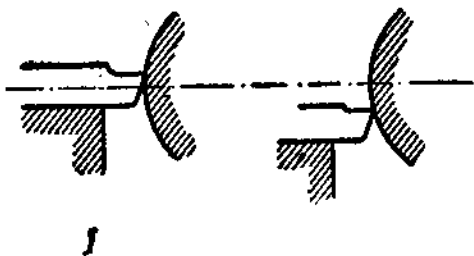


Рис. 321. Заедание резца при установке его выше центра.

При отделке изделий такое уменьшение диаметра недопустимо, поэтому при наружных чистовых работах резец ставят или точно по центру или ниже, его. В этом случае резец под давлением снимаемой стружки немного отгибается (рис. 321-II), но диаметр обрабатываемого изделия от этого не уменьшается а увеличивается, и, следовательно, вероятность порчи изделия уменьшается.

При чистовой внутренней расточке нужно поступать наоборот, т.е. устанавливать резец или точно по центру или даже немного выше его. На рис. 322 показан способ проверки правильности установки резца по центральной линии станка. Опытный токарь быстро определяет правильность установки резца на глаз, подводя резец вплотную к обрабатываемому изделию.

Выше мы говорили, что резец следует ставить в некоторых случаях немного выше центра, а иногда немного ниже центра. Это повышение или понижение острия резца не может быть точно указано, так как зависит от целого ряда обстоятельств. Немалое значение имеет состояние станка. На станке с хорошо пригнанными поперечными салазками супорта превышение может быть взято больше, чем при работе на разбитом станке. Твердость материала обрабатываемого изделия должна быть также учтена при установке резца.

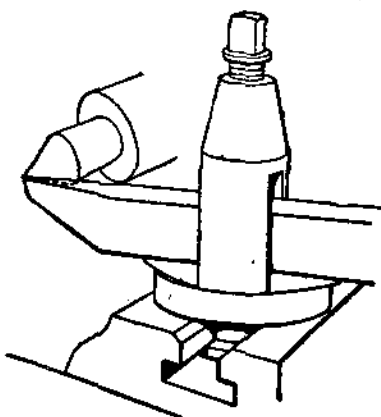


Рис. 322. Установка резца по центру.

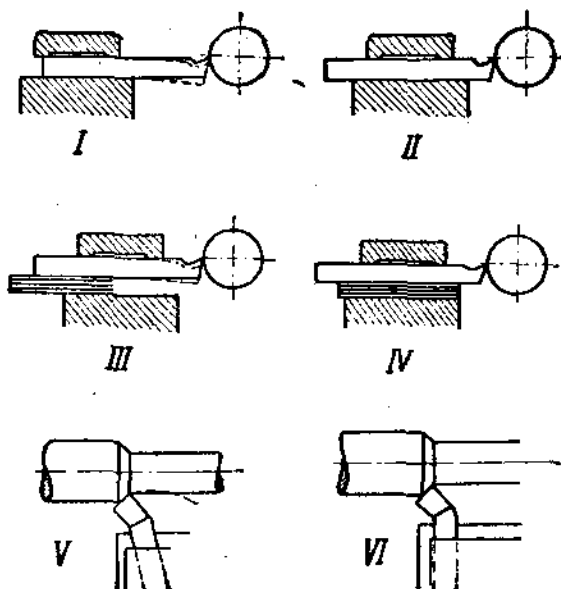


Рис. 323. Общие правила установки резцов.

Приняв во внимание все эти обстоятельства, можно указать следующие правила установки резцов:

Резец должен быть поставлен выше центра: 1) при наружной обдирке мягких материалов, 2) при внутренней обдирке очень твердых материалов, 3) при чистовой отделке внутренних поверхностей.

Резец должен быть установлен точно по центру или ниже его: 1) при наружной обдирке очень твердых материалов, 2) при внутренней обдирке мягких материалов и 3) при чистовой отделке наружных поверхностей.

До тех пор, пока все эти правила не усвоены настолько, что могут быть выполняемы безошибочно, лучше всего резец всегда ставить точно по центру станка как при наружной, так и при внутренней работе, независимо от характера ее (обдирочная она или чистовая) и не считаясь с твердостью материала обрабатываемого изделия.

Для того, чтобы предупредить дрожание резца, в результате которого обрабатываемая поверхность получается негладкой (или, как говорят, дробленой), резец следует устанавливать в головке супорта так, чтобы он возможно меньше свешивался. На рис. 323-I показано неправильное, а на рис. 323-II правильное положение резца.

При установке резца относительно центра часто приходится прибегать к подкладкам. Чем меньше этих подкладок, тем лучше. Одна подкладка толщи-

ной 10 мм больше обеспечит жесткость установки резца, чем две по 5 мм каждая. Если нет возможности совсем избежать подкладок, то укладывать их следует вровень с головкой супорта (рис. 323-IV), а не так, как это показано на рис. 323-III. В последнем случае неизбежно дрожание резца.

При работе правым резцом (обдирочным, подрезным и т. д.) его следует устанавливать или под прямым углом к изделию или даже передав его немного вправо. Если резцу дать уклон влево (по направлению движения), как это показано на рис. 323-V, то во время работы под давлением снимаемой стружки он повернется вправо и углубится в изделие. Диаметр изделия получится меньше должного. Это не случится, если резец установить по рис. 323-VI.

§ 2. Работа резцами Видиа.

На рис. 324 представлены пять основных типов резцов, напаянных пластинками Видиа. Очень устойчив в работе прямой обдирочный резец (рис. 324-I). Изогнутый обдирочный резец (рис. 324-II) дает возможность работать и при продольной и при поперечной обточке. Такие резцы бывают и правые и левые. На рис. 324-III изображен отделочный (чистовой) резец для работы мелкой подачей. Этот резец может работать в обе стороны. Резец для внутренней расточки (рис. 324-VI) следует применять, придерживаясь общего правила, только при расточке отверстий малых диаметров. При больших диаметрах растачиваемых отверстий следует пользоваться обыкновенными оправками, зажимая в них резцы, показанные на рис. 324-I. На рис. 324-V показан отрезной резец, напаянный пластинкой Видиа.

Свойства Видиа обуславливают ряд обязательных правил пользования резцами, напаянными пластинками из этого металла.

Видиа хорошо работает при прерывистом резании, на удары, но совсем

не выносит дрожания. Это дрожание может быть следствием целого ряда причин, как, например, неудовлетворительного состояния станка, неправильной установки резца и т. д. Отсюда вытекают следующие правила:

Правило 1. Станок, на котором предполагается работать резцами Видиа, должен быть в хорошем состоянии. Если шпиндель станка, как говорят, «дробит» — следует шлифовать шейки шпинделя и перешабрить подшипники. Во всех направляющих супорта не должно быть слабин. Но даже и при

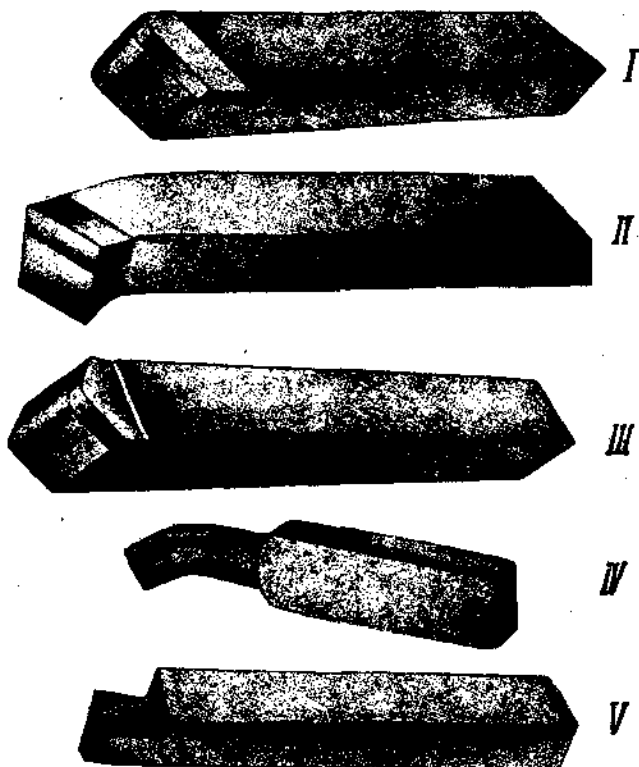


Рис. 324. Различные формы резцов Видиа.

соблюдении этих условий, при работе с сильными ударами, следует, установив резец в требуемом положении, затянуть все прижимные винты и болты супорта.

Правило 2. Размеры болванки резца должны быть возможно больше. Чем больше сечение резца, тем меньше оснований опасаться дрожания его во время работы и тем устойчивее будет работать этот резец. Не следует уменьшать сечений болванки резца, если это не вызывается какими-либо обстоятельствами (работа резцом, закрепленным в оправке, и т. д.).

Высота болванки резца должна быть равна высоте центра станка над опорной площадкой резцедержателя.

Правило 3. Резец следует устанавливать в резцедержатель таким образом, чтобы он возможно меньше свешивался. Далеко высунутый резец будет дрожать, и поломка его (пластинки) почти неизбежна.

Правило 4. Если необходимость заставляет прибегнуть к помощи подкладок под резец, то следует брать одну толстую подкладку, а не несколько тонких. Эти тонкие подкладки не всегда плотно прижимаются одна к другой, а в результате получается дрожание резца и поломка пластинки.

Правило 5. Лучше всего обходиться без подкладок, выбирая резцы подходящих сечений. Если же это не удастся, то нужно взять одну толстую подкладку и подложить ее на супорт так, чтобы передний конец ее был заподлицо с головкой супорта. Это необходимо для того, чтобы не увеличивалась длина свешивающейся части резца.

Правило 6. Нужно тщательно следить за тем, чтобы резец всей своей подошвой лежал на головке супорта. Для этого нужно равномерно затягивать гайки болтов, закрепляющих резец.

Правило 7. При расточных работах оправки для резцов следует брать возможно большего сечения и выставлять их из супорта возможно меньше. Кроме того безусловно необходимо, чтобы болт, закрепляющий резец, был с той же стороны, с которой стружка давит на резец, а не наоборот. В противном случае неизбежно дрожание резца, и возможна поломка пластинки.

Правильная установка резца относительно центра обрабатываемого изделия имеет очень большое влияние на работоспособность резцов Видиа. Если резец поставлен слишком высоко по отношению к центру станка, то пластинка будет тереться об изделие, сильно нагреваться, в результате чего припой ослабнет и пластинка отскочит: Возможность такого явления можно было бы уменьшить, увеличив задний угол резца. Но делать этого не следует, чтобы не уменьшать угла заострения резца и тем самым не ослаблять его. В виду этого при установке резцов относительно центра станка следует руководиться следующими правилами:

Правило 8. Резец должен быть правильно поставлен относительно центра станка, что проверяется при помощи рейсмуса или специальных шаблонов.

При наружной обточке резец ставится точно по центру (рис. 325-I), если обрабатываемый материал — чугун, бронза или латунь. Если же производится наружная обточка стального изделия, то резец следует ставить на 1% диаметра обрабатываемого изделия выше центра (рис. 325-II).

При внутренней расточке, независимо от материала обрабатываемого изделия, резец ставится точно по центру станка (рис. 325-III).

Правило 9. Если станок находится под стружкой — ни в каком случае нельзя останавливать его, не выключив предварительно подачу. Иначе поломка пластинки неизбежна.

Если окажется необходимым остановить станок для того, чтобы, например, измерить обрабатываемое изделие, то безусловно необходимо прежде всего: 1) выключить подачу, 2) дать резцу выбрать стружку, и только после этого 3) остановить станок.

Поломка пластинки неизбежна и в том случае, если не отвести резца от изделия и сообщить ему (изделию) обратный ход.

П р а в и л о 10. Резцы Видиа дают возможность работать на таких высоких скоростях резания, что применять охлаждение обычно приходится только в специальных случаях, когда это вызывается характером изделия (опасность

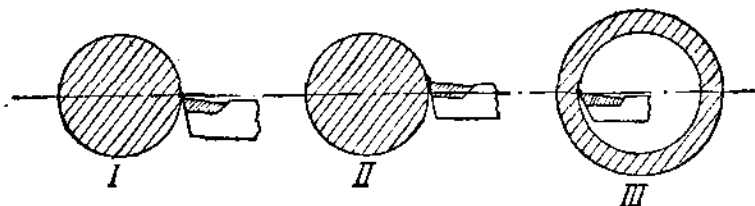


Рис. 325. Установка резцов Видиа.

коробления от нагрева и т. д.). Но если его применять, то безусловно необходимо обеспечить непрерывную подачу большого количества охлаждающей жидкости.

Применение охлаждения обязательно и тогда, когда условия резания настолько тяжелы, что лезвие Видиа нагревается до ярко-красного цвета. Видиа, нагретый докрасна, подвергается действию кислорода воздуха и иногда в значительной степени теряет свои режущие свойства и твердость (сравни охлаждение резцов после припайки пластинок в порошкообразном электродном угле).

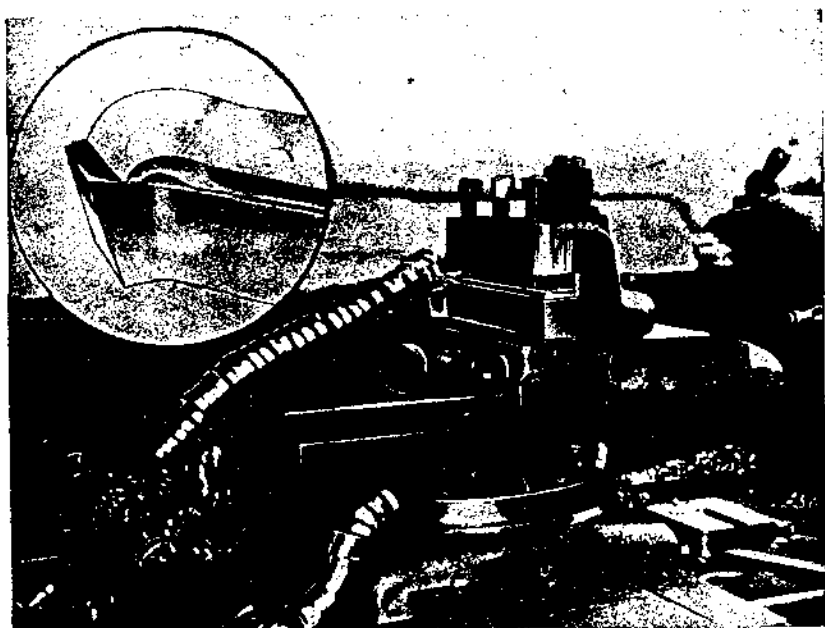


Рис. 326. Обработка стали резцом Видиа.

Все эти правила безусловно обязательны для тех, кто хочет работать с резцами Видиа без осложнений и неприятностей. Правила эти вместе с тем отнюдь не обременительны, и точное выполнение их становится привычкой после нескольких дней работы резцами Видиа.

ТАБЛИЦА 12.

Скорости резания для резцов Видиа при обработке разных материалов.

Обрабатываемый материал	Скорость резания—метров в минуту		Передний угол резца ¹⁾
	При обдироч- ных работах	При чистовых работах	
Мягкая сталь, прокатная или кованая	40 — 70	120 — 200	24°
Мягкая сталь, отливки	25 — 70	50 — 120	8° — 18°
Литая сталь сопротивл. разрыву 80—145 кг/мм ²	25 — 70	50 — 120	13°
Нержавеющая сталь, поковки и прокатка	35 — 70	50 — 100	8°
Нержавеющая сталь, отливки	20 — 35	25 — 45	3°
Хромоникелевая сталь и другие стали сопротивл. разрыву 60 — 135 кг/мм ²	35 — 70	50 — 120	13° — 8°
Быстрорежущая сталь (отожженная)	30 — 50	35 — 80	8°
Марганцовистая сталь (12% марганца)	3 — 8	8 — 15	3°
Чугун 200 по Бринеллю	35 — 80	120 — 200	8°
Плотнозернистый чугун	30 — 70	70 — 150	8
Чугун с содержанием 10% никеля	7 — 10	8 — 15	3°
Закаленный чугун	3 — 7	7 — 15	3°
Высококремнистый чугун	7 — 20	17 — 35	3°
Перлитовый чугун	5 — 10	8 — 15	3°
Ковкий чугун	35 — 100	50 — 120	8°
Красная медь	170 — 270	170 — 350	24° — 30°
Мягкая латунь	170 — 270	200 — 350	8° — 13°
Мельхиор	120 — 170	170	13°
Твердая латунь, фосфор, марганец, бронза, пушечная бронза, морская бронза и пр. . . .	70 — 150	150 — 270	3° — 0°
Алюминий	170 — 350	до 1 300	24°
Алюминиевые сплавы	100 — 250	150 — 350	24°
Мягкая резина	250 — 350	350 и больше	35° ²⁾
Эбонит, бакелит, твердая резина, фибра и пр. . . .	170 — 270	250 — 500	обдирка 0 чист. 2°
Фарфор, мрамор	3 — 10	8 — 20	0°
Сланец	17 — 35	25 — 70	3°
Стекло	10 — 25	17 — 40	8°

¹⁾ Угол 6 на рис. 202.²⁾ Резец должен быть совершенно острым.

Некоторая особенность работы резцами Видиа, в сравнении с резцами из быстрорежущей стали, имеет место при обточке стали. Дело в том, что у резца, напаянного пластинкой Видиа, нельзя сделать так называемого забора¹⁾, завивающего отходящую стружку и тем самым уменьшающего поверхность соприкосновения ее с верхней гранью резца.

¹⁾ Режущее лезвие получается очень тонким и быстро выкрашивается.

Поэтому стружка, образующаяся при обработке стали резцом Видиа, не имеющим забора, получается не в виде завитков или завивающейся ленты, а в виде прямых «змей», загромаздяющих станок и часто затрудняющих обслуживание его. Кроме того такая стружка губительно отражается и на устойчивости резца. Отделяющаяся стружка трется о поверхность пластинки, нагревает ее и ослабляет прочность припоя. Нередки случаи, когда именно вследствие этого обстоятельства пластинки отскакивали.

Фирмой Круппа для работ резцами Видиа по мягкой стали и другим вязким материалам предложен специальный стружкозавиватель (рис. 326), представляющий собой пластинку с выгнутым и закаленным передним концом. Способ употребления такого стружкозавивателя понятен из рис. 326. Из этого рисунка видно, что образующаяся при резании стружка ударяется в стружкозавиватель и завивается. Если передний конец стружкозавивателя оставить незакаленным, то он быстро изнашивается под действием трущейся об него стружки. Все вышеприведенные правила работы с резцами Видиа в одинаковой степени относятся и к резцам, напаянным пластинками из Победита.

Резцы Видиа дают возможность работать при скоростях резания значительно больших, чем при резцах из быстрорежущей стали. В вышеприводимой таблице 12 даются скорости резания при обработке резцами Видиа различных материалов.

В этой таблице не указаны ни глубина резания ни подачи. Но из характера цифр следует, что таблица имеет в виду сравнительно небольшие стружки, при которых резцы Видиа в настоящее время преимущественно и используются.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

Основные приемы токарных работ.

§ 1. Обработка в центрах.

Один из самых распространенных способов обработки изделий на токарных станках — это обработка в центрах. Главное преимущество этого способа перед другими (обработка в американском патроне, четырехкулачковом и т. д.) состоит в том, что изделие, снятое со станка, может быть быстро вновь поставлено в то положение, в котором находилось до снятия со станка без проверки, т.-е. без напрасной траты времени. Поэтому всевозможные винты, валики и другие детали, которые могут быть впоследствии погнуты, всегда следует точить в центрах. Изделия, которые после токарной обработки идут на шлифовальный станок, всегда обрабатываются на центрах.

Только в хорошо организованных мастерских токарь получает материал в виде болванок с некоторым припуском на длину и зацентрованных на специальном станке. В большинстве случаев токарю приходится самому производить центровку, и поэтому он должен хорошо знать ее. При разметке центров на торцах изделий нужно стремиться к тому, чтобы припуск на обработку был со всех сторон одинаков. Это правило необходимо выполнять не только потому, что при неравномерных припусках изделий, как говорят, не выйдет, но и потому, что при неодинаковой толщине стружки изделие получается некруглое.

Центровка изделий производится следующим образом: на торцах изделий намечаются центра, затем эти центра закерниваются и, наконец, засверливаются.

Существует несколько способов разметки центров. Простейший и самый распространенный способ состоит в следующем. Раздвигают ножки циркуля так, чтобы расстояние между ними было приблизительно равно радиусу центруемой болванки. После этого наносят на торце изделия четыре риски так, как это показано на рис. 327. Если расстояние между ножками кронциркуля было больше

радиуса изделия, то эти риски будут иметь вид рис. 328-I, если же оно было меньше радиуса, то рис. 328-II. Центр изделия в том и другом случае лежит внутри этих рисок и без труда может быть намечен теперь на-глаз. Разметка центра с помощью центровочного угольника показана на рис. 329. Наложив такой угольник на торец изделия, проводят чертилкой одну риску. Затем поворачивают угольник на произвольный угол и дают вторую риску. Пересе-

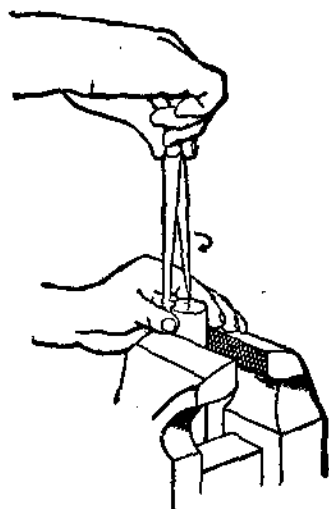


Рис. 327. Разметка центра.

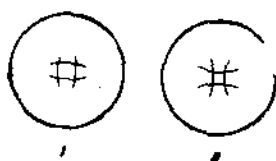


Рис. 328. Положение рисков при разметке.

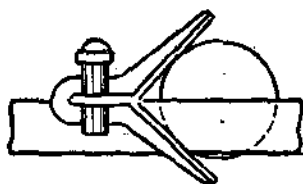


Рис. 329. Разметка при помощи центровскателя.

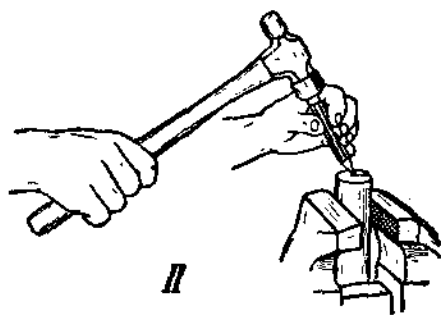
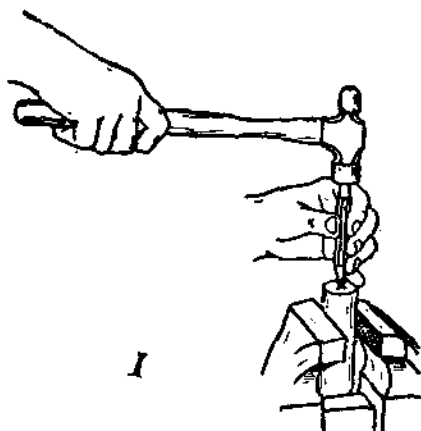


Рис. 330. Накернивание центра.

чение этих двух рисков определяет центр изделия. Способ этот дает очень хорошие результаты, и им следует пользоваться при разметке точеных изделий, и в особенности, если припуски на обработку небольшие.

Крупные изделия часто размечают (и накернивают) на разметочных плитах.

После разметки центра его накернивают (рис. 330-I). Неправильно накерненный центр может быть передан в требующуюся сторону с помощью того же кернера (рис. 330-II).

Последняя операция центровки — это засверливание центра. Крупные изделия засверливаются или ручной или электрической дрелью. Мелкие изделия — на токарном станке. Для этого центруемая болванка зажимается в американский патрон, а центровочное сверло — в патрон для сверл. Этот патрон вставляют вместе со сверлом в шпиндель задней бабки. Вращая маховик задней бабки, надсверливают болванку. Зацентрировав болванку таким образом с одной стороны, переворачивают ее и точно так же центрируют второй конец.

Вместо дорого-стоящего сверлильного патрона лучше пользоваться специальным патроном очень простого устройства, изображенным на рис. 331. Способ употребления этого патрона следующий:

закрепив изделие (отрезок материала) в патроне, токарь левой рукой надевает патрон на центр задней бабки, а правой, пустив станок в ход, вращает маховик шпинделя задней бабки и тем самым производит засверливание центра. Само собой разумеется, что патрон этот может быть использован только в тех мастерских, верней — только теми токарями, которые правильно затачивают центра, т.е. под 60° .

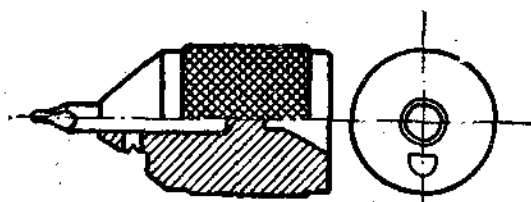


Рис. 331. Центровочный патрон.

При центровке длинных изделий (валов и пр.) свешивающийся конец нужно поддерживать с помощью неподвижного люнета.

Существует еще один способ центровки изделий на токарном станке, который состоит в следующем. Сверлильный патрон вместе с зажатым в него центровочным сверлом ставят на место центра шпинделя передней бабки. Изделие ставится на станок так же, как ставят его на центра. Пускают станок в ход и левой рукой, придерживая болванку правой, вращают маховик задней бабки и надсверливают центр. После этого болванку переворачивают и центруют второй конец.

Размеры центровых углублений даются в нижеследующей таблице:

ТАБЛИЦА 13⁴⁾.

Размеры центровых углублений.

Диаметр болванки	Диаметр раззенковки 1	Диаметр сверла 2	Диаметр сверла 3
3— 5	2	0,75	3,5
6— 10	2,5	1,0	4,0
11— 15	3,0	1,0	4,0
16— 20	3,5	1,5	5
21— 25	4,0	1,5	5
26— 30	4,5	2,0	6
31— 35	5,0	2,0	6
36— 45	5,5	2,5	8
46— 55	6,0	2,5	8
56— 65	6,5	3,0	10
65— 80	7,0	3,0	10
81— 95	7,5	4	12
95—110	9	4	12
111—130	10	5	14
131—150	12	5	14
151—200	14	6	18

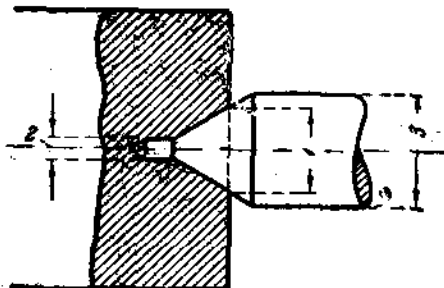


Рис. 332. Размеры центровых углублений.

⁴⁾ Значение цифр 1, 2 и 3—см. рис. 332.

Зацентрированное изделие ставится на станок следующим образом. На один конец его надевается и закрепляется подходящего размера хомутик. Если хомутик надевается на обработанный конец изделия, то под болт следует положить подкладку (кусочек меди). Иногда в таких случаях конец изделия, зажимаемый в хомутик, обвертывают медной полоской. После этого центровое углубление противоположного конца изделия заполняется смазкой. Затем изделие ставится на передний центр, и лишь после этого подводится до своего места задний центр. Зажимать центра следует ни слабо, ни туго. При слабо поджатом центре изделие будет дрожать. Если центр зажать слишком туго, то вся смазка будет выдавлена, и центр, как говорят, заест.

Во время обточки изделие нагревается и, удлиняясь вследствие этого, с большой силой нажимает на центра. От этого давления в конце концов или заест задний центр, или согнется изделие. Чтобы предупредить это, следует

время от времени (в особенности при обработке длинных изделий) проверять нажим центра задней бабки.

Задний центр считается поджатым правильно, если изделие без усилия может быть повернуто на центрах (насколько это позволяет хомутик).

Непрерывное условие работы в центрах—это хорошая смазка заднего центра. Смазка эта необходима для того, чтобы предохранить и сам центр и центровое углубление обрабатываемого изделия от царапин и заедания. Недостаточно смазать

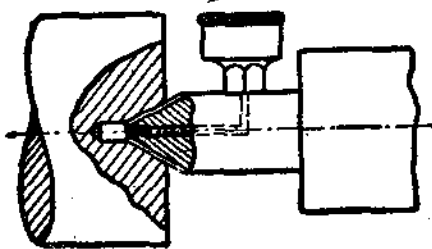


Рис. 333. Смазка заднего центра (масленка Штауфера).

центр только перед установкой изделия на станок. Необходимо время от времени, остановив станок, отвести немного шпиндель задней бабки и добавить смазки.

Смазывать центр, не выводя его из центрального углубления, не следует, так как в большинстве случаев это не приводит к цели. Дело в том, что даже заложенная в центровое углубление (перед началом работы) смазка выдавливается центром, и, конечно, очень мало вероятности, что смазка, положенная на центр снаружи (во время работы), проникает до места соприкосновения центра с изделием.

Безусловно целесообразным поэтому является устройство смазки заднего центра токарного станка, показанное на рис. 333. Смазка закладывается в тавотницу (масленку Штауфера) и поворотом крышки ее подается на центр изнутри. Такое устройство в особенности полезно для больших станков, центры которых во время работы несут очень большую нагрузку. Как видно из рис. 333, эта переделка заднего центра станка не встречает затруднений и может быть сделана на всех токарных станках, в особенности крупных, без особых затрат.

Смазка для центров готовится обычно самим токарем. Приводим несколько рецептов смазки.

1) К тавоту прибавляют толченого мела так, чтобы получилась не слишком густая смесь.

2) К тавоту прибавляют мелко истолченной горючей серы. Масса получается густая, поэтому полезно разбавить ее керосином.

3) Одна часть графита смешивается с четырьмя частями сала. Графит должен быть чистым. Графит, который употребляется в литейных, часто содержит песок и поэтому не годен для приготовления смазки.

Обточку длинных изделий следует производить в люнетах. При грубой обточке длинного и не очень тонкого изделия можно обойтись неподвижными люнетами. При тонких изделиях установка подвижного люнета обязательна. Следует помнить, что время, потраченное на установку люнетов, вполне оправдывается возможностью быстрее выполнить работу.

§ 2. Обработка на оправках.

Очень многие детали, обрабатываемые на токарных станках, имеют в центре отверстия, которые должны быть строго концентричны с наружной поверхностью. Примерами таких изделий могут служить всевозможные втулки, шкивы, шестерни и т. д. Обработку таких изделий следует производить на оправках, общие сведения о которых даны в главе III этой книги.

Порядок обработки пустотелых изделий на оправках следующий. Изделия тем или иным способом закрепляются в патроне, и у него растачивается отверстие. После этого изделие насаживается на оправку. Изделие, вместе с оправкой, обычным способом ставится на центра станка и обрабатывается со всех сторон на-готово. В случае надобности изделие вместе с оправкой можно перевернуть, если окажется, что так удобней обработать ту сторону изделия, которая при первой установке была обращена к передней бабке.

В главе III мы видели, что оправки бывают самых разнообразных устройств. Чем проще конструкция оправки, тем лучшие результаты в смысле точности (концентричности) изделия могут быть получены при обработке на этой оправке.

Оправки с разжимными втулками для работ, требующих большой точности, не годны. Дело в том, что очень трудно изготовить разжимную втулку с совершенно концентричными наружной и внутренней поверхностями. Часто делают так: внутреннюю поверхность втулки (конус) тщательно пригоняют по валику и, посадив на него еще не разрезанную втулку, шлифуют ее; если втулка уже разрезана — можно стянуть ее хомутом, прошлифовать одну часть, затем переставить хомут и прошлифовать второй конец.

Таким образом можно получить точную втулку, но только точную в том положении, в каком она была прошлифована. Продвинутая по валику немного дальше или повернутая на нем она будет бить. При работе с такими оправками трудно предупредить попадание стружек под втулку. Поэтому самой точной следует считать оправку, показанную на рис. 170.

Изделие держится на такой оправке только силой трения, поэтому должно быть посажено на нее достаточно плотно. Оправка загоняется в изделие или ударами молотка медного или свинцового, но ни в каком случае не стального, или же специальным прессом, показанным на рис. 334.

Для того, чтобы снять изделие с оправки, ее выколачивают ударами того же молотка или выдавливают тем же прессом. Перед заколачиванием в изделие оправку следует смазывать маслом, чтобы не портить изделия.

Было бы ошибкой думать, что обрабатывать на оправках можно только небольшие изделия. При правильно и хорошо изготовленных оправках и бережном обращении с ними можно производить обработку очень крупных предметов и получать при этом большую точность.

На рис. 335 показана обработка на оправке станины двигателя Дизеля, основные размеры которой показаны на рисунке. Вес этой станины около 2000 кг. По условиям сборки двигателя опорная площадь станины (обозначена на рис. 335 цифрой 1) должна быть строго перпендикулярна к оси втулки 2, запрессованной в станину. К патрону 3 лобового станка средней величины прикреплена болтами муфта 4, оканчивающаяся с правой стороны конусом 5. В этой муфте намертво закреплен стальной вал 6. На вал 6 надета втулка 7, плотно к нему пригнан-

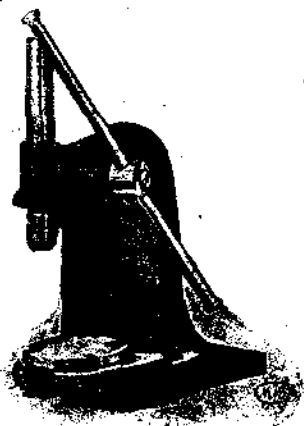


Рис. 334. Пресс для посадки изделий на оправки.

ная. Справа от втулки 7 имеется гайка 8, посредством которой втулка может быть прижата к станине.

Центрирование станины производится конусами 5 и 7 быстро и точно настолько, что после того, как гайка 8 затянута, ось втулки 2 совершенно точно совпадает с осью станка, а плоскость 1 после обработки будет строго перпендикулярна к оси втулки 2. Правый конец вала 6 во время работы станка находится в подшипнике 9.

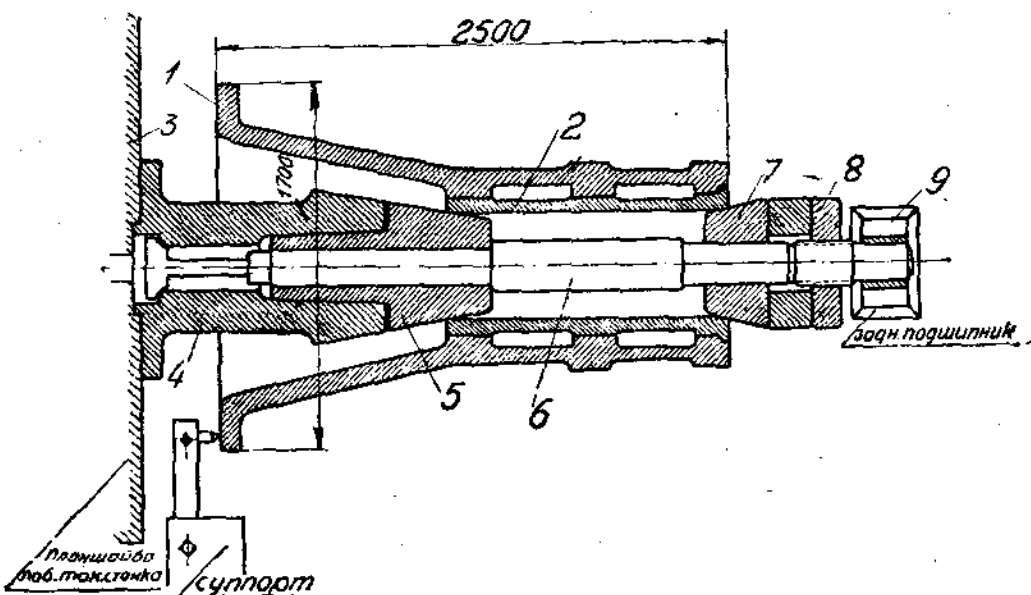


Рис. 335. Обработка на оправке станины двигателя Дизеля.

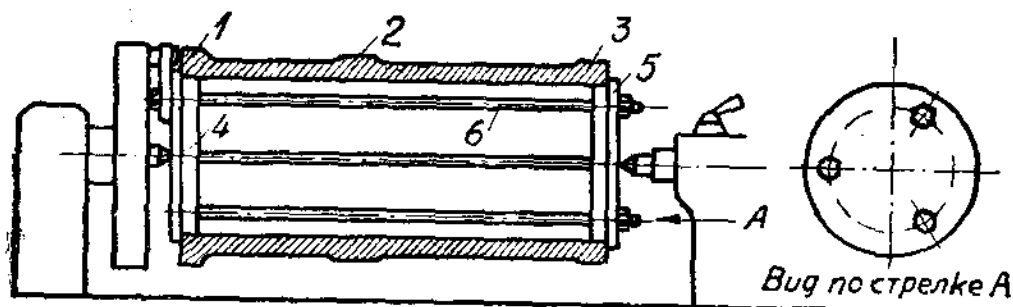


Рис. 336. Обработка втулки двигателя Дизеля.

При установке станины на оправку втулку 7 и гайку 8 приходится снимать, а подшипник 9 отодвигать в сторону. Несмотря на это, на всю установку станины теряется не больше 15 минут.

Совершенно особый вид оправки для обработки втулок рабочих цилиндров двигателя Дизеля (на рис. 335 обозначен цифрой 2) представлен на рис. 336. Наружная поверхность таких втулок (верхней пояски 1, 2 и 3) должны быть строго концентричны с внутренней поверхностью. Вместо одной сплошной оправки во втулку с обоих концов ее закладываются диски 4 и 5 центрирующие, заточки которых плотно входят во втулку. Диски стягиваются тремя болтами 6. В обоих

дисках сделаны центровые углубления, а у левого, кроме того, поводок. Вместо того, чтобы делать центровые углубления прямо в дисках, очень часто в центре каждого диска запрессовывается закаленная втулка, и центровое углубление сделано в этой втулке. Разрабатывания центровых углублений в этом случае не получается, что способствует точности всей работы.

В главе III мы разобрали устройство нескольких типов так называемых центровых оправок, изготавливаемых инструментальными заводами и продающимися так же, как продаются американские патроны и другие приспособления.

На практике часто оказываются полезными оправки другого типа, так называемые **п а т р о н н ы е**. Эти оправки или закрепляются в патроне станка или наворачиваются на шпindel. В некоторых случаях такая оправка вставляется прямо в шпindel станка, для чего хвост ее делается коническим (по гнезду в шпинделе). Большая часть патронных оправок изготавливается самими токарями в порядке текущей работы. Пример оправки, зажимаемой в патрон, дается на рис. 337. Оправка эта предназначена для обработки верха гаек. Гайки наворачиваются на оправку.

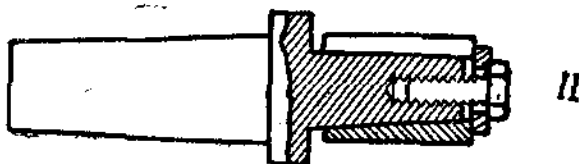
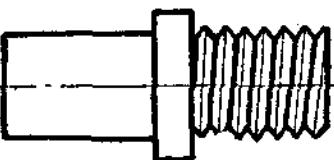
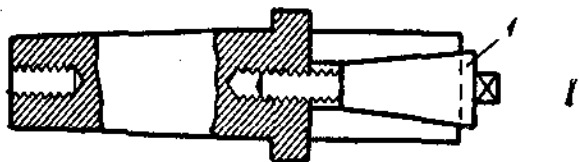


Рис. 337. Оправка для обработки гаек.

Рис. 338. Оправка, закрепляемая в гнезде шпинделя.

На фиг. 338 показана оправка, вставляемая в гнездо шпинделя. Правый конец ее может быть сделан любой формы. На фиг. 338-1, в частности, изображена разжимная оправка. Передний конец ее разрезан на четыре части. После того как изделие посажено на оправку, болт 7 ключом ввертывается и своей конической головкой разжимает оправку. У левого конца таких оправок полезно делать внутреннюю нарезку для того, чтобы можно было закрепить оправку в шпинделе с помощью болта, проходящего сквозь шпindel.

На рис. 338-11 показана такая же оправка, но с разжимной втулкой. Патронные оправки, так же как и центровые, дают наибольшую точность работы только при условии, если они целые. Применение разжимных оправок (рис. 338-1) или разжимных втулок, подобных показанной на рис. 338-11, не обеспечивает точности работы. Такие оправки быстро развертываются и в результате — брак.

§ 3. Отрезка.

Отрезка — повседневная токарная операция и, несмотря на кажущуюся простоту, часто приносит много неприятностей начинающему токарю. Наиболее частая из них — это поломка резца, самого непрочного из всех токарных инструментов. Причин поломки резца несколько.

Напомним, что отрезной резец всегда ставится точно по центру станка. Если резец поставить выше или ниже центра, то при начале отрезки (при большом диаметре изделия) эта ошибка не всегда обнаруживается сразу. Но как только резец будет подходить к центру отрезаемого изделия, он поднимается, если был установлен выше центра, и заест — если ниже. В обоих случаях неизбежна поломка резца.

Изделие (материал) следует жестко закрепить в патроне и подпирать, по возможности, задним центром станка. Попытки резать материал в центрах в большинстве случаев приводят к поломке резца (рис. 339). Вообще говоря, отрезать материал следует, как говорят, под корень, возможно ближе к кулачкам патрона (рис. 340). Если это не удастся сделать прямым отрезным резцом, необходимо взять изогнутый. Если отрезка должна быть произведена далеко от кулачков, а подпереть изделие задним центром почему-либо невозможно или неудобно — необходимо поставить неподвижный люнет возможно ближе к месту отреза.

Часто, в особенности при отрезке изделий больших диаметров, оказывается очень целесообразной отрезка обратным ходом. В этом случае получается более спокойная работа, так как резец прижимает изделие, а вместе с ним и шпиндель к нижним вкладышам подшипников передней бабки и поэтому получается меньше дрожания.

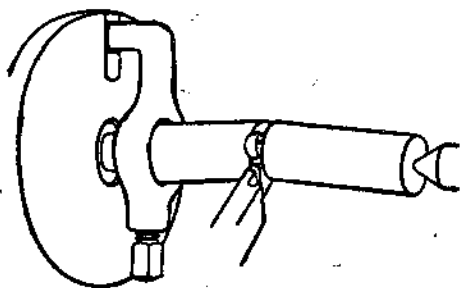


Рис. 339. Отрезка в центрах.

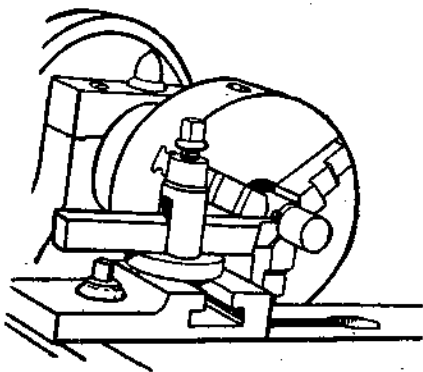


Рис. 340. Отрезка в патроне.

Отрезку стальных и железных изделий следует производить при усиленной поливке резца охлаждающей смесью, лучше всего маслом.

§ 4. Сверление и расточка.

Наиболее распространенными приемами по обработке отверстий на токарных станках являются:

- 1) сверление отверстий в сплошном материале;
- 2) рассверливание отверстий с меньшего диаметра на больший;
- 3) расточка отверстий и
- 4) развертывание отверстий.

Сверление отверстий правильнее всего производить на сверлильном станке, но в некоторых случаях следует отказываться от этого правила и сверлильную работу выполнять на токарном станке. К таким случаям должно быть отнесено сверление отверстий в изделиях, в которых подлежат обработке поверхности, концентричные с отверстием, сверление длинных дыр и т. д.

Сверление изделий на токарных станках в большинстве случаев производится спиральными сверлами. Еще недавно находили себе применение перовые сверла, но за последнее время ими пользуются все реже и реже, предпочитая спиральные сверла.

Существует несколько способов сверления отверстий на токарных станках.

Самый распространенный и вместе с тем самый точный способ состоит в том, что изделие закрепляется в патроне. Если изделие не круглое и обрабатывается в четырехкулачковом патроне, оно должно быть тщательно проверено по раз-

метке. Эта тщательность проверки особенно необходима, когда высверливаемое отверстие есть одно из многих, или когда по этому отверстию будет производиться дальнейшая обработка изделия.

Подача сверла (углубление в высверливаемое отверстие) осуществляется с помощью шпинделя задней бабки вручную. При сверлении глубоких отверстий такой способ подачи сверла, закрепленного в шпинделе задней бабки, утомителен для рабочего. Поэтому в таких случаях поступают так: болты, прикрепляющие заднюю бабку к станине, немного освобождают (настолько, чтобы бабка могла двигаться вдоль станины с некоторым небольшим усилием) и связывают ее с супортом. При случайной работе для этого достаточно связать бабку с супортом посредством проволоки. Если на данном станке сверлильные работы бывают часто — соединение бабки с супортом должно быть сделано более солидно, например, посредством железной тяги (кусок полосового железа). Для этого в бабке и в супорте необходимо просверлить и нарезать отверстия, в которые могут быть ввернуты болты для присоединения тяги. При таком устройстве подача сверла получается автоматическая от движущегося супорта.

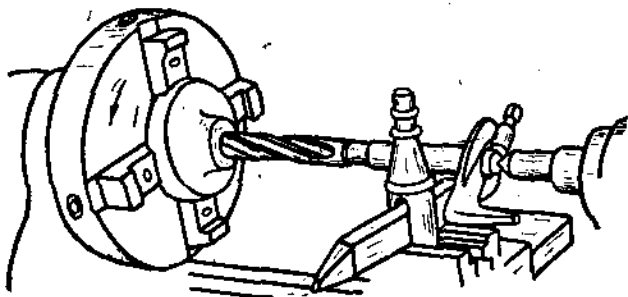


Рис. 341. Сверление большим сверлом.

Мелкие сверла закрепляются в сверлильных патронах, вставляемых в шпиндель задней бабки. Сверла средних размеров, имеющие конический хвост, вставляются непосредственно в шпиндель. Если конус сверла меньше конуса шпинделя, то пользуются переходными втулками — с большого конуса на малый. Сверление крупных дыр сверлами с цилиндрическими хвостами производится

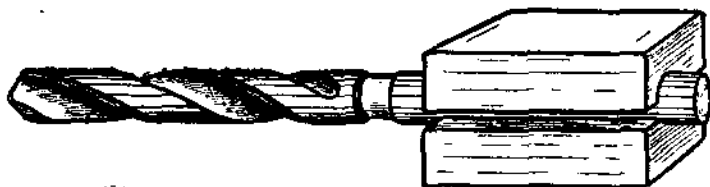


Рис. 342. Подкладки для сверла, закрепляемого на супорте.

так, как это показано на рис. 341. Сверло режущим концом упирается в изделие, а противоположным — в центр задней бабки. Для того, чтобы сверло не вращалось, на него надевается обыкновенный хомутик, опирающийся на супорт станка.

В очень редких случаях, главным образом при сверлении глубоких отверстий, сверло закрепляется в головке супорта станка так же, как резец (с помощью специальных подкладок рис. 342). При сверлении глубоких отверстий сверло часто приходится вынимать из отверстия (чтобы удалить из него стружку), и жесткое закрепление на супорте для этих операций — удобнее.

Независимо от способа закрепления сверла, всякое сверление необходимо начинать с надсверливания, которое делается или коротким и толстым сверлом,

вставленным в шпindel задней бабки, или специальным центровочным резцом, зажатый в головке супорта станка (рис. 343).

Только при случайном совпадении всех причин, влияющих на точность сверления, можно просверлить отверстие, равное диаметру сверла. На практике такого совпадения никогда не бывает, и отверстие всегда получается больше сверла.

Сверление глубоких отверстий в железе и стали производится при обильном охлаждении. Охлаждающая смесь должна подаваться под сильным давлением, например, при помощи шприца, что способствует удалению стружки.

Не всегда удается просверлить отверстие с одного прохода, если диаметр его слишком велик. Станок, как говорят, не везет (соскакивает ремень), и не следует перегружать его во избежание поломок. В таких случаях прибегают

к последовательному сверлению. Требуется, например, просверлить отверстие диаметром 75 мм на токарном станке средней величины. Так как сразу просверлить такое большое отверстие не удастся, то сначала сверлят обычным способом дыру, например, 25 мм, затем ставят сверло 35 мм и т. д., постепенно увеличивая диаметр сверла до требуемого размера.

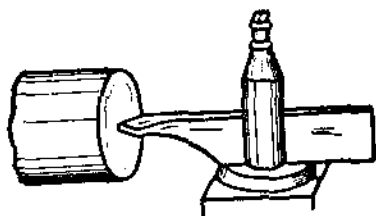


Рис. 343. Надсверливание отверстий.

Рассверливание отверстий, полученных отливкой, производится таким же способом; необходимо только очень хорошо надсверлить отверстие. Центр отверстия, полученного в отливке, никогда не совпадает с центром по разметке; дыра получается не круглая, поэтому сверлу придется снимать стружку неравномерной толщины и его обязательно уведет (в сторону тонкой стружки), если зацентровка будет сделана плохо.

С увеличением диаметра отверстий рассверливание их становится нецелесообразным и заменяется поэтому расточкой. Трудно установить предел диаметра отверстий, до которого их следует сверлить и рассверливать и выше которого лучше растачивать, так как это определяется в зависимости от местных условий (мощность станка, способ закрепления изделия, его жесткость, наличие сверл больших диаметров и т. д.). Но подходя к этому вопросу с другой стороны, считаясь с точностью диаметра, следует сказать, что все точные отверстия надо растачивать. Рассверливанием их не получить.

Расточка отверстий малых диаметров производится кованными резцами, больших — маленькими резачками в оправках. Резец в оправке легче установить так, как это требуется, и можно быстро сменить при затуплении.

Расточка отверстий, особенно маленьких диаметров, часто бывает связана с некоторыми затруднениями. Резца во время работы не видно и нет возможности следить за ним. Особое внимание требуется при расточке несквозных отверстий или отверстий с уступами, так как резец может упереться или в дно отверстия или в один из заплечиков его. Для того, чтобы предупредить поломку резца, поступают так: не пуская станка в ход, вводят резец в отверстие до крайнего положения и делают на резце пометку мелом; пометка эта должна совпадать с торцом изделия; затем выводят резец и пускают станок. Как только меловая пометка покажет, что резец приближается к упору, нужно выключить автоматическую подачу и закончить расточку ручной подачей супорта.

При расточке глубоких отверстий резцовые державки приходится брать длинные, и закрепление их обычным способом (в резцедержателе) получается ненадежным. Поэтому иногда бывает полезно крепление державки производить так, как это показано на рис. 344. Как видно из этого рисунка, резцедержатель супорта снят совсем, и на его месте положена державка. В державке сделано

отверстие, которым она надета на основной болт резцедержателя и им прикреплена к головке супорта. Для большей устойчивости крепление державки усилено дополнительными болтами, головки которых входят в Т-образные пазы продольных салазок супорта.

Наибольшую точность диаметра отверстия на токарном станке можно получить только с помощью развертки. Получение точного отверстия с помощью резца также возможно, но этот способ и дороже и медленнее. Закрепление развертки производится таким же способом, как и сверл, но так как развертка должна быть поставлена строго в центре отверстия, то крепления в сверлильных патронах, которые редко бывают точны, следует избегать. Лучше всего закреплять развертку так, как это сделано со сверлом (рис. 341).



Рис. 344. Усиленное закрепление державки при расточке.

Но и этот способ следует применять лишь в том случае, если под руками нет специальных шарнирных оправок для работы развертками.

§ 5. Обработка в американском и четырехкулачковом патронах.

Американские (самоцентрирующие) патроны широко применяются для закрепления обрабатываемых изделий. Такие патроны должны служить для закрепления только круглых изделий, а новыми патронами следует пользоваться лишь для обработки точеных предметов.

Ни в каком случае не следует прилагать больших усилий при зажиме, так как в результате неизбежно или заедание кулачка или поломка шестерни.

При обработке длинных предметов не следует полагаться только на крепление в патроне, а обязательно подпирать изделие задним центром. При обработке партии изделий, если обточка их производится с перевертыванием (изделие зажимается в патрон и у него обрабатывается первая половина, затем оно перевертывается, и закрепление производится за обработанную часть), то иногда бывает очень полезно применение разрезной втулки (рис. 345). Втулка эта, обдранная начерно, разрезается и растачивается по диаметру изделия, уже поста-

вложенная на место и зажатая в кулачки. Во время этой расточки в место разреза кладут медную прокладку, которая после расточки вынимается.

Положение втулки относительно кулачков должно быть постоянным, поэтому на ней и на каком-либо кулачке наносятся риски. Еще лучше для этой цели в бок втулки ввертывать небольшой штифтик, который во время работы должен плотно прилегать к одному из кулачков патрона. Запечник у втулки следует делать для того, чтобы она не смещалась вдоль оси патрона. Материал для таких втулок — чугуны.

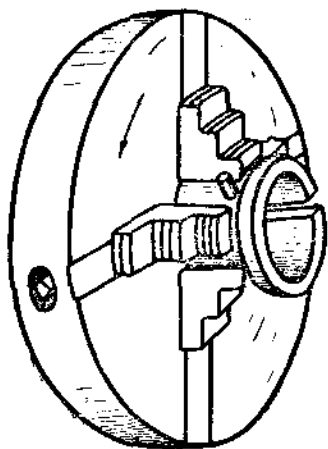


Рис. 345. Разрезная втулка.

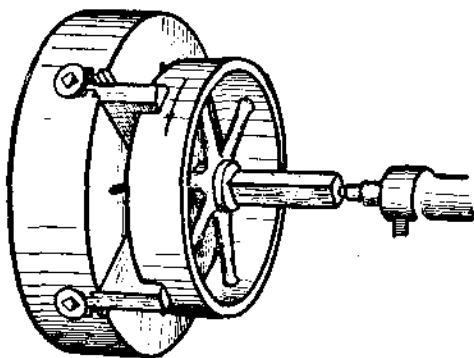


Рис. 346. Обработка в патроне с упором.

Закрепление изделий больших диаметров и некруглых производится в четырехкулачковом патроне, каждый кулачок которого перемещается самостоятельно. И в этом случае часто бывает недостаточно одного зажима в кулачках, особенно длинных изделий или коротких, но не жестких, сильное закрепление которых связано с риском пережать их. Поэтому и здесь полезно прибегать к поддержке изделия задним центром, пользуясь в случае надобности и вспомогательными упорками. Пример такой установки показан на рис. 346.

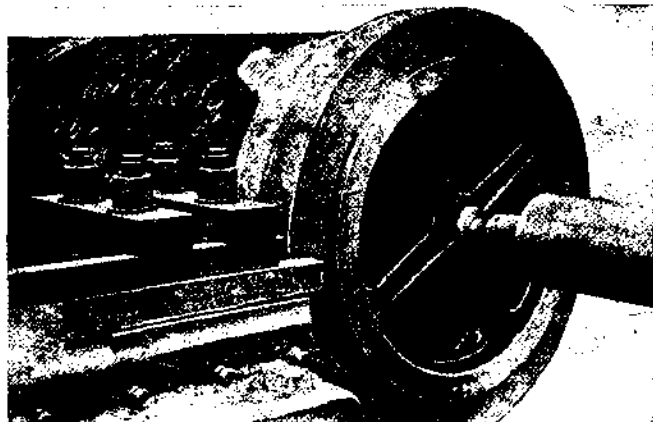


Рис. 347. Обработка втулки.

При обработке длинных пустотелых изделий пользуются муфтами, которые дают возможность поддерживать изделие задним центром. Устройство такой муфты понятно из рис. 347. Обработываемое изделие (в данном случае втулка рабочего цилиндра двигателя Дизеля) может быть закреплено или в патроне (рис. 348-I) или насажено на такую же коническую муфту, закрепленную в кулачках патрона (рис.

348-II). Второй способ, конечно, лучше, так как хорошо обеспечивает концентричность внутренней и наружной поверхностей втулки.

После того, как втулка поставлена на станок, положение муфты 1 (рис. 348) должно быть проверено при помощи рейсмуса. Поверхность 2 этой

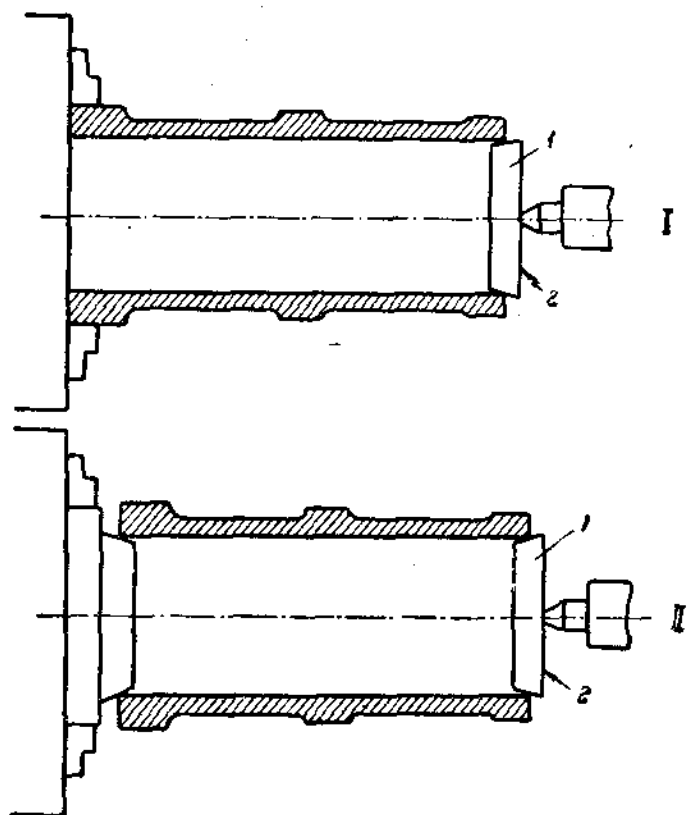


Рис. 348. Обработка втулки (схема).

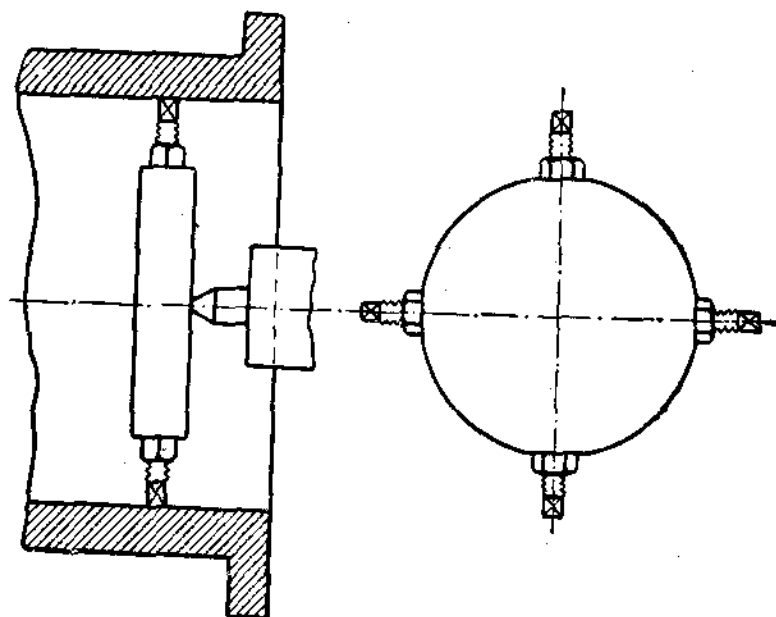


Рис. 349. Обработка фланцев патрубков.

втулки не должна иметь боя, иначе втулка будет обработана неправильно.

На рис. 349 показан другой способ поддержки задним центром пустотелого изделия. Муфта 7 в этом случае имеет 4 болта, вывертывая которые можно закрепить эту муфту в изделии достаточно прочно. Такой муфтой следует пользоваться в тех случаях, когда обработка начинается с наружной поверхности,

так как, пользуясь болтами изделия, можно проверить правильность установки его по внутренней поверхности.

Для большей уверенности в том, что муфта не сдвинется под давлением заднего центра, внутрь изделия иногда закладывается деревянный брус (рис. 350), один конец которого упирается в патрон, а другой служит опорой для муфты 7.

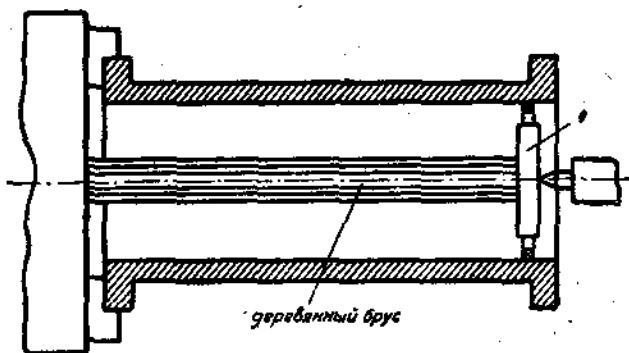


Рис. 350. Упор для центральной муфты.

Проверка правильности установки изделия в четырехкулачковом патроне производится на мелок. Для этого, грубо установив изделие в патроне, пускают станок и осторожно подводят кусок мела к вращающемуся изделию. Мел, коснувшись изделия, отметит его высокое место. После этого останавливают станок и передают изделие в сторону, противоположную меловой отметке. Эта проверка производится несколько раз до тех пор, пока мел не будет касаться изделия со всех сторон равномерно.

Более точная проверка установки изделия производится рейсмусом, и, наконец, самая точная — индикатором.

§ 6. Обработка в люнетах.

В § 1 этой главы мы уже говорили о том, что при обработке длинных изделий необходимо устанавливать люнеты. Здесь мы остановимся на этом вопросе несколько подробнее.

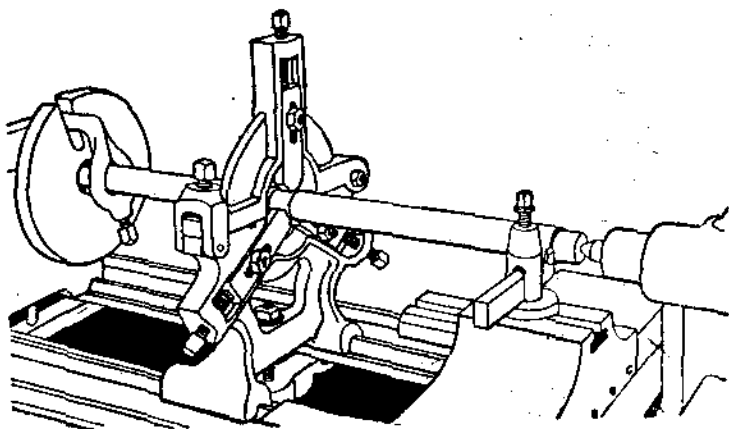


Рис. 351. Работа в неподвижном люнете.

На рис. 351 представлена установка неподвижного люнета. Та часть изделия, которая охватывается кулачками люнета, должна быть перед его установкой проточена. Если почему-либо этой проточки сделать нельзя — на изделие надевается втулка, внутренний диаметр которой больше диаметра изделия. Закрепление втулки производится посредством болтов (по четыре болта на каждом конце втулки). Такой способ работы с люнетом показан на рис. 352.

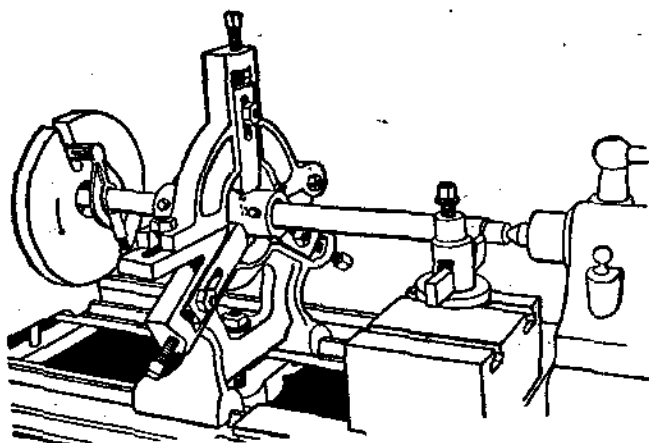


Рис. 352. Работа в неподвижном люнете с втулкой.

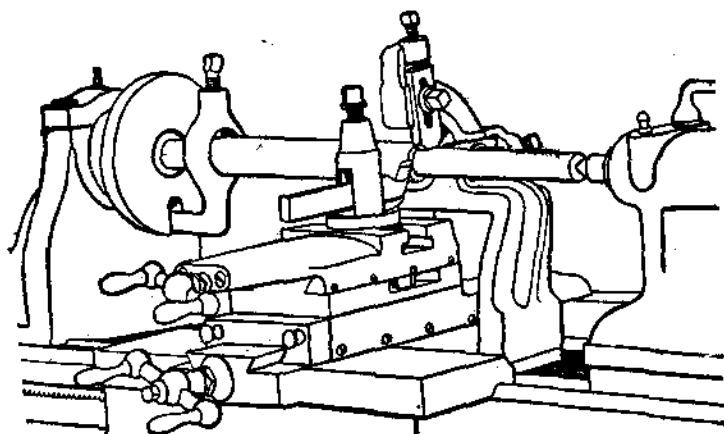


Рис. 353. Работа с подвижным люнетом.

Рассматривая рис. 351 и 352, мы видим, что при неподвижном люнете возможна обработка только правой части изделия. Как только супорт дойдет до люнета, нужно или перевертывать изделие или переменять место установки люнета. Такого недостатка не имеет подвижной люнет (рис. 353), который дает возможность производить обточку изделия по всей его длине, но не обеспечивает такой хорошей поддержки изделия, какую дает неподвижный люнет. Поэтому неподвижным люнетом обыкновенно пользуются при обдирочных работах, а подвижным — при чистовых и при нарезке длинных винтов.

На рис. 354 представлена расточка длинного изделия, закрепленного в патроне. Свешивающийся конец изделия необходимо в таких случаях поддерживать люнетом, что и сделано на рис. 354.

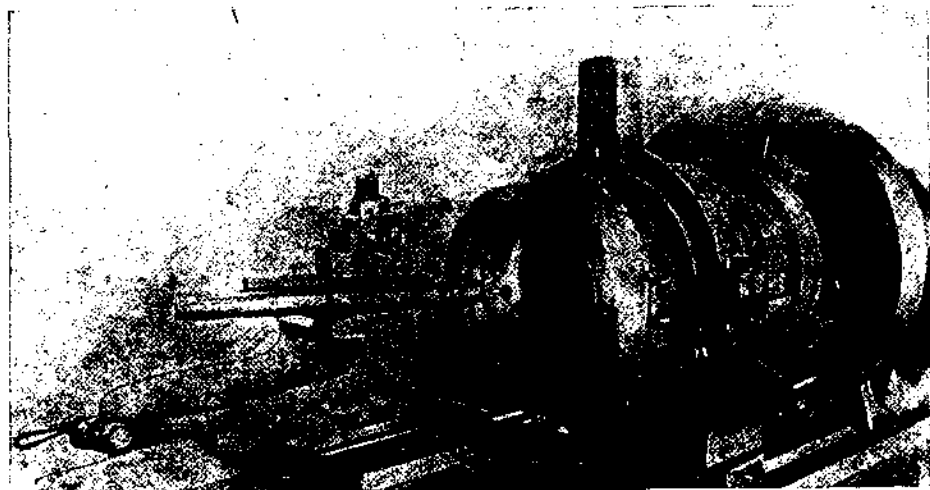


Рис. 354. Обработка подшипника (в люнете).

§ 7. Обработка на планшайбе.

Несмотря на то, что в четырехкулачковом патроне могут быть закреплены для обработки самые разнообразные изделия, иногда более удобно обрабатывать их на планшайбе.

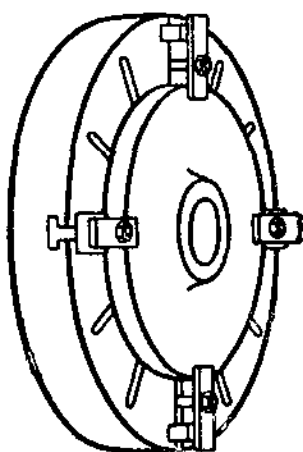


Рис. 355. Обработка на планшайбе.

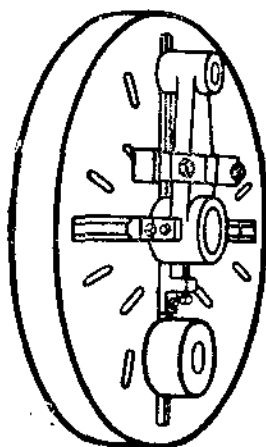


Рис. 356. Обработка шатуна.

Рабочая сторона планшайбы (обращенная к задней бабке станка) должна представлять собой плоскость. В крайнем случае допускается некоторая конусность, центр планшайбы может быть ниже ее краев, но не больше, чем на 0,02 мм на каждые 300 мм диаметра планшайбы. Выпуклость планшайбы ни в каком случае не допускается. Поэтому планшайбу следует время от времени протачивать, снимая при этом возможно меньше материала.

Для закрепления изделия на планшайбе у каждого токаря должен быть комплект болтов, подкладок и прижимных планок разных размеров. Болты пропускаются в сквозные прорезы планшайбы или вводятся в Т-образные пазы. Ни в каком случае не следует затягивать эти болты с чрезмерными усилиями, так как этим можно пережать изделие и планшайбу.

Пример закрепления изделия на планшайбе показан на рис. 355.

Если обрабатываемое изделие располагается на планшайбе не в центре, а сбоку, то оно обязательно должно быть уравновешено грузом, для чего можно использовать всевозможные куски металла, имеющиеся в мастерской. На рис. 356 показан второй пример закрепления детали на планшайбе — с противовесом.

Уравновешивать изделие необходимо и при других способах закрепления их. На рис. 357 показана обработка стальной детали. Деталь эта закреплена в патроне и поддерживается задним центром. Выступающая часть этой детали уравновешена свинцовым грузом, который может перемещаться на нарезанных концах хомута, удерживающего груз и был закрепленным в требуемом положении. Без такого уравновешивания обрабатываемые места получились бы некруглыми.

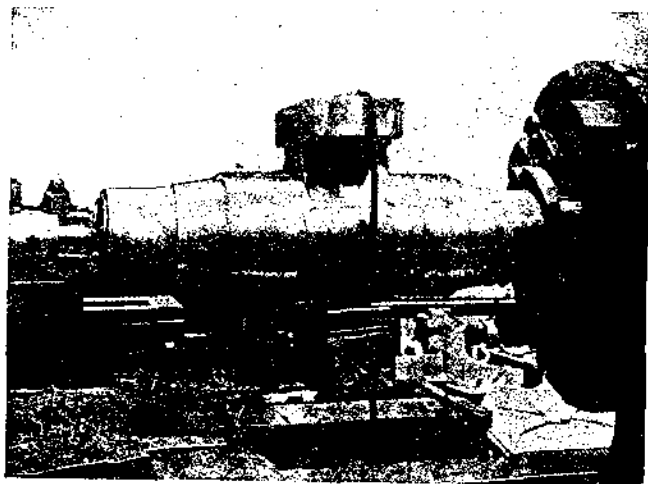


Рис. 357. Обработка крейцкопфа.

Закрепление изделий на планшайбе допускает очень точную проверку правильности установки их. Грубая проверка производится рейсмусом, а более точная — индикатором. При немного отжатых гайках крепительных болтов изделие может быть передано в любую сторону легкими ударами молотка.

Очень точную установку можно получить при помощи центрового индикатора (если центра отверстий, которые должны быть расточены, намечены кернером). Для этого центровой индикатор (рис. 310) закрепляют в резцедержателе и короткий конец его вводят в керн проверяемого отверстия. Заднюю бабку ставят так, чтобы конец ее центра был возможно ближе к концу длинной иглы индикатора. При вращении планшайбы конец иглы индикатора будет описывать окружность, если изделие поставлено неверно. Радиус этой окружности будет тем больше, чем дальше от центра (от верного положения) поставлено изделие и чем больше соотношение плеч иглы индикатора. Чем больше правое плечо (длинное) этой иглы, тем точнее может быть установлено изделие. Если оно поставлено точно по центру — при вращении планшайбы правый конец иглы будет неподвижен.

§ 8. Обработка на угольнике.

Очень часто приходится обрабатывать на токарном станке такие изделия, у которых 1) одна сторона должна составлять определенный, заданный чертежом, угол с другой стороной (например, угольник с фланцами для трубопровода), или 2) ось растачиваемого отверстия должна быть строго параллельна

подошве изделия (подшипники, маточные гайки), или 3) ось эта расположена под некоторым углом к подошве изделия и т. д.

Обработку таких изделий, в особенности при работе партиями, всегда следует производить на планшайбе, с помощью угольника — обыкновенного (с прямым углом) или специального.

На рис. 358 показан способ закрепления детали трубопровода, фланцы которой должны составлять прямой угол. На планшайбе обыкновенными прижимными болтами укрепляется чугунный угольник, рабочие стороны которого

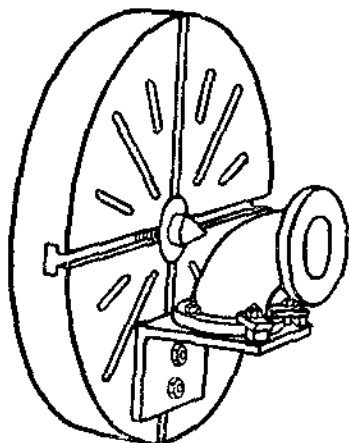


Рис. 358. Обработка на угольнике.

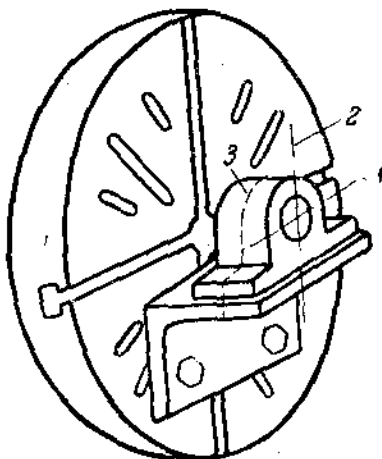


Рис. 359. Обработка подшипника (на угольнике).

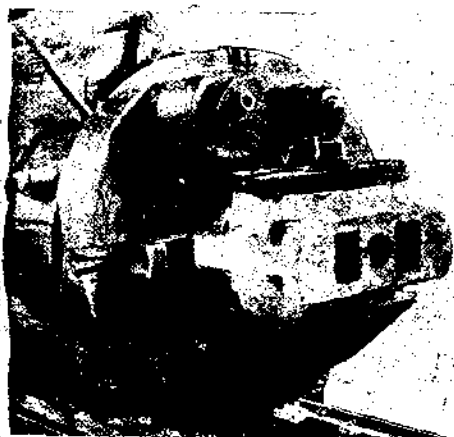


Рис. 360. Обработка подшипника (на угольнике).

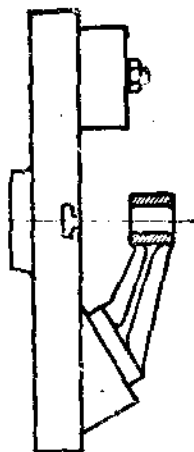


Рис. 361. Обработка на косом угольнике.

простроганы точно под прямым углом. Обрабатываемая деталь ставится фланцем (еще необработанным) на угольник, и у ней обтачивается первый фланец. После этого деталь снимают и снова ставят на угольник, но уже только-что обточенным фланцем, и обрабатывают второй фланец.

И в этом случае, так же как при обычной обработке изделия на планшайбе, угольник и закрепленное на нём изделие необходимо уравновесить противовесом.

Расточка на угольнике подшипника показана на рис. 359. В этом случае требуется, чтобы рабочая плоскость угольника была на строго определенном расстоянии от центральной линии станка, равно высоте центра отверстия подшипника от его подошвы. Чтобы проверить правильность установки угольника в этом отношении, поступают так: закрепив первый из обрабатываемой партии подшипник на угольнике, отжимают гайки болтов, крепящих угольник к планшайбе, и легкими ударами молотка поднимают или опускают его, насколько это требуется. Проверка правильности установки первого подшипника производится рейсмусом по рискам 1, 2 и 3, проверка же всех следующих — только по рискам 2 и 3. На рис. 360 показана установка также подшипника при обработке подошвы его. Обращаем внимание на балансировку.

В заключение остановимся на способе крепления кронштейна, отверстие которого должно быть расположено под углом 60° к подошве (рис. 361). Угольник, к которому крепится этот кронштейн, простроган под углом 30° .

§ 9. Обработка на супорте.

До сих пор мы рассматривали различные приемы работ, выполняемых в обычных для токарного станка условиях. Изделие тем или иным способом закреплялось в патроне станка или в центрах и вращалось во время работы. Резец закреплялся в головке супорта и выполнял второе условие резания — подачу. Но не все изделия удается обработать таким способом, главным образом в виду их величины, несоразмерно большой в сравнении с размерами станка.

На рис. 362 показан пример такой работы — расточка цилиндра паровой машины. С супорта станка сняты все части и вместо них на деревянных подкладках установлен цилиндр и прикреплен к саям супорта болтами. В центре станка поставлена так называемая борштанга. Она представляет собой цилиндрический стержень, по которому плотно пригнан резцедержатель. Перемещение резцедержателя осуществляется с помощью винта, на конце которого имеется звездочка. При каждом повороте борштанги звездочка одним зубцом задевает за специальную упорку, посаженную на шпильке задней бабки, повертывается вместе с винтом и этим сообщает резцедержателю подачу. Для того, чтобы борштанга во время работы не дрожала, в резцедержателе устанавливают два резца, один против другого. Иногда число резцов доводят до 4-х.

На рис. 363 показана борштанга другого устройства. В этом случае резец, закрепленный в борштанге, только вращается (вместе с борштангой). Подача осуществляется перемещением супорта (самоходом). При расточке больших диаметров резец укрепляется не прямо в борштанге, как это показано на рис. 363, а в резцовой головке, намертво посаженной на державке. Недостаток этого типа состоит в том, что борштангу нужно иметь очень длинную. Длина борштанги должна быть равна удвоенной длине изделия, и должно быть прибавлено место для хомутика, выхода резца и т. д.

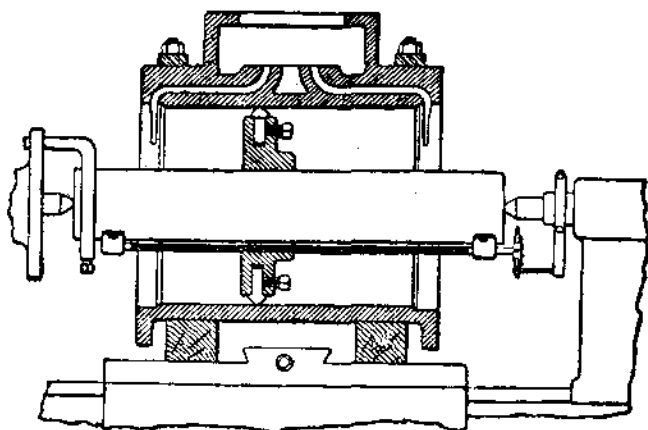


Рис. 362. Расточка цилиндра на супорте.

На рис. 364 показано приспособление для обточки торцев изделий, обрабатываемых на супорте. Изделие укреплено на неподвижном супорте, борштанга вращается. Подачу резец получает таким же способом, как и у расточной борштанги — с помощью винта и звездочки.

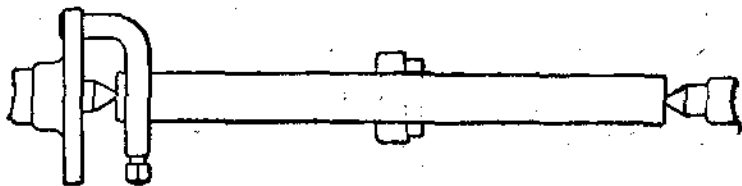


Рис. 363. Борштанга.

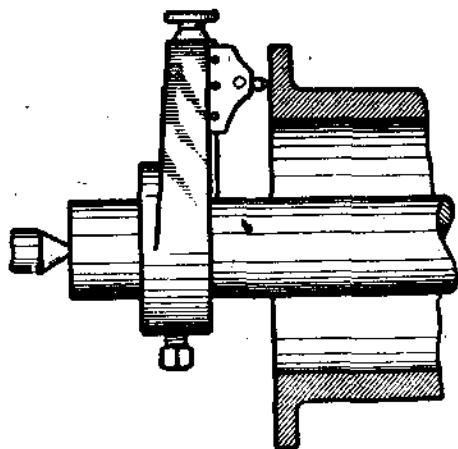


Рис. 364. Летучий супорт.

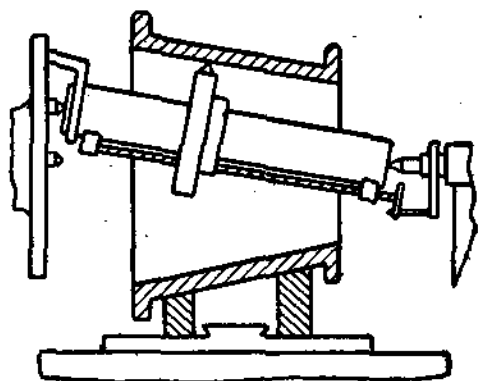


Рис. 365. Расточка на супорте конуса.

Расточка на супорте внутреннего конуса показана на рис. 365. Изделие в этом случае прикреплено к продольным салазкам супорта, остающимся неподвижными. Для расточки использована та же борштанга, которую мы видели на рис. 362, но левый конец ее поставлен на специальный центр, прикрепленный к патроне.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

Обработка конусов.

§ 1. Общие сведения.

Прежде чем приступить к разбору способов обработки конусов на токарном станке, условимся в обозначениях размеров их. Этих обозначений будем придерживаться при дальнейшем изложении.

Необходимо различать два основных случая обработки конуса:

- 1) изделие представляет собой сплошной конус (рис. 366-I);
- 2) конусность имеется только на части длины изделия, а остальная его часть — цилиндрической или какой-либо другой формы (рис. 366-II).

Примем следующие обозначения:

Длина изделия	<i>A</i>
Длина конусной части	<i>a</i>
Большой диаметр конуса	<i>D</i>
Меньший	<i>d</i>
Угол между образующей конуса и прямой линией, параллельной его оси	<i>B</i>

Определение размеров конуса на чертежах производится одним из следующих способов:

- 1) Указывается длина конусной части и оба диаметра ее.
- 2) Указывается длина конусной части, один из диаметров и угол при вершине конуса. Иногда вместо этого угла указывается угол, который составляет образующая конуса и линия, параллельная его оси, т.е. угол *B* на рис. 366-II. Угол этот, вполне понятно, равен половине угла при вершине.

3) Приводятся и те и другие сведения, т.е. длина конусной части, оба диаметра ее и угол при вершине, или угол *B*.

При обработке конусов токарю часто приходится по заданным диаметрам и длине конуса определять угол *B*, и наоборот, зная этот угол, находить один из диаметров конуса, не указанный на чертеже. Все эти вопросы решаются очень просто при помощи нижеприводим. формул и таблицы.

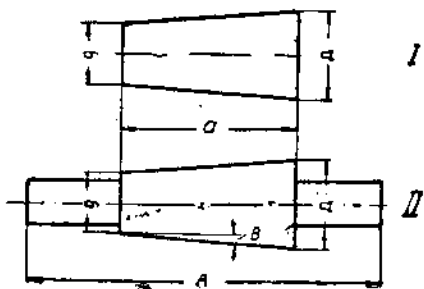


Рис. 366. Основные формы конусов.

Все размеры, определяющие конус, связаны формулой:

$$M = \frac{D-d}{2a} \quad \dots \dots \dots (I)$$

где *M* есть множитель, зависящий от угла *B*. Величина этого множителя находится по нижеприводимой таблице (стр. 260).

Пользоваться этой таблицей следует так. Положим, что угол *B* равен 27°. Чему равен множитель *M*, соответствующий этому углу?

В первой вертикальной графе «градусы» находим 27°, и так как наш угол не имеет минут, то множитель *M* ищем во второй вертикальной графе под надписью «0'». В данном случае множитель 0,50953.

Если бы угол *B* был равен 27°10', то соответствующий ему множитель был бы 0,51319.

Точно так же при *B* = 16°28' *M* = 0,29305.

Пользуясь этой же таблицей, можно решать и обратную задачу: по данному множителю *M* находить угол *B*.

Пусть, например, мы нашли, что для данного конуса *M* = 0,93252. Найдя эту цифру (или ближайшую к ней) в таблице, видим, что этому множителю соответствует угол *B* = 43°.

Второй пример: *M* = 0,58915.

Такого множителя в таблице нет. Берем ближайший к нему — *M* = 0,58905 и видим, что *B* = 30° 30'.

Умея пользоваться этой таблицей, легко, зная *B*, находить величину *M* и наоборот.

ТАБЛИЦА 14.

Значения множителя M для определения размеров конусов.

Градусы	Множитель M					
	0	10	20	30	40	50
0	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16734	0,17033	0,17333
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105
23	0,42447	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46277
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587
27	0,50933	0,51320	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56962	0,57348
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59691
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528
33	0,64941	0,65355	0,65771	0,66189	0,66609	0,67028
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69588
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900
37	0,75855	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83415
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419
41	0,86929	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,91633	0,92170	0,92709
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420
45	1,00000	1,00583	1,01170	1,01761	1,02355	1,02952
46	1,03553	1,04158	1,04766	1,05378	1,05994	1,06613
47	1,07237	1,07864	1,08496	1,09131	1,09770	1,10414
48	1,11061	1,11713	1,12369	1,13029	1,13694	1,14363
49	1,15037	1,15715	1,16398	1,17085	1,17777	1,18474
50	1,19175	1,19882	1,20593	1,21310	1,22031	1,22758
51	1,23490	1,24227	1,24969	1,25717	1,26471	1,27230
52	1,27994	1,28764	1,29541	1,30323	1,31110	1,31904
53	1,32704	1,33511	1,34323	1,35142	1,35968	1,36800
54	1,37638	1,38484	1,39336	1,40195	1,41061	1,41934

М н о ж и т е л ь М

Градусы	М и н у т ы					
	0	10	20	30	40	50
55	1,42815	1,43703	1,44598	1,45501	1,46411	1,47330
56	1,48256	1,49190	1,50133	1,51084	1,52043	1,53010
57	1,53987	1,54972	1,55966	1,56969	1,57991	1,59002
58	1,60033	1,61074	1,62125	1,63185	1,64256	1,65337
59	1,66428	1,67530	1,68643	1,69766	1,70901	1,72047
60	1,73205	1,74375	1,75556	1,76749	1,77955	1,79174
61	1,80405	1,81649	1,82906	1,84177	1,85462	1,86760
62	1,88073	1,89400	1,90741	1,92098	1,93470	1,94858
63	1,96261	1,97680	1,99116	2,00569	2,02039	2,03526
64	2,05030	2,06553	2,08094	2,09654	2,11233	2,12832
65	2,14451	2,16090	2,17749	2,19430	2,21132	2,22857
66	2,24604	2,26374	2,28167	2,29984	2,31826	2,33693
67	2,35585	2,37504	2,39449	2,41421	2,43422	2,45451
68	2,47509	2,49597	2,51715	2,53865	2,56046	2,58261
69	2,60509	2,62791	2,65109	2,67462	2,69853	2,72281
70	2,74748	2,77254	2,79802	2,82391	2,85023	2,87700
71	2,90421	2,93189	2,96004	2,98869	3,01783	3,04749
72	3,07768	3,10842	3,13972	3,17159	3,20406	3,23714
73	3,27085	3,30521	3,34023	3,37594	3,41236	3,44951
74	3,48741	3,52609	3,56557	3,60588	3,64705	3,68909
75	3,73205	3,77595	3,82038	3,86671	3,91364	3,96165
76	4,01078	4,06107	4,11256	4,16530	4,21933	4,27471
77	4,33148	4,38969	4,44942	4,51071	4,57363	4,63825
78	4,70463	4,77286	4,84300	4,91516	4,98940	5,06584
79	5,14465	5,22566	5,30928	5,39552	5,48451	5,57638
80	5,67128	5,76937	5,87080	5,97576	6,08444	6,19703
81	6,31375	6,43484	6,56055	6,69118	6,82694	6,96823
82	7,11537	7,26873	7,42871	7,59575	7,77033	7,95302
83	8,14435	8,34496	8,55555	8,77689	9,00983	9,25530
84	9,51436	9,78817	10,07803	10,38540	10,71191	11,05943
85	11,43005	11,82817	12,25051	12,70821	13,19688	13,72874
86	14,30067	14,92442	15,60478	16,34986	17,16934	18,07498
87	19,08114	20,20555	21,47040	22,90577	24,54178	26,43180
88	28,63625	31,24158	34,36777	38,18846	42,96408	49,10888
89	57,28996	68,75009	85,93979	114,58365	171,88540	343,77371

Кроме основной формулы, нам нужно знать еще две, которые легко могут быть выведены из формулы I, а именно:

$$D = 2 \times M \times a + d \dots\dots\dots (II)$$

и

$$d = D - 2 \times M \times a \dots\dots\dots (III)$$

Сделаем несколько примеров.

ПРИМЕР 1. Дан конус, у которого $D = 160$ мм, $d = 100$ мм, $a = 200$ мм. Найти угол B .

Пользуясь формулой (I), пишем:

$$M = \frac{D-d}{2a} = \frac{160-100}{2 \times 200} = \frac{60}{400} = 0,15000.$$

Зная множитель M , находим по таблице 14 величину угла B .
Угол $B = 8^\circ 30'$ (в таблице есть только $M = 0,14945$).

П Р И М Е Р 2. Дан конус, у которого $D = 80$ мм, $a = 200$ мм и $B = 10^\circ$ Требуется найти d .

По формуле (III) пишем

$$d = D - 2 \times M \times a.$$

Величину множителя M находим в таблице. В данном случае он равен 0,17633, а поэтому

$$d = 80 - 2 \times 0,17633 \times 200 = 80 - 35,26 = 44,74.$$

§ 2. Способы обработки конусов.

Обработка конуса на токарном станке производится одним из следующих способов:

- 1) С помощью широкого резца.
- 2) Поворотом поперечных салазок супорта.
- 3) Смещением задней бабки.
- 4) С помощью специального приспособления (копировальной линейки), которое имеется у некоторых станков.
- 5) Посредством использования одновременно двух автоматических подач — продольной и поперечной.

Обточка конуса с помощью широкого резца хорошо удается только в тех случаях, когда конус имеет очень небольшую длину. Например, для чистовой обточки центров токарного станка иногда пользуются широким резцом. Резец должен быть поставлен под заданным углом конуса и строго по центру станка. При широких конусах и, вследствие этого, длинных лезвиях резцов получается дрожание изделия и поверхность его негладкой или, как говорят, дробленной. Поэтому мы не рекомендовали этого способа для чистовой отделки центров.

Недлинные конуса, с большим углом B , в особенности, лучше всего обтачивать, пользуясь возможностью поворачивать верхние салазки супорта. Способ этот пригоден как для обточки наружных конусов, так и для расточки внутренних. Недостаток его в том, что вся обточка должна производиться при ручной подаче резца.

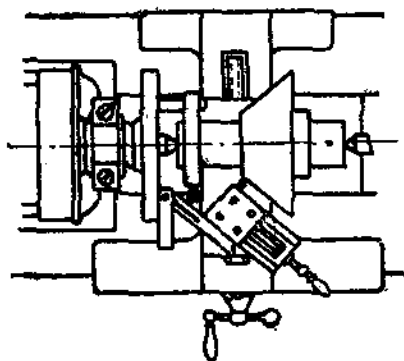


Рис. 367. Обработка конуса поворотом супорта.

На рис. 367 показан пример обточки круглого конуса поворотом супорта. На этом же рисунке показан и способ проверки правильности установки супорта под заданным углом конуса. Проверка эта производится с помощью угломера, одна сторона которого прикладывается к планшайбе, а другая по всей своей длине соприкасается с боковой стороной верхней поллзушки супорта. Способ этот пригоден только для грубой установки супорта и полагаться на него при обточке точных конусов нельзя.

Установка угла поворота супорта в большинстве случаев производится по градусным делениям, которые почти всегда имеются на опорном фланце поперечного супорта. Отсчет делений производится без труда; нужно лишь помнить, что правильно поставленный супорт образует с осью станка угол в 90° .

Если на чертеже угол B не дан, а указаны диаметры конуса, пользуясь формулой (I), легко найти величину B .

Некоторые затруднения при установке поперечного супорта возникают в том случае, когда супорт не имеет градусных делений.

Если при этом на чертеже указан угол B , то поворот супорта определяется по следующей формуле:

$$s = \frac{B \times \pi \times B}{360} \dots \dots \dots (IV)$$

В этой формуле s обозначает длину дуги окружности фланца, выраженную в мм, на которую должен быть повернут супорт, и B — диаметр фланца супорта.

П р и м е р 1. Дан конус, у которого угол $B = 19^\circ$. Фланец супорта делений не имеет. Найти угол поворота супорта.

Диаметр фланца супорта 150 мм. По формуле (IV) имеем:

$$s = \frac{19 \times 3,14 \times 150}{360} = 25 \text{ мм.}$$

Это значит, что супорт нужно повернуть настолько, чтобы риска, нанесенная на его фланце, отошла от своего первоначального положения на 25 мм. Эти 25 мм должны быть измерены по окружности фланца.

В случае, если угол B на чертеже не указан, следует по формуле (I) найти его и определить угол поворота супорта так, как только-что было указано.

Но в некоторых случаях (при пологих конусах) можно пользоваться другой, грубой формулой и не находить величины угла B . Сделать это можно по формуле

$$s = \frac{B}{2} \times \frac{D-d}{2a} \dots \dots \dots (V)$$

П р и м е р 2. Требуется обточить конус, у которого $a=160$ мм, $D=116$ мм и $d=100$ мм. Диаметр фланца супорта $B=200$ мм.

По формуле (V) получаем

$$s = \frac{200}{2} \times \frac{116-100}{2 \times 160} = 5 \text{ мм.}$$

Обработку длинных и пологих конусов лучше всего производить, пользуясь смещением задней бабки.

Если нужно получить конус, меньший диаметр которого обращен к задней бабке, то ее следует смещать в сторону, на которой находится токарь во время работы станка, и в противоположную сторону, если меньший диаметр должен быть со стороны передней бабки.

Определение величины смещения задней бабки производится по следующей формуле:

$$c = \frac{A}{a} \times \frac{D-d}{2} \dots \dots \dots (VI)$$

т.е. смещение задней бабки токарного станка при обточке изделия, часть которого есть конус, равно частному от деления всей длины изделия на длину конусной части, умноженному на половину разности диаметров конуса.

Если изделие есть сплошной конус, то смещение задней бабки равно половине разности диаметров заданного конуса, т.е.

$$c = \frac{D-d}{2} \dots \dots \dots (VII)$$

Заканчивая описание обработки конусов на токарном станке посредством поворота супорта и смещения задней бабки, сделаем несколько примеров на подсчеты, связанные с этой обработкой.

П Р И М Е Р 3. Найти поперечное смещение бабки при обработке изделия, вся длина которого равна 600 мм, длина конической части 300 мм и диаметры этой части 68 и 60 мм.

По формуле VI имеем:

$A=600$, $a=300$, $D=68$ и $d=60$ мм.

$$c = \frac{600}{300} \times \frac{68-60}{2} = 2 \times \frac{8}{2} = 8 \text{ мм.}$$

П Р И М Е Р 4. Требуется обработать сплошной конус (рис. 366-1), у которого $a=400$ мм, $D=80$ мм, $d=70$ мм. Определить смещение задней бабки.

По формуле (VII) имеем

$$c = \frac{D-d}{2} = \frac{80-70}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм.}$$

П Р И М Е Р 5. Обработать конус (рис. 366-II), у которого $A=1000$ мм, $D=120$ мм, $d=80$ мм, $a=400$ мм.

По формуле (VI) находим смещение задней бабки:

$$c = \frac{A}{a} \times \frac{D-d}{2} = \frac{1000}{400} \times \frac{120-80}{2} = \frac{1000}{400} \times \frac{40}{2} = 50 \text{ мм.}$$

Обработка такого конуса затруднительна, так как не всякую заднюю бабку можно передать на 50 мм.

П Р И М Е Р 4. Обработать в центрах конус (рис. 366-I), у которого $a=300$ мм, $d=40$ мм. Угол при вершине $= 12^\circ$.

Находим угол B

$$B = \frac{12}{2} = 6^\circ.$$

По формуле (II) находим D , при чем множитель M берем из таблицы 14. Для 6° он равен 0,10510.

Поэтому $D=2 \times M \times a + d = 2 \times 0,10510 \times 300 + 40 = 103,06$.

Теперь не трудно найти смещение бабки

$$c = \frac{D-d}{2} = \frac{103,06-40}{2} = \frac{63,06}{2} = 31,53 \text{ мм.}$$

П Р И М Е Р 6. Обработать поворотом поперечного супорта конус, у которого $D=100$ мм, $d=95$ мм, $a=80$ мм.

Разделим этот пример на два:

а) Фланец супорта имеет градусные деления.

В этом случае по формуле (I) находим множитель M .

$$M = \frac{D-d}{2a} = \frac{100-95}{2 \times 80} = \frac{100-95}{160} = \frac{5}{160} = 0,03125.$$

По таблице 14 находим угол B (а следовательно и угол поворота супорта), соответствующий этому множителю.

Имеем: $B=1^\circ 50'$, т.-е. около 2° (множителя 0,03125 в таблице нет, поэтому пришлось взять 0,03201).

б) Фланец супорта не имеет градусных делений. Диаметр фланца $B=200$ мм.

Пользуясь формулой (V), находим поворот супорта. Имеем:

$$s = \frac{B}{2} \times \frac{D-d}{2a} = \frac{200}{2} \times \frac{100-95}{80 \times 2} = 100 \times 0,03125 = 3,125 \text{ мм.}$$

Если требуется точный конус, то лучше определить величину a по формуле (IV). Имеем:

$$a = \frac{B \times \pi \times E}{360} = \frac{1,83^\circ \times 3,14 \times 200}{360} = 3,2 \text{ мм.}$$

Практически в обоих случаях величину a можно считать одинаковой. Отсчет величины смещения бабки производится обыкновенно по небольшой шкале с миллиметровыми делениями, нанесенной на опорной плите задней бабки (со стороны маховика).

Если этих делений не имеется, можно поступать так:

Подводим к шпинделю задней бабки резец, закрепленный в резцедержателе задним концом вперед (рис. 368), при чем прижимаем его к шпинделю так, чтобы полоска бумаги, положенная между концом резца и шпинделем, не вываливалась, но вместе с тем могла быть вынута без особого усилия. После этого отдвигаем резец назад на величину смещения задней бабки, пользуясь делениями на втулке рукоятки поперечной подачи (величина перемещения, соот-

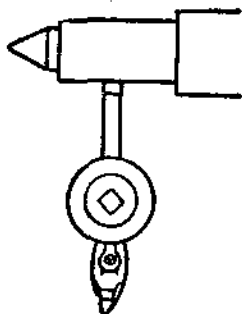


Рис. 368. Установка задней бабки на конус.

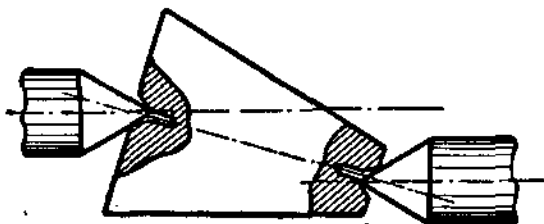


Рис. 369. Неправильная выработка центров.

ветствующая одному делению, должна быть известна). Теперь передвигаем бабку в сторону токаря настолько, чтобы полоска бумаги была зажата между резцом и шпинделем бабки настолько же плотно, как это было при первом положении задней бабки.

Если надо сдвинуть бабку от токаря, то поступают следующим образом: прижимают резец к шпинделю так же, как и в первом случае и отводят бабку назад немного больше, чем это требуется; после этого перемещают резец вперед на величину смещения бабки и передвигают бабку в обратную сторону (к себе), пока шпиндель не коснется резца.

Необходимо отметить, что при обработке конусов в центрах неправильно срабатываются как самые центра, так и центровые углубления в изделии (рис. 369). Поэтому если изделие, коническая часть которого обработана посредством смещения задней бабки, поставить на нормально установленные центра для дальнейшей обработки, то оси цилиндрических поверхностей, обточенных после обработки конуса, не совпадут с осями поверхностей, ранее обработанных.

В этом большой недостаток рассматриваемого способа обработки конусов. Второй его недостаток — невозможность обработки внутренних конических поверхностей.

Этих недостатков не имеет четвертый способ обработки конусов — посредством конусной или копировальной линейки, устроенной следующим образом. На двух кронштейнах сзади станины имеется линейка 1 (рис. 370), которая может быть повернута около пальца, расположенного в середине ее (на рис. 370 и 371 палец этот не виден), на некоторый угол и закреплена болтами 2 и 3. По этой

линейке ходит ползунок 4, связанный с поперечным супортом жесткой тягой 5. Посредством болта 6 длина этой тяги может быть отрегулирована. Если при таком устройстве вынуть винт поперечных салазок, а супорту сообщить продольный самоход, то ползунок 4, перемещаясь по линейке 1, сообщит движение поперечным салазкам, и резец обточит коническую поверхность, образуемая которой параллельна линейке. Практически вынимать поперечного винта, конечно, не приходится благодаря тому, что гайка поперечного супорта соединена с ним не намертво и может быть отделена от него.

У современных токарных станков линейка 1 располагается на плите 7 (рис. 370), которая может двигаться по другой плите 8. Плита 8 укреплена на кронштейнах, привернутых к супорту станка. Винт 9, связанный с плитой 7, проходит сквозь втулку 10, которая может быть закреплена в требуемом положении на станине. На винте 9, по обе стороны втулки 10, имеются гайки 11 и 12.

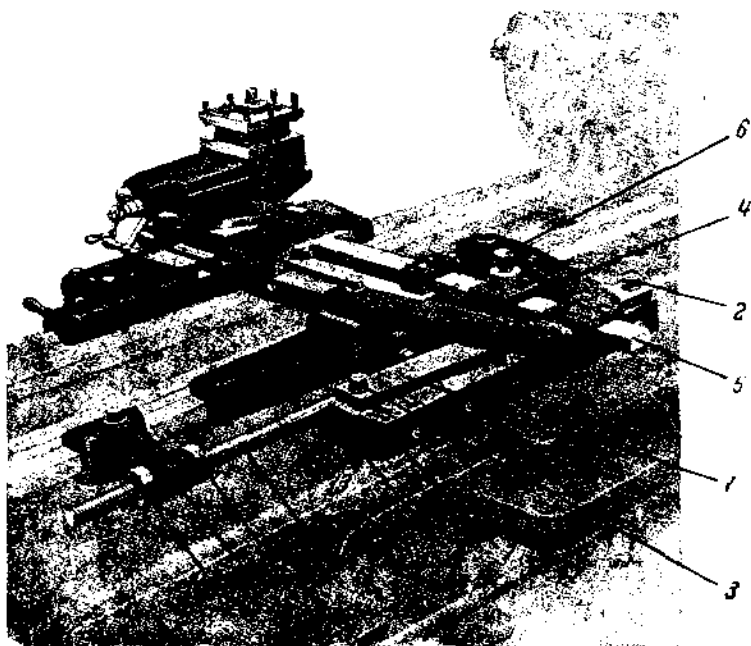


Рис. 370. Копировальная линейка для конусов.

Благодаря такому устройству имеется возможность обрабатывать изделия, у которых одна часть — цилиндр, а другая — конус, не перестраивая станка. В самом деле, если мы затянем гайки 11 и 12 и сообщим супорту продольный самоход, то 1) плита 8 будет двигаться вместе с супортом, 2) плита 7, а следовательно, и линейка 1 будут неподвижны, и 3) ползунок 4 будет перемещаться по неподвижной линейке 1 и сообщит верхним салазкам супорта поперечное движение. Мы получаем конус.

Предположим теперь, что гайка 11 установлена не вплотную к втулке 10, а на некотором расстоянии от нее. В этом случае в начале работы плита 7, а вместе с ней и линейка 1 будут перемещаться вместе с плитой 8 (ползунок 4 не будет поэтому перемещаться по линейке, и резец будет обтачивать цилиндр). Но как только гайка 11 упрется во втулку 10, плита 7 остановится, ползунок 4 начнет двигаться вследствие этого по линейке 1, и резец пойдет по конусу.

Обработка конусов при помощи копировальной линейки имеет следующие достоинства.

1) Центры станка находятся в нормальном положении, и поэтому выработки их, о которой говорилось выше (рис. 369), нет. 2) Имеется возможность производить расточку внутренних конусов. 3) Возможно обрабатывать изделия с большой конусностью, чего нельзя делать, пользуясь смещением задней бабки. В неко-

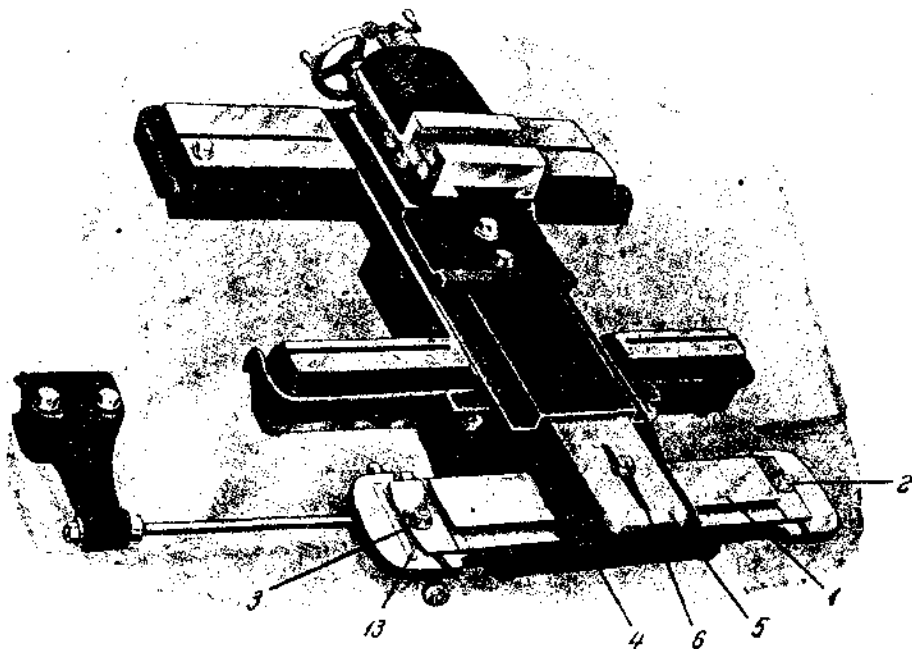


Рис. 371. Вторая конструкция копировальной линейки.

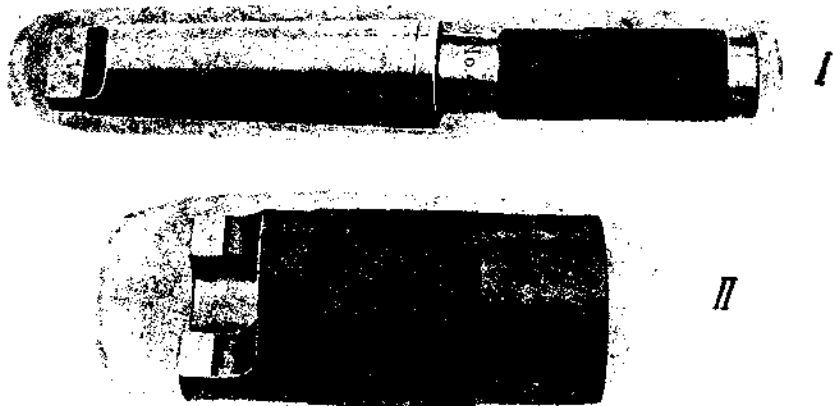


Рис. 372. Калибр конусов.

торых случаях приходится прибегать к двум способам обработки конусов одновременно, т.-е. использовать копировальную линейку и в то же время смещать заднюю бабку. На плите 7 имеется градусная шкала 13, посредством которой линейка 1 может быть поставлена на требующийся угол. Линейка должна быть повернута на тот же угол, какой составляет образующая конуса с линией, параллельной его оси (т.-е. угол B). На рис. 371 показана другая конструкция копи-

вальной линейки. Обозначения отдельных частей ее приняты те же, что и на рис. 369.

Пятый, последний способ обработки конусов — посредством одновременного включения и продольного и поперечного самоходов — применяется чрезвычайно редко, и поэтому останавливаться на нем мы не будем.

В заключение укажем, что при обработке конусов резец необходимо ставить точно по центру станка.

Измерение конусов небольших размеров производится при помощи так называемых конусных калибров (рис. 372).

Для проверки конического отверстия служит калибр, показанный на рис. 372-I. Способ пользования им состоит в следующем. Вдоль образующих конуса проводят мелом 3 — 4 черты. После этого вставляют калибр в растачиваемое отверстие, повертывают его, вынимают и смотрят, где стерся мел. Если меловые линии стерлись на левом конце калибра — это показывает, что меньший диаметр растачиваемого конуса мал, и наоборот. Конус считается обработанным правильно, если меловые линии стираются по всей своей длине равномерно.

Проверка наружных конусов производится калибром, изображенным на рис. 372-II, при чем меловые линии наносятся на обрабатываемом изделии.

Для более тщательной проверки конусов вместо мела пользуются краской, применяющейся при шпательке.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

Нарезка резьбы.

Одна из важнейших деталей машин — винт, и поэтому изготовление разнообразных винтов составляет постоянную работу в механических мастерских вообще и токарных станков в частности.

Изготовление винта на токарном станке распадается на две операции:

- 1) подсчет и установка сменных шестерен и
- 2) нарезание резьбы с соблюдением всех правил этой работы.

На современных станках, снабженных в большинстве случаев коробками подач, первая операция по изготовлению винта сводится к перестановке рычагов коробки.

Прежде чем приступить к изучению способов изготовления винтов на токарных станках, разберемся в некоторых понятиях и определениях, относящихся к винтам вообще.

§ 1. Основные сведения о резьбе.

А. Общие понятия и определения.

Представим себе круглый цилиндр 1 (рис. 373) и вырезанный из бумаги треугольник 2 — 3 — 4, сторона 2 — 4 которого равна длине окружности цилиндра. Если мы наведем этот треугольник на наш цилиндр так, чтобы сторона 2 — 4 совпала с основанием цилиндра, то сторона треугольника 2 — 3 образует на поверхности цилиндра линию, называемую винтовой.

На токарном станке винтовая линия получается следующим образом. Установим в центрах станка круглый стержень 1 (рис. 374-I), подведем к нему острозаточенный резец 2 и пустим станок в ход, включив при этом автоматическую подачу супорта. Канавка, которую прорежет при этом резец, и будет винтовой линией. Постепенно углубляя эту канавку, мы получим винтовую резьбу или, как чаще говорят, нарезку, а стержень 1 (рис. 374-I) превратим в винт.

В этом случае мы образовали нарезку (или резьбу) на наружной поверхности изделия. Такая резьба называется наружной.

Если бы вместо стержня 1 мы взяли пустотелую болванку 3 (рис. 374-II) и точно таким же образом, при помощи изогнутого резца 4, нарезали резьбу внутри этой болванки, то получили бы внутреннюю нарезку, а болванка 3 теперь стала бы гайкой.

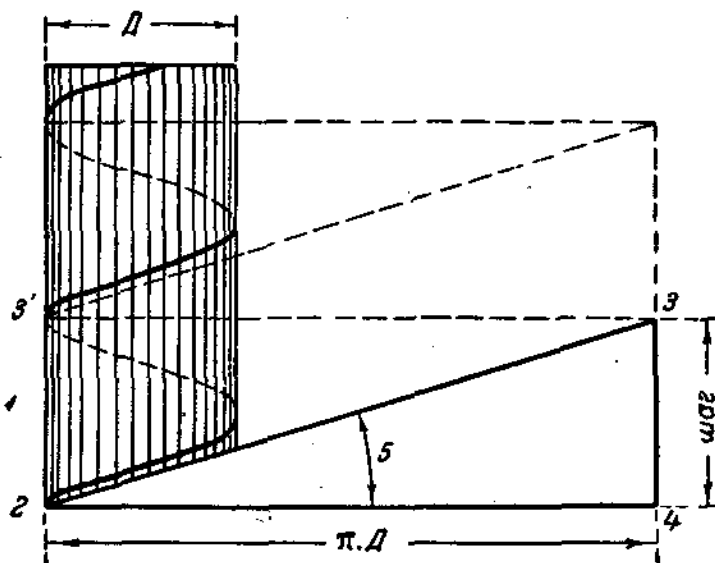


Рис. 373. Образование винтовой линии.

Навертывая треугольник 2 — 3 — 4 на цилиндр 1 (рис. 373), мы видим, что после того, как этот треугольник один раз обернет цилиндр 1 точка 3 расположится на поверхности цилиндра (в точке 3'). Для дальнейшего образования винтовой линии мы должны тот же треугольник поставить в положение, показанное на рис. 373 пунктиром, и снова обернуть его вокруг цилиндра и т. д. Полученная таким образом нарезка называется *одноходовой*.

Если бы наворачивали на цилиндр не один, а сразу два треугольника так, как это показано на рис. 375, то получили бы на нем две винтовых линии. Для ясности винтовая линия, образованная наворачиванием на цилиндр 1 треугольника 2, показана сплошной линией, а получившаяся при наворачивании треугольника 3 — условной пунктирной линией, такой же, какой показан и сам треугольник 3. Такой винт называется *двухходовым*. Точно таким же образом можно образовать *трехходовый* винт и т. д.

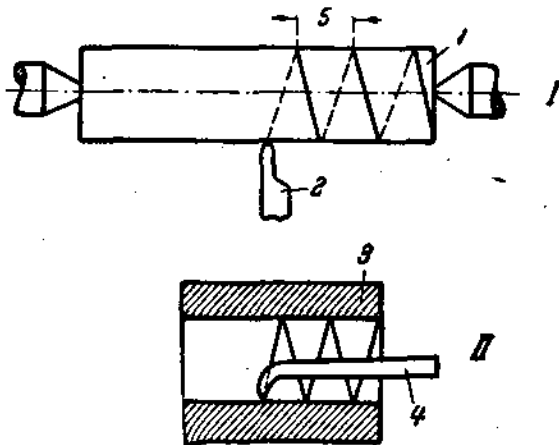


Рис. 374. Образование винтовой линии на токарном станке.

На рис. 376 показаны одно-, двух- и трехходовые винты. Вместо названия «двухходовой винт» часто говорят «винт в два захода» или «двухзаходный винт».

Если мы возьмем винт в одну руку, а другой рукой будем наворачивать гайку, то она будет перемещаться вдоль винта. При этом может быть два случая: гайка будет перемещаться от нас, если мы будем вращать ее, или вправо или влево. В первом случае нарезка называется правой, во втором — левой.

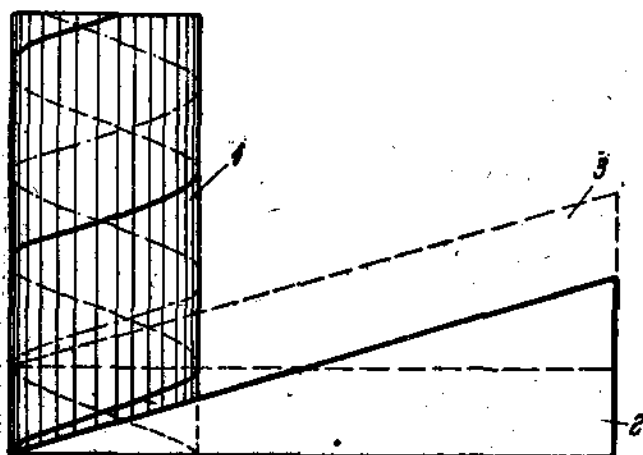


Рис. 375. Образование многоходовой винтовой линии.



Рис. 376. Многоходовые винты.

На рис. 377-I показана левая, а на рис. 377-II — правая нарезка. В зависимости от формы резца, нарезающего резьбу, получают различные формы или, как говорят, профили нарезки.

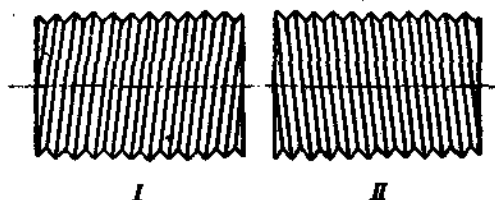


Рис. 377. Правая и левая нарезка.

Чаще всего встречаются остроугольная (рис. 378-I), прямоугольная (рис. 378-II) и трапецевидная (рис. 378-III). Реже употребляются круглая и пилообразная нарезки.

Расстояние между двумя соседними нитками нарезки, измеренное по образующей винта, называется его шагом. Шаг винта, показанный на рис. 374, обозначен цифрой 5, а на

рис. 378-I — цифрой 1. Шаг винтов, представленных на рис. 378-II и 378-III, также обозначен цифрой 1.

Шаг винта выражается в миллиметрах или в дюймах. Так, если говорят, что шаг винта, изображенного на рис. 378-I, равен 6 мм, то это значит, что, расстояние 1 равно 6 мм. При дюймовом измерении иногда шаг выражают в долях

дюйма (например, говорят «шаг = $\frac{1}{4}$ »), но чаще вместо шага называют число ниток винта, приходящихся на 1" его длины. Совершенно понятно, что если шаг винта есть $\frac{1}{4}$ ", то число ниток на 1" в этом случае составляет 4. Кроме того, существуют так называемые модульный и диаметральный или питчевой шаг.

Таким образом употребляются следующие измерения шага:

1. Шаг в дюймах (или долях его).
2. Число ниток на 1".
3. Шаг в мм.
4. Шаг кратный π или модульный.
5. Диаметральный или питчевой, выраженный в долях числа π англ. дюймов.

При измерении шага многоходовых винтов нельзя принимать за шаг расстояние между двумя соседними нитками, а следует брать его между двумя точками, одной и той же нитки, расположенными на образующей. На рис. 381

цифрой 1 обозначена величина шага винтов, представленных на этом рисунке. Поэтому шаг винта можно определить так: шагом винта называется то расстояние, на котором гайка перемещается вдоль болта за один оборот ее. Вместо слова шаг иногда говорят «ход» или «подъем» винта.

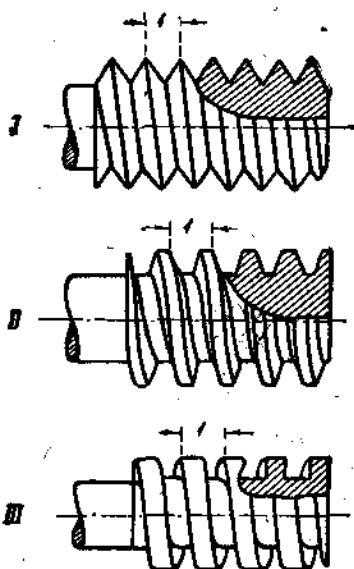


Рис. 378. Профили нарезок.

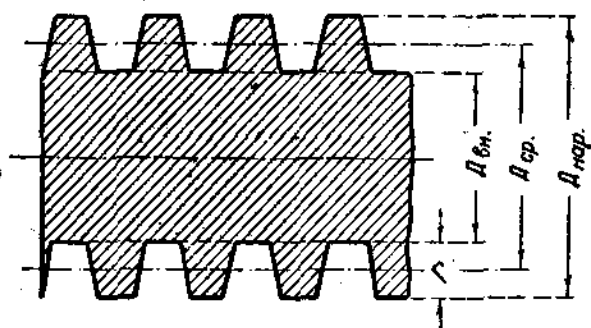


Рис. 379. Сечение винта осевой плоскостью.

На рис. 379 дается сечение винта плоскостью, проходящей через ось его. На этом рисунке обозначены:

- $D_{нар.}$ — наружный диаметр винта,
 $D_{вн.}$ — внутренний «
 $D_{ср.}$ — средний «
 Γ — глубина нарезки.

Величина среднего диаметра легко может быть найдена по формуле:

$$D_{ср.} = \frac{D_{нар.} + D_{вн.}}{2},$$

а глубина нарезки

$$\Gamma = \frac{D_{нар.} - D_{вн.}}{2}.$$

Диаметры болтов даются или в миллиметрах или в дюймах. На практике часто приходится переходить от одного измерения к другому, при чем 1" принимается равным 25,4 мм. Таблица для перехода от дюймов к миллиметрам и обратно дается в главе XIX этой книги.

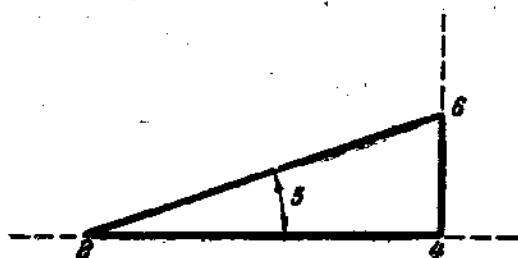


Рис. 380. Построение угла подъема винтовой линии.

Угол 5 (рис. 373), образованный сторонами 2—4 и 2—3, называется углом подъема винта.

Величина этого угла определяется при помощи формулы:

$$M = \frac{Ш}{\pi \times D} \dots \dots (I)$$

и таблицы 14.

В этой формуле M означает множитель, зависящий от величины угла 5, $Ш$ — шаг винтовой линии и D — диаметр цилиндра 1.

Так, если мы имеем стержень, диаметр которого 50 мм, а шаг резьбы 10 мм, то, пользуясь формулой (I), находим.

$$M = \frac{Ш}{\pi \times D} = \frac{10}{3,14 \times 50} = 0,06368.$$

По таблице 14 находим угол $5 = 3^\circ 35'$.

Угол подъема можно определить и путем построения. Для этого на произвольной прямой линии откладываем отрезок 2—4 (рис. 380), равный $\pi \times D$, и в точке 4 проводим прямую, перпендикулярную к линии 2—4. На этой прямой от точки 4 откладываем шаг винта и полученную точку 6 соединяем с точкой 2. Угол 5 есть искомый угол подъема.

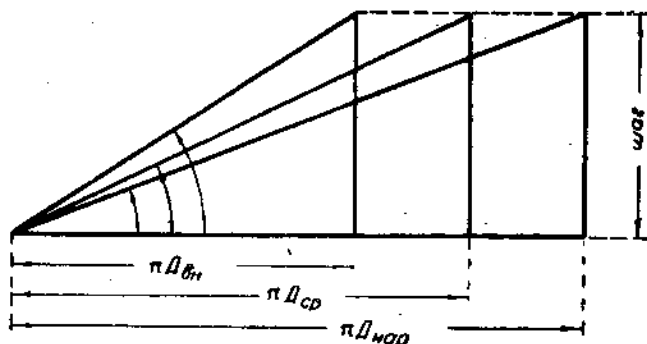


Рис. 381. Углы подъема по наружному, среднему и внутреннему диаметрам винта.

При определении углов подъема винтов следует брать их средний диаметр, потому что разница между наружным и внутренним диаметрами часто бывает велика. Из рис. 381, на котором произведено построение угла подъема винта, и по наружному и по внутреннему диаметру его видно, насколько велика была бы ошибка, если бы угол подъема винта брали не по среднему диаметру его.

Б. Системы нарезок.

В настоящее время существует несколько систем нарезок, из которых наиболее распространенной является нарезка Витворта. Профиль этой нарезки — равнобедренный треугольник с углом при вершине в 55°

(рис. 382-I). Сверху и снизу этот треугольник срезан на $\frac{1}{8}$ часть своей высоты. Срезанные части треугольника, т.-е. вершина и впадина между двумя соседними нитками, закруглены.

Резьба Витворта — английская и поэтому выражена в дюймах.

Резьба Витворта, так же как и целый ряд резьб, о которых мы будем говорить ниже, принята в СССР как нормальная. Все размеры этой нарезки приводятся в таблице, помещенной в главе XIX этой книги.

Для достижения плотности соединения винта и гайки в некоторых системах нарезки, в том числе и в системе Витворта, делаются зазоры в наружном и внутреннем диаметрах между винтом и гайкой. Наибольший диаметр винта делается меньше наибольшего диаметра гайки. Одновременно с этим внутренний диаметр винта делается меньше наименьшего диаметра гайки. Благодаря этому нарезка гайки прилегает к нарезке винта боковыми сторонами. Профиль нарезки Витворта с зазором по вершинам и впадинам представлен на рис. 382-II, а размеры, относящиеся к этому профилю даны в таблице (глава XIX).

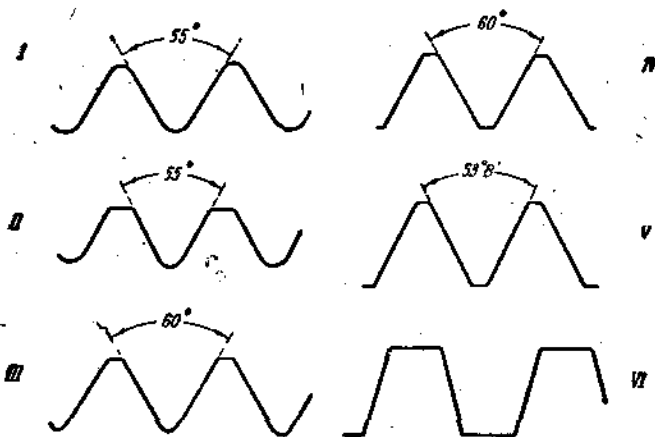


Рис. 382. Системы нарезок.

Для соединения труб, где требуется не столько прочное, сколько плотное соединение, применяется так называемая г а з о в а я или т р у б н а я резьба Витворта. Так же, как и обыкновенная, эта нарезка делается без зазора по вершинам и впадинам и с зазором. Профиль этой нарезки сходен с представленным на рис. 382-I и 382-II. Размеры ее — см. таблицы 37 и 38 (глава XIX).

Метрическая нарезка также принята в СССР как нормальная. Профиль ее — равнобедренный треугольник, все углы которого равны 60° (рис. 382-III). Сверху и снизу треугольник этот срезан, при чем у болта (рис. 382-III) сверху этот треугольник ограничен плоскостью, а внизу закруглен. Гайка в этом случае имеет обратный профиль, т.-е. там, где винт закруглен, нитка гайки плоская, и наоборот — там, где винт имеет плоскость, нарезка гайки имеет закругление.

В СССР принято три категории метрических резьб: крепежная 1-я, мелкая и 2-я мелкая, имеющие одинаково построенный профиль, но разные шаги, и поэтому и все остальные размеры.

В главе XIX дана таблица крепежной метрической резьбы.

Нарезки Селлера (рис. 382-IV) и Левенгерца (рис. 382-V) очень сходны между собой и отличаются только углом при вершине. Резьба Селлера, так же как и метрическая, имеет профиль в виде равнобедренного

треугольника, срезанного и сверху и снизу. Разница в том, что резьба Селлерса не имеет закруглений. Резьба Селлерса, кроме того, — дюймовая.

Нарезка Левенгерца — миллиметровая. Профиль ее — равнобедренный треугольник с углом при вершине в $53^{\circ}8'$. Закруглений эта нарезка не имеет.

Трапецевидная нарезка (рис. 382-VI) употребляется главным образом при нарезке ходовых винтов различных станков. Угол наклона сторон делается 29° , а в последнее время 30° .

Размеры трапецевидной резьбы даны в таблице, помещенной в конце этой книги (глава XIX).

Квадратная нарезка имеет профилем квадрат, сторона которого равна $\frac{1}{2}$ шага.

§ 2. Подсчет сменных шестерен.

А. Предварительные сведения.

Для выполнения нарезки на токарном станке необходимо шпиндель его связать с супортом таким образом, чтобы скорости вращения шпинделя соответствовала строго определенная скорость перемещения супорта. Так, если мы нарезаем на токарном станке винт с шагом в 10 мм, то в то время, когда шпиндель делает один оборот, супорт (а вместе с ним и резец) должен переместиться ровно на 10 мм. Точно так же при нарезке винта, нарезка которого имеет 8 ниток на 1", в то время как шпиндель сделает 8 оборотов, супорт должен пройти ровно 1".

Эта связь шпинделя с супортом осуществляется посредством двух или нескольких зубчатых шестерен. Шестерни эти должны иметь вполне определенное в каждом отдельном случае число зубцов и быть расположены в известном порядке. Из сказанного выше очевидно, что для каждой новой нарезки, выполняемой на токарном станке, мы должны заменять одни шестерни, связывающие шпиндель с супортом, другими или заменять порядок их расположения. Поэтому все эти шестерни называются сменными.

Прежде чем перейти к разбору правил подсчета сменных шестерен, посмотрим, как работают шестерни вообще и как изменяется соотношение скорости вращения шпинделя и перемещения супорта при изменении размеров шестерен или порядка установки их на станке.

Предположим, мы имеем две находящиеся в зацеплении шестерни 1 и 2 (рис. 383-I), при чем число зубцов шестерни 1 вдвое больше числа зубцов шестерни 2. Совершенно очевидно, что в то время, когда шестерня 1 делает один оборот, шестерня 2 делает два полных оборота. Если бы мы имели шестерни 1 и 2 с числами зубцов 60 и 20, то шестерня 2 вращалась бы втрое быстрее шестерни 1. Таким образом, мы видим, что с уменьшением числа зубцов шестерни 2 (при одном и том же числе зубцов шестерни 1), число оборотов ее увеличивается. Эта зависимость между числами зубцов и числами оборотов двух шестерен, находящихся в зацеплении, может быть выражена так: числа оборотов двух сцепленных шестерен обратно пропорциональны числам зубцов их.

В каждой паре сцепленных шестерен одна называется ведущей, другая — ведомой. Происхождение этих названий очевидно само собой.

Отношение числа зубцов ведущей шестерни к числу зубцов ведомой называется передаточным числом.

В одном из рассмотренных нами случаев (рис. 383-I) шестерня 1 имела 60, а шестерня 2 — 20 зубцов. Если в этой паре ведущей является шестерня 1, то передаточное число равно

$$\frac{60}{20} = 3.$$

Если же, наоборот, шестерня 1 ведомая, то передаточное число будет

$$\frac{20}{60} = \frac{1}{3}.$$

Из этих двух примеров мы видим, что передача будет ускоренной, если передаточное число больше единицы, и замедленной, если меньше единицы. При равных числах зубцов обеих шестерен ни ускорения, ни замедления передачи не происходит.

Заканчивая разбор работы пары шестерен, укажем, что эти шестерни вращаются в разные стороны, что и показано на рис. 383-I стрелками. Такая передача называется простой или одиночной.

Более сложный случай передачи вращения от одного вала к другому (например, от шпинделя станка к его ходовому винту) представлен на рис. 383-II. Теперь мы имеем две пары шестерен 1, 2 и 3, 4, при чем шестерни 2 и 3 посажены на одном валу и связаны между собой. В этой системе шестерен шестерни 1 и 3 являются ведущими, а шестерни 2 и 4 ведомыми. Предположим, что числа зубцов этих шестерен таковы:

шестерня 1	имеет	100	зубцов
» 2	»	50	»
» 3	»	80	»
» 4	»	20	»

Передаточное число первой пары шестерен (1, 2) равно

$$\frac{100}{50} = 2.$$

Это значит, что в то время, как шестерня 1 сделает один оборот, шестерня 2 сделает два полных оборота. Передаточное число второй пары шестерен будет

$$\frac{80}{20} = 4.$$

Это показывает, что шестерня 4 вращается в четыре раза быстрее шестерни 3 и, очевидно, в 8 раз быстрее шестерни 1 (потому что шестерня 3 делает столько же оборотов, сколько шестерня 2, а эта последняя, как мы видели выше, вращается вдвое скорее шестерни 1; отсюда получаем $2 \times 4 = 8$).

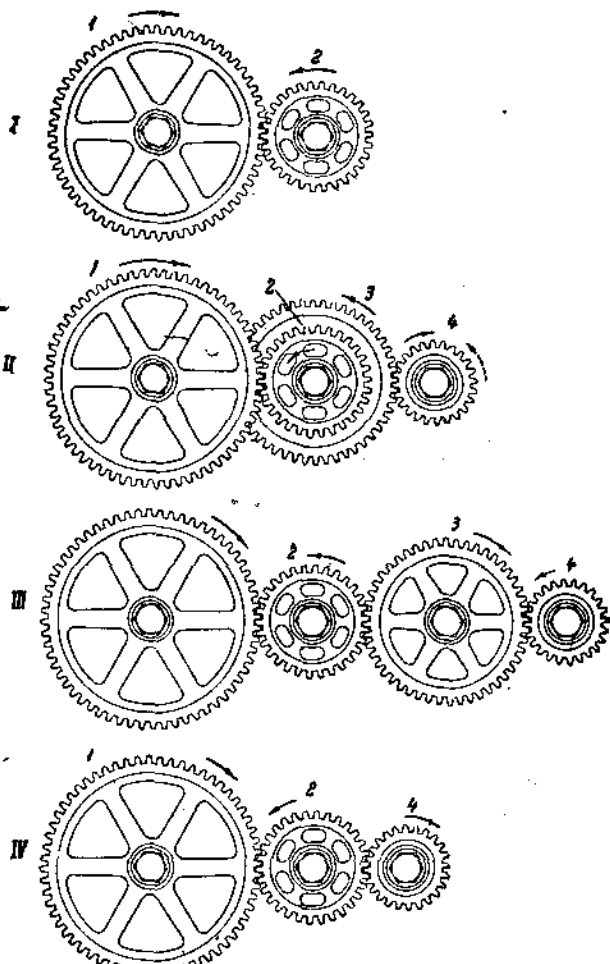


Рис. 383. Схемы зацепления шестерен.

Записывая эту передачу в виде дробей, у которых числители ведущие, а знаменатели ведомые шестерни, получим:

$$\frac{100}{50} \text{ и } \frac{80}{20}.$$

Для того, чтобы найти передаточное число системы шестерен, нужно перемножить передаточные числа всех пар шестерен, входящих в эту систему. В рассматриваемом случае имеем:

$$\frac{100}{50} \times \frac{80}{20} = \frac{100 \times 80}{50 \times 20} = 8,$$

что подтверждает правильность соотношения числа оборотов шестерен 1 — 4, (см. выше).

Направления вращения шестерен показаны на рис. 383-I стрелками. Шестерни 1 и 4 вращаются в одну сторону.

Число пар шестерен, входящих в систему, сходную с представленной на рис. 383-II, может быть, как угодно, велико. Передаточное число таких систем всегда подсчитывается по одному правилу, а именно:

Для того, чтобы найти передаточное число системы шестерен, следует написать дробь, у которой числитель есть произведение чисел зубцов всех ведущих, а знаменатель — всех ведомых шестерен. Произведя все сокращения и умножения в этой дроби, получим передаточное число системы шестерен.

В рассмотренном выше, случае (рис. 383-II) шестерни 2 — 3 посажены на одном валике, и поэтому введение их отразилось и на величине передаточного числа системы и на направлении вращения шестерни 4. Если бы этих шестерен не было и шестерни 1 и 4 были сцеплены непосредственно, то передаточное число было бы

$$\frac{100}{20} = 5,$$

и шестерня 4 вращалась бы в направлении, указанном на рис. 383-II пунктирной стрелкой.

Совсем иные результаты получаются, если все шестерни, входящие в систему, расположены одна за другой, т.-е. так, как это показано на рис. 383-III. Предположив, что и в этом случае шестерни 1, 2, 3 и 4 имеют числа зубцов 100, 50, 80, и 20, находим по вышеприведенному правилу передаточное число системы. Но необходимо отметить, что теперь мы имеем не две пары шестерен, а три, а именно: 1 — 2; 2 — 3 и 3 — 4, при чем первые шестерни в каждой паре являются ведомыми, а вторые — ведущими. Имеем поэтому

$$\frac{100 \times 50 \times 80}{50 \times 80 \times 20} = 5.$$

Как видим, в этом случае получилось то же передаточное число, которое мы получили бы и без шестерен 2 и 3. Таким образом, введение этих шестерен на величине передаточного числа крайних шестерен (1 и 4) не отражается. Не отражается это также и на направлении вращения шестерни 4 (рис. 383-III).

Если вместо двух шестерен введем между шестернями 1 и 4 (рис. 383-IV) только одну шестерню 2, то передаточное число шестерен 1 и 4 также не изменится. В самом деле, мы имеем две пары шестерен 1 — 2 и 2 — 4 и передаточное число системы

$$\frac{100 \times 50}{50 \times 20} = 5.$$

Но направление вращения шестерни 4, благодаря введению шестерни 2, изменилось на обратное.

Шестерни 2 и 3 на рис. 383-III и 2 на рис. 383-IV, не изменяющие передаточного числа шестерен 1 и 4, называются п а р а з и т н ы м и и их вводят или для того, чтобы изменить направление вращения шестерни 4, или в случае невозможности по каким-либо причинам соединить шестерни 1 и 4 — непосредственно.

Ознакомившись с работой шестерен, переходим к разбору использования их для связи шпинделя и супорта токарного станка, необходимой при нарезке резьбы.

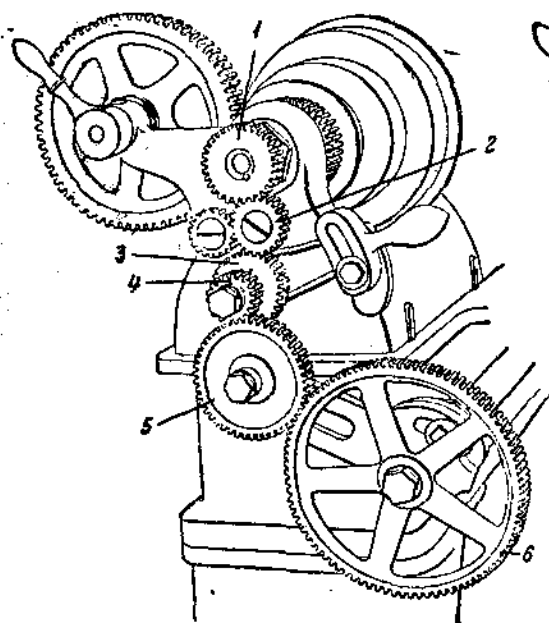


Рис. 384. Установка на токарном станке одной пары сменных шестерен.

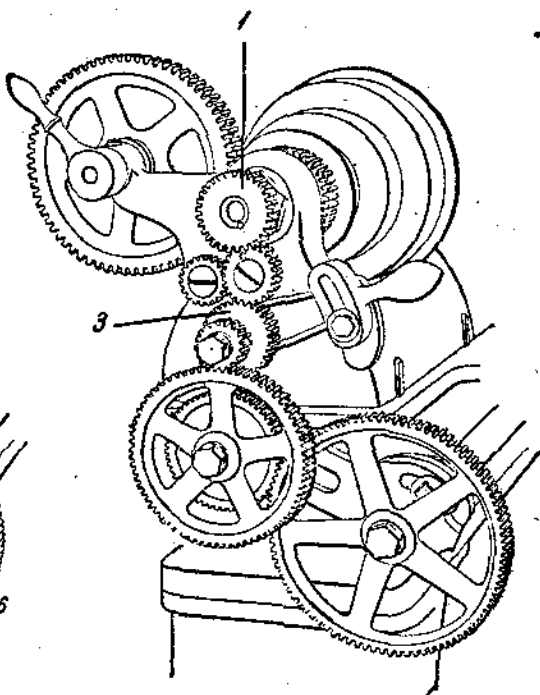


Рис. 385. Установка на токарном станке двух пар сменных шестерен.

На рис. 384 представлена простая установка шестерен на токарном станке. Не трудно убедиться, что несмотря на наличие большого количества шестерен, которые мы видим на рис. 384, соотношение чисел оборотов шпинделя (на котором посажена шестерня 1) и ходового винта находится в зависимости только от шестерен 4 и 6. В самом деле, составляя передаточное число всей этой системы (приняв их обозначения за числа оборотов), получаем

$$\frac{1 \times 2 \times 4 \times 5}{2 \times 3 \times 5 \times 6}.$$

Приняв во внимание, что число зубцов, а следовательно, и оборотов шестерен 1 и 3 одинаково и произведя сокращения, получаем передаточное число $\frac{4}{6}$.

Более сложная установка шестерен (в две пары) показана на рис. 385. И в этом случае, если числа зубцов шестерен 1 и 3 одинаковы, числа зубцов шестерен, соединяющих шпиндель и винт станка, выбираются без учета шестерен 1

и 3. Но не у всех станков шестерни эти одинаковы, и, кроме того, у некоторых станков между шпинделем и ходовым винтом имеются промежуточные шестерни, скрытые под кожухами. В таком случае при подсчете шестерен нужно учитывать эти отклонения от нормальной передачи.

Выше мы говорили, что получение нарезки на токарном станке возможно только при наличии постоянной связи между скоростями вращения шпинделя и перемещения супорта.

Скорость перемещения супорта зависит, вполне понятно, от скорости вращения ходового винта и шага его нарезки. Так как этот шаг для каждого отдельного станка величина постоянная, то и весь подсчет сменных шестерен сводится к тому, чтобы обеспечить необходимую скорость вращения ходового винта.

Подсчет сменных шестерен во всех случаях производится по следующему простому правилу:

Передаточное число сменных шестерен равно шагу нарезаемого винта, разделенному на шаг ходового винта, при чем разделение шестерен на ведущие и ведомые всегда идет от шпинделя.

Пусть, например, нам требуется нарезать болт с шагом $\frac{1}{4}$ " на токарном станке, винт которого имеет шаг $\frac{1}{2}$ ". По вышеприведенному правилу передаточное число сменных шестерен будет:

$$\frac{1}{4} : \frac{1}{2} = \frac{2}{4}.$$

Всматриваясь в полученное выражение передаточного числа, мы видим, что числитель его есть число ниток на 1" ходового винта (шаг $\frac{1}{2}$ " нашего станка, а знаменатель — число ниток на 1" нарезаемого болта (шаг $\frac{1}{4}$ "). Отсюда очевидно что подсчет шестерен можно производить и по другому правилу, а именно:

Передаточное число сменных шестерен равно числу ниток на 1" ходового винта, разделенному на число ниток 1" винта нарезаемого. Но первое из этих двух правил имеет более общий характер, и поэтому все дальнейшие подсчеты шестерен, кроме нескольких случаев, мы будем делать по первому правилу.

Определив передаточное число, не трудно найти теперь и числа зубцов шестерен, необходимых для выполнения данной нарезки. Для этого достаточно умножить числитель и знаменатель полученной дроби (передаточное число) на одно и то же число. Число это следует брать так, чтобы в результате получились шестерни, имеющиеся при станке. Если мы имеем передаточное число $\frac{2}{4}$, то, умножая числитель и знаменатель на 10 или 15 или 20, будем получать шестерни:

20 и 40,
30 и 60,
40 и 80 и т. д.

Если шестерни, подсчитанные таким образом и поставленные на станок, не сцепляются — следует ввести между ними промежуточную, которая, как известно, на величину передаточного числа не влияет. Если, наоборот, шестерни эти получились при подсчете настолько большие, что не могут быть установлены на станок — следует одну пару шестерен заменить двумя. Такую замену приходится делать и в тех случаях, когда после умножения передаточного числа на какое-либо число получаются шестерни, которых нет при станке.

В большинстве случаев в набор сменных шестерен входят шестерни, числа зубцов которых идут через пять, начиная от самой малой — с 15 зубцами, до

самой большой — с 120 зубцами. Таким образом в этот набор входят шестерни 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115 и 120.

Иногда можно встретить станки с набором шестерен, числа зубцов которых идут через три. В такой набор входят шестерни с числом зубцов 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42, 45, 48, 51, 54, 57, 60, 63, 66, 69, 72, 75, 78, 81, 84, 87, 90, 93, 96, 99, 102, 105, 108, 111, 114 и 117.

Реже встречаются станки с четными шестернями. Такой набор состоит из шестерен 16, 18, 22, 24, 28, 32, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 52, 58, 64, 72, 80, 88, 96, 100 и 102.

В каждый такой набор обязательно входит шестерня с числом зубцов 127, о назначении которой будет сказано дальше. Кроме того в каждом наборе должно быть несколько одинаковых шестерен. Так, в первом из указанных выше наборов шестерни с 65, 85 и 95 зубцами имеются в двух экземплярах, а при четном наборе повторяются шестерни с 40 и 80 зубцами.

Как ни велики все эти наборы шестерен, все-таки нельзя сказать, что их достаточно для нарезки любого винта. Бывают — правда, редко — случаи, когда этих шестерен оказывается мало и приходится прибегать или к установке на станок трех пар шестерен или изготовлять специальную шестерню с ненормальным числом зубцов. Следует отметить, что установка трех пар шестерен удается очень редко и применяется только на крупных станках.

Разбивка сменных шестерен на две пары производится следующим образом. Пусть требуется нарезать винт, имеющий 15 ниток на 1", на станке, ходовой винт которого имеет 2 нитки на 1".

По второму правилу определения передаточного числа сменных шестерен имеем:

$$\text{передаточное число} = \frac{2}{15}.$$

Если мы будем умножать числителя и знаменателя этой дроби на число, меньшее 10, то будем получать очень малую ведущую шестерню. Если мы возьмем множитель, например 6, то получим шестерни

$$\frac{2 \times 6}{15 \times 6} = \frac{12}{90}.$$

Шестерни в 12 зубцов в наборе не бывает.

С другой стороны, если умножим числителя и знаменателя нашей дроби на число больше 10 (например 15), то получим

$$\frac{2 \times 15}{15 \times 15} = \frac{30}{225}.$$

Теперь ведомая шестерня получается слишком большой (шестерни в 225 зубцов в наборе также нет). Поэтому поступаем так. Разлагаем наше передаточное число на две такие дроби, перемножив которые мы снова получим передаточное число. Это число в рассматриваемом случае может быть представлено в таком виде:

$$\frac{2}{15} = \frac{1}{3} \times \frac{2}{5} = \frac{1 \times 2}{3 \times 5} = \frac{1}{3} \times \frac{2}{5}.$$

Правильность такого разложения следует каждый раз проверять.

Мы можем изменять внешний вид этих дробей, умножая числителя и знаменателя каждой из них на одно и то же число. Величина дробей от этого не изменится — и передаточное число остается прежним.

В нашем случае мы можем числителей и знаменателей обеих дробей умножить, например, на 20. Тогда получим:

$$\frac{1 \times 20}{3 \times 20} \times \frac{2 \times 20}{5 \times 20}$$

или

$$\frac{20}{60} \times \frac{40}{100} = \frac{20 \times 40}{60 \times 100}$$

Цифры, находящиеся в числителе, показывают числа зубцов ведущих шестерен, а в знаменателе — ведомых. Это правило нужно твердо помнить.

Итак, вместо одной пары шестерен в 12 и 90 зубцов (или в 30 и 225) мы можем взять две пары, а именно:

$$\begin{array}{ll} 20 \text{ и } 60 & \dots\dots\dots 1\text{-я пара} \\ 40 \text{ и } 100 & \dots\dots\dots 2\text{-я } \ast \end{array}$$

где шестерни 20 и 40 — ведущие, а шестерни 60 и 100 — ведомые.

Этот же пример можно было решить иначе, умножив первую дробь, положим, на 20, а вторую на 15. Мы получили бы:

$$\frac{1 \times 20}{3 \times 20} \times \frac{2 \times 15}{5 \times 15} = \frac{20 \times 30}{60 \times 75}$$

Разложение дроби, выражающей передаточное число, лучше всего производить при помощи нижеприводимой таблицы (стр. 281).

Способ пользования этой таблицей выясним на примерах.

Пример 1. Требуется разложить на множители число 90. По таблице находим:

$$90 = 2 \times 3^2 \times 5 = 2 \times 3 \times 3 \times 5.$$

Пример 2. Разложить на множители число 285. Имеем:

$$285 = 3 \times 5 \times 19.$$

Пример 3. Разложить на множители 325. Имеем:

$$325 = 5^2 \times 13 = 5 \times 5 \times 13.$$

Пользуясь общеизвестным свойством дроби, заключающимся в том, что ее величина не изменяется от умножения или деления числителя и знаменателя на одно и то же число, мы можем изменять числа зубцов шестерен.

Так, если мы имеем шестерни

$$\frac{20 \times 30}{60 \times 75}$$

то, умножив первую дробь на 2, мы получим шестерни

$$\frac{40 \times 30}{120 \times 75}$$

Не трудно убедиться, что передаточные числа в обоих случаях одинаковы.

Точно так же, не изменяя и величины передаточного числа, мы можем менять шестерни местами, но только ведущую заменять ведущей, а ведомую — ведомой.

Так, если мы имеем те же шестерни

$$\frac{20 \times 30}{60 \times 75}$$

то такое же передаточное число мы получим и в том случае, если расположим шестерни так:

$$\frac{30 \times 20}{60 \times 75}$$

ТАБЛИЦА 15.

Разложение на множители всех чисел от 1 до 1000.

Ифы. написанные справа и сверху у множителя, показывают, сколько раз следует умножить его самого на себя. Так, например, $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$, $3^3 = 3 \times 3 \times 3$.

Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители
4	2^2	80	$2^4 \times 5$	148	$2^2 \times 37$	217	7×31
6	2×3	81	3^4	150	$2 \times 3 \times 5^2$	218	2×109
8	2^3	82	2×41	152	$2^3 \times 19$	219	3×73
9	3^2	84	$2^2 \times 3 \times 7$	153	$3^2 \times 17$	220	$2^2 \times 5 \times 11$
10	2×5	85	5×17	154	$2 \times 7 \times 11$	221	13×17
12	$2^2 \times 3$	86	2×43	155	5×31	222	$2 \times 3 \times 37$
14	2×7	87	3×29	156	$2^2 \times 3 \times 13$	224	$2^5 \times 7$
15	3×5	88	$2^3 \times 11$	158	2×79	225	$3^2 \times 5^2$
16	2^4	90	$2 \times 3^2 \times 5$	159	3×53	226	2×113
18	2×3^2	91	7×13	160	$2^5 \times 5$	228	$2^3 \times 3 \times 19$
20	$2^2 \times 5$	92	$2^2 \times 23$	161	7×23	230	$2 \times 5 \times 23$
21	3×7	93	3×31	162	2×3^4	231	$3 \times 7 \times 11$
22	2×11	94	2×47	164	$2^2 \times 41$	232	$2^3 \times 29$
24	$2^3 \times 3$	95	5×19	165	$3 \times 5 \times 11$	234	$2 \times 3^2 \times 13$
25	5^2	96	$2^5 \times 3$	166	2×83	235	5×47
26	2×13	98	2×7^2	168	$2^3 \times 3 \times 7$	236	$2^2 \times 59$
27	3^3	99	$3^2 \times 11$	169	13^2	237	3×79
28	$2^2 \times 7$	100	$2^2 \times 5^2$	170	$2 \times 5 \times 17$	238	$2 \times 7 \times 17$
30	$2 \times 3 \times 5$	102	$2 \times 3 \times 17$	171	$3^2 \times 19$	240	$2^4 \times 3 \times 5$
32	2^5	104	$2^3 \times 13$	172	$2^2 \times 43$	242	2×11^2
33	3×11	105	$3 \times 5 \times 7$	174	$2 \times 3 \times 29$	243	3^5
34	2×17	106	2×53	175	$5^2 \times 7$	244	$2^2 \times 61$
35	5×7	108	$2^3 \times 3^2$	176	$2^2 \times 11$	245	5×7^2
36	$2^2 \times 3^2$	110	$2 \times 5 \times 11$	177	3×59	246	$2 \times 3 \times 41$
38	2×19	111	3×37	178	2×89	247	13×19
39	3×13	112	$2^4 \times 7$	180	$2^2 \times 3^2 \times 5$	248	$2^4 \times 31$
40	$2^3 \times 5$	114	$2 \times 3 \times 19$	182	$2 \times 7 \times 13$	249	3×83
42	$2 \times 3 \times 7$	115	5×23	183	3×61	250	2×5^3
44	$2^2 \times 11$	116	$2^2 \times 29$	184	$2^3 \times 23$	252	$2^2 \times 3^2 \times 7$
45	$3^2 \times 5$	117	$3^3 \times 13$	185	5×37	253	11×23
46	2×23	118	2×59	186	$2 \times 3 \times 31$	254	2×127
48	$2^4 \times 3$	119	7×17	187	11×17	255	$3 \times 5 \times 17$
49	7^2	120	$2^3 \times 3 \times 5$	188	$2^2 \times 47$	256	2^8
50	2×5^2	121	11^2	189	$3^2 \times 7$	258	$2 \times 3 \times 43$
51	3×17	122	2×61	190	$2 \times 5 \times 19$	259	7×37
52	$2^2 \times 13$	123	3×41	192	$2^6 \times 3$	260	$2^2 \times 5 \times 13$
54	2×3^2	124	$2^2 \times 31$	194	2×97	261	$3^3 \times 29$
55	5×11	125	5^3	195	$3 \times 5 \times 13$	262	2×131
56	$2^3 \times 7$	126	$2 \times 3^2 \times 7$	196	$2^2 \times 7^2$	264	$2^3 \times 3 \times 11$
57	3×19	128	2^7	198	$2 \times 3^2 \times 11$	265	5×53
58	2×29	129	3×43	200	$2^3 \times 5^2$	266	$2 \times 7 \times 19$
60	$2^2 \times 3 \times 5$	130	$2 \times 5 \times 13$	201	3×67	267	3×89
62	2×31	132	$2^2 \times 3 \times 11$	202	2×101	268	$2^2 \times 67$
63	$3^2 \times 7$	133	7×19	203	7×29	270	$2 \times 3^2 \times 5$
64	2^6	134	2×67	204	$2^2 \times 3 \times 17$	272	$2^4 \times 17$
65	5×13	135	$3^3 \times 5$	205	5×41	273	$3 \times 7 \times 13$
66	$2 \times 3 \times 11$	136	$2^3 \times 17$	206	2×103	274	2×137
68	$2^2 \times 17$	138	$2 \times 3 \times 23$	207	$3^2 \times 23$	275	$5^2 \times 11$
69	3×23	140	$2^2 \times 5 \times 7$	208	$2^2 \times 13$	276	$2^3 \times 3 \times 29$
70	$2 \times 5 \times 7$	141	3×47	209	11×19	278	2×139
72	$2^3 \times 3^2$	142	2×71	210	$2 \times 3 \times 5 \times 7$	279	$3^2 \times 31$
74	2×37	143	11×13	212	$2^2 \times 53$	280	$2^3 \times 5 \times 7$
75	3×5^2	144	$2^4 \times 3^2$	213	3×71	282	$2 \times 3 \times 47$
76	$2^2 \times 19$	145	5×29	214	2×107	284	$2^2 \times 71$
77	7×11	146	2×73	215	5×43	285	$3 \times 5 \times 19$
78	$2 \times 3 \times 13$	147	3×7^2	216	$2^3 \times 3^2$	286	$2 \times 11 \times 13$

Продолжение.

Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители
287	7×41	357	$3 \times 7 \times 17$	428	$2^3 \times 107$	501	3×167
288	$2^5 \times 3^3$	358	2×179	429	$3 \times 11 \times 13$	502	2×251
289	17^2	360	$2^3 \times 3^2 \times 5$	430	$2 \times 5 \times 43$	504	$2^3 \times 3^2 \times 7$
290	$2 \times 5 \times 29$	361	19^2	432	$2^4 \times 3^3$	505	5×101
291	3×97	362	2×181	434	$2 \times 7 \times 31$	506	$2 \times 11 \times 23$
292	$2^2 \times 73$	363	3×11^2	435	$3 \times 5 \times 29$	507	3×13^2
294	$2 \times 3 \times 7^2$	364	$2^2 \times 7 \times 13$	436	$2^3 \times 109$	508	$2^3 \times 127$
295	5×59	365	5×73	437	19×23	510	$2 \times 3 \times 5 \times 17$
296	$2^3 \times 37$	366	$2 \times 3 \times 61$	438	$2 \times 3 \times 73$	511	7×73
297	$3^3 \times 11$	368	$2^4 \times 23$	440	$2^2 \times 5 \times 11$	512	2^9
298	2×149	369	$3^2 \times 41$	441	$3^2 \times 7^2$	513	$3^3 \times 19$
299	13×23	370	$2 \times 5 \times 37$	442	$2 \times 13 \times 17$	514	2×257
300	$2^3 \times 3 \times 5^2$	371	7×53	444	$2^2 \times 3 \times 37$	515	5×103
301	7×43	372	$2^3 \times 3 \times 31$	445	5×89	516	$2^3 \times 3 \times 43$
302	2×151	374	$2 \times 11 \times 17$	446	2×223	517	11×47
303	3×101	375	3×5^3	447	3×149	518	$2 \times 7 \times 37$
304	$2^4 \times 19$	376	$2^3 \times 47$	448	$2^4 \times 7$	519	3×173
305	5×61	377	13×29	450	$2 \times 3^2 \times 5^2$	520	$2^3 \times 5 \times 13$
306	$2 \times 3^3 \times 17$	378	$2 \times 5^2 \times 7$	451	11×41	522	$2 \times 3^3 \times 29$
308	$2^3 \times 7 \times 11$	380	$2^2 \times 5 \times 19$	452	$2^2 \times 113$	524	$2^3 \times 131$
309	3×103	381	3×127	453	3×151	525	$3 \times 5^2 \times 7$
310	$2 \times 5 \times 31$	382	2×191	454	2×227	526	2×263
312	$2^2 \times 3 \times 13$	384	$2^7 \times 3$	455	$5 \times 7 \times 13$	527	17×31
314	2×157	385	$5 \times 7 \times 11$	456	$2^3 \times 3 \times 19$	528	$2^4 \times 3 \times 11$
315	$3^3 \times 5 \times 7$	387	3×193	458	2×229	529	23^2
316	$2^2 \times 79$	388	$2^2 \times 43$	459	$3^2 \times 17$	530	$2 \times 5 \times 53$
318	$2 \times 3 \times 53$	389	$2^3 \times 97$	460	$2^2 \times 5 \times 23$	531	$3^3 \times 59$
319	11×29	390	$2 \times 3 \times 5 \times 13$	462	$2 \times 3 \times 7 \times 11$	532	$2^2 \times 7 \times 19$
320	$2^5 \times 5$	391	7×23	464	$2^4 \times 29$	533	13×41
321	3×107	392	$2^2 \times 7^2$	465	$3 \times 5 \times 31$	534	$2 \times 3 \times 89$
322	$2 \times 7 \times 23$	393	3×131	466	2×2^3	535	5×107
323	17×19	394	2×197	468	$2^2 \times 3^2 \times 13$	536	$2^2 \times 67$
324	$2^2 \times 3^4$	395	5×79	469	7×67	537	3×179
325	$5^2 \times 13$	396	$2^2 \times 3^2 \times 11$	470	$2 \times 5 \times 47$	538	2×269
326	2×163	398	2×199	471	3×157	539	$7^2 \times 11$
327	3×109	399	$3 \times 7 \times 19$	472	$2^3 \times 59$	540	$2^3 \times 3^2 \times 5$
328	$2^3 \times 41$	400	$2^4 \times 5^2$	473	11×43	542	2×271
329	7×47	402	$2 \times 3 \times 67$	474	$2 \times 3 \times 79$	543	3×181
330	$2 \times 3 \times 5 \times 11$	403	13×31	475	$5^2 \times 19$	544	$2^5 \times 17$
332	$2^2 \times 83$	404	$2^2 \times 101$	476	$2^2 \times 7 \times 17$	545	5×109
333	$3^4 \times 37$	405	$3^4 \times 5$	477	$3^3 \times 53$	546	$2 \times 3 \times 7 \times 13$
334	2×167	406	$2 \times 7 \times 29$	478	2×239	548	$2^3 \times 137$
335	5×67	407	11×37	480	$2^5 \times 3 \times 5$	549	$3^3 \times 61$
336	$2^4 \times 3 \times 7$	408	$2^3 \times 3 \times 17$	481	13×37	550	$2 \times 5^2 \times 11$
338	2×13^2	410	$2 \times 5 \times 41$	482	2×241	551	19×29
339	3×113	411	3×137	483	$3 \times 7 \times 23$	552	$2^3 \times 3 \times 23$
340	$2^2 \times 5 \times 17$	412	$2^2 \times 103$	484	$2^2 \times 11^2$	553	7×79
341	11×31	413	7×59	485	5×97	554	2×277
342	$2 \times 3^2 \times 19$	414	$2 \times 3^2 \times 23$	486	2×3^5	555	$3 \times 5 \times 37$
343	7^3	415	5×83	488	$2^3 \times 61$	556	$2^3 \times 139$
344	$2^3 \times 43$	416	$2^5 \times 13$	489	3×163	558	$2 \times 3^2 \times 31$
345	$3 \times 5 \times 23$	417	3×139	490	$2 \times 5 \times 7^2$	559	13×43
346	2×173	418	$2 \times 11 \times 19$	492	$2^2 \times 3 \times 41$	560	$2^2 \times 5 \times 7$
348	$2^2 \times 3 \times 29$	420	$2^2 \times 3 \times 5 \times 7$	493	17×29	561	$3 \times 11 \times 17$
350	$2 \times 5^2 \times 7$	422	2×211	494	$2 \times 13 \times 19$	562	2×281
351	$3^3 \times 13$	423	$3^2 \times 47$	495	$3^2 \times 5 \times 11$	564	$2^2 \times 3 \times 47$
352	$2^5 \times 11$	424	$2^3 \times 53$	496	$2^4 \times 31$	565	5×113
354	$2 \times 3 \times 59$	425	$5^2 \times 17$	497	7×71	566	2×283
355	5×71	426	$2 \times 3 \times 71$	498	$2 \times 3 \times 83$	567	$3^4 \times 7$
356	$2^4 \times 89$	427	7×61	500	$2^3 \times 5^2$	568	$2^2 \times 71$

Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители
570	$2 \times 3 \times 5 \times 19$	642	$2 \times 3 \times 107$	713	23×31	783	$3^3 \times 29$
572	$2^2 \times 11 \times 13$	644	$2^2 \times 7 \times 23$	714	$2 \times 3 \times 7 \times 17$	784	$2^4 \times 7^2$
573	3×191	645	$3 \times 5 \times 43$	715	$5 \times 11 \times 13$	785	5×157
574	$2 \times 7 \times 41$	646	$2 \times 17 \times 19$	716	$2^2 \times 179$	786	$2 \times 3 \times 131$
575	$5^3 \times 23$	648	$2^3 \times 3^4$	717	3×239	788	$2^3 \times 107$
576	$2^4 \times 3^2$	649	11×59	718	2×359	789	3×263
578	2×17^2	650	$2 \times 5^3 \times 13$	720	$2^4 \times 3^2 \times 5$	790	$2 \times 5 \times 79$
579	3×193	651	$3 \times 7 \times 31$	721	7×103	791	7×113
580	$2^3 \times 5 \times 29$	652	$2^3 \times 163$	722	2×19^2	792	$2^3 \times 3^2 \times 11$
581	7×83	654	$2 \times 3 \times 109$	723	3×241	793	13×61
582	$2 \times 3 \times 97$	655	5×131	724	$2^3 \times 181$	794	2×397
583	11×53	656	$2^4 \times 41$	725	$5^3 \times 29$	795	$3 \times 5 \times 53$
584	$2^3 \times 73$	657	$3^2 \times 73$	726	$2 \times 3 \times 11^2$	796	$2^3 \times 199$
585	$3^2 \times 5 \times 13$	658	$2 \times 7 \times 47$	728	$2^3 \times 7 \times 13$	798	$2 \times 3 \times 7 \times 19$
586	2×293	660	$2^2 \times 3 \times 5 \times 11$	729	3^5	799	17×47
588	$2^3 \times 3 \times 7^2$	662	2×331	730	$2 \times 5 \times 73$	800	$2^5 \times 5^2$
589	19×31	663	$3 \times 13 \times 17$	731	17×43	801	$3^2 \times 89$
590	$2 \times 5 \times 59$	664	$2^3 \times 83$	732	$2^3 \times 3 \times 61$	802	2×401
591	3×197	665	$5 \times 7 \times 19$	734	2×367	803	11×73
592	$2^4 \times 37$	666	$2 \times 3^2 \times 37$	735	$3 \times 5 \times 7^2$	804	$2^2 \times 3 \times 67$
594	$2 \times 3^3 \times 11$	667	23×29	736	$2^5 \times 23$	805	$5 \times 7 \times 23$
595	$5 \times 7 \times 17$	668	$2^2 \times 167$	737	11×67	806	$2 \times 13 \times 31$
596	$2^3 \times 149$	669	3×223	738	$2 \times 3^2 \times 41$	807	3×269
597	3×199	670	$2 \times 5 \times 67$	740	$2^2 \times 5 \times 37$	808	$2^3 \times 101$
598	$2 \times 13 \times 23$	671	11×61	741	$3 \times 13 \times 19$	810	$2 \times 3^4 \times 5$
600	$2^3 \times 3 \times 5^2$	672	$2^3 \times 3 \times 7$	742	$2 \times 7 \times 53$	812	$2^2 \times 7 \times 29$
602	$2 \times 7 \times 43$	674	2×337	744	$2^2 \times 3 \times 31$	813	3×271
603	$3^3 \times 67$	675	$3^2 \times 5^3$	745	5×149	814	$2 \times 11 \times 37$
604	$2^2 \times 151$	676	$2^3 \times 13^2$	746	2×373	815	5×163
605	5×11^2	678	$2 \times 3 \times 113$	747	$3^2 \times 83$	816	$2^4 \times 3 \times 17$
606	$2 \times 3 \times 101$	679	7×97	748	$2^2 \times 11 \times 17$	817	19×43
608	$2^5 \times 19$	680	$2^3 \times 5 \times 17$	749	7×107	818	2×409
609	$3 \times 7 \times 29$	681	3×227	750	$2 \times 3 \times 5^2$	819	$3^3 \times 7 \times 13$
610	$2 \times 5 \times 61$	682	$2 \times 11 \times 31$	752	$2^2 \times 47$	820	$2^2 \times 5 \times 41$
611	13×47	684	$2^3 \times 3^2 \times 19$	753	3×251	822	$2 \times 3 \times 137$
612	$2^3 \times 3^2 \times 17$	685	5×137	754	$2 \times 13 \times 29$	824	$2^3 \times 103$
614	2×307	686	2×7^3	755	5×151	825	$3 \times 5^3 \times 11$
615	$3 \times 5 \times 41$	687	3×229	756	$2^2 \times 3^2 \times 7$	826	$2 \times 7 \times 59$
616	$2^3 \times 7 \times 11$	688	$2^4 \times 43$	758	2×379	828	$2^2 \times 3^2 \times 23$
618	$2 \times 3 \times 103$	689	13×53	759	$3 \times 11 \times 23$	830	$2 \times 5 \times 83$
620	$2^3 \times 5 \times 31$	690	$2 \times 3 \times 5 \times 23$	760	$2^3 \times 5 \times 19$	831	3×277
621	$3^3 \times 23$	692	$2^2 \times 173$	762	$2 \times 3 \times 127$	832	$2^4 \times 13$
622	2×311	693	$3^2 \times 7 \times 11$	763	7×109	833	$7^2 \times 17$
623	7×89	694	2×347	764	$2^2 \times 191$	834	$2 \times 3 \times 139$
624	$2^4 \times 3 \times 13$	695	5×139	765	$3^2 \times 5 \times 17$	835	5×167
625	5^4	696	$2^3 \times 3 \times 29$	766	2×383	836	$2^3 \times 11 \times 19$
626	2×313	697	17×41	767	13×59	837	$3^2 \times 31$
627	$3 \times 11 \times 19$	698	2×349	768	$2^5 \times 3$	838	2×419
628	$2^3 \times 157$	699	2×233	770	$2 \times 5 \times 7 \times 11$	840	$2^3 \times 3 \times 5 \times 7$
629	17×37	700	$2^2 \times 5^2 \times 7$	771	3×257	841	29^2
630	$2 \times 3^2 \times 5 \times 7$	702	$2 \times 3^2 \times 13$	772	$2^2 \times 193$	842	2×421
632	$2^3 \times 79$	703	19×37	774	$2 \times 3^3 \times 43$	843	3×281
633	3×211	704	$2^5 \times 11$	775	$5^2 \times 31$	844	$2^2 \times 211$
634	2×317	705	$3 \times 5 \times 47$	776	$2^2 \times 97$	845	5×13^2
635	5×127	706	2×353	777	$3 \times 7 \times 37$	846	$2 \times 3^2 \times 47$
636	$2^3 \times 3 \times 53$	707	7×101	778	2×389	847	7×11^2
637	$7^2 \times 13$	708	$2^2 \times 3 \times 59$	779	19×41	848	$2^4 \times 53$
638	$2 \times 11 \times 29$	710	$2 \times 5 \times 71$	780	$2^2 \times 3 \times 5 \times 13$	849	3×283
639	$3^3 \times 71$	711	$3^3 \times 79$	781	11×71	850	$2 \times 5^2 \times 17$
640	$2^7 \times 5$	712	$2^3 \times 89$	782	$2 \times 17 \times 23$	851	23×37

Продолжение.

Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители	Числа	Множители
852	$2^3 \times 3 \times 71$	892	$2^2 \times 223$	927	$3^2 \times 103$	964	$2^2 \times 241$
854	$2 \times 7 \times 61$	893	19×47	928	$2^5 \times 29$	965	5×193
855	$3^2 \times 5 \times 19$	894	$2 \times 3 \times 149$	930	$2 \times 3 \times 5 \times 31$	966	$2 \times 3 \times 7 \times 23$
856	$2^2 \times 107$	895	5×179	931	$7^2 \times 19$	968	$2^3 \times 11^2$
858	$2 \times 3 \times 11 \times 13$	896	$2^7 \times 7$	932	$2^2 \times 233$	969	$3 \times 17 \times 19$
860	$2^3 \times 5 \times 43$	897	$3 \times 13 \times 23$	933	3×311	970	$2 \times 5 \times 97$
861	$3 \times 7 \times 41$	898	2×449	934	2×467	972	$2^2 \times 3^5$
862	2×431	899	29×31	935	$5 \times 11 \times 17$	973	7×139
864	$2^2 \times 3^2$	900	$2^2 \times 3^2 \times 5^2$	936	$2^3 \times 3^2 \times 13$	974	2×487
865	5×173	901	17×53	938	$2 \times 7 \times 67$	975	$3 \times 5^2 \times 13$
866	2×433	902	$2 \times 11 \times 41$	939	3×313	976	$2^4 \times 61$
867	3×17^2	903	$3 \times 7 \times 43$	940	$2^3 \times 5 \times 47$	978	$2 \times 3 \times 163$
868	$2^2 \times 7 \times 31$	904	$2^3 \times 113$	942	$2 \times 3 \times 157$	979	11×89
869	11×79	905	5×181	943	23×41	980	$2^2 \times 5 \times 7^2$
870	$2 \times 3 \times 5 \times 29$	906	$2 \times 3 \times 151$	944	$2^4 \times 59$	981	$3^2 \times 109$
871	13×67	908	$2^2 \times 227$	945	$3^2 \times 5 \times 7$	982	2×491
872	$2^2 \times 109$	909	$3^2 \times 101$	946	$2 \times 11 \times 43$	984	$2^2 \times 3 \times 41$
873	$3^2 \times 97$	910	$2 \times 5 \times 7 \times 13$	948	$2^2 \times 3 \times 79$	985	5×197
874	$2 \times 19 \times 23$	912	$2^4 \times 3 \times 19$	949	13×73	986	$2 \times 17 \times 29$
875	$5^2 \times 7$	913	11×83	950	$2 \times 5^2 \times 19$	987	$3 \times 7 \times 47$
876	$2^2 \times 3 \times 73$	914	2×457	951	3×317	988	$2^2 \times 13 \times 19$
878	2×439	915	$3 \times 5 \times 61$	952	$2^3 \times 7 \times 17$	989	23×43
879	3×293	916	$2^2 \times 229$	954	$2 \times 3^2 \times 53$	990	$2 \times 3^2 \times 5 \times 11$
880	$2^4 \times 5 \times 11$	917	7×131	955	5×191	992	$2^5 \times 31$
882	$2 \times 3^2 \times 7^2$	918	$2 \times 3^2 \times 17$	956	$2^2 \times 239$	993	3×331
884	$2^2 \times 13 \times 17$	920	$2^2 \times 5 \times 23$	957	$3 \times 11 \times 29$	994	$2 \times 7 \times 71$
885	$3 \times 5 \times 59$	921	3×307	958	2×479	995	5×199
886	2×443	922	2×461	959	7×137	996	$2^2 \times 3 \times 83$
888	$2^2 \times 3 \times 37$	923	13×71	960	$2^2 \times 3 \times 5$	998	2×499
889	7×127	924	$2^2 \times 3 \times 7 \times 11$	961	31^2	999	$3^2 \times 27$
890	$2 \times 5 \times 89$	925	$5^2 \times 37$	962	$2 \times 13 \times 37$	1000	$2^3 \times 5^2$
891	$3^4 \times 11$	926	2×463	963	$3^2 \times 107$		

Закончив подсчет сменных шестерен, необходимо проверить правильность сделанных выкладок. Проверка эта производится так: шаг ходового винта нужно умножить на выражение, показывающее, какие шестерни должны быть взяты в данном случае. В результате должен получиться шаг винта нарезаемого.

Пример 4. Выше мы нашли, что при нарезке винта с 15 нитками на 1" на станке, ходовой винт которого имеет 2 нитки на 1", мы должны поставить шестерни:

$$\frac{20 \times 40}{60 \times 100}$$

Проверим это. Умножим шаг ходового винта на выражение, показывающее, какие должны быть взяты шестерни, при этом получим:

$$\frac{1}{2} \times \frac{20 \times 40}{60 \times 100} = \frac{20 \times 40}{60 \times 100 \times 2} = \frac{1}{15},$$

т.е. шаг винта нарезаемого.

Итак, подсчет шестерен сделан правильно.

Подсчет сменных шестерен был бы очень простой задачей, если бы шаги ходовых винтов и винтов нарезаемых всегда выражались в одной мере. В действительности это не так: ходовые винты станков имеют и дюймовую и миллиметровую

вую нарезку. Шаги нарезаемых винтов имеют еще большее разнообразие. Выше мы видели, что шаги эти могут быть выражены

- 1) в долях англ. дюйма,
- 2) числом ниток на 1",
- 3) в миллиметрах,
- 4) шаг может быть кратным π (модульный шаг),
- 5) шаг может быть выражен в долях π англ. дюйма (диаметральный шаг).

Таким образом мы видим, что на практике может встретиться 10 различных случаев подсчета шестерен (5 при дюймовом винте и столько же при миллиметровом).

Нарезка резьбы с диаметральной шагом производится редко и поэтому останавливаться на ней мы не будем, отсылая интересующихся к специальным руководствам по подсчету шестерен ¹⁾.

Таким образом нам надлежит разобрать 8 случаев нарезки резьбы. Все эти случаи мы рассмотрим на примерах, при чем для краткости условимся в следующих обозначениях и сокращениях:

- 1) Передаточное число мы будем называть и обозначать буквами П. Ч.
- 2) Ходовой винт станка мы будем называть винтом.
- 3) Нарезаемый винт мы во всех случаях будем называть болтом.
- 4) Вместо того, чтобы говорить: умножаем числителя и знаменателя дроби, выражающей передаточное число, на 20 (например), мы будем говорить: увеличиваем П. Ч. в 20 раз.

Б. Подсчет сменных шестерен при нарезке винтов на станке с дюймовым ходовым винтом.

а) Шаг болта выражен в дюймах.

Пример 1. Требуется нарезать болт, шаг которого равен $\frac{1}{8}$ ", на станке, у которого винт имеет шаг $\frac{1}{4}$ ".

По первому правилу имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{1'}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}.$$

Увеличиваем П. Ч. в 20 раз, получаем шестерни:

ведущая — 20,
ведомая — 40.

Между этими шестернями придется поставить паразитную, число зубцов которой безразлично.

Проверка:

$$\frac{20}{40} \times \frac{1}{4} = \frac{20 \times 1}{40 \times 4} = \frac{1}{8}.$$

Шестерни подсчитаны правильно.

Пример 2. На станке, шаг винта которого равен $\frac{1}{3}$ ", нарезать болт с шагом $\frac{1}{40}$ ".

Имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{1/40}{1/3} = \frac{3}{40}.$$

Одной пары шестерен, очевидно, мало.

¹⁾ См. главу XIX, § 2.

Разлагаем П. Ч. на две дроби:

$$\frac{1}{5} \times \frac{3}{8}$$

или

$$\frac{1 \times 20}{5 \times 20} \times \frac{3 \times 10}{8 \times 10} = \frac{20 \times 30}{100 \times 80}$$

Проверка:

$$\frac{20 \times 30}{100 \times 80} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{40}$$

Шестерни подсчитаны верно.

Пример 3. Подобрать шестерни для нарезки болта с шагом $\frac{1}{24}$ " на станке с винтом, шаг которого $\frac{1}{5}$ ".

Имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{\frac{1}{24}}{\frac{1}{5}} = \frac{5}{24}$$

Одной парой шестерен не обойтись.

Разлагаем П. Ч. так:

$$\frac{2,5}{4} \times \frac{2}{6}$$

Умножая первую и вторую дробь на 10, получаем:

$$\frac{2,5 \times 10}{4 \times 10} \times \frac{2 \times 10}{6 \times 10} = \frac{25 \times 20}{40 \times 60}$$

Проверка:

$$\frac{25 \times 20}{40 \times 60} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{24}$$

Верно.

б) Шаг болта выражен числом ниток на 1".

Этот случай мало отличается от только-что разобранный.

Пример 4. Требуется нарезать болт 30 ниток на 1". Винт станка имеет 5 ниток на 1".

По второму правилу имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$$

Можно взять шестерни:

ведущая — 20,
ведомая — 120.

В этом случае шаг винта = $\frac{1}{5}$ ", а болта = $\frac{1}{30}$ ".

Проверяем сделанный подсчет шестерен:

$$\frac{20}{120} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{30}$$

Шестерни подсчитаны правильно.

Пример 5. Нарезать болт 28 ниток на 1" на станке с винтом, имеющим 5 ниток на 1".

Имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{5}{28}$$

Разлагаем:

$$\frac{1}{2} \times \frac{5}{14}$$

или

$$\frac{20}{40} \times \frac{25}{70} = \frac{20 \times 25}{40 \times 70}$$

Если таких шестерен на станке не окажется, можно взять, например,

$$\frac{20 \times 50}{80 \times 70}$$

или

$$\frac{20 \times 75}{120 \times 70}$$

Пример 6. Нарезать болт 16 ниток на 1" на станке, винт которого имеет 5 ниток на 1".

Имеем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{5}{16}$$

Увеличиваем П. Ч. в пять раз. Получаем

$$\frac{5 \times 5}{16 \times 5} = \frac{25}{80}$$

и отсюда шестерни:

ведущая — 25 зубцов,
ведомая — 80 зубцов.

в) Шаг болта выражен в миллиметрах.

При подсчете шестерен в этом случае приходится шаг винта, выраженный в дюймах, приводить к миллиметровой мере. В результате получается число, не разлагающееся на множители, что делает подбор шестерен невозможным.

Один англ. дюйм равен 25,39998 мм. На практике его принимают равным 25,4 мм, делая ошибку всего 0,00002 мм.

При подсчете шестерен удобнее брать другое выражение величины дюйма, а именно

$$1'' = \frac{127}{5} \text{ мм.}$$

(Если мы разделим 127 на 5, то получим как раз 25,4.)

Порядок подсчета сменных шестерен такой же, как и в рассмотренных выше случаях.

Пример 7. Нарезать болт с шагом 10 мм на станке, винт которого имеет 5 ниток на 1".

Приводим шаг винта к миллиметровой мере; так как $1'' = \frac{127}{5} \text{ мм}$, то $\frac{1}{5}''$ (шаг нашего винта) = $\frac{127}{25} \text{ мм}$.

Дальше подсчет шестерен нужно вести по первому правилу:

$$\text{П. Ч.} = 10 : \frac{127}{25} = \frac{250}{127}$$

Разлагаем П. Ч. так:

$$\frac{5}{1} \times \frac{50}{127}$$

Увеличив первую дробь в 20 раз, получаем шестерни:

$$\frac{100 \times 50}{20 \times 127}$$

Теперь понятно, почему в каждом наборе должна быть шестерня 127.

Вместо того, чтобы брать $1'' = \frac{127}{5}$, можно брать другие его выражения в миллиметровой мере, менее точные, чем $\frac{127}{5}$, но вполне достаточные для рядовых (не точных) работ. Это дает возможность обойтись и без шестерни 127.

Можно пользоваться одним из следующих выражений англ. дюйма в миллиметрах:

$$1'' = \frac{432}{17} = \frac{18 \times 24}{17} = (25,41176),$$

$$1'' = \frac{1600}{63} = \frac{40 \times 40}{7 \times 9} = (25,39683),$$

$$1'' = \frac{330}{13} = \frac{11 \times 30}{13} = (25,38461).$$

В скобках показаны действительные значения дюйма в миллиметрах, получающиеся при приведенных выше заменах. Пользуясь одним из этих выражений, удастся обходиться без ненормальной шестерни в 127 зубцов.

Пример 8. Требуется нарезать болт с шагом 1 мм на станке, винт которого имеет 4 нитки на 1". Приводим, прежде всего, шаг винта к миллиметровой мере, пользуясь приближенным выражением дюйма

$$1'' = \frac{1600}{63}$$

Винт нашего станка имеет 4 нитки на 1", т.-е. шаг $\frac{1}{4}''$, поэтому приближенное выражение его в миллиметрах будет

$$\frac{1600}{63 \times 4} = \frac{400}{63}$$

Теперь подсчитываем сменные шестерни (по первому правилу):

$$\text{П. Ч.} = 1 : \frac{400}{63} = \frac{63}{400}.$$

Разлагая эту дробь, получаем:

$$\frac{7 \times 9}{16 \times 25}$$

Увеличивая обе дроби в 5 раз, определяем сменные шестерни:

$$\frac{35 \times 45}{80 \times 125}$$

Сделаем проверку:

$$\frac{35 \times 45}{80 \times 125} \times 6,35 = 1,000125 \text{ мм}$$

(здесь $6,35 = \frac{1}{4}''$).

Как видим, ошибка в шаге нарезаемого болта равна

$$1,000125 - 1 = 0,000125 \text{ мм,}$$

что, конечно, несущественно.

Пример 9. Требуется нарезать болт с шагом 5 мм на станке, винт которого имеет шаг $1\frac{1}{2}$ ".

Шаг винта в миллиметрах равен:

$$\frac{1600}{63 \times 2} = \frac{1600}{126}$$

По первому правилу имеем:

$$\text{П. Ч.} = 5 : \frac{1600}{126} = \frac{5 \times 126}{1600} = \frac{630}{1600} = \frac{63}{160}$$

Разлагаем на две дроби:

$$\text{П. Ч.} = \frac{7 \times 9}{16 \times 10}$$

Умножив первую дробь на 5, а вторую на 10, берем шестерни

$$\frac{35 \times 90}{80 \times 100}$$

г) Шаг болта выражен модулем.

Модульный шаг представляет собой величину, кратную от π мм. Таким образом имеем шаги:

1	модуль	— 3,14 мм
2	»	— 6,28 »
3	»	— 9,42 » и т. д.

Шаг ходового винта станка выражен в дюймах, поэтому во все наши подсчеты шестерен будет входить величина

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{3,14}{25,4}$$

Эта дробь разложена быть не может, а поэтому вместо этой величины приходится брать другую, приблизительно ей равную; получающаяся при этом ошибка лежит в пределах допустимого. Можно брать следующие величины:

$$\begin{aligned} \frac{\pi}{1''} &= \frac{\pi}{25,4} = \frac{47}{380} \text{ мм} \\ \frac{\pi}{1''} &= \frac{\pi}{25,4} = \frac{95}{798} \text{ мм} \\ \frac{\pi}{1''} &= \frac{\pi}{25,4} = \frac{12}{97} \text{ мм} \\ \frac{\pi}{1''} &= \frac{\pi}{25,4} = \frac{22}{7 \times 25,4} \text{ мм.} \end{aligned}$$

Пример 10. Нарезать болт, шаг которого 1 модуль, на станке с винтом 4 нитки на 1".

Шаг нашего винта = $\frac{1}{4}$ ", т. е. $\frac{25,4}{4}$ мм. По правилу первому имеем:

$$\text{П. Ч.} = \pi : \frac{25,4}{4} = \frac{\pi \times 4}{25,4} = \frac{\pi}{25,4} \times 4.$$

Заменяя $\frac{\pi}{25,4}$ дробью $\frac{95}{768}$, получаем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{95 \times 4}{768} = \frac{95}{192} = \frac{5 \times 19}{8 \times 24}$$

Берем шестерни

$$\frac{50 \times 95}{80 \times 120}$$

Пример 11. Нарезать болт с шагом в 4 модуля. Винт станка имеет 2 нитки на 1". Шаг винта станка равен $\frac{25,4}{2}$.

По первому правилу подсчета сменных шестерен имеем:

$$\text{П. Ч.} = 4 \times \pi : \frac{25,4}{2} = \frac{4 \times \pi \times 2}{25,4} = \frac{\pi}{25,4} \times 8.$$

Вместо $\frac{\pi}{25,4}$ берем $\frac{12}{97}$, после чего получаем:

$$\text{П. Ч.} = \frac{12}{97} \times 8 = \frac{96}{97}.$$

Разлагаем эту дробь так:

$$\frac{96}{97} = \frac{8}{1} \times \frac{12}{97}.$$

Можем взять шестерни

$$\frac{80 \times 60}{50 \times 97}.$$

Шестерни 97 в наборе нет, поэтому берем другое значение $\frac{\pi}{25,4}$, а именно:

$$\frac{\pi}{25,4} = \frac{95}{768}.$$

Теперь имеем

$$\text{П. Ч.} = \frac{95}{768} \times 8 = \frac{95}{96}.$$

Эту дробь разлагаем так:

$$\frac{5 \times 19}{4 \times 24}.$$

Берем шестерни

$$\frac{75 \times 95}{60 \times 120}.$$

В. Подсчет сменных шестерен при нарезке винтов на станке с миллиметровым ходовым винтом.

а) Шаг болта выражен в дюймах.

Шаг болта может быть выражен или числом ниток на 1" или величиной шага в дюймах. В том и другом случае при подсчете сменных шестерен оказывается необходимой шестерня в 127, но можно обходиться и без нее, пользуясь приблизительными выражениями дюйма в миллиметрах, приведенными выше.

Пример 12. Шаг винта станка — 6 мм. Нарезать болт 12 ниток на 1" (т.е. с шагом $\frac{1}{12}$ ").

Мы знаем, что $1" = \frac{127}{5}$, а поэтому $\frac{1}{12}" = \frac{127}{5 \times 12}$.

Пользуясь первым правилом, находим передаточное число:

$$\text{П. Ч.} = \frac{127}{5 \times 12} : 6 = \frac{127}{5 \times 12 \times 6} = \frac{127}{60 \times 6}.$$

Разлагаем эту дробь так:

$$\frac{127}{60} \times \frac{1}{6}.$$

Увеличив вторую дробь в 20 раз, находим сменные шестерни:

$$\frac{127 \times 20}{60 \times 120}.$$

П р и м е р 13. Нарезать болт с шагом $\frac{1}{4}$ " на станке, шаг винта которого 8 мм.

Шаг нашего болта, выраженный в мм, равен:

$$\frac{127}{5 \times 4}.$$

Поэтому

$$\text{П. Ч.} = \frac{127}{5 \times 4} : 8 = \frac{127}{5 \times 4 \times 8} = \frac{127}{40} \times \frac{1}{4}.$$

Берем шестерни:

$$\frac{127 \times 30}{40 \times 120}$$

или

$$\frac{127 \times 20}{40 \times 80}.$$

П р и м е р 14. Нарезать болт 8 ниток на 1" на станке, винт которого имеет шаг 10 мм.

Шестерни 127 — нет. Принимаем 1" = $\frac{1600}{63}$ мм и, значит, шаг нашего болта равным

$$\frac{1600}{63 \times 8} = \frac{200}{63}.$$

Теперь не трудно найти передаточное число сменных шестерен:

$$\text{П. Ч.} = \frac{200}{8} : 10 = \frac{200}{80} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} \times \frac{4}{1}.$$

Берем шестерни:

$$\frac{100 \times 80}{60 \times 20}.$$

б) Шаг болта выражен в миллиметрах.

Подсчет сменных шестерен в этом случае всегда производится по первому правилу.

П р и м е р 15. На токарном станке, шаг винта которого 5 мм, нарезать болт с шагом 10 мм.

$$\text{П. Ч.} = \frac{10}{5} = \frac{2}{1}.$$

Берем шестерни 80 и 40 (или 60 и 30, 100 и 50 и т. д.). Очень редко удается осуществить передачу посредством двух шестерен. В большинстве случаев приходится вводить в зацепление третью, паразитную шестерню.

П р и м е р 16. Нарезать болт с шагом 1,5 мм на станке, винт которого имеет шаг 12 мм. Имеем по первому правилу:

$$\text{П. Ч.} = \frac{1,5}{12} = \frac{15}{120}.$$

Шестерни 15 на станке нет. Поэтому представим наше передаточное число в таком виде:

$$\text{П. Ч.} = \frac{15 \times 30}{30 \times 120}.$$

Увеличив первую дробь в три раза, находим сменные шестерни:

$$\frac{45 \times 30}{90 \times 120}.$$

в) Болт имеет модульную нарезку.

В этом случае в выражение передаточного числа всегда будет входить π , при чем $\pi = 3,1415927$, что неразложимо на множители.

Поэтому вместо точного значения берется одно из приближенных его значений, а именно:

$$\frac{22}{7}, \frac{32 \times 27}{25 \times 11}, \frac{19 \times 21}{127}, \frac{25 \times 47}{22 \times 17}, \frac{8 \times 97}{13 \times 19}, \frac{13 \times 29}{4 \times 30}, \frac{5 \times 71}{113}.$$

П р и м е р 17. Нарезать болт с шагом модуль 8 (т.-е. 8 π мм) на станке, ходовой винт которого 12 мм.

Принимаем $\pi = \frac{13 \times 29}{4 \times 30}$ и, следовательно, наш болт имеет шаг:

$$\frac{13 \times 29 \times 8}{4 \times 30} = \frac{13 \times 29 \times 2}{30};$$

а поэтому

$$\text{П. Ч.} = \frac{13 \times 29 \times 2}{30} : 12 = \frac{13 \times 29 \times 2}{30 \times 12} = \frac{13 \times 29}{12 \times 15} = \frac{13 \times 29}{6 \times 30}.$$

Берем шестерни:

$$\frac{65 \times 58}{80 \times 60}.$$

§ 3. Практика нарезания резьбы

А. Резьбовые резцы.

По характеру выполняемой работы резьбовые резцы относятся к группе фасонных резцов. По конструкции они разделяются на цельные и вставные. В соответствии с разнообразными профилями нарезок резьбовые резцы бывают с треугольным профилем для резьбы Витворта, метрической, Селлеса и т. п., прямоугольным профилем для квадратной нарезки, с трапецевидным профилем и т. д.

Резец для треугольной нарезки представлен на рис. 386. Профиль его делается в зависимости от системы нарезки: 55° — для резьбы Витворта, 60° — для метрической и т. д. Заточка резца производится по соответствующему шаблону. Этим же шаблоном пользуются при проверке правильности установки резца на станок. На рис. 387-1 показана установка резца при наружной нарезке и на рис. 387-11 — при внутренней. Если не соблюдать этого правила, то резьба получается сваленная на бок или, как часто говорят, — пьяная (рис. 338).

Верхняя грань резца должна находиться на высоте центра и быть горизонтальной. В противном случае нарезка будет иметь неверный профиль. Задний угол 2 (рис. 386) у резьбовых резцов делают 12° — 15° . Угол резания в большинстве случаев принимают равным 90° . Небольшой передний угол полезен

для улучшения резания, но ослабляет резец и искажает его профиль. Концы резца или срезаются или закругляются, в зависимости от профиля нарезки.

Боковой угол зазора (рис. 386) должен быть не меньше $5-6^\circ$. Направление ребра (рис. 386) 1—1 должно соответствовать углу подъема резьбы.

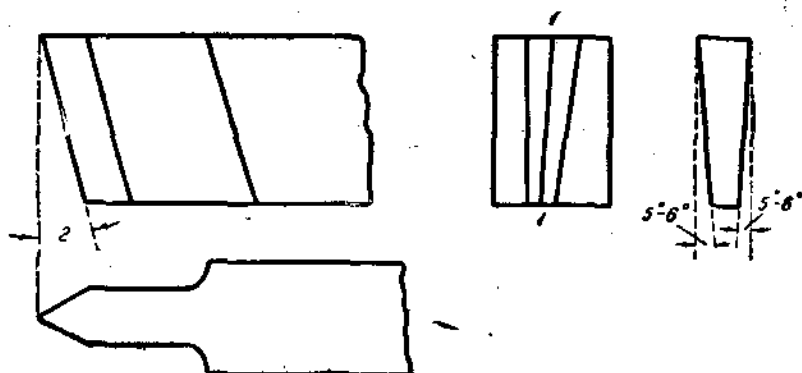


Рис. 386. Резец для треугольной нарезки.

Чаще всего этот угол делают 3° . Но если угол 2 (рис. 386) не меньше 15° , то профильная часть резца может быть и вертикальной (боковые углы зазора, конечно, остаются).

Для обработки радиусов у вершин нарезки пользуются фасонным резцом (рис. 389). На рис. 390 показана державка для такого резца.

При грубой нарезке эти вершины обрабатывают напильником и наждачной бумагой.

Резцы для внутренней нарезки при малых диаметрах нарезаемых отверстий приходится делать кованными. Нарезку боль-

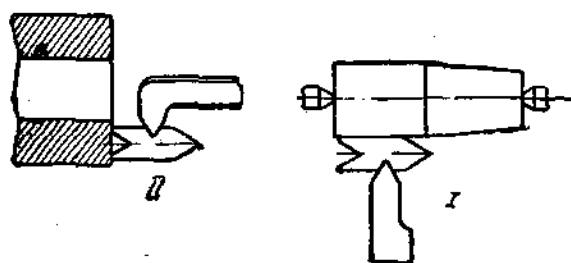


Рис. 387. Проверка установки резца.

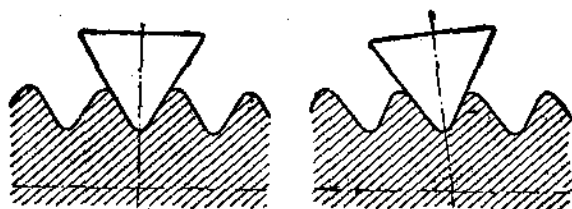


Рис. 388. Образование нарезки при правильной и неправильной установке резца.

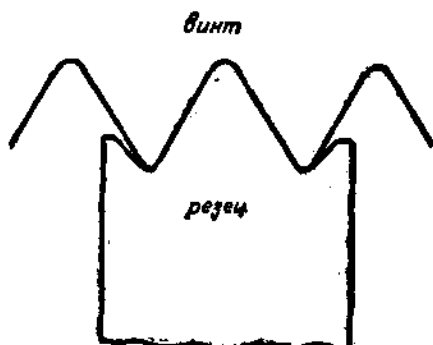


Рис. 389. Резец для обточки закруглений.

ших отверстий следует производить вставными резцами, используя для этого обыкновенные державки для расточных резцов.

Профиль резца для прямоугольной нарезки также должен точно совпадать с профилем резьбы, при чем ширина его делается равной половине шага нарезки. Резец этот необходимо устанавливать так, чтобы переднее режущее

ребро его было горизонтально (рис. 391-I). При наклонной установке резца (391-II) получается искажение профиля резьбы. Устанавливая резец таким образом, следует учитывать уклон его от горизонтали и соответствующим образом увеличивать ширину передней режущей кромки. Боковые углы зазора прихо-



Рис. 390. Круглый резец для обточки закруглений.

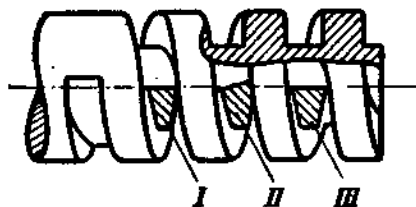


Рис. 391. Установка резца при нарезке квадратной резьбы.

дится делать разные и выбирать в зависимости от размеров резьбы. В самом деле, если их делать одинаковыми, то левая (рис. 391-III) кромка резца будет тереться о нитку резьбы и портить ее.

Определение боковых углов резца проще всего производить графически следующим образом. Пусть требуется установить боковые углы резца для нарезки

винта, показанного на рис. 392-I. Для этого проводим вертикальную линию 1—1' (рис. 392-II) и горизонтальную 2—2'. От точки 3, пересечения этих линий, откладываем вверх и вниз отрезки 3—4 и 3—5, равные половине развернутой наружной окружности нашего винта. Таким образом, если наружный диаметр этого винта есть D , то отрезок 3—4 (а также и отрезок 3—5) равен $\frac{\pi D}{2}$, а расстояние от точки 4 до точки 5 равно πD . После этого в точке 5 проводим прямую, перпендикулярную к прямой 1—1', и откладываем на ней отрезок 5—6, равный шагу нашего винта. Точку 6 соединяем с точкой 4. Точно таким же образом откладываем от точки 3 отрезки 3—7 и 3—8, равные $\frac{\pi d}{2}$,

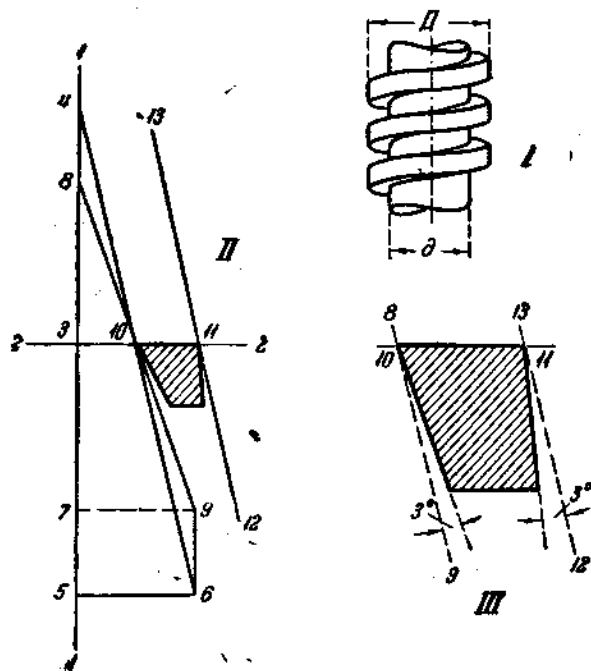


Рис. 392. Боковые углы резца для квадратной резьбы.

где d — внутренний диаметр нашего винта; восстанавливаем в точке 7 перпендикуляр, откладываем на нем шаг винта и полученную точку 9 соединяем с точкой 8.

Сделав это построение, уже знакомое нам из предыдущего (рис. 381), откладываем от точки 10 вправо отрезок 10—11, равный половине шага, и через точку 11 проводим прямую 12—13, параллельную линии 6—4. Теперь не трудно видеть, что линии 8—9 и 12—13 определяют сечение резца, если бы у него

не делали боковых углов зазора. Но так как эти углы необходимы, то сечению резца дают вид трапеции с наклоном боковых сторон (в 3°). На рис. 392-III в увеличенном виде (по сравнению с рис. 392-II) показано это построение. Полученное сечение резца для ясности заштриховано.

При установке резца по рис. 391-II очень удобны вставные резцы из круглой стали, которые закрепляются в обыкновенных державках при помощи подкладок, сходных с показанными на рис. 342 и применяющимися для закрепления сверла.

У затупившихся остроугольных резцов стачиваются (равномерно) боковые ребра (показаны на рис. 393-I стрелками), а у прямоугольного резца — передняя режущая грань (рис. 393-II — стрелка). Только при такой заточке не изменяется форма резца. Стачивать верхнюю грань — нельзя.

Резцы для трапецевидной нарезки изготавливаются точно так же, как и резцы для прямоугольной нарезки.

Широкое применение при нарезке резьбы находят себе разнообразные фасонные резцы. В этом случае работа токаря сводится только к заточке резца, которая производится по верхней грани, так что форма резца, приданная ему при изготовлении в инструментальной мастерской, не изменяется.

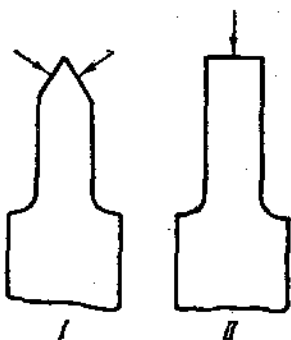


Рис. 393. Заточка резцовых резцов.



Рис. 394. Прямой резцовый резец в державке.

Существует большое количество типов фасонных резцовых резцов. Простейший прямой резцовый резец представлен на рис. 394. Профиль вставного резачка сделан с учетом наклонной установки его, образующей задний угол резца.

Державки для таких резцов бывают прямые и изогнутые. Последние дают возможность близко подходить резцом к заплечикам на изделии.

В большинстве случаев профиль вставного резачка сделан по канавке в резьбе, т.е. имеет вид изображенного на рис. 395-I.

Лучше работают резцы, имеющие форму, показанную на рис. 395-II. В этом случае стружки могут отходить, не сталкиваясь друг с другом, что неизбежно при резке, имеющем форму по рис. 395-I.

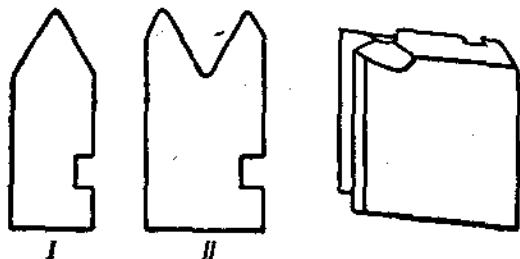


Рис. 395. Формы прямых вставных резцов.

Особое преимущество резца второго типа (рис. 395-II) состоит еще и в том, что верхние грани его могут быть сточены наклонно, что в весьма значительной степени улучшает режущие свойства резца. Режущая грань резца при такой заточке остается горизонтальной, так что профиль резца не изменяется.

Круглые резьбовые резцы изготавливаются в виде дисков, как и обыкновенные фасонные резцы. Канавки их, образующие профиль резьбы, даются или параллельные (рис. 396 слева) или направленные по винтовой линии (рис. 396 справа). Резцы с прямыми канавками применяются для нарезки винтов с малым углом подъема. При установке этих резцов необходимо следить за тем, чтобы задний угол был не меньше 15° .

При нарезках с большим подъемом пользуются резцами с винтовой канавкой. Направление нарезки резца должно быть обратным направлению нарезаемой резьбы. Если, например, требуется нарезать правую резьбу, то резец должен быть взят с левой резьбой, и наоборот. Угол подъема нарезки резца и нарезаемого изделия должны быть одинаковы (в противном случае резец будет тереться о нарезку на изделии). Но угол подъема, как мы видели выше, зависит от диаметра, а поэтому и диаметр резца должен быть равен диаметру изделия.

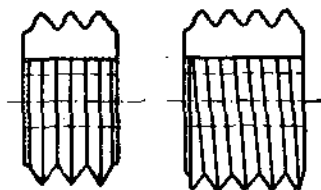


Рис. 396. Круглые резьбовые резцы.

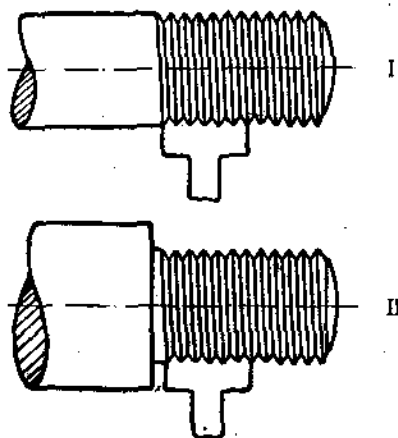


Рис. 397. Гребенка.

Это условие затрудняет изготовление резцов для нарезок винтов, небольших диаметров. Резцы получаются настолько малыми, что закрепление их оказывается связанным с большими затруднениями. Поэтому для нарезки изделий малых диаметров диаметр резца берут вдвое больше должного, но нарезку его делают двухходовую с вдвое большим подъемом в сравнении с подъемом требуемой нарезки.

Для закрепления круглых резцов пользуются державками для обыкновенных фасонных резцов.

С целью увеличения производительности резьбовых резцов применяют так называемые гребенки (рис. 397-I). Передняя часть режущей поверхности гребенки несколько сточена, вследствие чего резание производится одновременно несколькими резцами. Пользоваться гребенками нельзя при нарезке резьб, идущих до заплечика (рис. 397-II), так как в этом случае часть изделия, близкая к заплечику, будет иметь неполную резьбу.

Гребенка для внутренней резьбы представлена на рис. 398. При изготовлении таких гребенок надо иметь в виду все то, что было сказано о круглых резьбовых резцах.

Внутренние гребенки делают с параллельными и с винтовыми канавками. Направление винтовых канавок в этом случае должно совпадать с направлением нарезаемой резьбы.

Поверхность резьбы должна быть чистой и гладкой, что достигается применением пружинных резцов или пружинных державок. Преимущество

этой державки заключается в том, что, когда резец встречает на своем пути более твердую часть материала, он слегка отходит от изделия, а не врывается в него и не рвет нарезку, не заедает. Одна из конструкций пружинных державок для резьбовых резцов представлена на рис. 399.

Другой способ улучшить поверхность резьбы при чистовой ее отделке состоит в том, что поводок патрона (или конец изогнутого хомутика, входящего в паз патрона) обматывают резиной, кожей или просто тряпкой, что также уменьшает дрожание резца. Поверхность резьбы получается гладкой, а не волнистой.

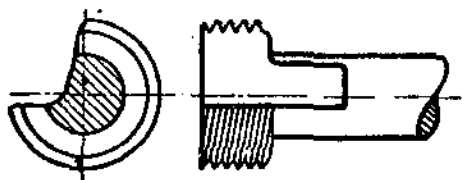


Рис. 398. Внутренняя гребенка.



Рис. 399. Пружинная державка для резьбовых резцов.

Чистота поверхности резьбы в значительной степени зависит и от того, насколько тщательно и остро заточен резец. Режущее лезвие резца должно быть чистое, без зарубинок, что достигается лучше всего шлифовкой резца на кружке из красной меди при помощи мелкого наждачного порошка с маслом.

Нарезка винтов производится при невысоких скоростях резания, но тем не менее применение охлаждающих смесей очень полезно, потому что они улучшают чистоту поверхности нарезки. При нарезке винтов из железа и стали поливают резец мыльной водой или маслом или, наконец, смесью масла с керосином. Чугунные, бронзовые и латунные изделия можно нарезать всухую.

Б. Измерение резьбы

Измерение наружного диаметра винта не представляет затруднений и производится или при помощи кронциркуля или обыкновенным микрометром. Ножки кронциркуля должны быть несколько шире обыкновенных, чтобы при измерении резьбы с крупным шагом не приходилось ставить кронциркуль накосом. С этой же целью на неподвижную пятку микрометра иногда надевают дополнительный колпачок, увеличивающий ее диаметр, что дает возможность измерять диаметр винта перпендикулярно к его оси. На рис. 400-I показано измерение резьбы при помощи обыкновенного микрометра. Неподвижная пятка микрометра опирается на наружную поверхность нарезки, а подвижной стержень его попадает (при правильно установленном микрометре) между нитками резьбы. Измерение может быть произведено правильно, если воспользоваться дополнительным колпачком (рис. 400-II). Следует помнить, что, пользуясь этим способом измерения наружного диаметра резьбы, необходимо учитывать размер «1» дополнительного колпачка, разрез которого в увеличенном виде показан на рис. 400-III.

При измерении кронциркулем внутреннего диаметра нарезки, его приходится ставить накосом, и поэтому получается ошибка.

Ошибка эта тем больше, чем больше шаг резьбы. Ножки этого кронциркуля должны быть сделаны острыми, чтобы они не касались боковых сторон резьбы.

При изготовлении винта нет надобности требовать большой точности в отношении наружного и внутреннего диаметров его, потому что вершина резьбы почти у всех нарезок срезана. Проверку правильности диаметра нарезки поэтому

правильней производить с помощью кронциркуля, ножки которого срезаны настолько, чтобы они не касались дна впадины. Такой кронциркуль не годится для определения размеров резьбы, но бывает очень полезен при изготовлении винта по образцу, когда при помощи кронциркуля производится не измерение резьбы, а только сравнение с образцовой нарезкой. Однако и в том случае, когда нарезка производится по чертежу, следует пользоваться таким кронциркулем, сравнивая им нарезаемый винт с заведомо правильным другим винтом (калибром, метчиком). Необходимо помнить, однако, что для правильности

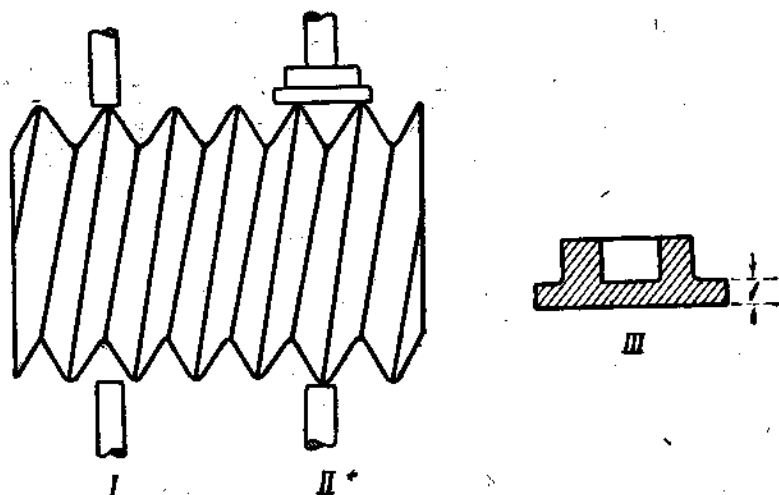


Рис. 400. Измерение резьбы микрометром.

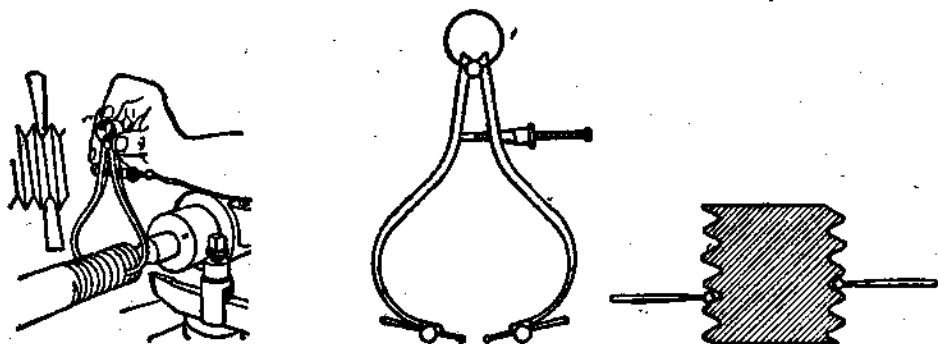


Рис. 401. Измерение резьбы кронциркулем.

Рис. 402. Кронциркуль для измерения резьбы.

результатов этого сравнения необходимо, чтобы профиль нарезаемого винта был одинаков с профилем винта, по которому производится проверка.

Способ пользования таким кронциркулем показан на рис. 401.

Недостаток этого кронциркуля состоит в том, что ножки его должны быть сделаны по профилю проверяемой резьбы, что вызывает необходимость иметь столько кронциркулей, сколько имеется систем нарезок.

На рис. 402 представлен улучшенный тип кронциркуля для измерения резьбы. Вместо остроконечных ножек у него имеются два штифта, на концах которых посажены закаленные шарики. Вполне понятно, что этот кронциркуль годен для измерения резьбы любого профиля.

Для точного измерения резьбы пользуются специальным микрометром, представленным на рис. 403. Подвижной стержень его заточен на конус, точно совпадающий с профилем резьбы, а вместо неподвижной пятки сделана подкладка, имеющая острый вырез. Эта подкладка может поворачиваться, что дает возможность производить измерение резьбы при любом положении микрометра.

Благодаря тому, что вершина конуса срезана и вырез в подкладке не имеет плоского дна, при измерении резьбы достигается полное соприкосновение между подвижным стержнем микрометра и подкладкой, с одной стороны, и боковой поверхностью резьбы — с другой. Микрометр показывает нуль, когда конус подвижного стержня прилегает к вырезу в подкладке.

Не трудно видеть, что показание микрометра равно наружному диаметру резьбы, уменьшенному на ее глубину при измерении резьбы Витворта или на глубину соприкосновения поверхности резьбы болта и гайки при метрической резьбе,

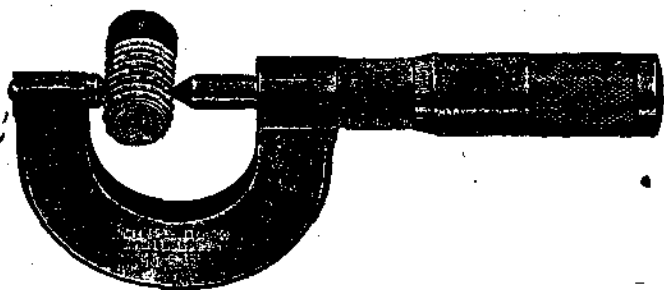


Рис. 403. Микрометр для измерения резьбы.



Рис. 404. Измерение резьбы при помощи трех проволок.

Такие микрометры снабжаются иногда сменными наконечниками для подвижного стержня и подкладками, что делает их годными для проверки резьб разных профилей.

Укажем еще на один способ измерения резьбы, а именно «способ трех проволок». Способ этот состоит в том, что три куска строго калиброванной проволоки, длина которых на 25 — 30 мм больше диаметра измеряемого винта, закладываются в две соседних впадины винта с одной стороны и в одну — с противоположной стороны винта так, как это показано на рис. 404.

Все три проволоки должны иметь одинаковый диаметр, величина которого не имеет значения. Диаметр проволок должен лишь быть таким, чтобы проволока выступала несколько выше резьбы.

После того, как проволоки уложены, снимают обыкновенным микрометром размер A (рис. 404).

Для того, чтобы определить, правильна ли резьба, пользуются следующими формулами:

При измерении метрической резьбы, диаметр которой меньше 6 мм,

$$A = D + (3 \times d) - 1,5125 \times Ш.$$

Если шаг больше 6 мм, то

$$A = D + (3 \times d) - 1,5145 \times Ш.$$

При проверке резьбы Витворта:

$$A = D + (3 \times d) - 1,6008 \times Ш.$$

Во всех этих формулах:

A — см. рис. 404,

D — наружный диаметр резьбы,

d — диаметр проволоки,

$Ш$ — шаг резьбы.

Величины D и $Ш$ берутся по таблицам.

П Р И М Е Р. Определить, каково должно быть показание микрометра при измерении по способу трех проволок винта с метрической резьбой, диаметр которого 20 мм. Диаметр проволок — 2 мм.

По таблице (глава XIX) находим шаг нашего винта

$$Ш = 2,5.$$

Пользуясь второй из приведенных выше формул, находим:

$$A = D + (3 \times d) - 1,5145 \times Ш = 20 + 3 \times 2 - 1,5145 \times 2,5 = 22,21 \text{ мм.}$$

Все приведенные выше правила проверки резьбы дают точные результаты только в том случае, если профиль ее правилен и верно расположен по отношению к оси. Проверка профиля резьбы производится при помощи специальных шаблонов.

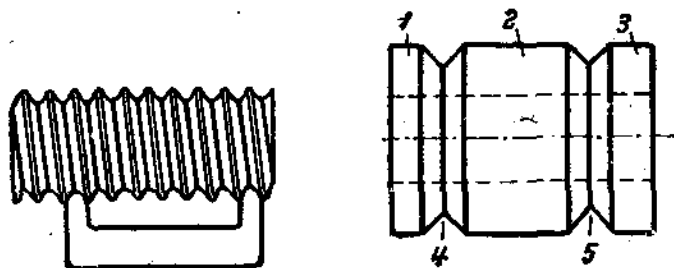


Рис. 405. Шаблон для измерения шага резьбы.

Измерение шага винта представляет собой одну из наиболее сложных задач при проверке винта и производится также шаблонами, один из которых показан на рис. 405 слева. Изготовление этого шаблона производится следующим образом: изготавливают из стали три цилиндра 1, 2 и 3 (рис. 405 справа), при чем длину цилиндра 2 берут равной шагу проверяемого винта, увеличенному в 5 — 10 раз. Края цилиндров обрабатывают на конус, соответствующий профилю резьбы. После закалки все три цилиндра отделяются напильником и соединяются болтом. По выемкам 4 и 5 изготавливается шаблон, показанный на рис. 405 слева.

Кроме разобранных выше инструментов, для измерения резьбы часто применяются так называемые резьбовые калибры. Резьбовой калибр для измерения внутренней нарезки показан на рис. 406-1. Правый конец этого калибра резьбы не имеет и служит для проверки диаметра отверстия под резьбу данного диаметра. На рис. 406-II представлено резьбовое кольцо или гайка, которыми пользуются при проверке наружной резьбы.

В заключение укажем на способ определения числа ниток, приходящихся на один дюйм при изготовлении винтов, нарезанных по системе Витворта. Для этого линейка 1 прикладывается к винту 2 так, чтобы конец ее совпал с вершиной одной из ниток (рис. 407). После этого считают, сколько впадин пришлось на длине одного дюйма.

Вместо такого подсчета лучше пользоваться резьбомером, показанным на рис. 408. Для определения числа ниток на дюйм подбирают одну из его пла-

стинок, которая точно соответствует измеряемой резьбе. Число ниток на один дюйм укажет цифра, имеющаяся на этой пластинке. Таким же резьбомером можно пользоваться и при определении числа ниток на один дюйм у внутренней нарезки.



Рис. 406. Резьбовые калибры.

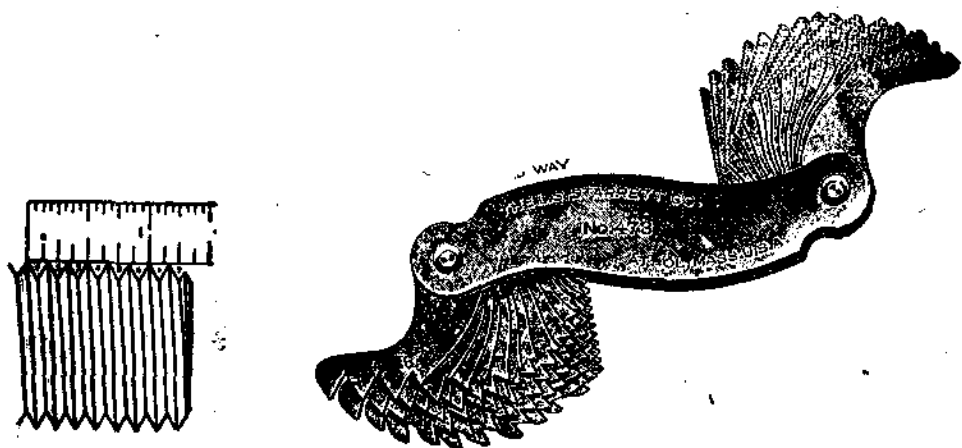


Рис. 407. Подсчет ниток резьбы.

Рис. 408. Резьбомер.

При определении числа ниток отверстий маленьких диаметров поступают так: вводят в отверстие деревянную палочку (например, спичку), прижимают ее к резьбе и затем определяют число ниток по отпечаткам, получившимся на этой деревяжке.

В. Общие указания о приемах нарезания резьбы.

Рассматривая формы резьбовых резцов, мы видим, что все они, за исключением представленного на рис. 395-II, работают в тяжелых условиях, так как стружки, образующиеся на обоих боках нарезки, сталкиваются, вследствие чего резец рвет поверхность нарезки. Поэтому для улучшения условий резания при нарезке винтов стружку, как говорят, разделяют. Достигается это тем, что при каждой новой стружке, кроме углубления резца, его несколько передвигают вбок, так что он работает одной стороной и только при последних стружках резец работает всем профилем.

Из этих соображений при предварительной нарезке верхнюю часть супорта следует ставить под углом так, как это показано на рис. 409. Углубление резца при этом производится только верхними поперечными салазками супорта, и резец режет только одной стороной.

На рис. 410 показаны три способа образования резьбы. Рис. 410-I изображает образование резьбы при подаче резца только к оси винта (поперек станка); рис. 410-II — при подаче резца поперек станка и одновременно с этим немного вбок, и, наконец, на рис. 410-III представлено образование стружки при наклонно поставленном супорте.

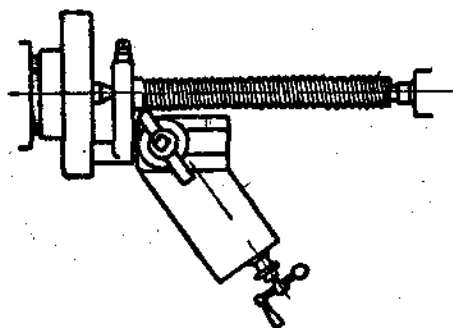


Рис. 409. Поворот супорта при нарезке резьбы.

В том месте, где нарезанная часть изделия переходит в гладкую, необходимо делать канавки для выхода резца. Очень часто, в особенности при нарезке грубых винтов (например, болтов), как только резец подходит к концу нарезки, его быстро отводят назад; получающийся при этом конец резьбы показан на рис. 411-I.

Иногда для выхода резца засверливают в изделии отверстие (рис. 416-II), диаметр которого должен быть немного больше ширины резца. При таком способе окончания нарезки безопаснее оставивать станок перед тем, как он должен войти в отверстие, и остающуюся часть нарезки сделать, вращая станок за ремень, вручную.

Лучший способ для окончания нарезки показан на рис. 411-III. В этом случае для выхода резца сделана узкая канавка. При нарезке внутренней резьбы выходная канавка для резца безусловно необходима, и делается она так, как это показано на рис. 412.

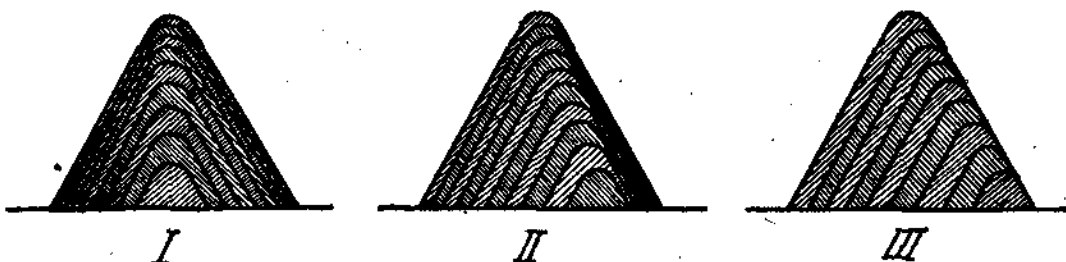


Рис. 410. Последовательность образования нарезки.

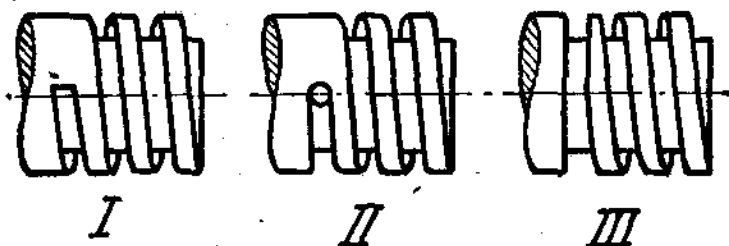


Рис. 411. Формы выходных канавок при нарезке наружной резьбы.

При нарезке резьбы, в особенности пружинными резцами, первая нитка часто получается толще последующих (рис. 413). Это получается потому, что при прорезке первой нитки резец испытывает давление только с одной стороны (с левой), вследствие чего он несколько отгибается (вправо). Это обстоятельство

следует учитывать при проверке резьбы калибром. Лучше всего длину заготовки для нарезаемого винта брать немного больше, с тем чтобы излишек срезать по окончании нарезки. Таким образом первой ниткой винта будет вторая, получившаяся при нарезке.

Рассматривая способы измерения резьбы, мы указывали на неудобства, возникающие при измерении внутреннего диаметра резьбы. Затруднительность

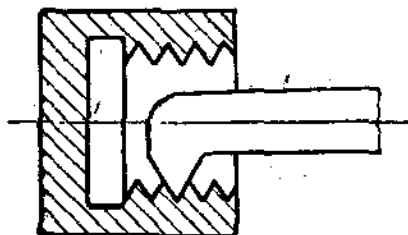


Рис. 412. Выходная канавка при нарезке внутренней резьбы.

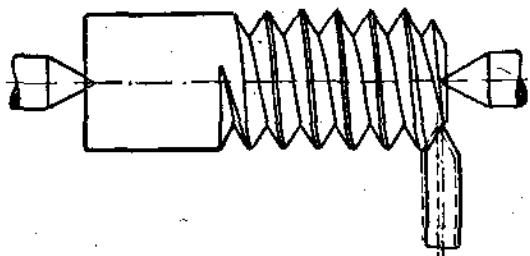


Рис. 413. Отгибание резца при проходе первой нитки.

измерений внутреннего диаметра резьбы в особенности обнаруживается при внутренней нарезке. Поэтому, при нарезке гаек, длину их следует делать на 2 — 3 мм больше должной, и после того, как расточено отверстие под резьбу, протачивается небольшая выточка А (рис. 414-11). Диаметр этой выточки делается равным внутреннему диаметру нарезки. При последней стружке резец подводят к поверхности выточки и получают таким образом правильный внутренний диаметр нарезки.

Пользоваться таким способом измерения внутреннего диаметра следует и при наружной нарезке. Для этого перед началом нарезки на конце изделия протачивается поясok шириной 2 — 3 мм, диаметр которого равен внутреннему диаметру нарезки (рис. 414-I). Способ использования этого пояска понятен из предыдущего. По окончании нарезки поясok отрезается.

Всякая установка резца должна производиться по шаблону (рис. 387). Если же установка резца производится уже после того, как пройдено несколько стружек, его нужно ставить, кроме того, в правильное положение относительно уже начатой нарезки. Резец должен быть поставлен так, чтобы он попал, как говорят, в нитку и не перерезал резьбы. В большинстве случаев такое положение резца легко достигается перемещением верхних салазок супорта. Если же супорт станка верхних салазок не имеет, то для установки резца нужно отпустить прижимной болт хомутика и повернуть нарезаемое изделие настолько, чтобы резец вошел точно в середину канавки, после чего вновь закрепить хомутик. Третий способ установки резца состоит в том, что ставят трензель в среднее положение и разъединяют таким образом ходовой винт и шпиндель, что дает возможность повернуть изделие вперед настолько, чтобы резец оказался против нитки.

При нарезке левой резьбы необходимо изменить направление вращения ходового винта при том же направлении вращения шпинделя. Супорт при этом будет перемещаться от передней бабки к задней. Нарезка начинается в этом слу-

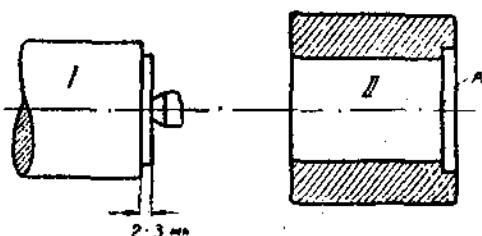


Рис. 414. Выточка и заточка для измерения внутреннего диаметра резьбы.

чае от левого конца изделия, для чего используется канавка (или отверстие), проточенная на изделии (рис. 411).

Во время нарезки винтов, после прохода каждой стружки супорт приходится возвращать в исходное положение, что достигается или пуском станка обратным ходом или перемещением супорта вручную. При нарезках винтов, имеющих небольшие размеры (длину и диаметр), выгоднее пользоваться автоматическим возвратом супорта, так как обратный ход его в этом случае не требует много времени. Если же нарезаемый винт имеет большую длину, обратный ход требует много времени и поэтому возврат супорта вручную в этом случае более целесообразен.

Возврат супорта автоматической подачей производится, не открывая разъемной гайки, так что относительное положение ходового винта и винта нарезаемого при этом не нарушается. При перемещении супорта в исходное положение вручную, разъемную гайку приходится открывать и вновь закрывать ее, как только супорт будет отведен достаточно. При этом надо принять во внимание, что разъемную гайку можно включать в любой момент только в том случае, если шаг нарезаемой резьбы и шаг ходового винта кратны между собой (шаг нарезаемого винта делится на шаг ходового без остатка, или, наоборот, шаг ходового делится также без остатка на шаг нарезаемого). В этих случаях резец всегда будет попадать в нитку. Такая резьба называется четной.

Резьба называется нечетной, если указанное выше деление не выходит без остатка: так, например, если требуется нарезать винт с числом ниток 8 на 1" на станке, ходовой винт которого имеет 4 нитки, то резьба будет четная, потому что 8 делится на 4 без остатка. Если на этом же станке потребуются нарезать резьбу в 6 ниток, то резьба будет нечетная, так как при делении 8 на 6 получится остаток — 2.

При нарезке нечетной резьбы включать гайку самохода можно только при определенном положении ходового винта относительно винта нарезаемого. В противном случае резец не попадет в нитку, и резьба будет перерезана. Для того, чтобы этого не случилось, поступают так. Устанавливают супорт в то положение, при котором должна быть начата нарезка и отмечают каким-либо образом это положение (например, сделав пометку мелом на супорте и такую же пометку, против первой — на станине станка). После этого пускают станок в ход и начинают нарезку резьбы. Как только резец пройдет первую стружку, отводят резец, не выключая самохода, и останавливают станок. После этого делают пометки (мелом) на ходовом винте и его подшипнике, на шпинделе и на подшипнике передней бабки так, как это показано на рис. 415. Возвратив супорт в исходное положение, вручную включают гайку самохода в тот момент, когда меловые пометки займут первоначальное положение.

Этот способ допускается только в тех случаях, когда отношение шага ходового винта к шагу винта нарезаемого, или обратно, равно $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{8}$. Если отношение это выражается более сложным числом, что бывает, например, при нарезании миллиметровой резьбы на токарном станке с дюймовым ходовым винтом, способ этот не надежен, потому что гайка может оказаться закрытой в тот момент, когда шпиндель еще не встал в требуемое положение по отношению к ходовому винту. Поэтому в таких случаях следует приводить резец в исходное положение автоматической подачей.

Современные станки снабжаются особым прибором, так называемым резьбоуказателем (рис. 416). Резьбоуказатель устроен так: на вертикальном валике, который вращается в подшипнике, прикрепленном к супорту станка, имеется циферблат с делениями (на верхнем конце). На нижнем конце этого валика имеется червячное колесо, находящееся в постоянном зацеплении с ходовым винтом станка. Число зубцов червячного колеса кратно числу ниток ходового винта. Таким образом, если ходовой винт имеет 4 нитки на 1",

то червянсе колесо имеет 16, 24 или 32 зуба. Циферблат имеет столько делений, сколько получается от деления числа зубцов червячной шестерни на число ниток винта. Если ходовой винт имеет 4 нитки, а шестерня 16 зубцов, то циферблат имеет 4 деления и т. д.

Работает этот резьбоуказатель следующим образом. При первом проходе включают разъемную гайку в тот момент, когда какое-либо из делений циферблата оказалось против штриха, нанесенного на супорте. После каждого прохода самоходная гайка выключается, и супорт возвращается в исходное положение вручную. Разъемная гайка включается в тот момент, когда против неподвижного штриха на супорте окажется одно из делений циферблата (безразлично какое).

Описанный способ применим только при нарезке винтов с целым числом ниток. Если же требуется нарезать, например, $12\frac{1}{2}$ ниток на 1" (при ходовом винте 4 нитки на 1"), включение самохода производится, когда против неподвижного штриха на супорте будет находиться то деление циферблата, которое совпадало с этим же штрихом при первой стрижке.

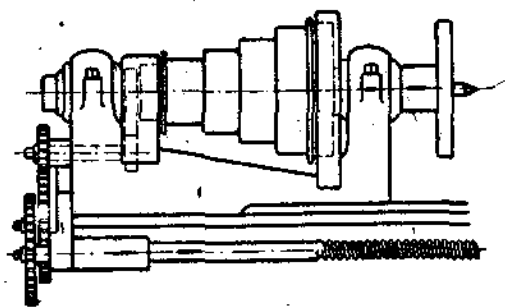


Рис. 415. Пометка на ходовом винте и шпинделе при нарезке нечетной резьбы.

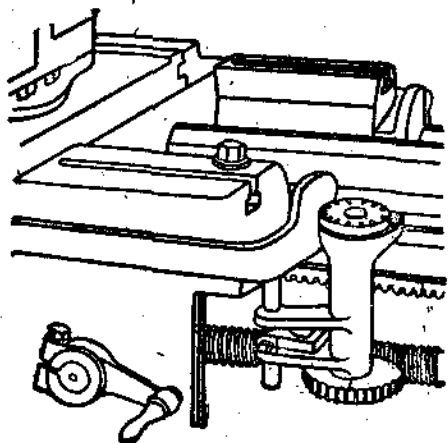


Рис. 416. Резьбоуказатель.

При нарезке многоходовых винтов приходится поворачивать изделие на некоторый угол, величина которого находится в зависимости от числа ходов винта; так, при нарезке двухходового винта нарезаемый винт должен быть повернут на полоборота, трехходового — на одну треть оборота и т. д.

Это может быть сделано при помощи поводкового патрона, если он имеет несколько пазов, точно расположенных друг относительно друга. Так, если патрон имеет 4 паза, то они должны быть распложены точно под углом в 90° друг к другу.

Пользуясь таким патроном поступают так: пройдя первую нитку, снимают изделие с центров и ставят его снова на них, но так, чтобы поводок хомутика попал в новый паз патрона. Конец изогнутого хомутика при этом должен совершенно плотно входить в паз патрона. Этот способ изготовления многоходовых винтов самый простой, но вместе с тем и самый грубый.

Более точные результаты при поворачивании изделия получают посредством сменных шестерен. Для этого промежуточную шестерню 1 (рис. 417) приводят в такое положение, чтобы какой-нибудь зуб ее находился точно посредине между зубцами шестерни 2, находящейся на гитаре, и отмечают этот зубец мелом. После этого делят шестерню 1 (по зубцам) на столько равных частей, сколько ходов имеет нарезаемый винт. Для этого необходимо, чтобы число зубцов этой шестерни делилось без остатка на число ходов винта, что необходимо иметь в виду при наборе сменных шестерен.

При делении шестерни первым зубцом считается отмеченный мелом. Все следующие зубцы, разделяющие шестерню 1 на требуемое число равных частей, и впадина между зубцами шестерни 2, между которыми находится первый зубец шестерни 1, также отмечаются мелом. Затем расцепляют шестерни 1 и 2 (поворотом гитары) и поворачивают шпиндель станка, а вместе с ним и шестерню 1 до тех пор, пока против отмеченной на шестерне 2 впадины не окажется следующий, помеченный мелом, зубец шестерни 1. После этого снова соединяют шестерни 1 и 2, прорезают канавку на винте и т. д.

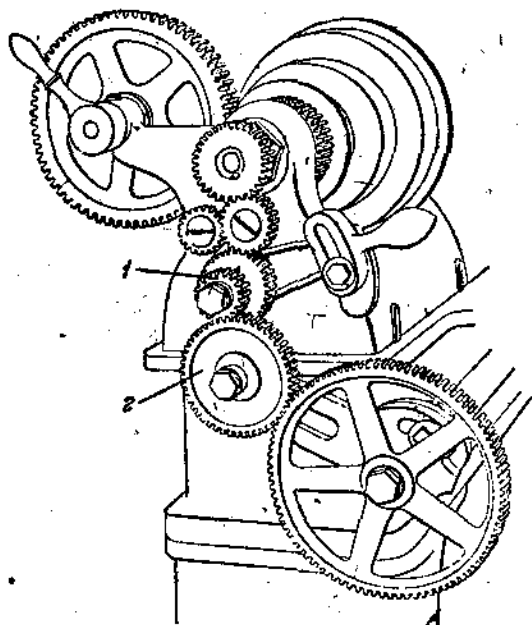


Рис. 417. Деление при нарезке многоходовых винтов при помощи сменной шестерни.

Описанный способ правилен только в том случае, если за один поворот шпинделя станка шестерня 1 делает также один полный оборот. Если число оборотов шпинделя и шестерни относится как 1 : 2, то при двухходовой нарезке шестерне 1 нужно давать полный оборот, при нарезке трехходового винта — $\frac{2}{3}$ оборота и т. д.

Этот способ точен, но сложен. Поэтому при изготовлении большого количества одинаковых деталей с многоходовыми нарезками пользуются специальными патронами, один из которых пред-

ставлен на рис. 418. Как видно из этого рисунка, такой патрон состоит из двух дисков, на одном из которых нанесены деления (360 делений), на другом

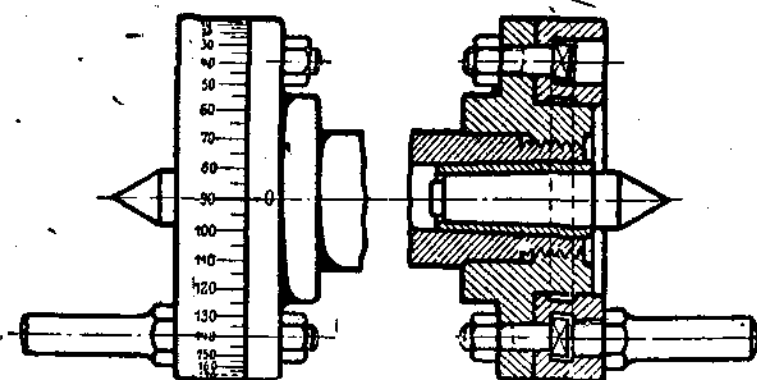


Рис. 418. Патрон для нарезки многоходовых винтов.

диске сделан нулевой штрих. Скрепление дисков производится при помощи болтов.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

Точные токарные работы.

§ 1. Сверление кондукторов.

Если требуется на каком-либо изделии просверлить несколько отверстий точного диаметра каждое, при чем расстояния между этими отверстиями также должны быть точны, то с наибольшей точностью это может быть сделано на токарном станке. Пример такой работы показан на рис. 419-I, где изображена верхняя плита кондуктора для сверления 4-х отверстий, расположенных в вершинах квадрата со стороной 150 мм. В те отверстия, которые нужно просверлить в плите, впоследствии будут помещены кондукторные втулки. Диаметр этих отверстий 20 мм.

Прежде чем приступить к сверлению кондуктора, нужно заготовить так называемые установочные кнопки. Материалом для них служит инструментальная сталь. Примерные размеры таких кнопок показаны на рис. 419-II.

После грубой обточки кнопки закаливаются и затем шлифуются или на шлифовальном станке или самим токарем на токарном станке. Величина диаметра кнопок не имеет значения, но нужно, чтобы все они были одинаковы и диаметр их выражался круглым числом миллиметров, напр., 25 мм. Высота кнопок и диаметр отверстий в них значения не имеют.

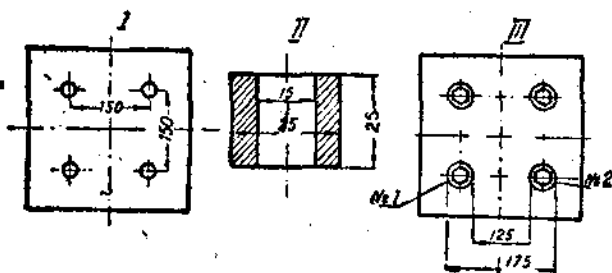


Рис. 419. Сверление кондукторной плиты.

Заготовив таким образом установочные кнопки, токарь сам делает винты для крепления их. Диаметр ненарезанной части этих винтов должен быть на 2—3 мм меньше диаметра отверстия в кнопке. Диаметр резьбы также на 2—3 мм меньше диаметра отверстия в кнопке, но, конечно, нормальный для какой-либо резьбы, например, $\frac{3}{4}$ " и т. д. Длина ненарезанной части винта на 2—3 мм меньше высоты кнопки, а длина резьбы — $1\frac{1}{2}$ диаметра ее.

Закончив эти приготовления, приступают к сверлению кондуктора. Для этого прежде всего размечают центра отверстий обычным способом. После разметки их сверлят и нарезают, при чем диаметр резьбы должен быть меньше окончательного диаметра отверстия. Пользуясь заранее приготовленными винтами, привинчиваем все 4 кнопки к плите, при чем винты должны быть затянуты настолько, чтобы под легкими ударами кнопка перемещалась в нужном направлении.

Закрепив намертво одну из кнопок (например, № 1 на рис. 419-III), выверяют расстояние до другой, соседней с ним (например, № 2) с помощью штангенциркуля, микрометра или плиток Йогансона. Расстояние между кнопками легко может быть определено при заданном расстоянии между центрами отверстий кондуктора, если диаметр кнопок известен. Установив кнопку № 2, затягивают прикрепляющий ее винт и переходят к установке кнопки № 3, пользуясь тем же способом и точным угольником.

Выверив и закрепив таким образом все кнопки, приступают к расточке отверстий. Для этого закрепляют кондуктор на планшайбе так, чтобы одна из кнопок была в центре. Проверка этой установки должна производиться очень

тщательно с помощью индикатора. Выверив кондуктор, снимают кнопку, находящуюся в центре, и растачивают первое отверстие. Затем, точно таким же образом растачивают, строго соблюдая заданный диаметр, остальные отверстия. Точность расстояний между ними получится сама собой.

§ 2. Изготовление резьбовых калибров и колец.

Изготовление резьбовых калибров и колец состоит из трех операций:

- 1) нарезки, 2) заковки и 3) доводки после заковки.

Заковка калибров производится обычно не токарями, а потому останавливаться на ней мы не будем.

А. Нарезка калибров и колец.

Нарезка резьбовых калибров отличается от обыкновенных резьбовых работ тем, что к ней предъявляются более высокие требования точности. Кроме того размеры резьбы калибра делаются с учетом изменения размеров и формы

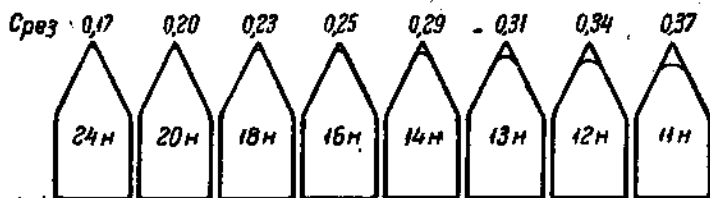


Рис. 420. Шаблон для резьбы Витворта.

калибра, которые получаются при заковке, а также прибавляя некоторый припуск на доводку после заковки.

Величина полного припуска (на изменение при заковке + доводку после нее) должна быть достаточно большой, чтобы калибр, как говорят, «вышел» при доводке. С другой стороны, увеличение припуска затрудняет доводку его.

Один из применяющихся на практике способов определения припусков при изготовлении резьбовых калибров состоит в следующем¹⁾. Рассматривая шаблоны для резьбы Витворта (рис. 420) разных диаметров, мы видим, что у них изменяется радиус закругления и величина среза вершины угла. Шаблон для 20 ниток в сравнении с шаблоном для 12 ниток можно считать острым. Поэтому, если нарезать резьбу на калибре с 12 нитками резцом, заточенным

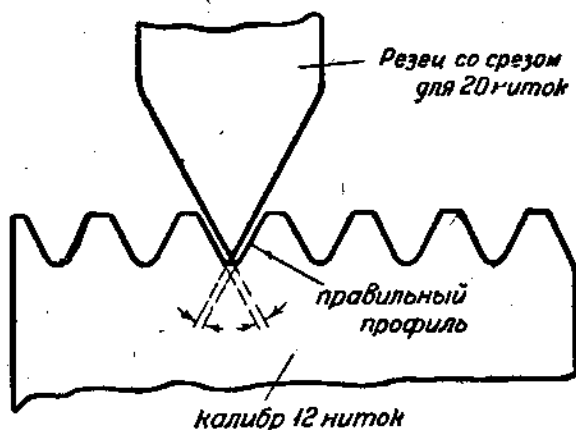


Рис. 421. Образование припуска при нарезке калибра.

по шаблону для 20 ниток, и при этом точно выдержать величину внутреннего диаметра нарезки, то нитка калибра получится толще должной и будет таким образом иметь некоторый припуск. На рис. 421 показано это образование припуска.

¹⁾ И. И. Макаревич. Производство резьбовых калибров. Госиздат, 1930 г.

В рассмотренном примере для нарезки калибра с 12 нитками взят резец, заточенный по шаблону для 20 ниток, для того, чтобы с большей отчетливостью показать образование припуска.

Зная величину срезов вершины угла (эти величины показаны на рис. 420), не трудно подсчитать величину припуска по диаметру калибра. Для этого нужно из величины среза для 12 ниток вычесть величину среза для 20 ниток, т.-е. $0,34 - 0,20 = 0,14$.

Чтобы узнать величину припуска на среднем диаметре, нужно эту разницу удвоить. В данном случае припуск по среднему диаметру есть

$$0,14 \times 2 = 0,28.$$

Снять такой припуск при доводке будет трудно, поэтому для получения припуска по среднему диаметру калибра с нарезкой в 12 ниток берут резец, заточенный по шаблону для 11 ниток. В этом случае припуск получится

$$(0,34 - 0,31) 2 = 0,03 \times 2 = 0,06 \text{ мм},$$

что вполне приемлемо.

В нижеприводимой таблице указано, какие следует брать шаблоны для получения правильного припуска.

Число ниток калибра	Число ниток шаблона
20	22
18	20
16	18
14	16
13	14
12	13
11	12
10	11

Нарезка резьбы производится двумя резцами, сначала обдирочным, а потом чистовым. Так, например, при нарезке калибра с 12 нитками на 1" берут обдирочный резец, заточенный по шаблону для 20 ниток. Припуск по среднему диаметру при этом получается 0,28 мм. После этого ставят чистовой резец, который затачивает по шаблону для 13 ниток, благодаря чему припуск уменьшается до 0,06 мм.

Обдирочные резцы применяются обыкновенные, а чистовые — пружинные. При чистовых проходах следует применять смазку резца. Можно рекомендовать следующие смазочные вещества: мыльная вода, скипидар чистый, а также смешанный с вареным маслом или керосином.

Необходимо обращать внимание на тщательность заточки резца, которая должна производиться на бруске Индия или Арканзас. Проверка правильности установки резца производится при помощи обыкновенного шаблона (рис. 387).

Для измерения внутреннего диаметра нарезки пользуются кронциркулем с острыми ножками. При этом нужно иметь в виду, что измерение производится

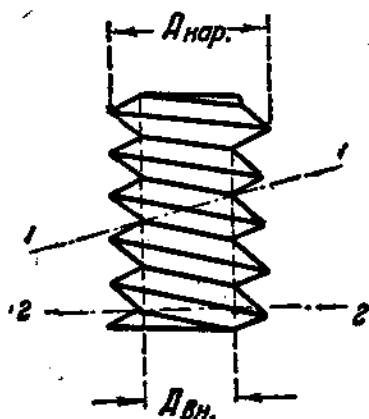


Рис. 422. Ошибка при измерении внутреннего угла калибра.

по направлению линии 1 — 1 (рис. 422), в то время как внутренний диаметр калибра, как и всякого винта, измеряется по линии 2 — 2.

В нижеприводимой таблице 16 даются искаженные таким образом величины внутреннего диаметра нарезки (резьба Витворта).

ТАБЛИЦА 16.
Искаженные внутренние диаметры
(резьба Витворта).

Диаметр калибра	Действительный внутренний диаметр мм	Искаженный внутренний диаметр мм
$\frac{3}{16}$ "	3,41	3,45
$\frac{1}{4}$ "	4,72	4,77
$\frac{5}{16}$ "	6,13	6,17
$\frac{3}{8}$ "	7,69	7,53
$\frac{7}{16}$ "	8,79	8,83
$\frac{1}{2}$ "	9,99	10,04
$\frac{5}{8}$ "	12,92	12,97
$\frac{3}{4}$ "	15,85	15,90

Такой точный размер с линейки взять, конечно, нельзя. Поэтому приходится брать его или с штангенциркуля, поставленного на требующийся размер, или по специально изготовленному (по микрометру) стержню, диаметр которого точно равен искаженному внутреннему диаметру изготовленного калибра.

Более точное и быстрое измерение изготовляемых калибров производится специальными резьбовыми микрометрами (рис. 403).

Зачистка закругления вершины резьбы производится специальным фасонным резцом (пружинным). Нужно следить за тем, чтобы резец этот не портил уже отделанных начисто боковых сторон резьбы.

Припуск на наружный диаметр делается такой же, как и на средний диаметр калибра.

Нарезка калиброванных колец производится также двумя резцами — обдирочным и чистовым.

Рис. 423. Штихмасс для измерения большого диаметра нарезки в кольцах.

Припуски у колец не прибавляются к действительным размерам их, а вычитаются из них,

потому что резьбовые кольца при закалке не уменьшают своих размеров, а наоборот, увеличивают. Таким образом, если припуск на средний диаметр должен быть 0,03 мм — его следует делать меньше табличного на 0,06—0,07 мм. На эту же величину следует уменьшать и меньший диаметр кольца.

Измерение среднего диаметра нарезки кольца производится пробкой, размер которой меньше действительных на величину принятых припусков. Для измерения большого диаметра пользуются специальным штихмассом (рис. 423).

Б. Доводка калибров и колец после закалки.

Окончательная отделка или, как чаще говорят, доводка резьбовых калибров производится при помощи шлифовок. Шлифовка представляет собой кольцо из серого чугуна (рис. 424-I), внутри которого сделана нарезка. Профиль этой нарезки, как мы увидим дальше, зависит от характера той работы, для которой предназначается данная шлифовка. Шлифовка после нарезки в ней резьбы разрезается, что дает возможность несколько уменьшать ее диаметр при помощи зажимного хомутика (рис. 424-II). Ширина шлифовки (размер 7 на рис. 424-I) делается равной длине резьбы калибра. Такая шлифовка, зажатая в хомутик, смазывается маслом, посыпается самым мелким наждаком и навинчивается на обрабатываемый калибр. Наждак при этом вдавливается в шлифовку и шлифует калибр.

Шлифовка для доводки резьбовых колец представлена на рис. 424-III. В этом случае шлифовка имеет наружную резьбу и посажена на конусную оправку. Конус в шлифовке должен быть точно пригнан по конусу оправки. Длина шлифовки делается в 4—5 раз больше ширины кольца. Чтобы увеличить диаметр шлифовки, необходимо переместить ее вдоль оправки (влево), что достигается легким ударом оправки о металлический предмет (лучше всего свинец, при ударах о который не забивается оправка). Профиль нарезки таких шлифовок делается в зависимости от их назначения.

Полученные из закалочной калибр и кольцо прежде всего прочищаются шлифовкой. Эта прочистка сразу показывает, насколько изменился при закалке обрабатываемый калибр. Если резьба растянулась, то шлифовка дает блеск только на первых нитках нарезки калибра или кольца, а средние остаются темными.

После этого микрометром измеряются средний и наружный диаметры калибра для того, чтобы установить, сколько должно быть снято при доводке. Для измерения кольца изготавливается чугунная нарезанная пробка, на которую обрабатываемое кольцо может быть легко навинчено. Обмеры этой пробки и дадут размеры кольца после закалки.

Доводка резьбы, как калибра, так и кольца, производится несколькими шлифовками, при чем каждая из них обрабатывает лишь часть профиля нарезки и только последняя шлифует весь профиль (кроме одного угла при вершине). Первая шлифовка снимает много материала калибра или кольца, и толщина снимаемого слоя постепенно уменьшается по мере увеличения номера шлифовки. Дело в том, что при уменьшении диаметра шлифовки (в хомутике, при доводке калибров), а также при увеличении этого диаметра (когда доводится кольцо) изменяется угол подъема резьбы, вследствие чего искажается профиль нарезки. Поэтому чем больше номер шлифовки, тем меньше она должна сжиматься (или разжиматься), чтобы не исказить профиля калибра.

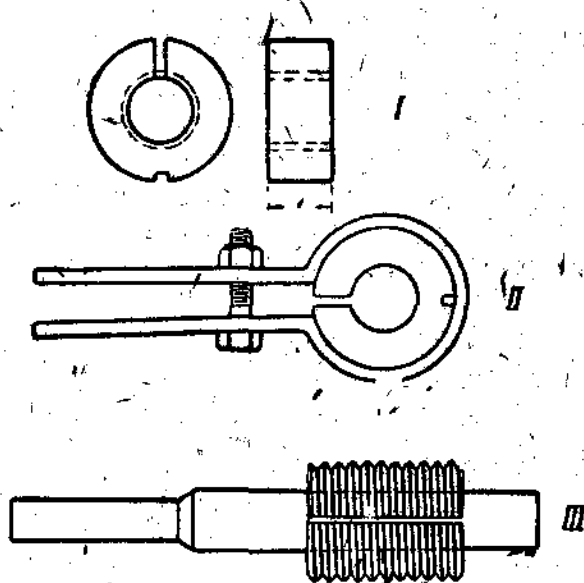


Рис. 424. Шлифовка.

Рассмотрим, для примера, порядок доводки калибра, имеющего припуск в 0,04 мм. На рис. 425-I припуск этот для большей отчетливости разделен на две части, по 0,02 мм каждая.

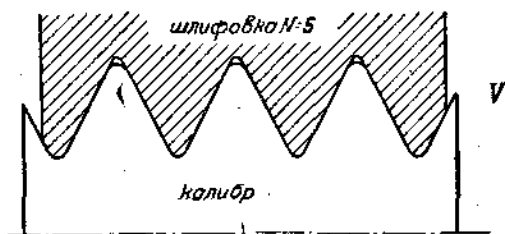
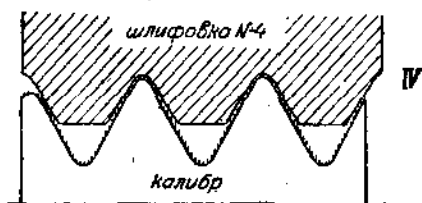
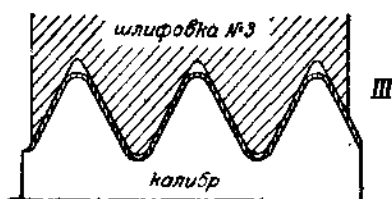
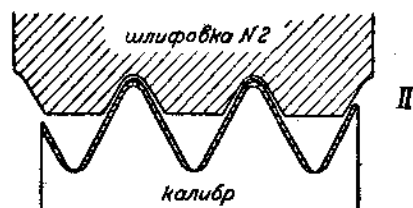
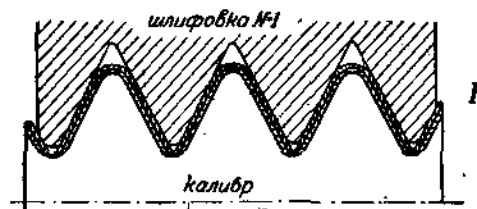


Рис. 425. Доводка калибра.

Шлифовка № 1 снимает верхнюю часть припуска, при чем она своими вершинами доходит до дна резьбы, не трогая наружного диаметра калибра. Это необходимо для того, чтобы в остающихся таким образом зазорах (рис. 425-I) могли помещаться отработанный и излишний наждак, а также масло, необходимое для постоянной смазки калибра.

Шлифовка № 2 (рис. 425-II) снимает припуск (0,02 мм) с наружного диаметра и делает закругление.

Таким образом первыми двумя шлифовками снимается половина всего припуска на доводку.

Третья шлифовка (рис. 425-III) снимает со среднего диаметра 0,015 мм и слегка касается внутреннего диаметра. Этой шлифовкой окончательно выводятся все неточности, получившиеся в резьбе калибра при закалке.

Шлифовкой № 4 (рис. 425-IV) снимают остатки припуска с наружного диаметра и отделяют закругления на вершинах.

Пятая, последняя шлифовка снимает припуск в 0,005 мм со среднего диаметра оставшийся после шлифовки № 3. Работа этой шлифовкой производится почти без наждака.

Во время доводки нужно следить за тем, чтобы калибр не нагревался. С особой тщательностью необходимо следить за этим при работе шлифовкой № 5. Для того, чтобы не получить скошенной резьбы («пьяной»), необходимо все шлифовки поворачивать, т.-е. наворачивать их на калибр то одним, то другим концом.

Порядок доводки резьбовых колец сходен с доводкой калибров. И в этом случае первая шлифовка снимает 0,02 — 0,03 мм с среднего диаметра. Кроме этого ей приходится выравнивать шаг нарезки кольца, изменение которого довольно часто имеет место при изготовлении резь-

бовых колец. Если окажется, что кольцо сильно растянуто, то приходится делать несколько шлифовок.

Шлифовка № 1 нарезается по шаблону, соответствующему большому количеству ниток на 1". Так, например, шлифовка для доводки кольца, диаметр которого есть $1\frac{1}{2}"$, нарезается по шаблону для 16 ниток. Нарезка шлифовки при этом продолжается до тех пор, пока на нее не будет навертываться кольцо.

Второй шлифовкой начерно доводится меньший диаметр кольца, и отделяются (также предварительно) радиусы закруглений.

Шлифовка № 3 снимает со среднего диаметра оставшийся после шлифовки № 1 припуск (0,02 мм) на среднем диаметре и окончательно устраняет все неточности в шаге кольца. После этой шлифовки угол нарезки (при резьбе Витворта — 55°) должен быть правилен.

Четвертая шлифовка доводит до точной меры меньший диаметр резьбы и окончательно отделяет радиусы закруглений при вершинах.

И, наконец, пятая шлифовка, так же как последняя шлифовка при доводке калибра, работает почти без наждака и заканчивает доводку кольца.

При доводке резьбовых калибров и колец больше всего отнимает времени выравнивание шага нарезки, изменившегося при закалке калибра. Величина этого изменения находится в зависимости от состава стали, из которой изготовляется данный калибр, и может быть определена заранее. Поэтому специальные станки, предназначенные для нарезки резьбовых калибров и метчиков, снабжаются приспособлением, изменяющим шаг нарезки настолько, что после закалки он будет или равен должному или очень близок к нему. Один из таких станков описан в главе XVI. Но и на обыкновенном токарном станке можно нарезать резьбовые калибры с учетом изменения шага их, получающегося при закалке.

Пусть, например, требуется нарезать резьбовой калибр 14 ниток на 1" на станке, ходовой винт которого имеет 8 ниток на 1". Опытами установлено, что сталь, из которой изготовляется калибр, при закалке дает усадку в 0,04 мм на 1" своей длины.

В виду этого шаг нарезки калибра до закалки необходимо сделать больше должного. Он должен быть равен:

$$\frac{25,4 + 0,04}{14} = \frac{25,44}{14}.$$

Шаг ходового винта будет $\frac{25,4}{8}$.

Определяем сменные шестерни (по 1-му правилу, см. глава XIII):

$$\text{П. Ч.} = \frac{25,44}{14} : \frac{25,4}{8} = \frac{25,44 \times 8}{14 \times 25,4} = \frac{6}{7} \times \frac{636}{635}.$$

Разлагая на множители (см. табл. 15), получаем

$$\text{П. Ч.} = \frac{4 \times 2 \times 2 \times 3 \times 53}{7 \times 5 \times 127} = \frac{48 \times 53}{35 \times 127}.$$

Следовательно, требуются специальные шестерни в 48 и 53 зубца.

На практике в большинстве случаев удается обходиться без специальных шестерен, подбирая имеющиеся. Так, если в рассматриваемом случае вместо дроби $\frac{636}{635}$ взять другую, близкую к ней, например $\frac{476}{475}$, то получим:

$$\text{П. Ч.} = \frac{4}{7} \times \frac{476}{475} = \frac{4 \times 2 \times 2 \times 7 \times 17}{7 \times 5 \times 5 \times 19} = \frac{16 \times 17}{25 \times 19}.$$

Берем шестерни

$$\frac{80 \times 25}{125 \times 95}.$$

Если мы проверим правильность подсчета шестерен в обоих случаях и сравним полученные результаты, то увидим, что изменение шага нарезки, которое получилось от замены дроби $\frac{636}{635}$ дробью $\frac{476}{475}$, очень мало и практического значения не имеет.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

Некоторые токарные работы.

§ 1. Чистовая отделка изделий на токарных станках.

Чистовую отделку на токарном станке следует производить лишь в тех случаях, когда нет возможности выполнить эту работу на шлифовальном станке. На рис. 426 показана первая операция по чистовой отделке на токарном станке —

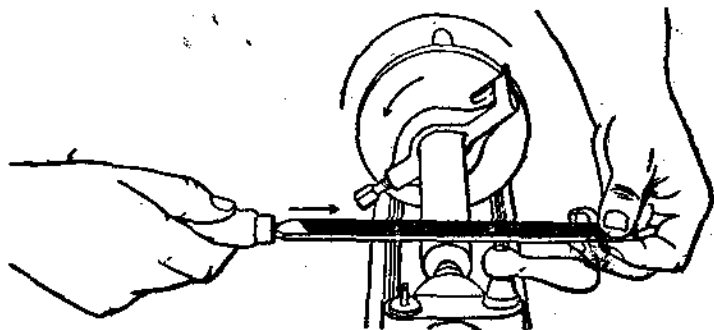


Рис. 426. Опиловка изделий на токарном станке.

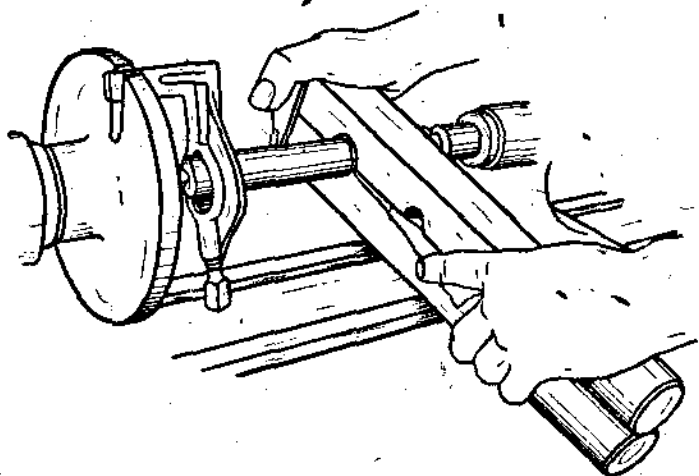


Рис. 427. Жимок для полировки.

о п и л о в к а. Не следует слишком сильно нажимать на напильник, так как вследствие этого стружки не будут вываливаться из насечек напильника и царапать изделие. Очень полезно натирать напильник мелом и возможно чаще чистить его стальной щеткой.

Следующая операция по отделке — это шлифовка. Шлифовка производится в большинстве случаев наждачной бумагой. Если перед шлифовкой изделие смазать маслом, то отделываемая поверхность получится более гладкой и блестящей. Вместо наждачной бумаги иногда пользуются наждачным порошком. Выточенная по размеру шлифуемого изделия чугунная или бронзовая втулка разрезается пополам, и полученные половинки закладываются в так называемый жимок или клещи (рис. 427). Обе половинки смазывают маслом и равномерно посыпают наждаком.

Иногда обходятся без разрезной втулки, как это и показано на рис. 427.

Опиловка и шлифовка изделий на токарных станках производятся при быстром вращении изделия. Поэтому нужно внимательно следить за тем, чтобы не заел задний центр, и постоянно смазывать его, проверяя время от времени, насколько туго он зажат. Туго зажимать центр при этих ручных работах нет никакой надобности.

§ 2. Изготовление центров и фланцев для патронов.

Изготовление центров и фланцев для патронов — две работы, которые токарю приходится делать для самого себя и по которым часто судят о его квалификации и отношении к работе. От того, насколько правильно и тщательно изготовлены центра и фланцы для патронов, в большой зависимости находится точность тех работ, которые впоследствии будут выполняться на данном токарном станке.

А. Изготовление центров.

Изготовление центра распадается на следующие операции: 1) отрезка материала, 2) первая центровка, 3) подрезка торцев, 4) вторая центровка, 5) обдирка хвоста, 6) пригонка его по конусу шпинделя, 7) обдирка конуса центра, 8) закалка, 9) шлифовка.

1) Отрезка материала на большинстве благоустроенных заводов производится в специальных отрезных мастерских, имеющих при складах стали. Но иногда производить ее приходится и самому токарю. Лучше всего отрезать материала сразу на 2 центра и разрезать их после шестой операции. Отрезка материала производится с выполнением всех правил, приведенных в главе XI этой книги. Отрезанная болванка имеет вид, показанный на рис. 428-1, при чем торцы этой болванки показаны преувеличенно неправильными.

2) На рис. 428-II показана зацентрованная болванка. Центровка производится обычным способом, в патроне. Центровочные сверла следует брать по таблице 13. В виду неправильности торцев центровые углубления также получаются неправильными.

3) Заготовка устанавливается на центра, и у ней подрезается сначала один торец, потом другой. Центровые углубления теперь правильны, но малы.

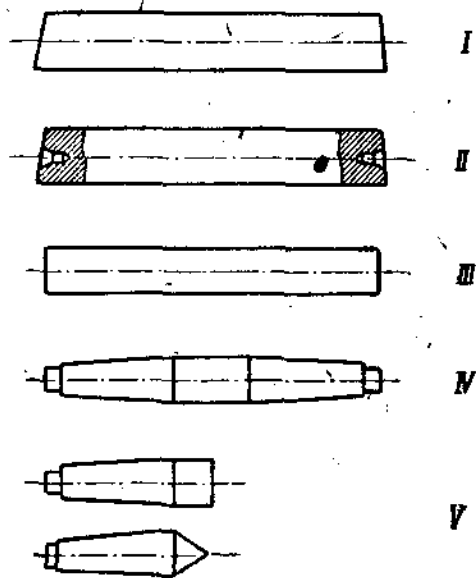


Рис. 428. Изготовление центра.

Если заготовка имеет большой припуск на обработку — следует теперь же ободрать ее (по цилиндру), оставив ее диаметр на 2 мм больше большого диаметра хвоста конуса (рис. 428-III).

4) Для увеличения центровых углублений следует снова процентровать заготовку тем же способом. При этом будет устранена и выработка центровых углублений, которая могла получиться при обдирке заготовки.

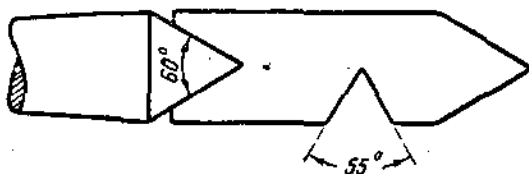


Рис. 429 Шаблон для проверки центров.

получается смещением задней бабки. После того как конуса ободраны, на концах их следует сделать предохранительные заточки (рис. 428-IV).

6) Теперь можно приступить к чистовой отделке хвостов и пригонке их по гнезду шпинделя. Раньше, чем начать эту пригонку, следует промерять конус шпинделя коническими калибрами. Если он окажется подходящим к одному из них, то чистовую отделку хвоста центра нужно вести по калибру, а не по шпинделю, и только самую последнюю пригонку сделать по гнезду в шпинделе. Делать это следует для того, чтобы не царапать гнезда шпинделя.

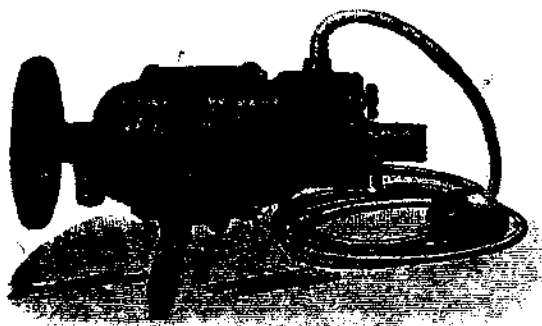


Рис. 430. Электрическая машинка для шлифовки центров.

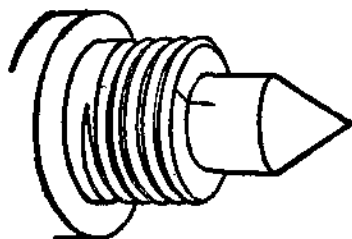


Рис. 431. Риска для отметки положения центра.

Пригонка хвоста центра к гнезду шпинделя должна быть произведена с наибольшей тщательностью и аккуратностью. Именно от этой операции будет в дальнейшем зависеть точность работы станка. Центр должен входить в гнездо совершенно плотно, без малейшей качки. Плотность пригонки устанавливается грубо по мелу, точнее — по краске.

7) Пригнанный таким образом центр вставляется в гнездо шпинделя передней бабки, и у него обрабатывается передний конус (60°). Если изготавливаются одновременно два центра — заготовка разрезается на две части перед этой операцией (рис. 428-V). Обработка конуса производится поворотом супорта. Чистовая отделка конуса производится или после закалки или до нее, в зависимости от того, имеется ли в мастерской шлифовальная машинка для центров (см. ниже). Если такой машинки нет, чистовая отделка центра производится до закалки, при помощи напильника и наждачной бумаги. Во время отделки правильность угла конуса центра проверяется шаблоном (рис. 429).

8) Закалка центра производится так же, как и закалка резцов, при чем закаливается только конус центра. Нагревать при этом следует также только конус центра.

9) Шлифовка закаленного центра производится при помощи электрической машинки (рис. 430), устанавливаемой в резцедержателе супорта. Правильность угла конуса центра проверяется тем же шаблоном (рис. 429). Во время шлифовки, под центр на станину следует подкладывать тряпку для защиты станины от наждачной пыли, получающейся при шлифовке. По окончании шлифовки центра на хвосте его (не закаленном) и торце шпинделя следует нанести риску так, как это показано на рис. 431. В дальнейшем установку центра следует производить по этой риске.

Б. Изготовление фланцев для патронов.

Фланцы для патронов (часто их называют «цапками») изготавливаются из чугунных отливок или болванок подходящих размеров.

Изготовление фланца состоит из следующих операций. Заготовка фланца зажимается в кулачках патрона так, как это показано на рис. 432-I, и у ней обтачивается наготово вся задняя сторона. Одновременно с этим подрезается и торец яблока фланца (7 на рис. 432-I), при чем на чистоту этой подрезки надо обращать особое внимание. После этого можно приступить к расточке и нарезке отверстия у фланца по шпинделю станка.

Резьба во фланце должна быть хорошо пригнана к нарезке шпинделя, но требовать особо точной пригонки надобности нет. Совершенно точно должны быть пригнаны центрирующие заточки 2 и 3 на рис. 432-II по поясам 4 и 5, имеющимся на конце шпинделя (рис. 432-III). У некоторых шпинделей имеется только одна такая заточка. Это облегчает пригонку фланца к шпинделю, но ухудшает плотность посадки его. Только благодаря этим заточкам невозможно боковое сдвигание фланца, а следовательно, и бой патрона, — даже и в том случае, если нарезка пригнана не очень плотно. Как бы туго ни завертывали патрон, фланец которого не имеет заточки (рис. 432-IV), а лишь упирается в заплечик, имеющийся на шпинделе, такой патрон будет смещаться вбок и бить.

Для проверки плотности пригонки центрирующих заточек отверстия во фланце к поясам шпинделя, патрон, в который закреплен обрабатываемый фланец, свертывается вместе с фланцем и последний, не вынимая из патрона, пробуют наворачивать на шпиндель, по которому он пригоняется.

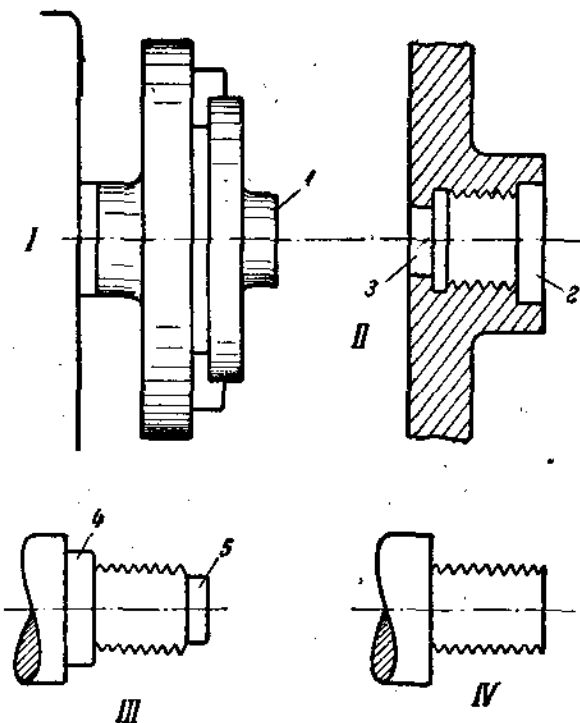


Рис. 432. Изготовление фланцев.

После того как эта пригонка закончена, фланец вынимают из патрона и, накрутив на шпиндель, приступают к обработке борта и передней поверхности его. Последнюю чистовую стружку следует проходить при небольшой подаче и глубине резания.

Центрирующая заточка фланца, входящая в выточку в патроне, должна быть сделана с таким расчетом, чтобы патрон можно было надеть на нее достаточно плотно, но без большого усилия. Высота этой заточки должна быть на 0,5 мм меньше глубины выточки в патроне.

Отверстия для болтов, прикрепляющих фланец к патрону, следует делать на 0,5—1 мм больше диаметра болтов, чтобы они не оказывали бокового давления.

§ 3. Особые случаи токарных работ.

В настоящем параграфе мы рассмотрим несколько примеров токарных работ, выполнение которых связано с применением специальных приемов.

А. Обработка эксцентричных изделий.

На рис. 433 показан пример часто встречающейся на практике обточки эксцентрикового валика. Сама по себе такая обточка ничем не отличается от обыкновенной работы в центрах. Центровых углублений на этом валике должно

быть сделано по два на каждом торце. Одна пара таких углублений служит для обработки поверхности 1 (рис. 433), а другая для обточки кольца 2. Разметка центров делается на разметочном столе, и только при массовом производстве эксцентриковых валиков — с помощью специальных приспособлений (кондукторов).

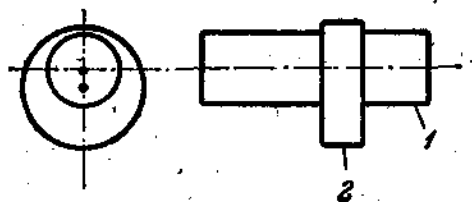


Рис. 433. Обточка эксцентрикового валика.

При обработке изделия, сходного с изображенным на рис. 433, всегда следует начинать с обточки эксцентрика. Обработав его наготово (или лучше сделав только обдирку), переставляют вал на основные центры и производят обточку его шеек. Если обработку вести в обратном порядке, то эксцентрик придется обтачивать медленнее, так как обточенный валик будет тоньше, чем в первом случае (неободранного валика), а это увеличивает возможность дрожания. Прибегнуть к помощи обыкновенных люнетов в данном случае нельзя.



Рис. 434. Обточка коленчатого вала.

Если расстояние между осями вала и эксцентрика настолько велико, что центр для обточки эксцентрика лежит вне торца вала — пользуются так называемыми бугелями.

На рис. 434 показан способ закрепления коленчатого вала при обточке его шатунных шеек. На этом рисунке цифрами 1—1 обозначены бугеля, на которых нанесены центра шатунной шейки. Распорки 2—2 служат для того, чтобы предупредить искривление вала, которое возможно при установке вала в центрах станка.

Б. Обработка некруглых предметов.

Один из способов обработки некруглых изделий представлен на рис. 435. Обрабатываемое изделие 1 насаживается на оправку 2, которая устанавливается в центрах станка обычным способом. На эту же оправку, слева от изделия, намертво посажена фасонная шайба 3, форма которой соответствует очертаниям обрабатываемого изделия. К поперечному суппорту привертывается небольшой кронштейн 4, на конце которого имеется ролик 5. Винт поперечного суппорта вынимается. Под действием сильной пружины 6 ролик прижимается к шайбе 3. Пружину эту заменяют иногда грузом.

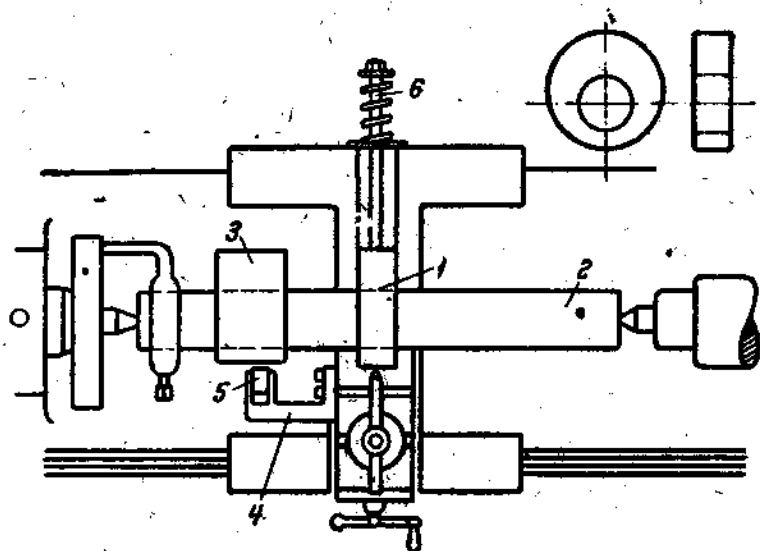


Рис. 435. Обработка некруглого изделия.

Во время работы станка поперечный суппорт то приближается к центру, то удаляется от него, и резец обрабатывает изделие требующейся формы. Ширина шайбы 3 должна быть больше ширины обрабатываемого изделия. Вся обработка может производиться при автоматической продольной подаче.

В. Обточка шаров.

Обточка шаров больших диаметров производится на токарном станке следующим образом. В обыкновенный четырехкулачковый патрон 1 (рис. 436) зажимается кольцо 2, диаметр которого меньше диаметра обрабатываемого шара. После того как шар установлен на станке, как это показано на рис. 436, у него протачивается по среднему диаметру неглубокая канавка. Затем шар поворачивают на 90° и обтачивают правую половину его, пользуясь дном проточенной канавки, как резкой (при разметке). Точно таким же способом обдирается вторая половина шара.

Редко удается закончить обработку шара после этой операции. В большинстве случаев он оказывается еще неверным и всю обработку приходится

начинать снова (с проточки канавки). Канавку, при этом, следует протачивать в другом месте шара.

Чистовая обточка шаров делается иногда так. В патрон станка закрепляется стальное закаленное кольцо 1 (рис. 437) с острыми кромками. Второе такое же кольцо 2 прижимается к шару центром 3; закрепленное в резцедержателе супорта кольцо 2 меньше кольца 1. Во время работы станка шар вращается

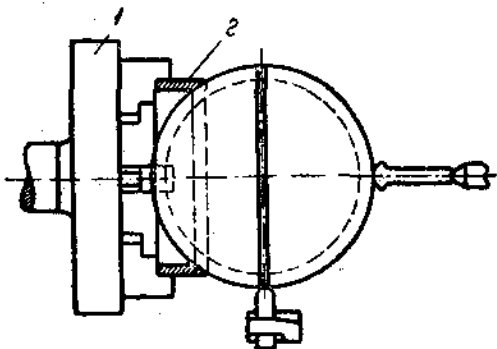


Рис. 436. Обдирка шара.

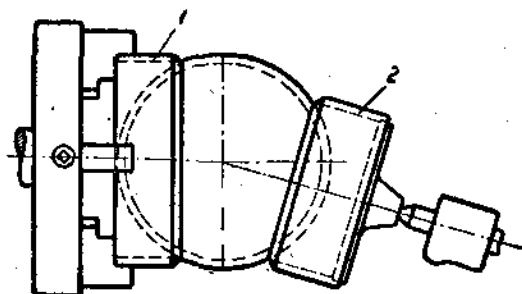


Рис. 437. Чистовая отделка шара.

вместе со шпинделем и, кроме того, вследствие разницы диаметров колец 1 и 2 вращается сам собой в плоскости, проходящей через линию центров станка. Режущие кромки колец 1 и 2 снимают при этом тонкую стружку и сообщают шару правильную форму.

Г. Обточка овалов.

На рис. 438 показано приспособление для обточки овалов. Устройство его сводится к следующему. Обрабатываемое изделие 1 (рис. 438-1) закрепляется

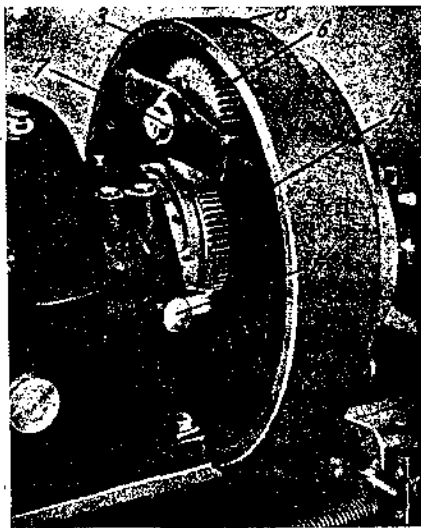
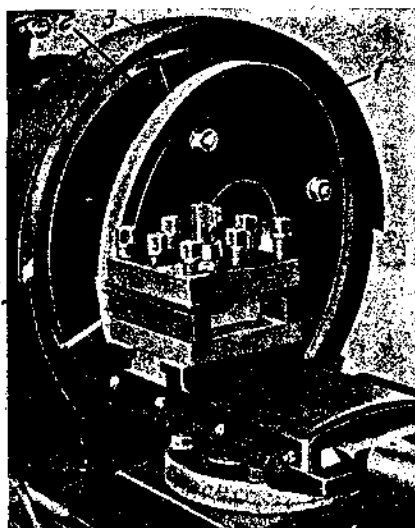


Рис. 438. Обработка овалов.

на диске 2. Диск этот имеет выступ в форме ласточкина хвоста, который входит в соответствующую выемку в планшайбе 3. Справа от переднего подшипника

имеется шестерня 4 (рис. 436-11), которая может быть или неподвижной, что достигается застопориванием ее посредством рычага 5, или вращаться вместе с шпинделем (при выключенном рычаге 5). С этой шестерней находится в постоянном зацеплении равная ей шестерня 6.

Если шестерня 4 застопорена, то при вращении планшайбы 3 шестерня 6 также вращается около своей оси 7. При этом, в то время, как планшайба сделает один оборот, шестерня 6 сделает также один оборот. Это вращение шестерени 6 посредством простого механизма, скрытого внутри планшайбы, преобразуется в поступательное движение диска 2. Таким образом во время работы станка диск 2, кроме рабочего вращения, имеет поступательное движение, то приближаясь к резцу, то удаляясь от него, в результате чего и получается овальная поверхность обрабатываемого изделия.

Если шестерню 4 соединить со шпинделем, то шестерня 6 вращаться около своей оси не будет. Диск 2 вследствие этого не будет перемещаться, и мы будем иметь обыкновенное круглое точение.

Поворачивая ключом болт 8, можно изменять величину овальности.

Д. Обточка длинных и тонких изделий.

Обточка длинных и тонких изделий связана с большими затруднениями, вследствие их гибкости. Поэтому при обточке таких изделий прибегают к помощи специальных приспособлений, одно из которых представлено на рис. 439. В рез-

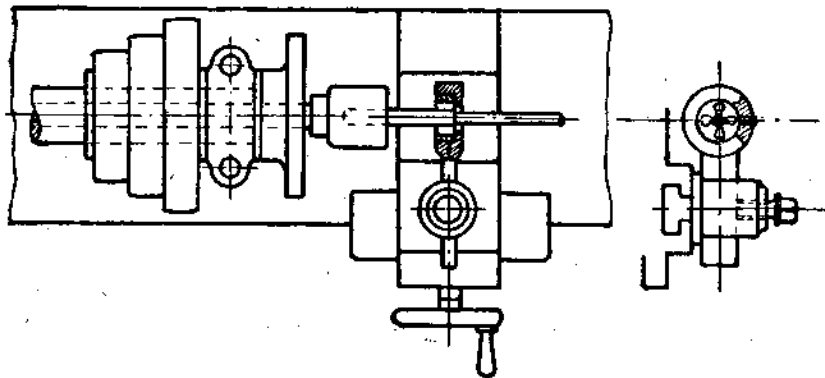


Рис. 439. Обточка длинных и тонких валов.

цовую державку 7 вставляется круглая плашка 2, заменяющая собой резец. Державка эта устанавливается на супорте так, чтобы ось отверстия в плашке совпала с центральной линией станка. После того как один конец валика (правый) заострен настолько, что может входить в плашку 2, пускают станок в ход. Плашка обхватывает валик со всех сторон и обтачивает его, не изгибая. Автоматическая подача при этом должна быть несколько больше шага плашки, иначе на валике получится нарезка.

§ 4. Работа по копирам.

При обработке изделий с сложными очертаниями полезно применять так называемые копировальные приспособления. Простейшим копировальным приспособлением является конусная линейка, применяющаяся при обработке конусов, устройство и работа которой нами уже разобраны в главе XII. Совершенно понятно, что, заменяя прямую линейку криволинейной, можно получать изделия сложных очертаний.

На рис. 440 представлено простое приспособление для обработки сферической головки автомобильного поршня. Приспособление это устроено и работает следующим образом. На станине станка неподвижно закреплена поперечина 7. На этой поперечине установлена копировальная линейка 2. К поперечным салазкам

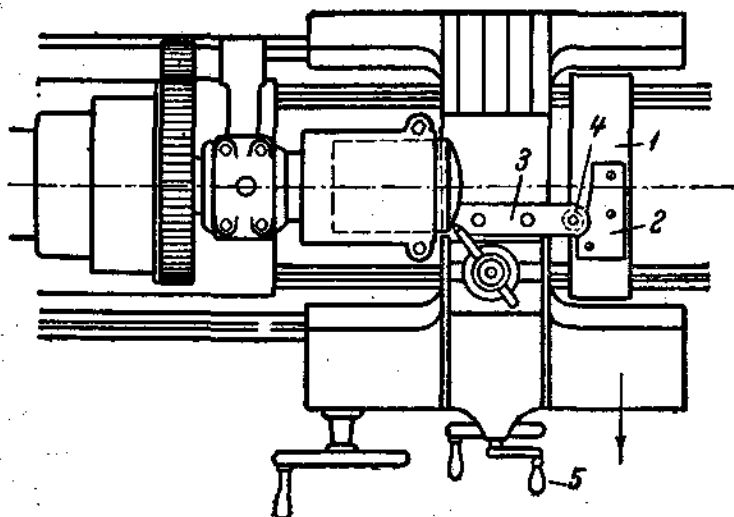


Рис. 440. Обработка по копиру автомобильного поршня.



Рис. 441. Обработка по копиру выпуклой головки поршня двигателем Дизеля.

кам супорта привернута планка 3, в правом конце которой имеется ролик 4, опирающийся на копировальную линейку. На рис. 440 видно, что если мы будем, вращая рукоятку 5, перемещать поперечные салазки супорта в направлении, указанном на рисунке стрелкой, то весь супорт будет перемещаться влево, и резец обточит головку поршня по сфере. Недостаток этого приспособления состоит в том, что ролик опирается на копировальную линейку только одной стороной. Поэтому

во время работы станка резец затягивает в материал, вследствие чего поверхность изделия получается негладкой.

Этого недостатка не имеет копировальное приспособление, показанное на рис. 441 и предназначенное для обработки головок поршней двигателей Дизеля. В этом случае направляющий ролик ходит в канавке, прорезанной в плите 7. Затягивание резца в материал, благодаря этой канавке, в этом случае не может иметь места. Плита 7 установлена на суппорте. Винт верхних поперечных салазок вынут. Обточка поршня производится при автоматической подаче нижних поперечных салазок супорта.

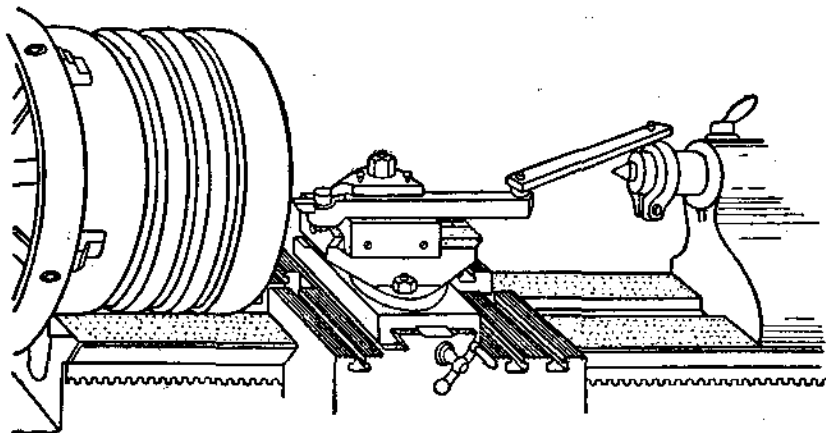


Рис. 442. Обработка по копиру вогнутой головки поршня двигателем Дизеля.

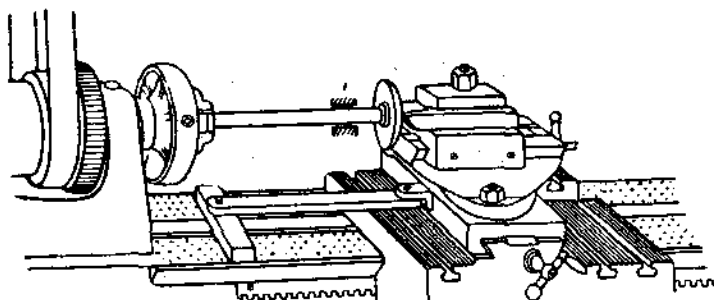


Рис. 443. Обработка по копиру головки клапана.

На рис. 442 показано простейшее приспособление, с помощью которого производится обработка вогнутой сферической поверхности головки поршня двигателя Дизеля.

Для обработки выпуклой сферической поверхности служит также несложное приспособление, показанное на рис. 443, на котором цифрой 7 условно обозначен люнет (на рисунке не показан).

Разобраться в устройстве и работе двух последних приспособлений мы предоставляем читателю.

§ 5. Работы, выполняемые на токарном станке, ему не свойственные.

Кроме своего прямого назначения, токарные станки часто используются для выполнения разнообразных работ, по существу своему не токарных.

Некоторые из таких работ будут разобраны в этом параграфе.

А. Накатка.

На рис. 444 показано накатывание валика, которое состоит в том, что два ролика катятся по обрабатываемому валику и выдавливают на нем сетчатый узор. В зависимости от насечки на роликах накатка получается крупная, средняя или мелкая (рис. 445). Универсальная накатка представлена на рис. 446. Три разных пары роликов дают возможность делать разные насечки на изделиях.

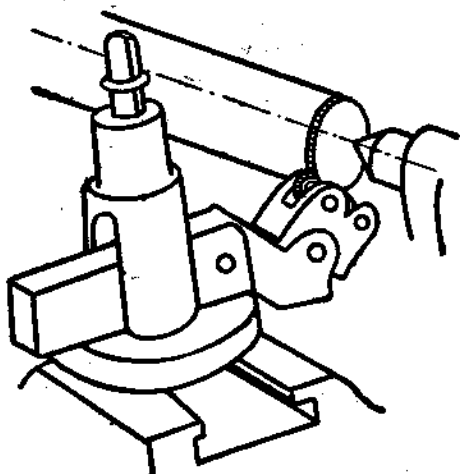


Рис. 444. Накатывание.

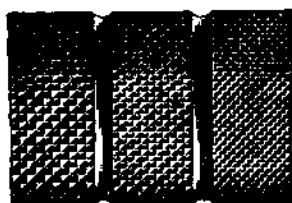


Рис. 445. Образец накатки.

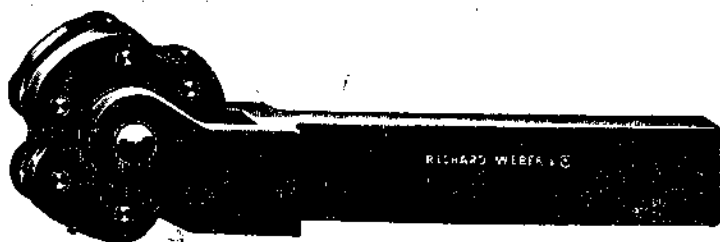


Рис. 446. Накатка.

Накатка производится при медленном вращении изделия и получается чистой и ровной, если во время работы на накатываемое место время от времени поливать масла.

На рис. 447 представлена накатка, имеющая назначение прямо противоположное основному назначению обыкновенной накатки. Рифленные ролики заменены в этом случае одним гладким хорошо закаленным роликом. Правильнее было бы назвать этот инструмент не накаткой, а «закаткой», потому что, работая им как обыкновенной накаткой, можно получать очень гладкие, блестящие поверхности. Следы чистового резца при этом сглаживаются, «закатываются».

Работа такой накаткой должна производиться при обильной поливке ее какой-либо охлаждающей жидкостью (например, мыльной эмульсией).

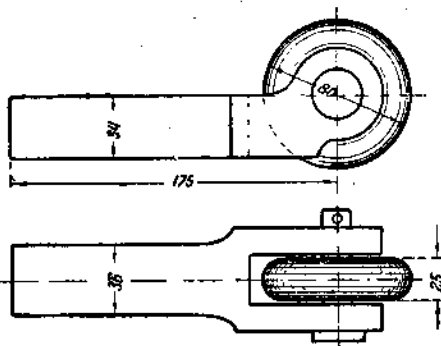


Рис. 447. Гладкая накатка.

Б. Правка валов и винтов.

Правка погнувшихся трансмиссионных валов, валов контрприводов, ходовых винтов разных станков и вообще длинных, но тонких предметов производится обыкновенно следующим образом: вращая вал, подлежащий правке и поставленный в центра токарного станка, определяют место и направление боя вала. Затем ломом (рис. 448) или каким-либо другим рычагом, точкой опоры которого служит деревяжка, положенная на супорт станка, выпрямляют вал.

Способ этот имеет целый ряд очевидных недостатков. Если вал зажать в центрах станка слабо, то при первом же нажиме рычага вал вырвется из центров. Если же вал зажать в центрах туго, то при выпрямлении его расстояние между торцами его часто весьма значительно увеличивается, так что при таком способе правки обоим шпинделям станка (передней и задней бабок) приходится воспринимать и боковую и осевую нагрузки, иногда превышающие допускаемые. Рычаг, которым производится правка, имеет точкой опоры супорт, что, конечно, также не полезно для станка. И, наконец, сам рычаг очень часто оказывается слишком слабым и плохо чувствительным инструментом. Гораздо целесообразнее, поэтому, правку валов и винтов на токарных станках производить с помощью специального пресса, показанного на рис. 449.

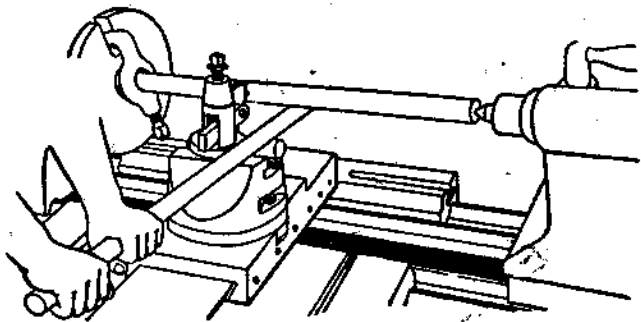


Рис. 448. Правка вала.

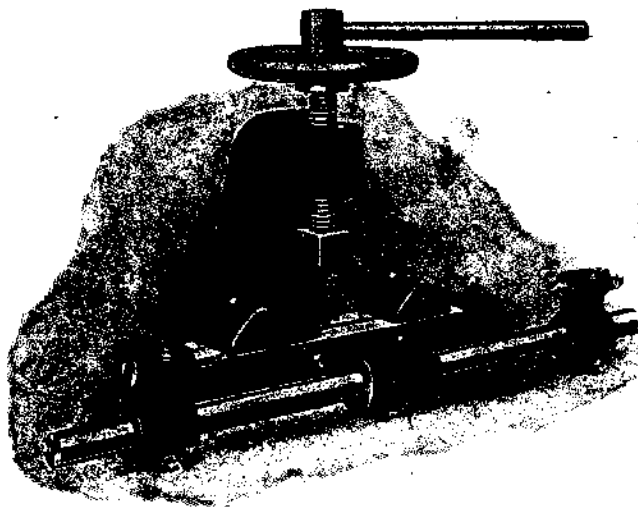


Рис. 449. Пресс для правки валов.

Определив обычным способом место и направление боя, выправляем его при помощи этого пресса. Проверка недлинных валов и винтов производится в центрах двух бабок, имеющихся у пресса.

Производить правку валов на новых и точных токарных станках ни в каком случае не следует, а использовать для этого старые и разбитые станки, имеющиеся в каждой мастерской.

В. Навивка пружин.

Навивка пружин на токарном станке производится следующим образом. В патрон станка зажимается стальной стержень и протачивается. Диаметр этого стержня-оправки должен быть немного меньше внутреннего диаметра пружины,

так как последняя, снятая со стержня, несколько распускается, и диаметр ее увеличивается. Очень трудно установить заранее, насколько изменит свои размеры пружина после того, как она будет снята с оправки (и еще раз изменит их после закалки). Диаметр стержня поэтому определяется обыкновенно опытом.

После того как стержень проточен, конец проволоки вводится в отверстие, просверленное в оправке перед проточкой, и станок пускается в ход.

Заданное чертежом число витков пружины (или ее шаг) получаются так же, как при обыкновенной нарезке — подбором шестерен. Для получения необходимого при навивке пружин натяжения проволока пропускается между двумя планками твердого дерева, зажатými в резцедержателе супорта. После навивки пружины на всю длину оправки пружину отрезают ножовкой в двух местах, у начала и у конца, и снимают с оправки.

Навивка пружин, работающих на растяжение (с плотно соприкасающимися витками), производится точно таким же образом, но супорт станка перемещается не автоматически, а вручную.

Г. Фрезерные работы.

В небольших механических мастерских, не располагающих полным набором станков, очень полезно снабжать токарные станки несложными приспособлениями, расширяющими круг работ, на них выполняемых.

Пример такого приспособления — вертикальные поворотные тиски — представлены на рис. 450. Тиски эти устанавливаются на месте временно снятого супорта. Закрепляя в шпиндель станка фрезер, мы сможем производить на токарном станке разнообразные фрезерные работы.

На рис. 450-I показана фрезеровка в валике шпоночной канавки, на рис. 450-II — фрезеровка

рис. 450-III — отрезка материала.

Кроме этих работ, при помощи других приспособлений на токарных станках можно производить и более сложные фрезерные работы, например, нарезку зубчатых колес.

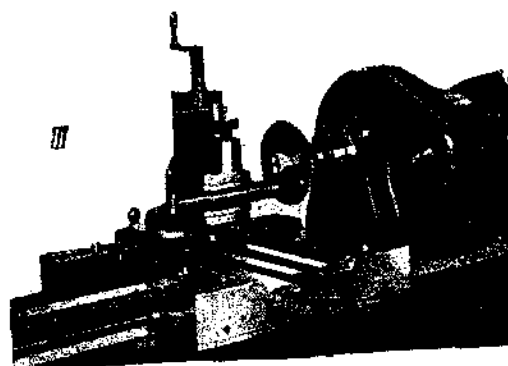
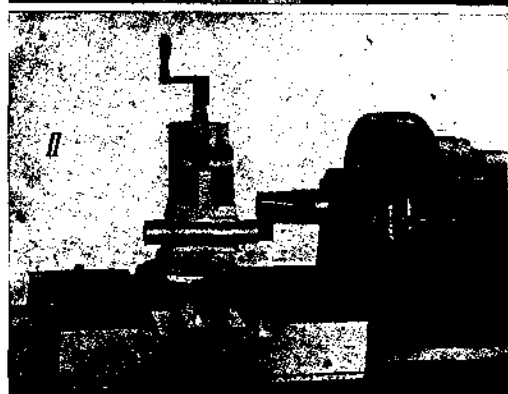
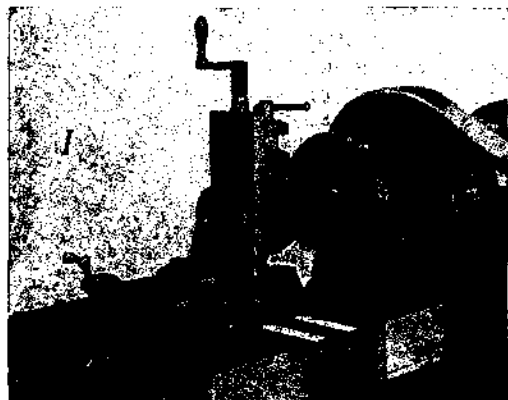


Рис. 450. Фрезеровка на токарном станке.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

Специальные токарные станки.

В этой главе мы рассмотрим несколько типов токарных станков, отличающихся от обыкновенных устройством некоторых отдельных механизмов и предназначенных для вполне определенных работ. Такие станки называются специальными.

§ 1. Станки для задней заточки.

Представленный на рис. 451 фрезер отличается от обыкновенных фрез тем, что затылки зубцов его очерчены некоторой кривой линией, а не прямой, как это мы видим у обыкновенных фрез (рис. 452). Такое очертание зубца фрезы делается для того, чтобы профиль ее не изменялся при переточке.

Прямолинейные затылки зубцов обыкновенных фрез обрабатываются на фрезерном, а криволинейные (рис. 451) — на специальном токарном станке. Эти фрезера называются фрезерами с задней заточкой зуба, а станки, предназначенные для обработки их, носят название станков для задней заточки.

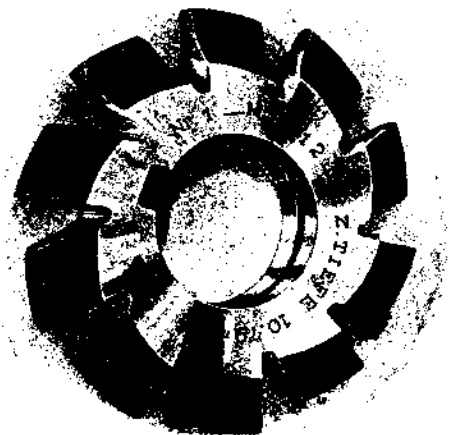


Рис. 451. Диск фрезера с задней заточкой.

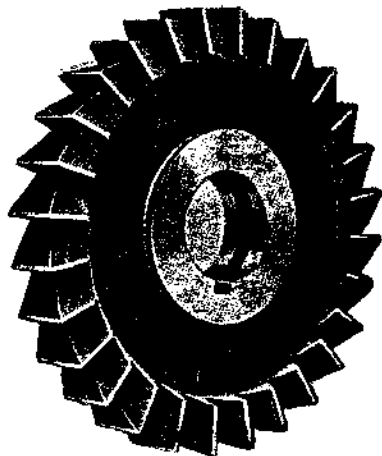


Рис. 452. Обыкновенный диск фрезера.

Сущность задней заточки сводится к следующему. Обрабатываемая фреза, у которой профрезерованы канавки, образующие зубцы, надевается на оправку и ставится в центра станка. В резцедержатель супорта закрепляется фигурный резец, профиль которого соответствует профилю обрабатываемой фрезы. Фрезе сообщается вращательное движение, а резец то приближается, то удаляется от центральной линии станка, при чем совершает эти колебания за один оборот фрезы столько раз сколько зубцов имеет фреза. Во время этих колебательных движений резец медленно движется вперед, пока снимает затылок зуба, и быстро отходит назад, как только против него оказывается канавка фрезы (между зубцами). Скорость перемещения резца вперед выбирается таким образом, чтобы по окончании обработки фрезы затылки зубцов ее имели требующиеся очертания. Величина хода супорта обуславливается высотой падения зуба фрезы (падением зуба назы-

вается размер 1, (рис. 453). Падение зуба определяется выбранным задним углом, его заточки и находится в зависимости от числа зубцов и диаметра фрезы.

Не следует думать, что резец снимает весь затылок зуба сразу, с одной стружки. В действительности резец снимает сначала лишь небольшую часть затылка у задней кромки зуба. Затем он продвигается ближе к центру фрезы и снимает следующий слой материала и т. д. Обработка затылков фрез с задней заточкой показана (схематически) на рис. 454. При обточке затылков зубцов дисковых фрез (рис. 451) продольный супорт станка неподвижен и имеет колебательные движения только верхняя часть супорта. При задней заточке зубцов червячных фрез (рис. 455) перемещается, кроме того, весь супорт вдоль станка, при чем скорость его перемещения находится в зависимости от шага спирали, образующей зубцы фрезы.

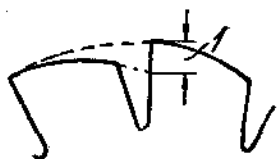


Рис. 453. Профиль зуба с задней заточкой.

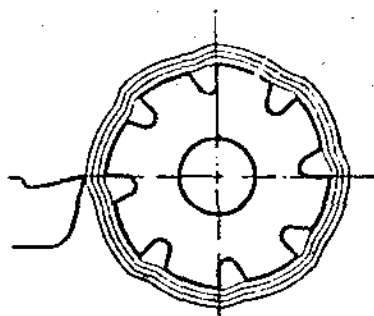
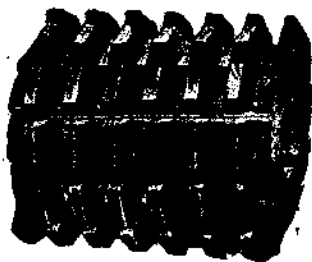


Рис. 454. Схема обработки зубцов с задней заточкой.

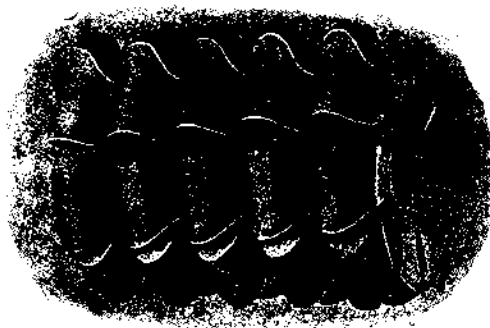


Рис. 455. Червячные фрезера.

Для выполнения задней заточки строятся специальные станки. Один из таких станков, построенный фирмой «Рейнекер» в Германии, представлен на рис. 456. Станок этот отличается от обыкновенных токарных станков прежде всего устройством супорта, разрез которого показан на рис. 457.

Этот супорт состоит из обыкновенного крестового супорта 1 (рис. 456 и 457), установленного на доске 2. Доска 2 может двигаться по направляющим вперед и назад. Для осуществления этого движения на доске, сзади крестового супорта, укреплен ролик 3 (рис. 457), который прижимается к вращающейся кулачной шайбе 4 двумя спиральными пружинами 7, вставленными в два углубления 6 плиты 5.

В переднюю стенку доски 2 завернуты два болта 8, которые своими концами входят в углубления 6 и через шайбы 9 упираются в пружины 7. Таким образом пружины 7, нажимая на болты 8, все время оттягивают доску 2 в сторону рабочего и держат ролик 3 прижатым к кулачной шайбе 4.

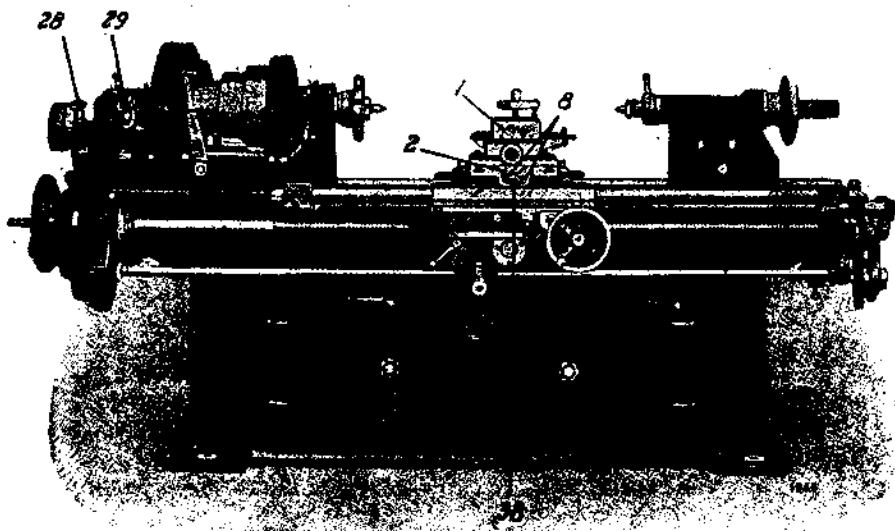


Рис. 456. Общий вид станка для задней заточки.

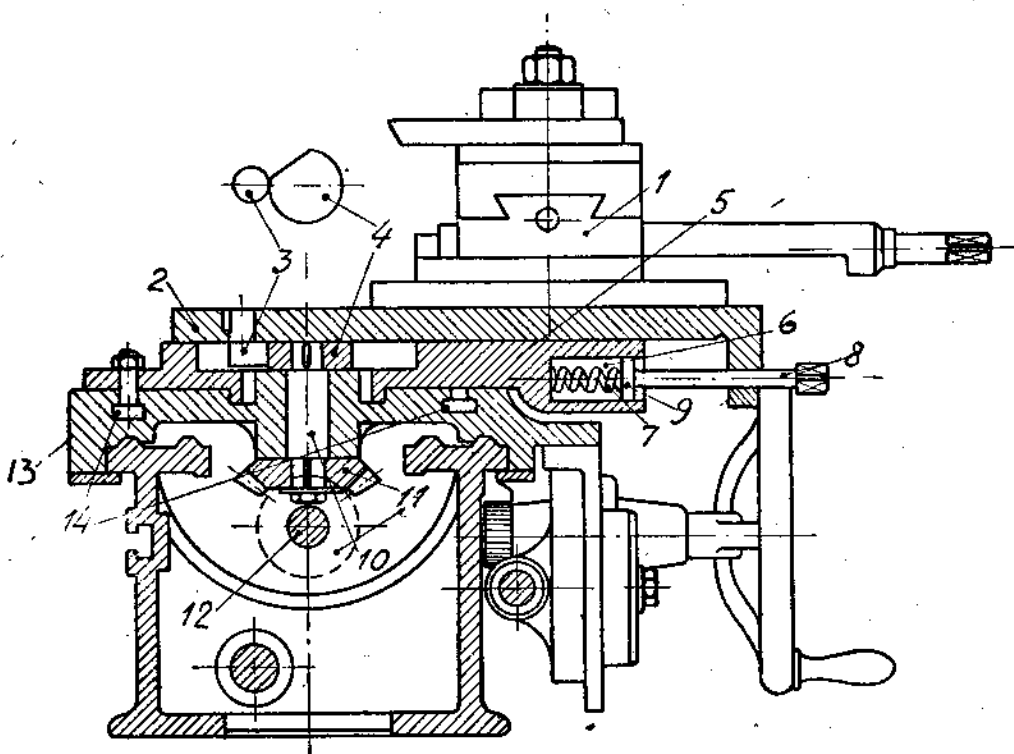


Рис. 457. Разрез супорта станка для задней заточки.

Для превращения супорта в обычный токарный служит винт 38 (рис. 456), который связывает доску супорта 2 (рис. 457) с нижней частью 5 супорта. Вращая винт 38 (ввертывая его), мы оттягиваем доску 2 назад (на рис. 457—влево) и таким образом выводим ролик 3 из соприкосновения с кулачной шайбой 4. При настройке станка для задней заточки винт 38 нужно вывернуть настолько, чтобы он не мешал колебательному движению супорта.

Для целого ряда работ, как мы увидим дальше, необходимо, чтобы доска 2 могла двигаться под углом к оси станка. Это достигается тем, что доска 2 может быть повернута вокруг валика 10. Благодаря тому, что ось вращения доски 2 совпадает с осью вращения кулачной шайбы 4, доска 2 может быть повернута на любой угол без нарушения взаимодействия частей. После того, как положение доски 2 установлено — закрепляют плиту 5 при помощи болтов, головки которых входят в круговой паз 14.

Как уже было сказано, супорт получает свое движение взад и вперед посредством кулачной шайбы 4 (рис. 457), которая насажена на валик 10. Валик 10, посредством пары конических шестерен 11, получает вращение от вала 12 (рис. 457, делительный валик).

На рис. 458 показан схематический разрез станка. Как видно из этого рисунка, валик 1 и связанная с ним кулачная шайба 2¹⁾ получают вращение посредством пары конических шестерен, имеющих одинаковые числа зубцов. Одна из этих шестерен сидит на валу 4 (делительный валик), в котором профрезерована шпоночная канавка²⁾. Таким образом эта шестерня, вращаясь, может передвигаться вдоль вала и следовать за продольным движением супорта. Делительный валик 4 получает вращение посредством сменных шестерен 5, 6, 7 и 8 от валика 32, связанного посредством специального механизма (так называемого дифференциала, описание которого дается ниже) с дифференциальным валиком 9. Валик 9, в свою очередь, получает вращение от ступенчатого шкива станка посредством шестерен 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и 18.

Продольные перемещения супорта получаются при помощи ходового винта, не показанного на рис. 457.

Передача движения ходовому винту производится следующим образом. Передаточные шестерни 15 и 16 сидят свободно на пустотелом валике 19. Стержень 20 имеет шпоночный выступ. Выдвигая стержень 20, указанный выступ мы вдвигаем в шпоночную канавку одной из шестерен (15 или 16) и тем заклиниваем одну из них на валике 19. Шестерни 15 и 16 находятся в постоянном зацеплении с шестернями 17 и 18. Шестерня 18 соединена непосредственно со ступенчатым шкивом, шестерня 17 заклиниена на шпинделе станка. В то время, когда стержень 20 поставлен в такое положение, что с валиком 19 сцеплена шестерня 18 — валик этот получает вращение непосредственно от ступенчатого шкива. Если же с валиком 19 сцеплена шестерня 16, то валик 19 получает вращение от шпинделя станка. Валик 19 посредством постоянных колес 21, 22, 23 и сменных колес 24, 25, 26 и 27 передает вращение ходовому винту. Для изменения направления вращения ходового винта и валика 9 служат два трензеля 28 и 29 (рис. 456), устроенные обычным образом.

При задней заточке дисковой фрезы дело обстоит довольно просто: супорт стоит на месте, а резец совершает колебательные движения, при чем делает их за 1 оборот столько, сколько у фрезы зубцов. Несколько сложнее процесс задней заточки зубцов червячных фрез. У таких фрез канавки, образующие зубцы, представляют собой часть винтовой линии с очень большим шагом (рис. 459). При обработке затылков зубцов червячных фрез резец должен делать колебательные движения и, кроме того, следовать за винтовой линией,

¹⁾ На рис. 457 этот валик обозначен цифрой 10, а кулачная шайба цифрой 4.

²⁾ На рис. 457 этот валик обозначен цифрой 12.

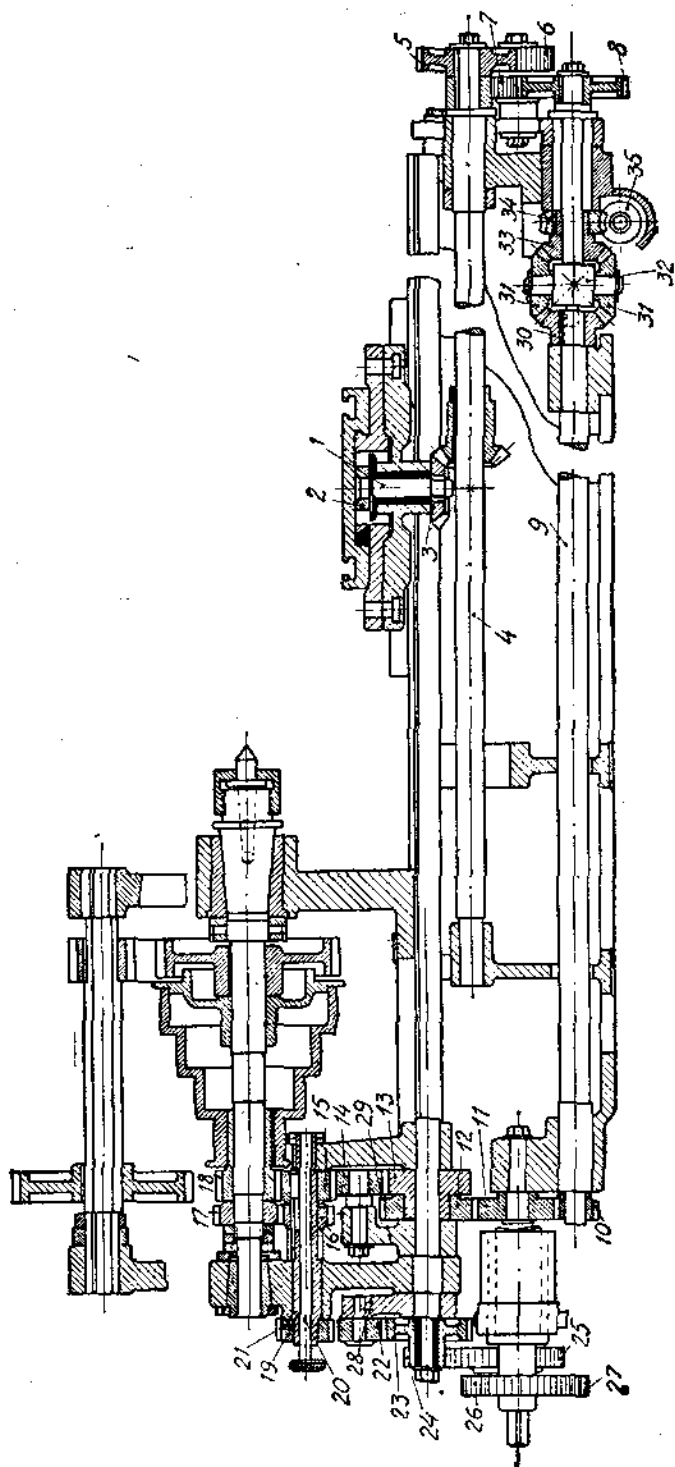


Рис. 458. Разрез станка для вальной заточки.

по которой были нарезаны зубцы фрезы. Таким образом супорту нужно сообщить еще продольную подачу. Подача эта на один оборот фрезы должна быть равна шагу винтовой линии, по которой расположены зубцы.

Посмотрим, что должно происходить вследствие того, что канавки фрезы профрезерованы не по прямой линии, а по спирали. На рис. 459 схематически начерчена червячная фреза, при чем линиями 1—1 показаны спирально-профрезерованные канавки.

При задней заточке резец в начале каждого своего движения должен приходить в соприкосновение с соответственно одинаковыми точками всех зубцов.

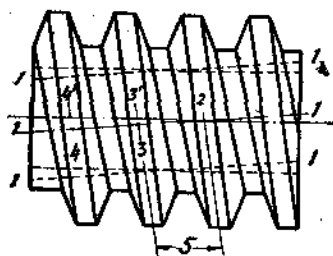


Рис. 459. Схема расположения спиральных канавок на червячном фрезере.

Если, например, с первым зубцом в начале хода вперед резец соприкасался как раз у режущей кромки, то и со всеми последующими зубцами соприкосновение резца должно произойти тоже у режущей кромки, иначе резец наскочит на зубцы и будет сломан. Если резец соприкасался с началом зубца в точке 2 (рис. 459), то через один оборот при спиральных канавках он должен притти в соприкосновение с соответствующим зубцом в точке 3 (супорт за это время передвинулся в продольном направлении на величину S), еще через один оборот — в точке 4 и т. д. Если же число колебательных движений резца рассчитано без учета их наклона по спирали, то через один оборот фрезы резец врежется в зубец в точке 3', еще через один оборот — в точке 4' и т. д., т. е. произойдет отставание колебательных движений супорта. Таким образом необходимо ускорить колебательные движения супорта, для чего служит механизм, называемый дифференциалом.

Дифференциал этот устроен следующим образом. На правом конце валика 9 (рис. 458) посажена на шпонке шестерня 30. Эта шестерня сцеплена с парой таких же конических зубчаток 31, которые сидят на цапфах валика 32. Конические шестерни 31 сцепляются в свою очередь с конической шестерней 33, свободно сидящей на валике 32. На втулке шестеренки 33 насажено на шпонке червячное колесо 34, которое может быть приведено в медленное вращение посредством червяка 35. Червяк 35 связан коническими и сменными шестернями с ходовым винтом.

Если мы заставим валик 9 (а следовательно и шестерню 30) вращаться с некоторой скоростью и одновременно с этим будем иметь (посредством червячной передачи 35, 34) вращение шестерни 33, то валик 32 также будет вращаться (благодаря шестерням 31 и 31').

Скорость вращения валика 32 может быть определена по следующей простой формуле:¹⁾

$$c = \frac{a+b}{2} \quad \text{или} \quad c = \frac{a}{2} + \frac{b}{2} \dots \dots \dots (1)$$

В этой формуле:

- c — число оборотов валика 32,
- a — число оборотов шестерни 30,
- b — число оборотов шестерни 33.

В пояснение написанной формулы приведем несколько примеров.

¹⁾ Формулу эту мы приводим без выводов и объяснений, отсылая интересующихся к другим курсам. Хорошее описание дифференциала можно найти в книгах об автомобилях.

П р и м е р 1. Пусть число оборотов колеса 30 $a = 20$. Колесо 33 принимаем неподвижным, т.-е. число его оборотов $b = 0$. Тогда число оборотов валика 32 будет равно:

$$c = \frac{20 + 0}{2} = 10 \text{ оборотов,}$$

т.-е. при неподвижном колесе 33 дифференциал замедляет вращение в 2 раза.

П р и м е р 2. Число оборотов колеса 30 $a = 20$, число оборотов колеса 33 $b = 4$ и направлено в ту же сторону, что и колеса 30. Тогда число оборотов валика 32 равно:

$$c = \frac{20 + 4}{2} = 10 + \frac{4}{2} = 10 + 2 = 12 \text{ оборотов.}$$

П р и м е р 3. Число оборотов колеса 30 $a = 20$, число оборотов колеса 33 $b = 4$ и направлено в сторону, противоположную вращению колеса 30, тогда число оборотов валика 32 равно:

$$c = \frac{20 - 4}{2} = 10 - \frac{4}{2} = 10 - 2 = 8 \text{ оборотов.}$$

Таким образом в зависимости от направления вращения колеса 33 мы получаем или увеличение или уменьшение того числа оборотов, которое валик 32 получает от валика 9. Это ускорение или замедление будет равно половине того числа оборотов, которое мы сообщим колесу 33.

Подсчет сменных шестерен для задней заточки может быть расчленен следующим образом:

- 1) Подсчет сменных шестерен к ходовому винту.
- 2) Подсчет сменных шестерен от валика 32 (рис. 458) к делительному валику 4.
- 3) Подсчет сменных шестерен от ходового винта к червяку дифференциала.

1) Подсчет сменных шестерен к ходовому винту.

Этот подсчет ничем не отличается от подсчета сменных шестерен при нарезке резьбы на обыкновенном токарном станке. Необходимо, конечно, принять во внимание все постоянные шестерни (их передаточное число).

2) Подсчет сменных шестерен от валика 32 к делительному.

За один оборот фрезы супорт должен сделать столько движений взад и вперед, сколько у фрезы зубцов, а так как число ходов супорта равно числу оборотов делительного валика (шестерни 3, как сказано выше, одинаковы), то значит, что за один оборот фрезы делительный валик 4 должен сделать столько оборотов, сколько у фрезы зубцов.

Посмотрим теперь, какое постоянное передаточное число от ступенчатого шкива до сменных колес валика 32 данного станка. Передаточное число постоянных шестерен 18, 15, 14, 13, 12, 11, 10 равно $5 : 4$, т.-е. за один оборот ступенчатого шкива дифференциальный валик 9 сделает $\frac{5}{4}$ оборота.

Таким образом, когда станок работает без перебора (шпиндель и ступенчатый шкив вращаются с одинаковой скоростью)—за один оборот шпинделя валик 9 сделает $\frac{5}{4}$ оборота.

Если работа производится с включенным перебором, передаточное число которого есть $\frac{1}{16}$, то в то время, когда шкив станка сделает 16 оборотов—

шпиндель делает один оборот, а поэтому число оборотов валика 9, приходящихся на один оборот шпинделя, будет:

$$\frac{5}{4} \times 16 = 20 \dots \dots \dots (II)$$

Предположим, что станок работает с перебором.

При передаче вращения от валика 9 к валику 32 происходит, как уже было сказано выше, уменьшение числа оборотов в два раза (при неподвижной шестерне 33), т.е. одному обороту шпинделя будет соответствовать 10 оборотов валика 32. Это и будет постоянным передаточным числом к дифференциальному валику у данного станка.

Если фреза имеет Z зубцов (или Z профрезерованных спиральных канавок), то, значит, во время одного оборота шпинделя делительный валик должен сделать Z оборотов. Так как при работе с перебором одному обороту шпинделя соответствует 10 оборотов валика 32, то, значит, между дифференциальным валиком и делительным мы должны вставить сменные колеса, передаточное число которых должно быть $Z : 10$.

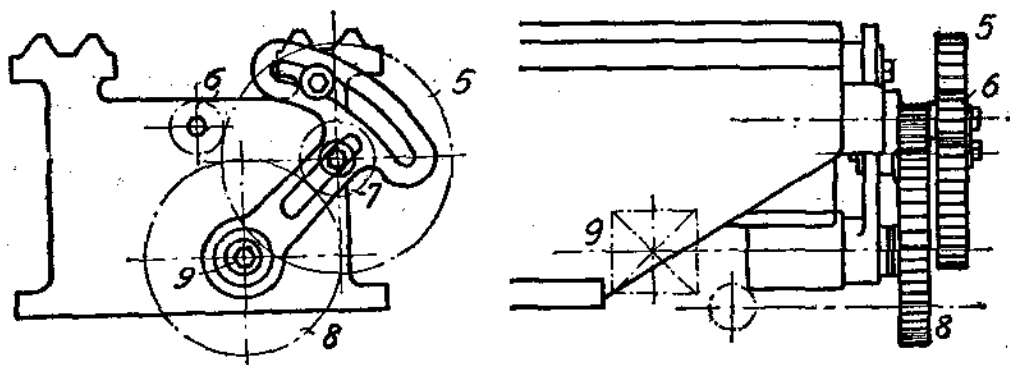


Рис. 460. Схема расположения сменных шестерен к ходовому винту.

На рис. 460 показана схема расположения передаточных шестерен. При принятых на рисунке обозначениях передаточное число определится из соотношения:

$$\frac{\text{шестерня } 8 \times \text{шестерня } 5}{\text{шестерня } 7 \times \text{шестерня } 6} = \frac{Z}{10}.$$

П р и м е ч а н и е. Выражение «шестерня 8» означает число зубцов у шестерни 8 и т. д.

Если работа производится без перебора, то числа оборотов шпинделя и ступенчатого шкива равны между собой. Значит, из постоянного числа [равенство (II)] должно быть исключено передаточное число перебора.

Таким образом одному обороту шпинделя будет соответствовать $\frac{5}{4}$ оборота валика 9. Принимая во внимание дифференциал, мы получим, что одному обороту шпинделя будет соответствовать $\frac{5}{4} : 2 = \frac{5}{8}$ оборота валика 32 (мы знаем, что при неподвижном червячном колесе дифференциал уменьшает число оборотов в два раза). Поэтому, если мы имеем фрезу с Z зубцами, то передаточное число сменных шестерен между валиком 32 и делительным будет равно:

$$\frac{\text{шестерня } 8 \times \text{шестерня } 5}{\text{шестерня } 7 \times \text{шестерня } 6} = \frac{Z}{\frac{5}{8}} = \frac{Z \times 8}{5}.$$

3) Подсчет сменных шестерен от ходового винта к червяку дифференциала.

Для того, чтобы снять затылки у фрезы со спиральными канавками, резец, двигаясь вдоль оси фрезы, должен встречать каждый последующий зуб ее раньше, чем он встретил предыдущий. В то время как супорт пройдет расстояние, равное шагу спирали, это опережение будет равно целому повороту фрезы или шпинделя. Так как в нашем случае одному обороту шпинделя при работе с перебором соответствует 10 оборотов валика 32, то, значит, за то время, когда супорт пройдет расстояние, равное шагу спирали, валик 32 должен получить лишних 10 оборотов.

Для того, чтобы валик 32 получил 10 добавочных оборотов, коническому зубчатому колесу 33 (рис. 458) нужно сообщить 20 добавочных оборотов, как это видно из формулы (I). Итак, за время передвижения супорта на величину шага спирали коническое колесо 33 должно получить ускорение, равное 20 оборотам.

Предположим, что шаг спирали дан в дюймах. Если ходовой винт имеет дюймовую нарезку, то для того, чтобы супорт прошел 1", ходовой винт должен сделать число оборотов, равное числу ниток его нарезки на 1". Чтобы супорт прошел расстояние, равное шагу спирали, потребуется оборотов во столько раз больше, сколько дюймов заключается в шаге спирали, т.е. число оборотов ходового винта равно шагу спирали в дюймах, умноженному на число ниток ходового винта. Таким образом передаточное число от ходового винта к валику 32 будет равно:

$$\frac{20}{\text{шаг спирали в дюймах} \times \text{число ниток ходового винта}}$$

Так как на пути от ходового винта к валику 32 имеется червячная передача, то приведенное выше передаточное число нужно разделить еще на передаточное число червячной передачи.

Обозначим шаг спирали через S , число ниток ходового винта на 1" — n , передаточное число червячной передачи — k .

Тогда передаточное число, по которому мы должны рассчитывать сменные шестерни от ходового винта к червяку, будет равно:

$$\frac{20}{S \times n \times k}$$

На рис. 461 показана схема передачи от ходового винта к червяку дифференциала. При принятых на рисунке обозначениях система сменных колес найдется из равенства:

$$\frac{\text{шестерня 1} \times \text{шестерня 3}}{\text{шестерня 4} \times \text{шестерня 2}} = \frac{20}{S \times n \times k}$$

Если шаг спирали выражен в миллиметрах, а нарезка ходового винта дюймовая, то шаг спирали необходимо перевести в дюймы, т.е. разделить на 25,4. Таким образом предыдущее равенство должно быть переписано следующим образом:

$$\frac{\text{шестерня 1} \times \text{шестерня 3}}{\text{шестерня 4} \times \text{шестерня 2}} = \frac{20}{\frac{S}{25,4} \times n \times k} = \frac{20 \times 25,4}{S \times n \times k} = \frac{508}{S \times n \times k}$$

На рис. 462 показан общий вид, а на рисунке 463 схема станка для задней заточки той же фирмы «Рейникер», но несколько измененной конструкции. В отношении принципа действия этот станок ничем не отличается от станка, описанного выше, и все его отличие заключается в чисто конструктивном выполнении. Ры-

чаг 1 служит для пуска станка в ход с перебором или без перебора. Посредством рычага 2 включают перебор с передаточным числом 1:4 или 1:16. Рукоятка 3 служит для включения ходового винта. Когда рукоятка 3 стоит налево (положение А), то ходовой винт получает свое движение непосредственно от шпинделя.

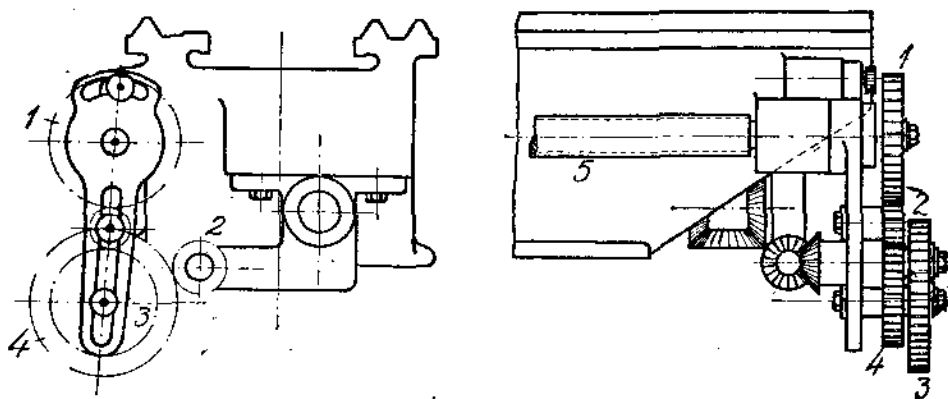


Рис. 461. Схема передачи от ходового винта к червячному дифференциалу

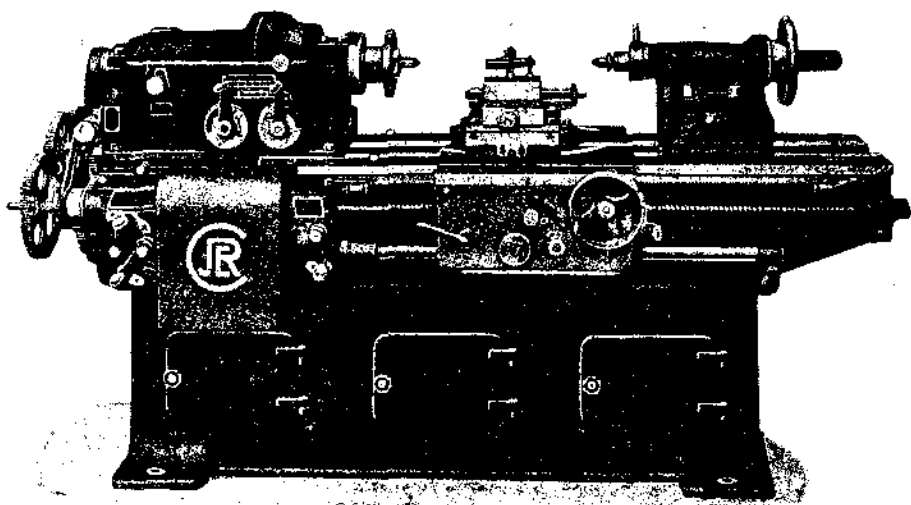


Рис. 462. Общий вид станка для задней заточки (2-й тип).

При подсчете сменных колес к ходовому винту нам важно, чтобы ходовой винт делал определенное число оборотов на один оборот шпинделя. Так как в данном случае ходовой винт связан непосредственно со шпинделем, то безразлично, включен или нет перебор.

Когда рукоятка 3 стоит направо (положение В), то ходовой винт получает вращение от промежуточного валика, который вращается или в 4 или в 16 раз быстрее, чем шпиндель. В этом случае при подсчете сменных колес необходимо принять во внимание величину передаточного числа включенного перебора.

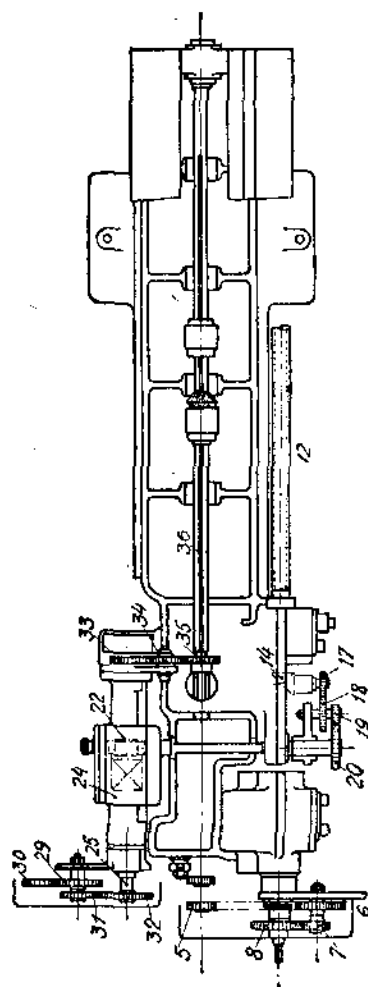
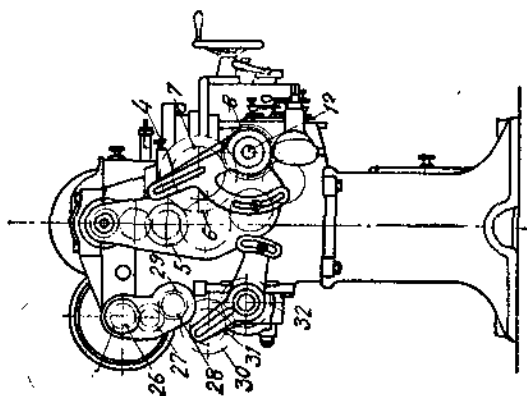
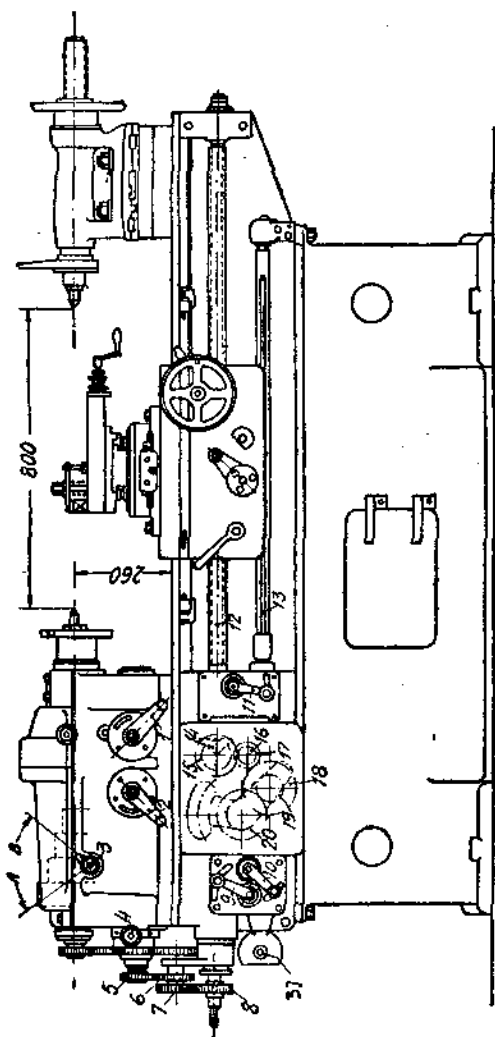


Рис. 463. Схема станка для задней заточки, изображенного на рис. 462.

Рычаг 4 (трэнзель) служит для изменения направления вращения ходового винта. Вращение ходовому винту передается сменными колесами 5, 6, 7 и 8. Посредством рычагов 9 и 10 включаются шесть различных подач. Рычагом 11 включается или ходовой винт или ходовой валик. При помощи валика производится лишь черновая обдирка зубцов с прямыми или спиральными канавками, при чем нужно иметь в виду, что обдирка зубцов, расположенных по винтовой линии (червячные фрезы, метчики), должна производиться только при помощи ходового винта, так как иначе мы получим искажение резьбы. Чистовая обработка при задней заточке производится во всех случаях при помощи ходового винта.

Вращение ходового винта 12 или валика 13 через пару конических зубчаток 14 и пару постоянных шестерен 15 и 16 передается посредством сменных шестерен 17, 18, 19 и 20 червяку 22 дифференциала 24, служащего для ускорения или замедления вращения дифференциального валика 25. Дифференциальный валик получает вращение от рабочего шкива через постоянные шестерни 26, 27, 28 и через сменные шестерни 29, 30, 31, 32. Затем вращение посредством дифференциала и постоянных шестерен 33, 34 и 35 передается делительному валику 36 и далее супорту обычным порядком.

Устройство супорта этого станка ничем не отличается от супорта станка, разобранного выше, и поэтому в описании не нуждается.

Все теоретические соображения, которые были изложены при описании предыдущего станка, остаются без всяких изменений в силе и для настоящего станка. Следовательно, подсчет шестерен может быть произведен по формулам, выведенным для вышеописанного станка; необходимо лишь ввести соответствующие постоянные передаточные числа, присущие данному станку. При подсчете шестерен нужно вообще иметь в виду, что заднюю заточку производят только с перебором: при малом числе канавок с перебором 1 : 4, а при большом с перебором 1 : 16.

Установим теперь основные правила работы на станке для задней заточки.

1) В начале этой главы мы говорили, что высота падения зуба фрез с задней заточкой изменяется в зависимости от диаметра и числа зубцов фрезы, а также от выбранного заднего угла этих зубцов. Поэтому станки для задней заточки снабжаются комплектом кулачных шайб. При станке обычно прилагается набор кулачных шайб.

2) Режущая кромка резца должна всегда лежать на одной высоте с осью фрезы.

3) Резец нужно устанавливать так, чтобы отскакивание супорта назад происходило недалеко от затылка того зубца, который обтачивается.

4) Перед подводом резца к промежутку между зубцами фрезы нужно отключить ходовой винт и дифференциальный валик от шпинделя. Делается это или при помощи трэнзелей 28 и 29 (у станка, показанного на рис. 456) или посредством передвижной шестерни — у станка, показанного на рис. 463. Разъединив шпиндель от ходового винта и дифференциального валика, можно за ремень повернуть шпиндель и таким образом при неподвижном резце установить промежуток между зубцами в нужное положение.

5) После того как обрабатываемая фреза ободрана обыкновенным резцом, она должна быть отделана резцом со слегка вогнутой верхней гранью. При фрезе со спиральными канавками режущая кромка отделочного резца должна стоять соответственно углу подъема канавки. Это достигается подкладыванием под резец клиновидных подкладок.

6) Так как скорость отскакивания супорта зависит от силы нажатия пружин, то при настройке станка необходимо отрегулировать это нажатие при помощи болтов 8 (рис. 457). Сила нажатия пружин должна быть такова, чтобы, с одной стороны, не происходило сильных ударов и, с другой стороны, чтобы скорость отскакивания соответствовала ширине канавки.

Примеры работ. Здесь мы приводим схемы установок супорта для различных работ.

На рис. 464 показана задняя заточка модульной фрезы. Цифрой 1 обозначена затачиваемая фреза, цифрой 2 — фасонный резец. Заточка производится у правой половины профиля зубцов. Супорт в данном случае занимает нормальное положение. Так как зубцы у фрезы расположены в одной вертикальной

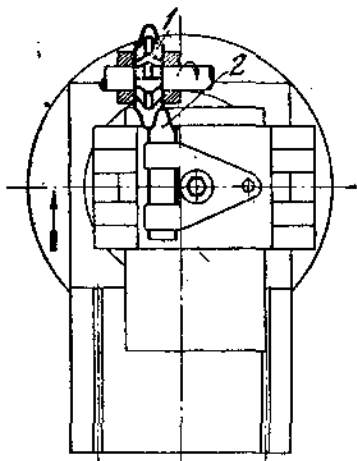


Рис. 464. Радиальная задняя заточка модульной фрезы.

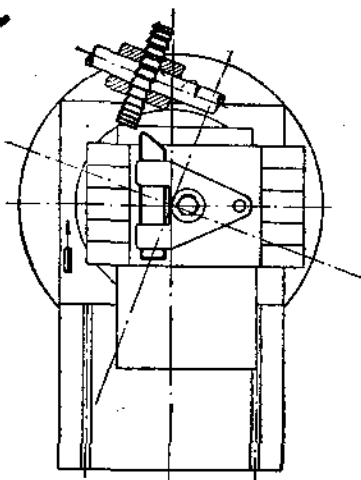


Рис. 465. Косая задняя заточка.

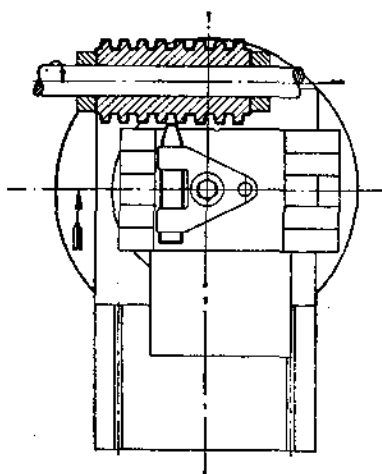


Рис. 466. Задняя заточка червячной фрезы.

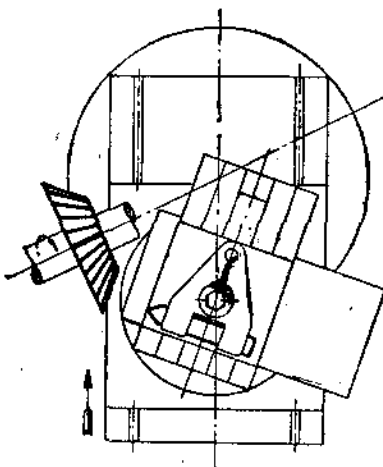


Рис. 467. Задняя заточка по спирали.

плоскости, то супорт имеет движение только взад и вперед. Продольная подача у супорта отсутствует.

На рис. 465 показана косая задняя заточка. Здесь супорт повернут на некоторый угол, так что имеется возможность производить заднюю заточку сбоку. Продольная подача супорта отсутствует и здесь.

На рис. 466 показана установка супорта для задней заточки червячной фрезы. Здесь, помимо колебательного движения взад и вперед, супорт имеет еще про-

дольную подачу, соответствующую шагу винтовой нарезки фрезы. На рис. 467 показана задняя заточка по спирали. Как не трудно понять из рисунка, при данном взаимном направлении движений затачиваемой фрезы и резца мы получим заточку зубцов по спирали, расположенной на конической поверхности.

На рисунке 468 приведены примеры работ по копиру; цифрой 1 обозначен копир, цифрой 2 — супорт с резцом. В данном случае супорт имеет продольную подачу.

Уход за станком. Станок для задней заточки является точным и сложным механизмом. Поэтому он нуждается в тщательном уходе и правильной смазке. Кулачковая шайба должна обязательно работать в масле. Особенно удобно контролировать это при смене кулачных шайб. Для быстро работающих зубчатых передач передней бабки предусмотрены масляные ванны. Через определенные

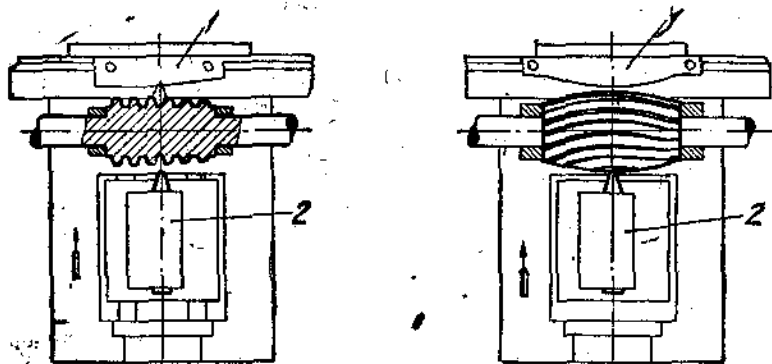


Рис. 468. Задняя заточка по копиру.

промежутки времени все резервуары для масла должны опорожняться, прочищаться и наполняться свежим маслом.

При установке вновь прибывшего станка, до пробного пуска его нужно:

1) Прочистить все места смазки, загрязнившиеся при перевозке.

2) Наполнить маслом все резервуары для масла, в том числе и коробку дифференциала. Смазывание зубцов шестерен в первое время работы станка производить часто, а затем время от времени повторять. В виду того, что при задней заточке станок испытывает толчки, установка его должна быть произведена на достаточно массивном фундаменте.

§ 2. Токарные станки высшей точности.

Токарные станки высшей точности предназначаются для различных инструментальных работ и в частности для нарезки резьбы на калибрах, метчиках и т. д. По внешнему виду и конструкции отдельных частей станки эти сходны с обыкновенными. При изготовлении и проверке их, к ним предъявляются очень высокие требования точности. Они имеют обыкновенно небольшие размеры, устанавливаются на столе и называются, поэтому, иногда настольными.

На рис. 469 представлен один из лучших современных точных станков швейцарской фирмы «Sip». Не останавливаясь на общем описании устройства этого станка, рассмотрим лишь имеющееся у него приспособление, уничтожающее ошибки, которые получаются при нарезке вследствие неточности ходового винта.

Разберем этот вопрос схематически. Представим себе, что ходовая гайка 1 (рис. 470) супорта этого станка сделана целой (а не из двух половинок, как это

делается у обыкновенных станков) и расположена в подшипнике 2, прикрепленном к задней стенке 3 передника супорта. В этом подшипнике гайка может поворачиваться на некоторый угол. В конец гайки, выходящей из подшипника, ввернут стержень 4.

Если мы при неподвижном винте повернем гайку 1 на некоторый угол, то супорт несколько подвинется вдоль станка в ту или другую сторону, в зависи-

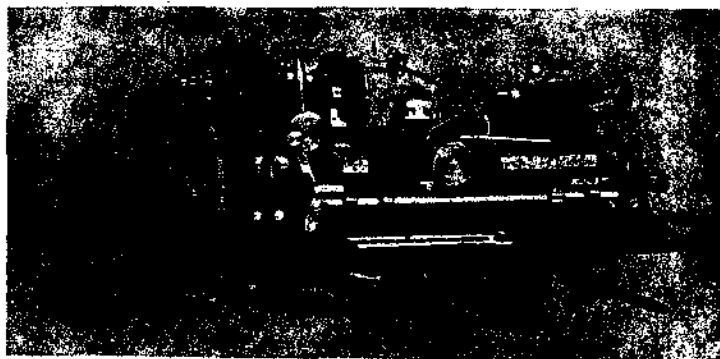


Рис. 469. Точный токарный станок.

мости от того, куда была повернута гайка и в какую сторону направлена нарезка винта. Точно так же, если мы будем поворачивать гайку 1 в то время, когда винт станка вращается, то мы будем получать или ускорение или замедление перемещения супорта, что и требуется для исправления ошибок, получающихся вследствие неточности ходового винта.

Эти повороты гайки совершаются автоматически, по мере передвигания супорта вдоль станка, при помощи специальной линейки, устроенной следующим образом. На стальной линейке 1 (рис. 471) проводится прямая линия 1—1, которая пересекается рядом линий 2—2, 3—3, 4—4 и т. д., расстояние между которыми точно совпадает

с шагом ходового винта станка. Предположим, что шаг нашего винта 4 мм. Измерив (с помощью специальных точных приборов) первый шаг его (расстояние от 1-й нитки до 2-й), мы обнаруживаем, предположим, что расстояние это на 0,02 мм больше должного. Увеличив эту ошибку в несколько раз (например, 10), откладываем ее на линии 2—2 вверх от линии 1—1. Получаем точку 8 (на рис. 471 это сделано в сильно увеличенном масштабе). Измерив следующий шаг винта, мы установим, что он правилен.

Отмечаем это на нашем рис. 471, поставив точку 9 на пересечении линий 1—1 и 3—3. Пусть следующий шаг винта оказался на 0,03 меньше должного. Увеличив эту ошибку также в 10 раз, отмечаем точку 10 на линии 4—4. В этом случае точка 10 будет лежать ниже линии 1—1. Продолжая таким образом эти измерения и отметки ошибок винта на нашей доске, мы получаем ряд точек

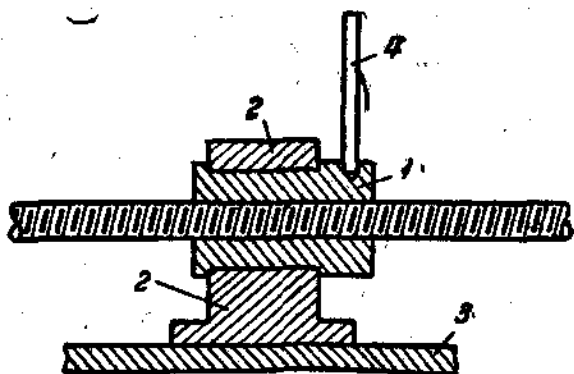


Рис. 470. Ходовая гайка точного токарного станка.

8, 9, 10, 11, 12 и т. д. Соединяем эти точки плавной кривой линией и, приняв ее за ось, прорезаем в плите сквозную канавку, форма которой точно совпадает с кривой 8, 9, 10 (рис. 471). Совершенно очевидно, что если бы ходовой винт станка был точен, то эта канавка была бы прямой.

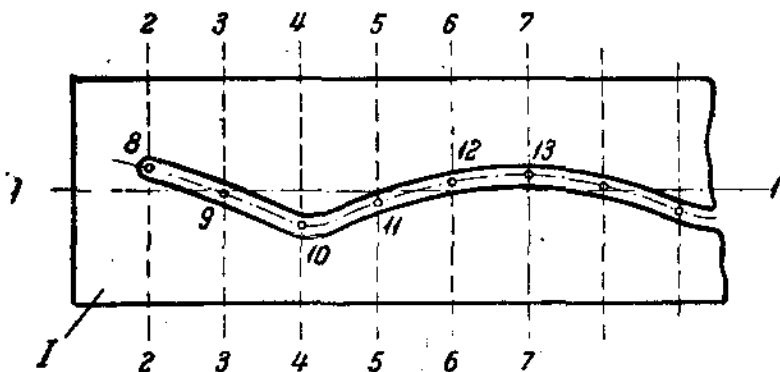


Рис. 471. Линейка для исправления неточности шага ходового винта.

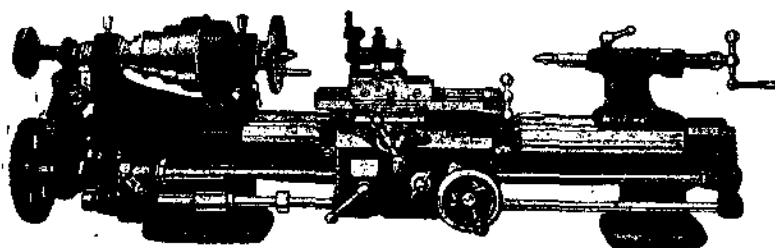


Рис. 472. Точный токарный станок (2-й тип).

Если мы прикрепим эту линейку к станку, расположив ее в строгом соответствии с ходовым винтом, и стержень 4 (рис. 470) введем в канавку, прорезанную в этой линейке, то, получим, вполне понятно, автоматическое исправление ошибок ходового винта. По мере перемещения супорта гайка его, под действием стержня

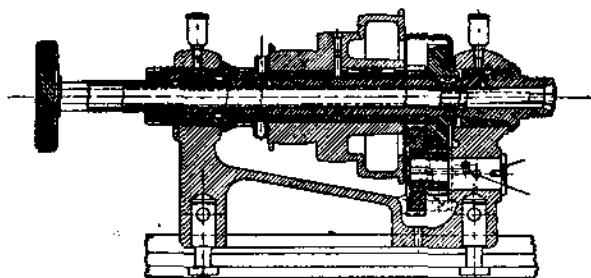


Рис. 473. Разрез передней бабки точного токарного станка, изображенного на рис. 472.

4, будет поворачиваться то в ту, то в другую сторону и замедлять или ускорять таким образом скорость его движения.

Если бы винт был правилен и канавка в линейке (рис. 471) была прямой, то таких поворотов гайки, а следовательно, и ускорения или замедления движения супорта не было бы. Но их не было бы только в том случае, если бы ось канавки была строго параллельна оси винта. Если ось канавки расположена под некоторым углом к оси винта, то мы получим постепенное замедление или ускорение перемещения супорта. Таким образом мы можем получить винты длиннее или короче теоретически правильных, учитывая те изменения в размерах винта, которые произойдут во время закалки его.

Поворачивать, таким образом, мы можем, конечно, и линейку с криволинейной канавкой. Этим мы достигаем:

- 1) исправления ошибок ходового винта и, одновременно с этим,
- 2) искусственного искажения шага нарезаемого винта, в расчете на изменения его размеров при закалке.

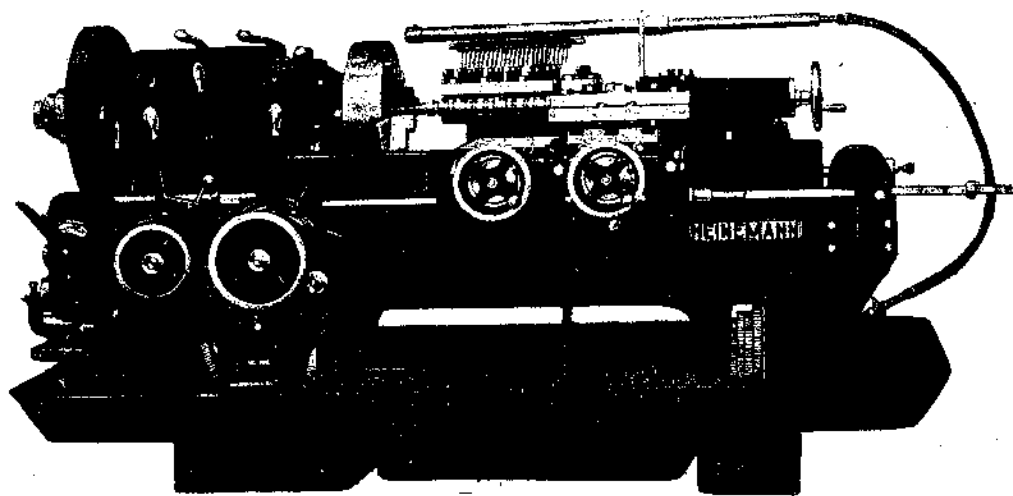


Рис. 474. Многорезцовый токарный станок.

На рис. 469 линейка 7 видна достаточно отчетливо.

Представленный на рис. 472 точный токарный станок такой линейки не имеет. Особенностью этого станка является устройство перебора, который помещен не сзади шпинделя, а под ним (рис. 473).

Нет оснований предполагать, что такое расположение перебора влияет на точность станка.

§ 3. Многорезцовые токарные станки.

На рис. 474 представлен многорезцовый токарный станок. Станок этот, сходный во всем остальном с обыкновенным токарным станком, имеет два суппорта, на которых устанавливаются одновременно несколько резцов и сцеди и сзади обрабатываемого изделия.

Станки эти применяются при изготовлении одинаковых изделий в больших количествах. Пример работы многорезцового токарного станка (обточка вала электромотора) показан на рис. 475.

Имеется еще целый ряд специальных токарных станков, как, например, для обточки бандажей вагонных и паровозных колес, для обточки шкивов и т. д., но останавливаться на них за недостатком места мы не будем.

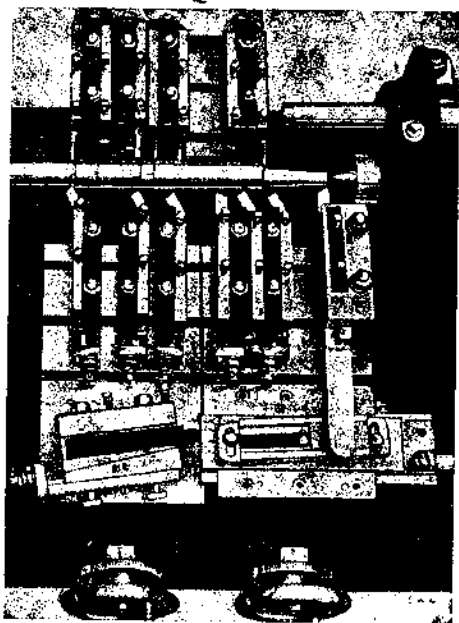


Рис. 475. Пример работы на многорезцовом токарном станке.

§ 4. Пример переделки обыкновенного токарного станка на много-резцовый.

В одной из мастерских крупного машиностроительного завода в Ленинграде, изготавливающей небольшие электромоторы (50 штук в смену), вопрос об изготовлении валов (рис. 476) для этих моторов был разрешен следующим образом.

Были взяты два старых токарных станка Фербенкса. Станки эти очень сильные, простой конструкции. Они имеют всего две скорости (с перебором — 4)

и три подачи, осуществляемых самой простой коробкой подач и ходовым валиком с автоматической остановкой супорта.

Рабочий шкив станка имеет всего две ступени, но настолько широких, что оказались возможным поставить пятидюймовые приводные ремни и работать без перебора.

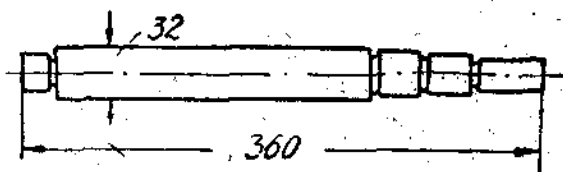


Рис. 476. Вал электромотора.

Операции по изготовлению вала были распределены на этих двух станках следующим образом:

1-й станок: центровка, обточка под шлифовку и проточка галтелей одного конца вала и отрезка.

2-й станок: центровка, обточка под шлифовку и проточка галтелей второго конца вала.

Оборудование и настройка первого станка значительно сложнее второго, а поэтому здесь будет дано описание переделки только первого станка, тем более, что оборудование и настройка второго станка представляют лишь повторение работы на первом станке.

Материалом для валов служит валовая сталь диаметром 35 мм, поступающая в мастерскую в виде штанг, на 6 — 7 валов каждая.

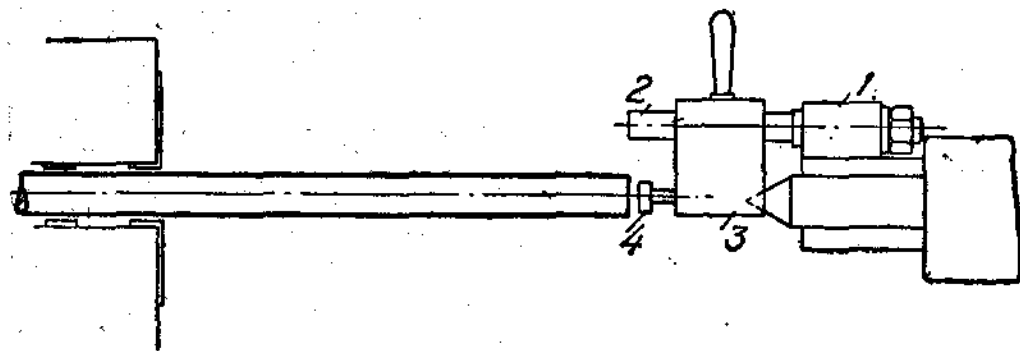


Рис. 477. Упор для подачи материала.

Материал (штанга) закрепляется в двойном трехлапчатом американском патроне. Перед закреплением материал подается вправо (вручную) до упора, устроенного следующим образом (рис. 477).

К шпинделю задней бабки станка 4-мя болтами прикреплен намертво кронштейн 1, сквозь который проходит валик 2. На этом валике имеется откидной блок 3. В блок 3 ввернут болт 4 с контргайкой, регулируя который, можно получить точную длину вала. Перед подачей материала шпиндель задней бабки

должен быть высунут на определенную величину, что замечали по риску, нанесенной на самом шпинделе. Установку (положение) задней бабки предполагали постоянной.

При настройке обточки валов на этом станке оказалось, что несмотря на тщательную правку материала перед подачей на станок и наличие двух рядов кулачков у патрона, все же не удавалось получить вполне концентричной установки материала, и конец вала сильно бил. Это привело к необходимости производить правку материала на станке, а это оказалось возможным, в свою очередь, только после предварительной надрезки материала.

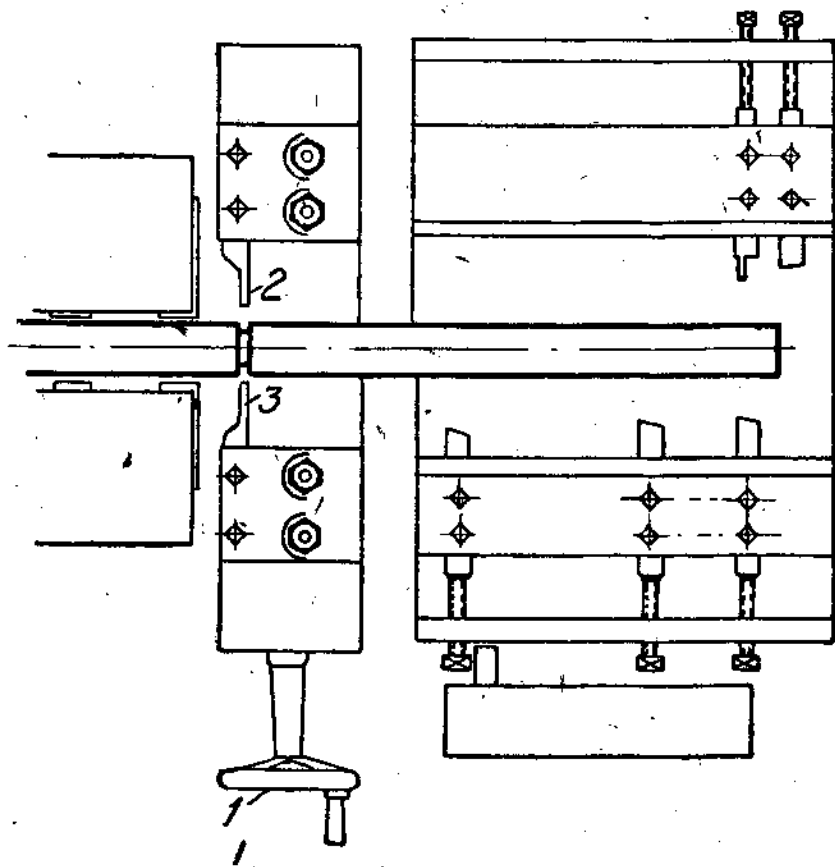


Рис. 478. Надрезка материала.

Надрезка эта, а в дальнейшем и отрезка, производилась с помощью специально изготовленного для этой цели двухрезцового супорта, устройство которого показано схематически на рис. 478.

При вращении (вручную), маховичка 7 вправо, резцы 2 и 3 сближаются и отрезают материал. При обратном вращении маховичка резцы эти расходятся.

Положение отрезных резцов относительно правого конца вала, определяющее его длину, получается автоматически, так как супорт не было надобности смещать из того положения, в котором он находился при отрезке (последняя разработка) предыдущего вала.

О том, каким образом определяется это положение супорта станка, будет сказано ниже.

Материал подрезался так, что получалась шейка диаметром около 12—15 мм.

Следующая разработка — правка материала. К супорту станка (слева) была приделана вращающаяся на пальце 1 вилка 2 (рис. 479) с двумя роликами 3 и 3.

Подняв вилку и уперев ее во вращающийся вал и в то же время подвигая вперед поперечный супорт, получали совершенно правильный, небьющий вал.

Положение супорта при этой разработке, конечно, безразлично, но должно быть выбрано так, чтобы вилка была возможно ближе к правому концу вала.

Выправленный таким образом вал центруется. Для центровки вала был использован тот же откидной блок, который был упомянут при описании упора для подаваемого материала. Блок этот ставится теперь в другом положении, но так же, как и в первом случае, опирается на центр задней бабки станка (рис. 480).

Центровка производилась комбинированным центровочным сверлом.

После центровки блок откидывался, и шпиндель задней бабки подавался влево так, чтобы задний центр встал на свое место.

Следующая разработка — обдирка под шлифовку с одного прохода супорта. Для обдирки вала на поперечный супорт была поставлена многолезцовая головка 1 с болтами 2 для регулировки установки резцов (рис. 481), показанная схематически на рис. 481 и 482.

На рис. 481 пунктиром показано исходное положение супорта; оно выбиралось (на-глаз) так, чтобы первый резец головки (левый) оказался примерно на 90 мм от правого конца вала. При включенном самоходе супорта поперечный супорт подавался вперед вручную до упора 3, отрегулированного для данного вала.

Этой обточкой, начатой не с конца, а со середины вала, были уменьшены на 90 мм длина прохода и на 1,1 минуты машинное время обработки вала. Ниже увидим, что все машинное время на эту операцию составило 1,4 минуты, и выигрыш 1,1 минуты имел существенное значение. По отношению же к полному времени, затрачиваемому на эту операцию, 1,1 минуты составляет около 20%.

Как только супорт станка доходил до крайнего положения, самоход автоматически выключался. Положение в этот момент трех обдирочных резцов показано на рис. 481 сплошными линиями.

Проточка галтелей и подрезка торца вала производились обратным движением поперечного супорта (по направлению к токарю, также вручную) двумя

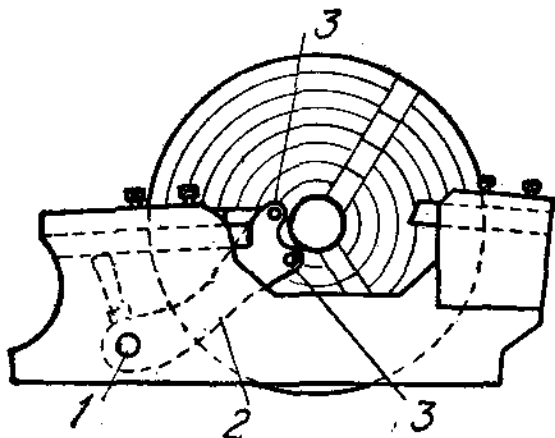


Рис. 479. Правка материала.

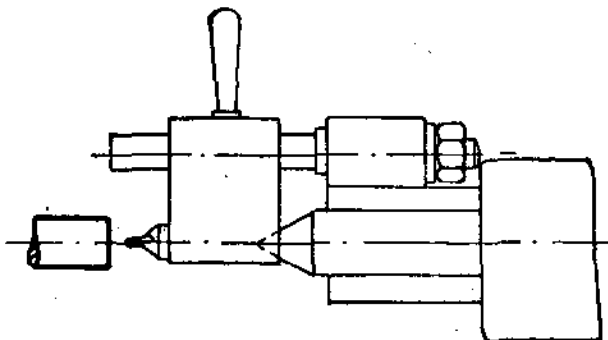


Рис. 480. Центровка вала.

резцами, закрепленными в сменной головке (рис. 482), поставленной на поперечный супорт.

И в этом случае углубление резцов производилось до упора 1 (рис. 482), укрепленного спереди поперечного супорта и отрегулированного надлежащим образом.

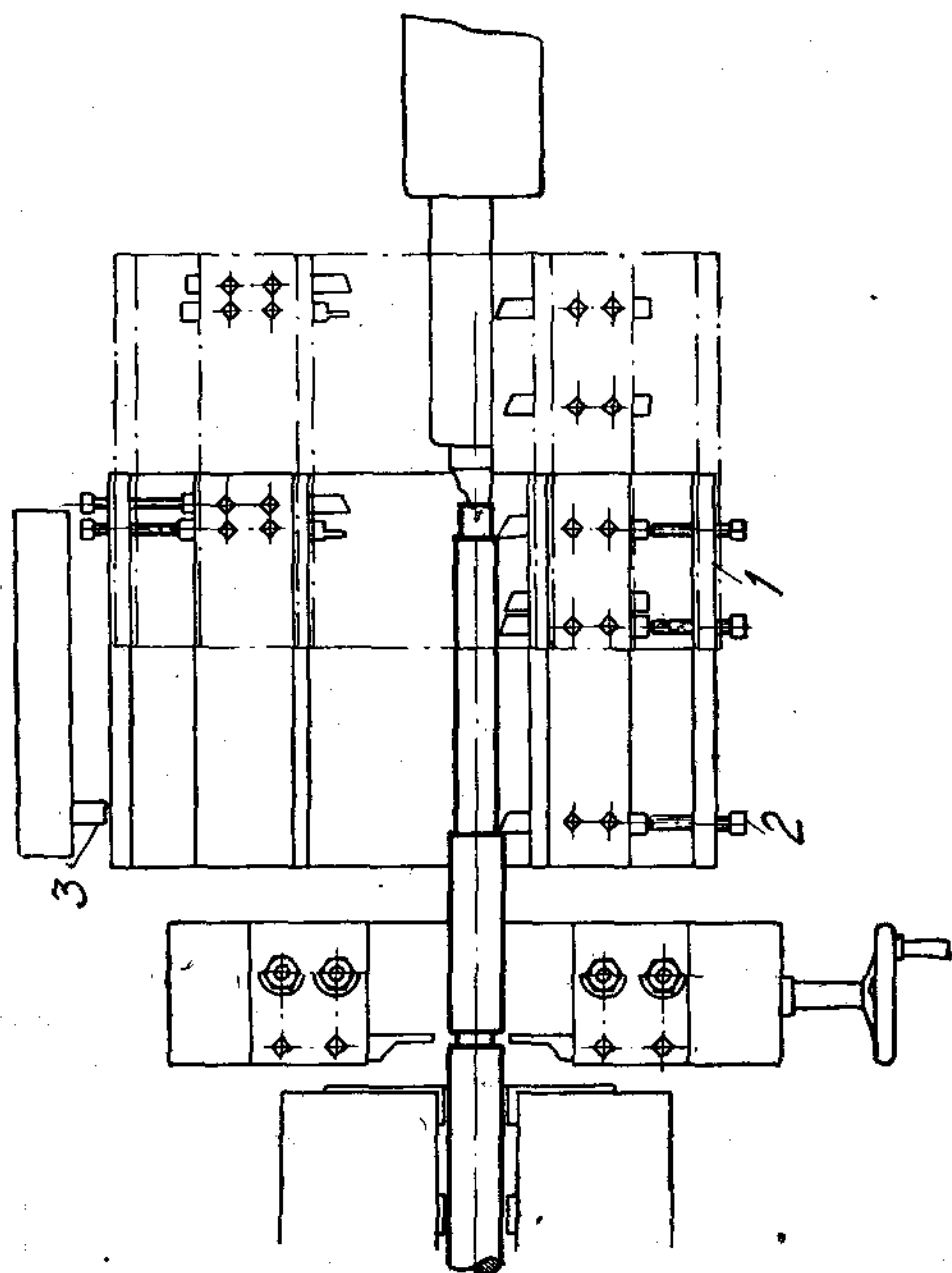


Рис. 481. Обточка вала.

Галтельный и подрезной резцы устанавливались так, чтобы сами собой оказались на своих местах после автоматической остановки супорта при обдирке вала.

Вообще же установка всех резцов, участвующих в операции, производилась и по длине и на глубину по специальному установочному (каленому и шлифованному) валу.

Валик этот имел на одном конце фланец, плотно входивший в заточку на американском патроне, а другой конец его во время установки резцов поддерживался центром задней бабки станка. И, наконец, последняя разработка — отрезка вала. Отрезные резцы 3 и 2 (рис. 478) при автоматическом выключении самохода супорта оказались как раз против надреза на материале, сделанного ими же в начале операции.

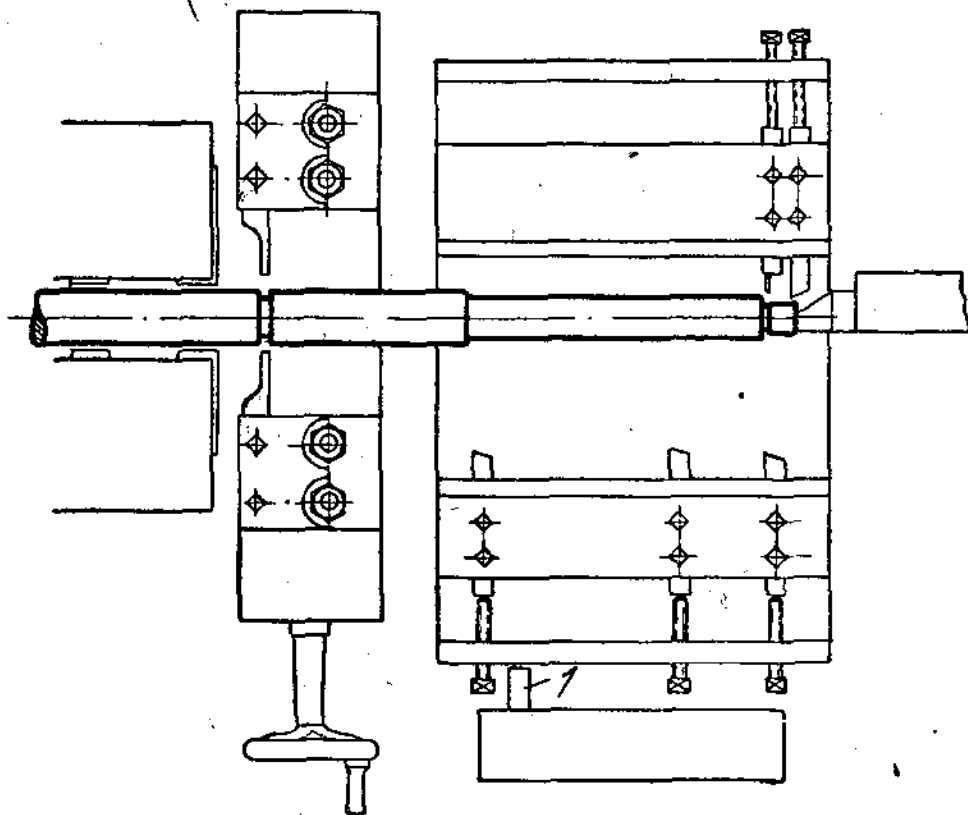


Рис. 482. Проточка галтелей.

Режим обработки, т.е. скорости резания, подачи и пр., зафиксированный специальным обследованием, произведенным по окончании настройки станка, дается в таблице 17.

Переоборудование и настройка токарного станка для второй операции по обработке вала по существу своему ничем не отличается от первого станка. Больше того, вторая операция значительно проще первой, так как в нее не входят надрезка, правка и отрезка материала.

Закрепляется вал в американском патроне с хорошо выверенными (прошлифованными на месте) кулачками, за обработанную во время первой операции часть его. Вал вкладывается в разжатый патрон и продвигается влево до упора (втулки), находящегося внутри шпинделя станка.

Таблица 18 показывает режим работы при второй операции по обработке вала.

ТАБЛИЦА 17.
Первая операция по обработке вала.

№№ по порядку	Разработки	Элементы резания					Время в минутах		
		Глубина резания	Скорость		Подача		Общее	Ручное	Машинное
			Оборот. в мин.	Метров в мин.	На один оборот	В 1 минуту			
1	Отжать патрон, выдвинуть материал до упора и зажать патрон	—	—	—	—	—	0,60	0,60	—
2	Надрезать материал	—	300	35	ручная		0,60	0,60	—
3	Выправить материал	—	300	—	—	—	0,30	0,30	—
4	Зацентрировать, смазать и подать задний центр	—	300	24	ручная		1,10	1,10	—
5	Подвести супорт и проточить конец вала	—	300	35	0,27	81	2,00	0,60	1,40
6	Подрезать галтели и торец	—	300	24	ручная		0,60	0,60	—
7	Отрезать	—	300	—	ручная		0,40	0,40	—
Всего		—	—	—	—	—	5,60	4,20	1,40

ТАБЛИЦА 18.
Вторая операция по обработке вала.

№№ по порядку	Разработки	Элементы резания					Время в минутах		
		Глубина резания	Скорость		Подача		Общее	Ручное	Машинное
			Оборот. в мин.	Метров в мин.	На один оборот	В 1 минуту			
1	Зажать вал в патрон	—	—	19	—	—	0,20	0,20	—
2	Зацентрировать, смазать центр и подать его	—	300	35	ручная		1,10	1,10	—
3	Подвести супорт и проточить конец вала	1	300	19	0,20	60	2,70	0,70	2,00
4	Проточить галтели и подрезать вал	—	300	—	ручная		0,60	0,60	—
5	Отжать патрон и снять вал	—	—	—	—	—	0,40	0,40	—
Всего		—	—	—	—	—	5,00	3,00	2,00

Итак, вал, показанный на рис. 476, обрабатывался полностью под шлифовку за 10,60 минуты, из которых 7,2 минуты, т.е. 70%, составляют ручное время, а 3,4 минуты, т.е. 30%, — машинное.

Вся обработка производилась при обильном охлаждении всех резцов эмульсией.

На установку новой штанги (на 1-м станке) и подрезку ее торца затрачивалось в среднем 1,4 минуты.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

Определение времени обработки изделий на токарных станках¹⁾.

Каждый токарь должен уметь определить время, необходимое для выполнения той или другой работы, и притом не на глаз, а на основании простых формул и таблиц, которые приводятся ниже. При этом надо иметь в виду, что полное время на обработку изделия складывается из двух частей:

- 1) времени, которое идет на самый процесс резания, и
- 2) времени вспомогательных операций (закрепление в патроне, проверка, измерения и т. д.).

§ 1. Подсчет времени при продольной обточке.

Определение времени при продольной обточке проще всего производить по формуле:

$$T = \frac{l \times x}{n \times S} \dots \dots \dots (1)$$

где T — время обточки в минутах (только время резания),

l — длина обрабатываемой части изделия в мм,

x — число проходов резца,

n — число оборотов изделия в минуту,

S — подача в мм на 1 оборот изделия.

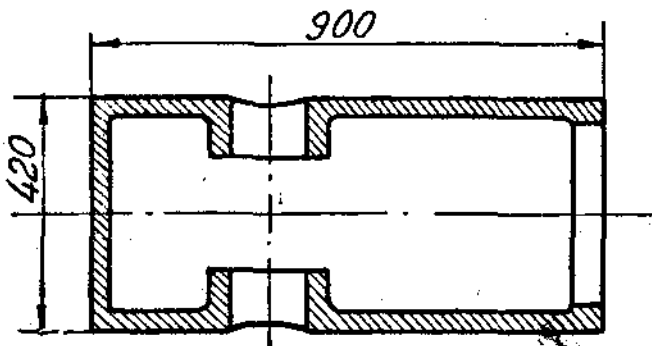


Рис. 483. Поршень двигателя Дизеля.

Порядок подсчета времени, необходимого для продольной обточки по этой формуле, мы выясним на примере.

Пусть требуется на быстромходном токарном станке обточить поршень двигателя Дизеля, размеры которого показаны на рис. 483. Материал — чугун.

¹⁾ Все таблицы, помещенные в этой главе (за исключением таблиц № 21 и 24), взяты из книжки: «Определение времени обработки изделий в механических мастерских Зигарист и Берк». Гостехиздат, 1926 г.

Припуск на обработку — 10 мм на сторону. Резцы — из быстрорежущей стали. Высота центров станка — 300 мм.

По таблице 19¹⁾ принимаем:

а) Для черновой обточки: скорость резания — 14 м/мин., глубина резания — 8 мм, подача — 1,25 мм.

б) Для второй черновой стружки: скорость резания — 19 м/мин., глубина резания — 1,5 мм, подача — 2 мм.

в) Для чистовой стружки: скорость резания 15 м/мин., глубина резания 0,5 мм, подача 3 мм.

По таблице 21 находим числа оборотов (т.е. по нашей формуле — n) для всех трех стружек. Изменение диаметра изделия в расчет не принимается. Число оборотов при первой черновой стружке (т.е. при диаметре 420 мм и скорости резания $V=14$ м/мин.) будет (табл. 21) приблизительно 11,2.

Поэтому на этот проход резца потребуется времени

$$T = \frac{l \times x}{n \times S} = \frac{900 \times 1}{11,2 \times 1,25} = 64 \text{ мин.}$$

Точно так же находим, что при второй чистовой стружке число оборотов ($V=19$ м/мин.) должно быть 13,5 и время прохода резца

$$T = \frac{l \times x}{n \times S} = \frac{900 \times 1}{13,5 \times 2} = 33 \text{ мин.}$$

И, наконец, третья стружка должна производиться при 11,2 оборота (табл. 19) и потребует времени:

$$T = \frac{l \times x}{n \times S} = \frac{900 \times 1}{11,2 \times 3} = 28 \text{ мин.}$$

Складывая все эти три времени, получаем полное время (резания):

$64 + 33 + 28 = 125$ мин., т.е. 2 часа и 5 минут.

§ 2. Подсчет времени при поперечной обточке.

Подсчет времени при поперечной обточке производится по формуле:

$$T = \frac{b \times x}{n \times S} \dots \dots \dots (II)$$

где T — время обточки в минутах,

b — ширина обтачиваемого кольца или радиус изделия,

x — число проходов резца,

n — число оборотов изделия в мин.,

S — подача на 1 оборот изделия.

В этом случае при определении числа оборотов следует брать средний диаметр изделия.

Порядок применения этой формулы мы также разберем на примерах.

Пример 1. Торцы стального кольца, размеры которого даны на рис. 484-1, должны быть обработаны на обыкновенном токарном станке. Резец — из быстрорежущей стали. Припуск на обработку с каждой стороны — 5 мм. Обработка грубая, так что в чистовой стружке надобности нет.

Средний диаметр в этом случае равен (рис. 484 — 1):

$$\frac{600 + 400}{2} = 500 \text{ мм.}$$

¹⁾ См. стр. 355 и дальше.

По таблице 20 принимаем скорость резания 11 м/мин. и подачу в 1 мм. Найдя в таблице 21 по диаметру 500 мм и скорости резания число оборотов 6,5, получаем время обработки (за одну стружку) одного торца:

$$T = \frac{100 \times 1}{6,5 \times 1} = 15,5 \text{ мин.}$$

В нашем примере ϵ равно:

$$\frac{600 - 400}{2} = 100 \text{ мм.}$$

На обработку двух торцов потребуется времени

$$15,5 \times 2 = 31 \text{ мин.}$$

П р и м е р 2. Требуется обточить торец чугунного диска, диаметр которого 300 мм (рис. 484-II). Припуск на обработку — 10 мм. Обточку нужно произвести за два прохода по 5 мм глубиной каждый. Станок — быстроходный. Резец — быстрорежущий.

По таблице 19 берем скорость резания 12 м/мин. и подачу 1 мм.

Средний диаметр в данном случае равен:

$$\frac{300 - 0}{2} = 150 \text{ мм.}$$

Ширина b также 150 мм.

По таблице 21 находим число оборотов. Имеем

$$n = 27,5.$$

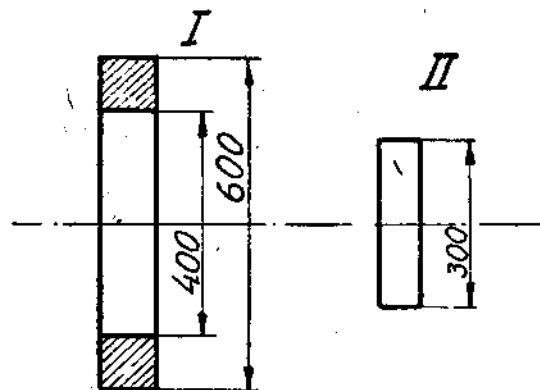


Рис. 484. Примеры обработки. Кольцо и диск.

Время на обработку:

$$T = \frac{150 \times 2}{27,5 \times 1} = 11 \text{ мин.}$$

§ 3. Подсчет времени при резьбовых работах.

Определение чистого времени на резание при нарезке резьбы производится по формуле:

$$T = \frac{d \times \pi \times l \times x}{60 \times V \times S},$$

где T — искомое время в минутах,

d — наружный диаметр нарезаемого винта в мм,

$\pi = 3,14$,

l — длина нарезаемого винта в мм,

x — число проходов резца (берется по таблицам 22 и 23),

V — скорость резания в миллиметрах в секунду; скорость эта для мягкой стали, из которой в большинстве случаев изготавливаются винты, принимается 122 мм/сек. (или 7,5 м/мин.),

S — шаг винта в мм.

Пользуясь этой формулой и таблицей 22, произведем примерный подсчет времени на нарезку винта с прямоугольной нарезкой.

Пусть требуется нарезать одноходовой винт диаметром 50 мм длиной 2 000 мм и шагом 6,5 мм. Материал винта — мягкая сталь.

Сначала определяем чистое время резания (хода супорта).

Имеем:

$$T = \frac{d \times \pi \times l \times x}{60 \times V \times S}$$

В нашем случае: $d=50$ мм, $\pi=3,14$, $l=2\,000$ мм, $x=28$ (взято из таблицы 22, где указывается для данного случая 16 черновых и 12 чистовых проходов, а всего 28), $V=125$ мм/сек., $S=6,5$.

Имеем:

$$T = \frac{50 \times 3,14 \times 2000 \times 28}{60 \times 125 \times 6,5} = 180 \text{ мин.}$$

Теперь, пользуясь таблицей 22, подсчитываем полное время, необходимое для нарезки данного винта.

1) Установка сменных шестерен ¹⁾	5 мин:
2) Наладка 28 проходов по 1 мин.	28 »
3) Заточка и закрепление резцов ²⁾	30 »
4) Чистое время хода супорта при резании	180 »
5) Время на 28 обратных ходов	130 »
6) Зачистка и снятие со станка ³⁾	20 »

Всего 393 мин.
или 6 часов 33 минуты.

Вместо подсчета времени по пунктам 4 и 5 можно сделать это и без формулы, по таблице 22. Для этого следует из таблицы 22 взять цифры из граф «время рабочего» и «время холостого хода», соответствующие длине нарезаемого винта в 250 мм, и увеличить их в 8 раз (потому что $\frac{2000}{250} = 8$).

Определение времени для нарезки винта с остроугольной нарезкой производится по таблице 23.

§ 4. Определение времени вспомогательных операций.

Мы видим, что подсчет времени, требующегося для обработки изделия, пока речь идет об определении чистого времени на резание, может быть произведено довольно точно. Гораздо сложнее определить время вспомогательных операций, т.-е. установки изделия на станок, проверки его, закрепления резца, измерений изделия и т. д. Дело в том, что время, в которое выполняются все эти операции, зависит от целого ряда причин, плохо поддающихся предварительному учету, как, например, навык рабочего, сложность формы изделия и т. д.

В нижеприводимой таблице 24 указано приблизительное время, требующееся для выполнения некоторых вспомогательных операций при работе на токарном станке с высотой центров 200 — 250 мм и расстоянием между центрами 2 000 мм.

¹⁾ Относится только к станку со сменными шестернями.

²⁾ В таблице 22 указано время на заточку и закрепление резцов при нарезке винта длиной 125, 250 и 374 мм. Длина нашего винта 2 000 мм, и время по пункту 3-му принято приблизительно.

³⁾ См. примечание к пункту 3-му.

В заключение сделаем пример подсчета полного времени, требующегося на обработку одной детали.

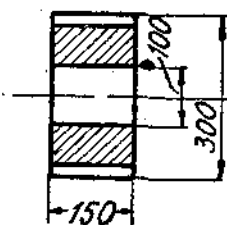


Рис. 485. Стальная шестерня.

П р и м е р. Требуется обработать со всех сторон заготовку зубчатого колеса, показанного на рис. 485. Материал — мягкая сталь; припуск на обработку — 5 мм; внутреннее отверстие предварительно высверлено на 90 мм. Обработка ведется на обыкновенном станке. Определить время обработки.

Подсчет времени будем вести для этой задачи по формулам (I) и (II), используя для определения числа оборотов табл. 21.

1. Подготовка станка, установка и выверка заготовки —	30 мин.
2. Черновая обточка боковой стороны за один проход при среднем диаметре 200 мм, ширине обточки 100 мм, $V=11$ м/мин., $n=17,5$ и $S=0,8$ мм	7 "
3. Чистовой проход боковой стороны за 1 проход при $V=13$ м/мин., $n=21$ и $S=0,4$ мм.	12 "
4. Черновая обточка верхней наружной поверхности за два прохода при $V=13$ м/мин., $n=14$ и $S=0,8$ мм.	27 "
5. Чистовой проход наружной поверхности при $V=15$ м/мин., $n=16$ и $S=0,5$ мм.	18 "
6. Расточить отверстие за 5 проходов при $V=13$ м/мин., $n=41$ и $S=0,5$ мм.	37 "
7. Переставить заготовку, выверить ее и снять материал, бывший в кулачках патрона,	20 "
8. Проточить боковую сторону, как указано выше в п.п. 2 и 3,	
$T = 7 \text{ мин.} + 12 \text{ мин.} =$	19 "
9. Пригнать отверстие под калибр	15 "
10. Заточка и закрепление резцов	10 "
11. Налаживание проходов и промеры	10 "
12. Снятие детали	5 "

Итого 220 мин.

ТАБЛИЦА 19.

Данные для токарных работ на быстроходных станках при работе быстрорежущими резцами.

Размер станка	Поперечное сечение стружки в мм	М а т е р и а л	Глубина резания в мм Подача в мм	Черновая обточка	Последняя черновая обточка	Чистовая обточка		
						Грубая	Чистая	Широкий резцом
Мелкие токарные станки, высота центров 250 мм	6		Глубина резания в мм Подача в мм	7,5 0,66	ниже 4 0,8—0,8	0,3—0,6 0,5	0,2—0,4 0,3—0,4	0,2—0,5 0,2—0,3
			Глубина резания в мм Подача в мм	12 0,83	ниже 6 0,8—1	0,4—0,7 0,7	0,2—0,5 0,5—0,7	0,3—0,6 1—4
Средние токарные станки, высота центров 600 мм	10		Глубина резания в мм Подача в мм	15 1,15	ниже 8 1—1,4	0,5—1 1	0,3—0,6 0,7—1	0,5—0,8 2—6
			Глубина резания в мм Подача в мм	15 1,15	ниже 8 1—1,4	0,5—1 1	0,3—0,6 0,7—1	0,5—0,8 2—6
Крупные токарные станки, высота центров 1000 мм	18		Глубина резания в мм Подача в мм	15 1,15	ниже 8 1—1,4	0,5—1 1	0,3—0,6 0,7—1	0,5—0,8 2—6
			Глубина резания в мм Подача в мм	15 1,15	ниже 8 1—1,4	0,5—1 1	0,3—0,6 0,7—1	0,5—0,8 2—6
			Скорость резания в м/мин.					
			Черновая обточка		Последняя черновая или грубая чистовая обточка		Точная чистовая обточка	
Продольная обточка	Литая сталь			11		11		10
	Стальное литье			12,5		14,5		12
	Чугун			14		19		15
	С.-март. сталь			16		21		15
	Железо и алюминий			18		24		17
	Твердая и вязкая бронза			19		25		20
Обточка плоскостей	Мягкая бронза и красная медь			30		37		30
	Литая сталь			9,5		12		8,5
	Стальное литье			10,5		15		10
	Чугун			12		16		13
	С.-март. сталь			13		18		13
	Железо и алюминий			15		20		14,5
	Твердая и вязкая бронза			16		21		17
	Мягкая бронза и красная медь			26		31		25

Данные для токарных работ на обыкновенных токарных станках при работе быстрорежущими резцами.

Размер станка	Поперечное сечение стружки в мм ²	Черновая обточка	Последняя черновая обточка	Чистовая обточка		широким резцом
				Грубая	Чистая	
Мелкие токарные станки, высота центров 100—150 мм	2	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм
		Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм
	4	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм
		Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм
Средние токарные станки, высота центров около 600 мм	8	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм
	14	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм
Крупные токарные станки, высота центров около 1000 мм		Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм	Глубина резания в мм
		Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм	Подача в мм

М а т е р и а л	Скорость резания в м/мин.	
	Черновая обточка	Последняя черновая или грубая чистовая обточка
Продольная обточка	Литая сталь	11
	Стальное литье	14
	Чугун	15
	С-март. сталь	17
	С-март. сталь	19
	Железо и алюминий	20
	Твердая и вязкая бронза	20
	Мягкая бронза и красная медь	30
	Литая сталь	10
	Стальное литье	12
Обточка плоскостей	Чугун	13
	С-март. сталь	14
	Железо и алюминий	16
	Твердая и вязкая бронза	17
	Мягкая бронза и красная медь	25
	Литая сталь	8,5
	Стальное литье	10
	Чугун	13
	С-март. сталь	14
	Железо и алюминий	16

ТАБЛИЦА 21.

Числа оборотов изделий в зависимости от их диаметров и принятых скоростей вращения.

Диаметры изделий в мм	С к о р о с т и р е з а н и я в м/мин.													
	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	
	Ч и с л о о б о р о т о в в м и н у т у													
25	76,4	102	127	153	191	230	285	320	382	445	510	572	640	
30	63,7	85	103	128	159	191	213	265	320	372	428	478	530	
35	54,5	72,5	91	109	136	164	182	227	273	318	364	410	454	
40	47,8	64	80	96	120	144	160	200	240	280	320	360	400	
45	42,5	56,5	70,5	86	108	127	142	176	212	247	284	318	352	
50	38,2	51	64	76,5	95,8	115	128	159	191	223	256	287	318	
60	31,8	42,5	53	64	79,8	95,5	106	133	159	186	212	239	266	
70	27,3	36,5	45,5	54,8	68	82	91	113	136	159	182	205	228	
80	23,9	31,8	39,5	47,5	58	71	78,5	99	118	138	158	178	198	
90	21,2	28,3	35,4	42,5	53	63,5	71	88,5	106	124	142	159	177	
100	18,1	25,5	32	38,8	47,9	57,5	64	80	95,5	112	128	143	160	
120	15,9	21,2	27,2	32,6	41	49	54,5	68	81	95	108	122	136	
140	13,6	18,1	22,7	27,3	34	41	45,5	57	68	79,5	91	102	114	
160	11,9	15,9	19,8	23,9	29,8	35,7	39,8	49,7	59,5	69,5	79,6	89,5	99,4	
180	10,6	14,1	17,6	21,2	26,5	31,7	35,3	44	52,8	61,7	70,6	79	88	
200	9,56	12,7	15,8	19,1	23,8	28,5	31,7	39,6	47,5	55,5	63,4	71,5	79,2	
225	8,5	11,3	14,1	17	21,2	25,5	28,3	35,3	42,4	49,5	56,6	63,6	70,6	
250	7,64	10,2	12,7	15,3	19,1	23	25,5	31,9	38,2	44,5	51	57,2	63,8	
275	6,85	9,25	11,5	13,9	17,4	20,8	23,1	28,9	34,6	40,5	46,4	52	57,8	
300	6,37	8,5	10,6	12,8	15,9	19,1	21,3	26,5	32	37,2	42,6	47,8	53	
325	5,8	7,75	9,75	11,7	14,8	17,6	19,5	24,4	29,3	34,2	39	44	48,8	
350	5,46	7,3	9,1	11	13,7	16,4	18,2	22,8	27,4	31,3	36,4	41	45,8	
375	5,1	6,8	8,5	10,2	12,8	15,3	17	21,2	25,5	29,7	34	38,2	42,4	
400	4,78	6,4	8	9,6	12	14	16	19,4	24	28	32	36	39,8	
425	4,5	6	7,5	9	11,2	13,5	15	18,8	22,5	26,3	30	33,8	37,6	
450	4,25	5,65	7,05	8,5	10,6	12,7	14,1	17,6	21,2	24,7	28,2	31,8	35,2	
475	4,03	5,35	6,7	8,03	10	12	13,4	16,7	20	23,4	26,8	30	33,4	
500	3,82	5,1	6,4	7,65	9,55	11,3	12,8	15,9	19,1	22,3	25,6	28,6	31,8	
525	3,64	4,85	6,05	7,3	9,1	10,9	12,1	15,2	18,2	21,2	24,2	27,3	30,4	
550	3,48	4,63	5,8	6,95	8,7	10,4	11,6	14,4	17,4	20,3	23,2	26	28,8	
575	3,33	4,43	5,55	6,66	8,3	9,9	11,1	13,8	16,6	19,4	22,2	25	27,7	
600	3,17	4,23	5,3	6,36	7,95	9,55	10,6	13,2	15,9	18,6	21,2	23,8	26,5	
625	3,06	4,07	5,1	6,12	7,65	9,2	10,2	12,6	15,3	17,8	20,4	23	25,6	
650	2,94	3,92	4,9	5,9	7,35	8,8	9,8	12,2	14,7	17,1	19,6	22	24,4	
675	2,82	3,75	4,7	5,63	7,05	8,45	9,4	11,8	14,1	16,4	18,8	21,2	23,6	
700	2,73	3,64	4,55	5,45	6,8	8,2	9,1	11,4	13,6	15,9	18,2	20,5	22,8	
750	2,55	3,4	4,25	5,1	6,4	7,5	8,5	10,6	12,7	14,9	17	19,2	21,2	
800	2,38	3,17	3,97	4,75	5,95	7,15	7,94	9,9	11,9	13,9	15,8	17,8	19,8	
850	2,24	3	3,75	4,45	5,6	6,7	7,48	9,35	11,2	13,1	14,9	16,8	18,7	
900	2,12	2,88	3,53	4,24	5,3	6,38	7,06	8,8	10,6	12,3	14,1	15,9	17,6	
950	2	2,68	3,35	4	5	6,02	6,7	8,4	10	11,7	13,4	15,1	16,8	
1000	1,92	2,55	3,18	3,85	4,8	5,78	6,4	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16	
1050	1,82	2,43	3,03	3,64	4,55	5,46	6,06	7,6	9,1	10,6	12,1	13,6	15,2	
1100	1,74	2,32	2,9	3,48	4,35	5,21	5,8	7,25	8,7	10,2	11,6	13,1	14,5	
1200	1,58	2,12	2,65	3,18	3,98	4,77	5,3	6,6	7,95	9,25	10,6	11,9	13,2	
1300	1,47	1,96	2,45	2,94	3,68	4,4	4,9	6,1	7,35	8,6	9,8	11	12,2	
1400	1,36	1,82	2,27	2,73	3,4	4,08	4,54	5,7	6,8	7,9	9,06	10,2	11,4	
1500	1,27	1,69	2,12	2,55	3,17	3,81	4,24	5,3	6,36	7,4	8,48	9,56	10,6	
1600	1,19	1,59	1,99	2,38	2,99	3,58	3,98	4,97	5,97	6,95	7,98	8,95	9,94	
1700	1,12	1,5	1,87	2,24	2,8	3,38	3,74	4,67	5,6	6,56	7,48	8,4	9,34	
1800	1,06	1,4	1,77	2,12	2,65	3,18	3,54	4,46	5,3	6,2	7,08	7,98	8,86	
1900	1	1,34	1,67	2	2,5	3	3,34	4,17	5	5,85	6,68	7,5	8,34	
2000	0,95	1,27	1,59	1,91	2,38	2,86	3,18	3,98	4,7	5,56	6,38	7,15	7,96	
2100	0,91	1,22	1,52	1,82	2,28	2,74	3,04	3,8	4,55	5,3	6,08	6,86	7,6	
2200	0,86	1,15	1,44	1,72	2,16	2,6	2,88	3,6	4,32	5,04	5,76	6,5	7,2	
2300	0,83	1,1	1,38	1,66	2,07	2,49	2,76	3,45	4,14	4,84	5,52	6,2	6,9	
2400	0,79	1,06	1,32	1,58	1,96	2,38	2,64	3,3	3,96	4,62	5,28	5,95	6,6	
2500	0,76	1,02	1,27	1,52	1,9	2,28	2,54	3,18	3,81	4,45	5,08	5,7	6,36	
2600	0,73	0,97	1,22	1,46	1,83	2,2	2,44	3,05	3,66	4,28	4,88	5,5	6,1	
2700	0,71	0,94	1,18	1,42	1,77	2,13	2,36	2,95	3,54	4,13	4,72	5,3	5,9	

Подсчет времени нарезки винтов с прямоугольною нарезкою.

Наруж- ный диаметр в мм	Длина винта в мм	Высота подъема в мм	Глубина нарезки в мм	Глубина резания за 1 про- ход в мм	Ч и с л о		Установ. сменных шесте- рен в мин.	Время налад. кажд. прохода в мин.	Заготовка и уста- новка резцов в мин.	Общее время		Время зачистки и уст. изд. в мин.	Общее время в мин.
					черн. прохо- дов	чист. прохо- дов				рабоче- го хода в мин.	холостого хода в мин.		
80	75	4,7	2,23	0,17	13	10	5	0,5	5	4,6	3,4	5	34,5
90	150	4,7	2,23	0,17	13	10	5	0,5	7,5	9,2	6,8	7,5	47,5
90	225	4,7	2,23	0,17	13	10	5	0,5	10	13,8	10,3	10	60,6
40	100	5,6	2,68	0,18	15	11	5	0,6	6	7,8	5,8	7	47,2
40	200	5,6	2,68	0,18	15	11	5	0,6	9	15,6	11,6	10	66,8
40	300	5,6	2,68	0,18	15	11	5	0,6	12	23,4	17,5	14	87,5
50	125	6,5	3,19	0,2	16	12	5	0,7	7	11,2	8,4	8	59,2
50	250	6,5	3,19	0,2	16	12	5	0,7	10	22,4	16,8	12	89,8
50	375	6,5	3,19	0,2	16	12	5	0,7	14	33,6	25,2	16	113,1
60	150	7,4	3,51	0,21	17	13	5	0,8	8	15,3	11,5	9	72,8
60	300	7,4	3,51	0,21	17	13	5	0,8	12	30,6	23	13	107,8
60	450	7,4	3,51	0,21	17	13	5	0,8	16	45,9	34,5	18	143,4
70	175	8,3	3,94	0,22	18	14	5	0,9	9	19,7	14,8	10	87,5
70	350	8,3	3,94	0,22	18	14	5	0,9	13	39,4	29,6	15	131
70	525	8,3	3,94	0,22	18	14	5	0,9	18	59,1	44	20	175
80	200	9,2	4,37	0,23	19	14	5	1	10	24	18	11	101
80	400	9,2	4,37	0,23	19	14	5	1	15	43	36	16	153
80	600	9,2	4,37	0,23	19	14	5	1	20	72	54	22	206
90	225	10,1	4,8	0,24	20	15	5	1	11	29,5	22	12	114,5
90	450	10,1	4,8	0,24	20	15	5	1	16	59	44	18	177
90	675	10,1	4,8	0,24	20	15	5	1	22	88,5	68	24	240,5
100	250	11	5,22	0,25	21	16	5	1	12	35	26	13	128
100	500	11	5,22	0,25	21	16	5	1	18	70	52	19	201
100	750	11	5,22	0,25	21	16	5	1	24	103	78	26	275

Подсчет времени нарезки винтов с остроугольным нарезком.

Наруж- ный диаметр в дюймах	Длина винта в мм	Высота подъема в мм	Глубина нарезки в мм	Глубина резания за 1 про- ход в мм	Ч и с л о		Установ. сменных шестерен в мин.	Время наладки каждого прохода в мин.	Заточка и устан. резц. в мин.	Общее время		Время защитки и устан. изделия в мин.	Общее время в мин.
					черн. проходов	чист. проходов				рабочего хода в мин.	холостого обр. хода в мин.		
1	45	8,18	2,05	0,2	10	4	5	0,5	4	2,15	1,6	8	22,75
1	90	3,18	2,05	0,2	10	4	5	0,5	6	4,3	3,2	4,5	30
1	135	3,18	2,05	0,2	10	4	5	0,5	7,5	6,45	4,8	6	36,75
1 1/2	65	4,23	2,7	0,22	12	6	5	0,6	4,5	4,4	3,3	4	32
1 1/2	130	4,23	2,7	0,22	12	6	5	0,6	6,5	8,8	6,6	6	43,78
1 1/2	195	4,23	2,7	0,22	12	6	5	0,6	8,5	13,2	9,9	8	55,4
2	85	5,65	3,6	0,24	15	7	5	0,7	5	7	5,2	5	42,6
2	170	5,65	3,6	0,24	15	7	5	0,7	7,5	14	10,5	7,5	59,9
2	255	5,65	3,6	0,24	15	7	5	0,7	10	21	15,8	10	77,2
2 1/2	100	6,35	4,05	0,25	16	7	5	0,8	5,5	9,6	7,2	6	51,7
2 1/2	200	6,35	4,05	0,25	16	7	5	0,8	8	19,2	14,4	9	74
2 1/2	300	6,35	4,05	0,25	16	7	5	0,8	11	28,8	21,6	12	96,3
3	120	7,26	4,65	0,26	18	7	5	0,9	6	13	9,7	7	63,2
3	240	7,26	4,65	0,26	18	7	5	0,9	9	26	19,5	10	92
3	360	7,26	4,65	0,26	18	7	5	0,9	12	39	29,2	14	121,7
3 1/2	140	7,82	5	0,28	18	8	5	1	6,5	17,2	12,9	8	75,6
3 1/2	280	7,82	5	0,28	18	8	5	1	10	34,4	25,8	12	113,2
3 1/2	420	7,82	5	0,28	18	8	5	1	43	51,5	38,7	10	150,8
4	150	8,45	5,5	0,29	19	9	5	1	7	21,3	16	9	86,3
4	300	8,45	5,5	0,29	19	9	5	1	10,5	42,6	32	12	130,1
4	450	8,45	5,5	0,29	19	9	5	1	14	63,9	48	18	176,9

ТАБЛИЦА 24.

Время, требующееся на выполнение некоторых вспомогательных операций при работе на токарном станке средних размеров.

№ по порядку	Название операций	Приблизит. время в минутах
1	Вставить или вынуть центр	0,5
2	Навернуть или снять поводковый патрон	0,5— 1
3	Навернуть четырехкулачковый патрон	3— 5
4	Снять четырехкулачковый патрон	2— 3
5	Навернуть американский патрон	3— 5
6	Снять американский патрон	2— 3
7	Навернуть планшайбу	3— 5
8	Снять планшайбу	2— 3
9	Переменить кулачки американского патрона	5— 7
10	Переставить кулачки четырехкулачкового патрона	5—10
11	Привернуть угольник к планшайбе	2— 3
12	Выбалансировать изделие, закрепленное на планшайбе	5—10
13	Установить неподвижный люнет	5—10
14	Установить подвижной люнет	2— 3
15	Снять неподвижный или подвижной люнет	2— 3
16	Перебросить ремень с одной ступени на другую	1— 3
17	Включить перебор	0,5— 3
18	Выключить перебор	0,5— 1
19	Переменить скорости (при коробке скоростей)	0,5— 1
20	Поставить сменные шестерни	5— 8
21	Переменить подачу (при коробке подачи)	0,5— 2
22	Переставить и закрепить заднюю бабку	1— 3
23	Установить по центру резец и закрепить его	0,5— 2
24	Заточить резец	3— 5
25	Подправить резец оселком	1— 3
26	Смазать станок	5—10
27	Вычистить и смазать станок	10—30
28	Надеть и закрепить хомутик, поставить изделие на центра (при длине до 500 мм, без постановки люнета)	2— 3
29	Закрепить круглое изделие (при длине до 500 мм) в американском патроне с выверкой правого конца	1— 2
30	Зажать короткое изделие в американском патроне (без задней бабки)	0,5— 1
31	Зажать изделие в четырехкулачковом патроне с проверкой по разметке	5—15
32	Закрепить изделие на угольнике, с проверкой по разметке	5—15
33	Закрепить изделие на планшайбе (планками) с проверкой по разметке	5—15
34	Зацентрировать изделие, закрепив его в патроне	0,5— 1
35	Измерить изделие кронциркулем или нутромером	0,5— 2
36	Измерить изделие микрометром	1— 3
37	Измерить изделие калибром или скобой	1— 3
38	Снять готовое изделие со станка	1— 5

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

Проверка станков на точность.

§ 1? Общие сведения и инструменты, применяемые при проверке станков.

Каждый токарь должен хорошо знать устройство станка, на котором он работает, чтобы уметь наилучшим образом его использовать. Не в меньшей степени токарю важно знать и точность своего станка для того, чтобы знать, какие работы и с какой точностью могут быть выполнены на этом станке.

На многих наших заводах приемка вновь прибывших на завод станков, а также вышедших из капитального ремонта, производится специальными комиссиями. В них почти всегда входит и токарь, которому придется работать на принимаемом станке. Это обстоятельство обязывает токаря знать способы проверки станка на точность.

Совершенно очевидно, что от обдирочных станков и от станков, предназначенных для точных работ, нет надобности требовать одинаковой точности.

Поэтому допуски на точность у токарных станков установлены различные в зависимости от назначения станка. Способы же проверки точности, как грубых обдирочных станков, так и станков, предназначенных для работ, требующих большой точности (например, инструментальных и т. д.), — в большинстве случаев одинаковы.

В приведенных ниже таблицах некоторые допуски относятся к определенной длине, указанной рядом с допуском. Например, при указании допуска на параллельность направляющих задней бабки направляющим супорта для точного токарного станка сказано: «0,01 на 1000 мм». Это значит что на длине 1000 мм

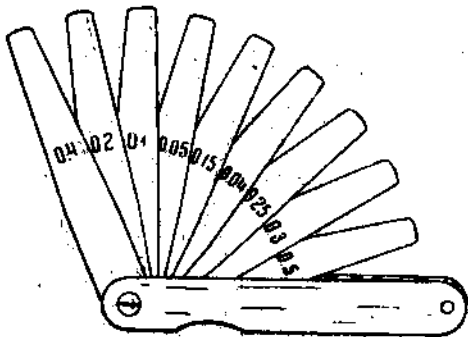


Рис. 486. Шупы.



Рис. 487. Ватерпас.

уклонение от параллельности не должно превышать 0,01 мм. Если бы проверка эта производилась на длине только 500 мм (вдвое меньше, чем 1000 мм), то допускаемое уклонение от параллельности должно быть взято вдвое меньше, т.е. 0,005 мм.

При проверке станков на точность необходимо иметь следующие инструменты: 1) линейку, 2) угольники, 3) раздвижные штихмассы, 4) индикаторы, 5) шупы, 6) ватерпасы, 7) рамные уровни.

Л и н е й к и, употребляющиеся при проверке станков, лучше всего иметь стальные прямоугольного сечения, достаточной длины и жесткости. Следует помнить, что всякая линейка, если ее подпереть только в двух точках на концах, легко прогибается под действием собственного веса. Это к линейкам, длина которых меньше 1000 мм, не относится. Угольники, штихмассы и индикаторы мы рассматривали выше (глава VIII) и возвращаться к ним снова мы не будем.

Ш у п ы (рис. 486) служат для установления величины просветов между линейкой и проверяемой деталью и определяют таким образом отклонение этой детали от прямолинейности. Иногда ими пользуются для определения, насколько плотно одна деталь прилегает к другой.

Шупы представляют собой набор стальных закаленных пластинок разной толщины. Самая тонкая пластинка — 0,04 мм. Изображенный на рис. 486 шуп имеет пластинки толщиной:

0,04 мм	0,10 мм
0,05 »	0,15 »
0,06 »	0,20 »
0,07 »	0,30 »
0,08 »	

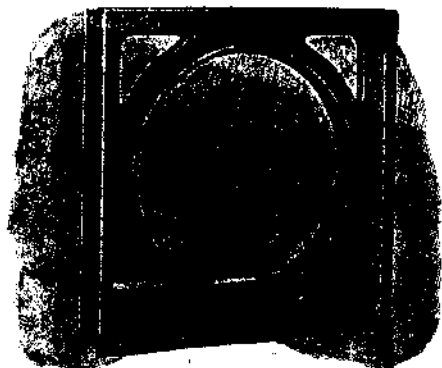


Рис. 488. Рамный ватерпас.

Если сложить две пластинки, например 0,04 и 0,05, — можно получить промежуточный размер 0,09 мм.

Представленный на рис. 487 ватерпас служит для проверки горизонтальности различных поверхностей. При помощи рамного (или рамочного) ватерпаса (рис. 488) проверяется вертикальность поверхности, но с таким же успехом им можно пользоваться для проверки горизонтальности.

Правильная установка станка является необходимым условием правильности проверки его точности. Негоризонтальность пола, слишком сильный натяг фундаментных болтов и пр. дефекты установки станка могут послужить причиной неточной работы станка.

Проверка станков на точность состоит из ряда испытаний, производящихся в определенном порядке при помощи указанных выше инструментов.

§ 2. Проверка токарного станка.

И с ы т а н и е 1. Проверка передней направляющей супорта.

Прямолинейность направляющих супорта собранного станка проверяется косвенным путем. Для этого в разных местах станины ставится ватерпас, которым проверяется горизонтальность станины в данном месте.

Передвигая ватерпас вдоль станины по направляющим супорта, определяем горизонтальность направляющих на всей их длине и тем самым их прямолинейность. Уклонения от прямолинейности допускаются только в сторону выпуклости, но ни в коем случае не в сторону вогнутости. Это требование объясняется тем, что станина от трения супорта у середины изнашивается сильнее, чем у краев. Если неточность станины превышает установленный для нее допуск, станина должна быть перешабрена.

При проверке направляющих станины европейского типа ватерпас ставят прямо на направляющие. Для проверки направляющих американского типа ватерпас ставят на специальную прокладку (рис. 489), точно пригнанную к направляющим станины.

Для того, чтобы не было ошибки в наблюдениях из-за случайно попавших под прокладку или ватерпас грязи, мелких стружек и проч., необходимо как станину, так и приборы, которыми производится измерение (ватерпас, прокладку), тщательно вытирать сухой и чистой тряпкой.

Схема этого испытания указана на рис. 490, где показаны два различных положения ватерпаса.

Испытание 2. Проверка задней направляющей супорта.

Проверка эта ничем не отличается от проверки передней направляющей. Требование относительно выпуклости станины остается такое же. Схема проверки указана на рис. 490, где показаны два различных положения ватерпаса.

Для каждой направляющей должна быть изготовлена отдельная прокладка (рис. 489).

Испытание 3. Передняя и задняя направляющие супорта должны лежать в одной горизонтальной плоскости.

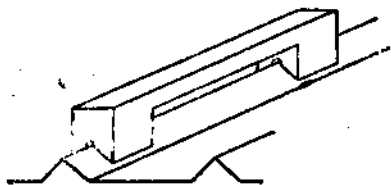


Рис. 489. Прокладка для проверки направляющих американской станины.

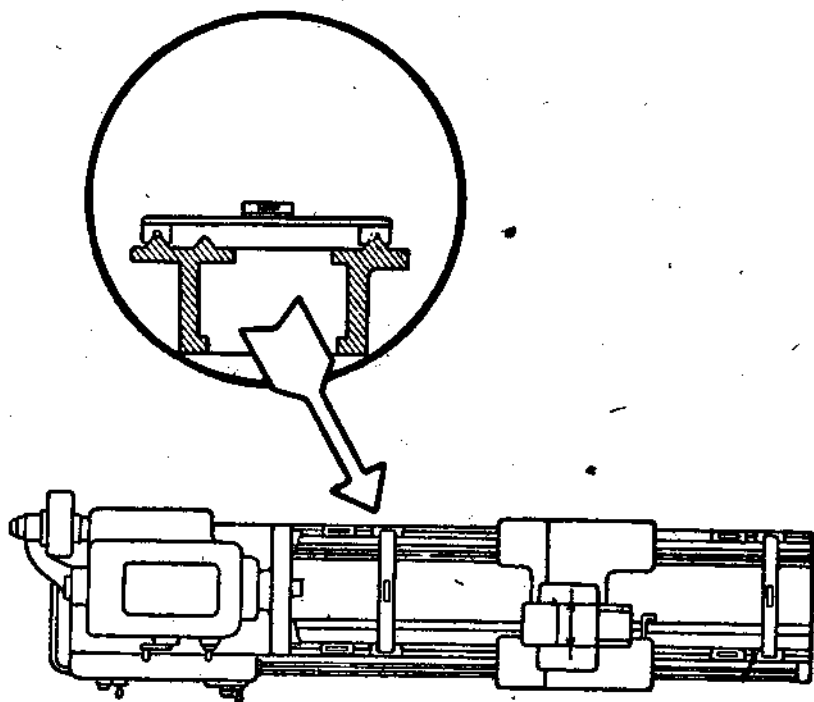


Рис. 490. Испытание 1, 2 и 3. Проверка горизонтальности направляющих станины.

Эта проверка производится при помощи ватерпаса и линейки.

Если проверяемая станина европейского типа, то линейка кладется поперек станины непосредственно на переднюю и заднюю направляющие супорта, а на линейку ставится ватерпас и вместе с линейкой двигается вдоль станины.

Если проверяется станина американского типа, то линейка кладется на прокладки, о которых говорилось при описании первого и второго испытаний. Так как в данном случае о горизонтальности направляющих мы судим по верх-

мым плоскостям прокладок, то при изготовлении их необходимо следить за тем, чтобы они были совершенно одинаковы.

При этой проверке может быть два случая:

1) Ватерпас покажет некоторый уклон, и этот уклон будет сохранять одну и ту же величину при передвижении ватерпаса вдоль всей станины. Это укажет на негоризонтальность установки всего станка, что можно исправить подклиниванием соответствующей лапы станины.

2) Если уклон, который покажет ватерпас при передвижении его вдоль станины, будет изменяться, то это укажет на неправильность направляющих.

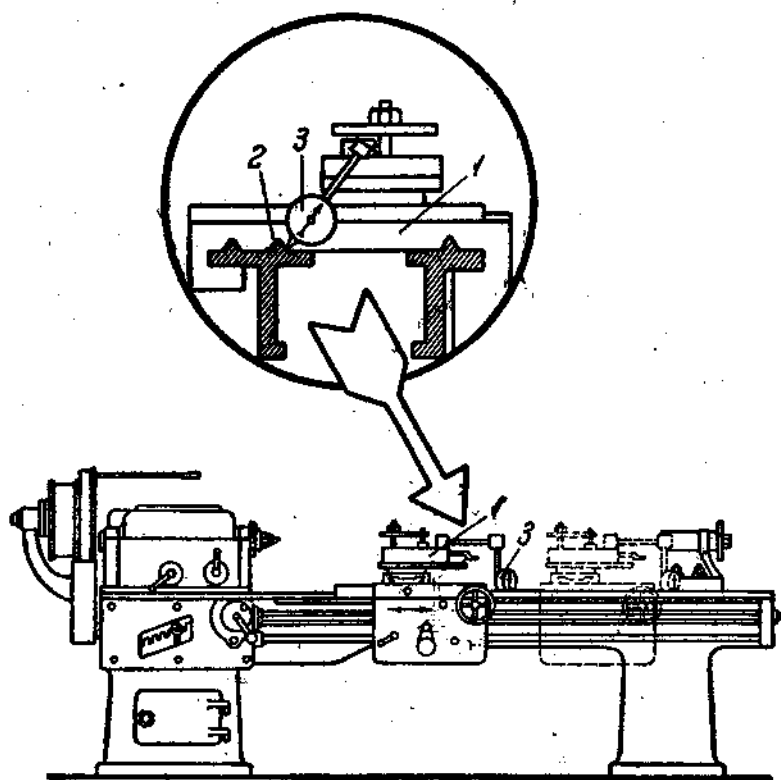


Рис. 491. Испытание 4. Проверка параллельности направляющих задней бабки направляющим супорта.

Недостаток этот, при небольших отклонениях, может быть устранен перешауркой станины, а при более значительных отклонениях — перестройкой ее.

Схема этого испытания указана на рисунке 490.

Испытание 4. Направляющие задней бабки должны быть параллельны направляющим супорта.

Это проверка производится следующим образом. На супорте укрепляется индикатор, кнопка которого прижимается к одной стороне направляющей задней бабки. Поставив индикатор на нуль, перемещают супорт вдоль станины и замечают колебания стрелки индикатора. Проверив одну сторону направляющей задней бабки, точно таким же способом проверяют и вторую сторону. На рис. 491 показана схема этого испытания, при чем цифрой 1 обозначен супорт, цифрой 2 — направляющая задней бабки, цифрой 3 — индикатор.

Вышесказанное относится к станинам американского типа. Проверка станины европейского типа, представленной на рис. 23-I, совсем не производится, а у станков, имеющих станину по рис. 23-II, производится так же, как и у американской станины.

Непараллельность направляющей задней бабки направляющим супорта не должна превосходить определенной величины, так как в противном случае при передвижении задней бабки по станине центр ее будет сбиваться с правильного положения.

Испытание 5. Передний центр станка не должен иметь боя.

На супорте закрепляется индикатор, кнопка которого прижимается к конусу центра. Проверка производится при медленном вращении шпинделя станка

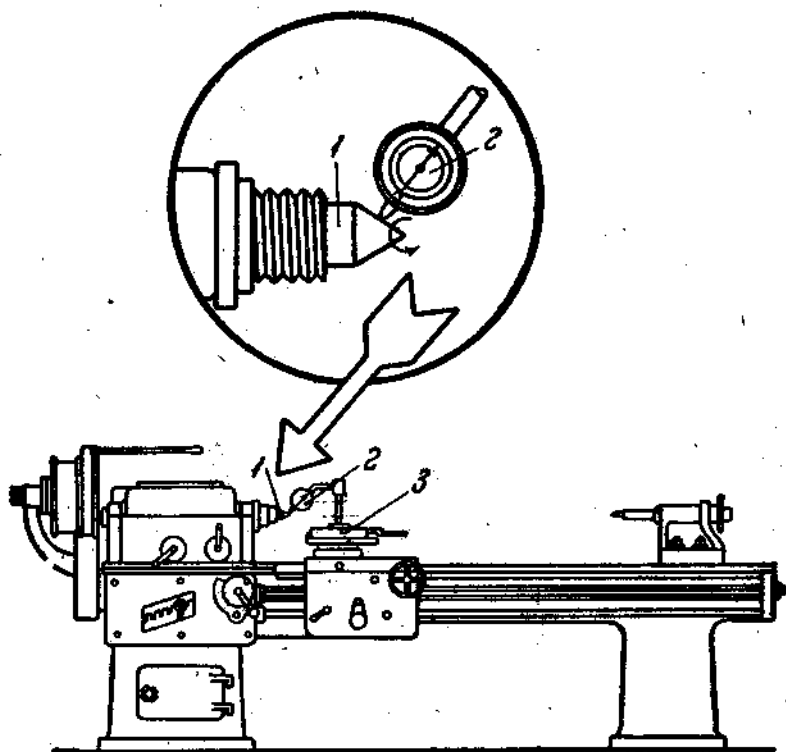


Рис. 492. Испытание 5. Проверка правильности вращения центра передней бабки.

от руки. При обработке изделия на станке, центр которого бьет, получается некруглый цилиндр; поэтому важно, чтобы величина этого биения центра не превосходила допустимого предела.

Этот бой переднего центра может получиться или вследствие овальности шеек шпинделя, или в результате эксцентricности гнезда для центра по отношению к оси шпинделя.

Схема испытания показана на рис. 492, где цифрой 1 обозначен центр, цифрой 2 — индикатор, цифрой 3 — супорт.

Испытание 6. Центрирующая заточка шпинделя не должна бить, так как бой центрирующей заточки повлечет за собой бой патрона. Это испытание (рис. 493) во всем сходно с предыдущим.

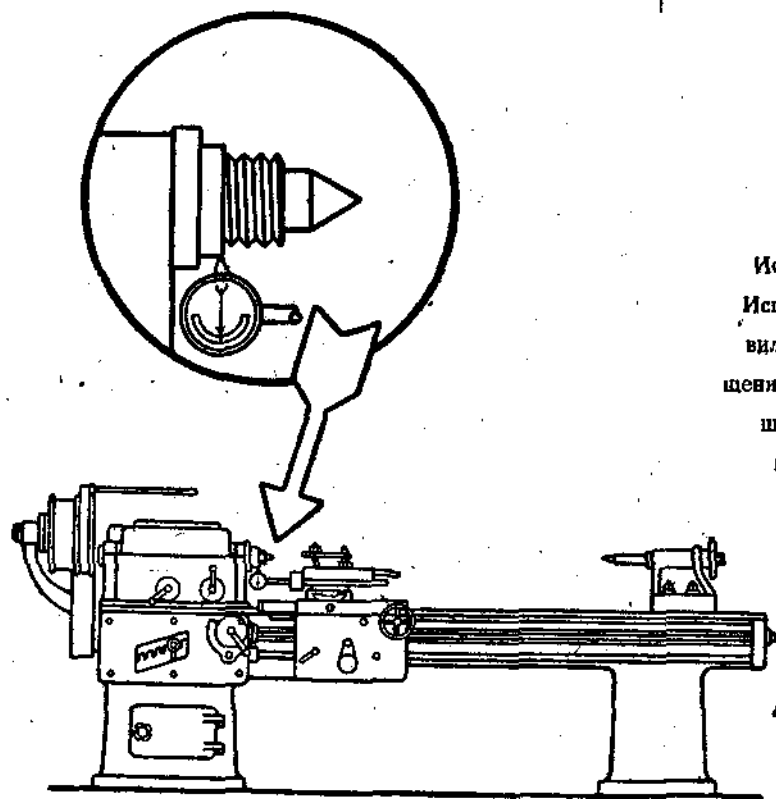


Рис. 493.
Испытание 6.
Испытание пра-
вильности вра-
щения центрирую-
щей заточки
шпинделя.

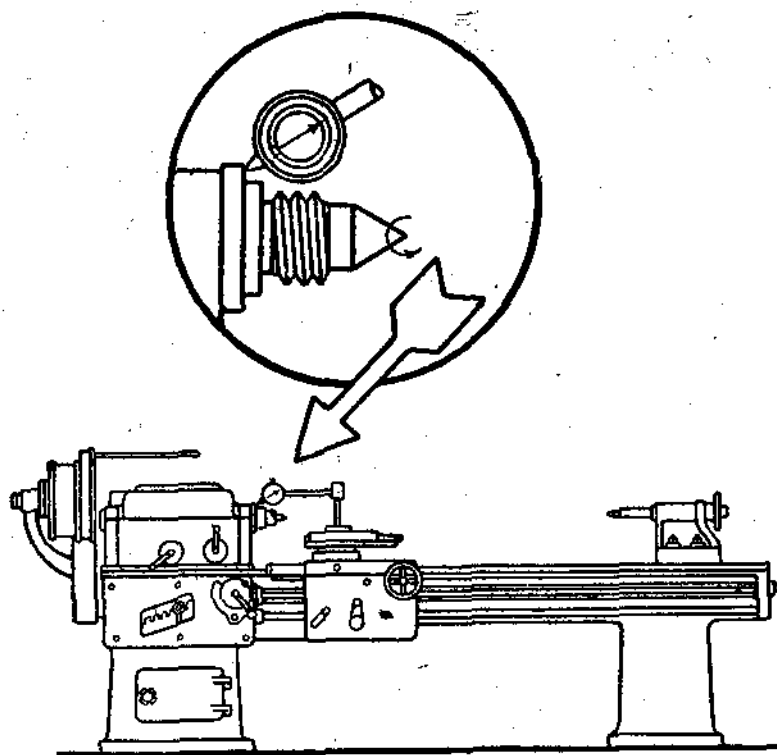


Рис. 494.
Испытание 7.
Проверка осевого
перемещения
шпинделя.

Испытание 7. Шпиндель передней бабки не должен иметь осевого перемещения. Испытание это производится так же, как и предыдущее. Установка индикатора при этой проверке показана на рис. 494.

Испытание 8. Коническое гнездо (для центра) в шпинделе передней бабки не должно бить.

В гнездо шпинделя вставляется шлифованная оправка, тщательно пригнанная по нему. Длина оправки, не считая конуса, — 300 мм. К правому концу оправки прижимают кнопку индикатора и, медленно вращая шпиндель, замечают колебания стрелки индикатора. Схема этого испытания показана на рис. 495.

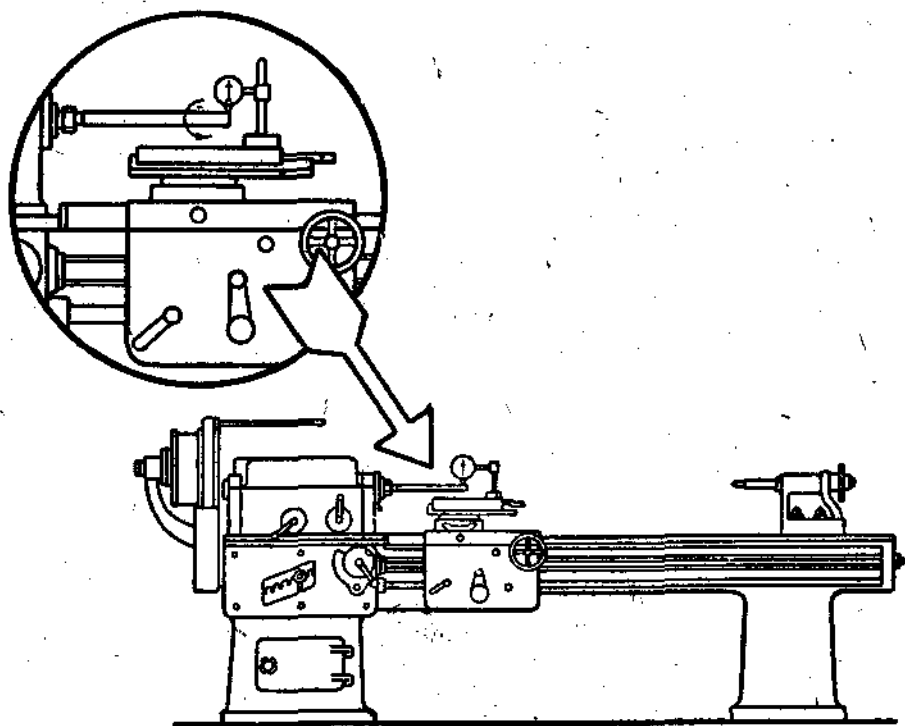


Рис. 495. Испытание 8. Проверка вращения конического гнезда шпинделя.

Совершенно понятно, что бой конического гнезда шпинделя вызовет бой вставленного в него центра. Если бой конуса шпинделя больше допустимого, то гнездо шпинделя необходимо проточить, снимая при этом возможно меньше материала.

Испытание 9. Ось шпинделя передней бабки должна быть параллельна направляющим станины в вертикальной плоскости.

Это испытание производится с помощью той же оправки, которой пользовались при предыдущей проверке. Прижав кнопку индикатора сверху к левому концу оправки, медленно перемещают супорт вправо и наблюдают за колебаниями стрелки индикатора. Уклонение правого конца оправки допустимо только вверх. При этом имеется в виду, что вес обрабатываемого изделия будет отжимать шпиндель книзу и таким образом будет уменьшать допущенное уклонение его вверх.

Если уклон шпинделя больше допустимого, необходимо проверить переднюю бабку, подкладывая под нее тонкие медные пластинки или полоски бумаги.

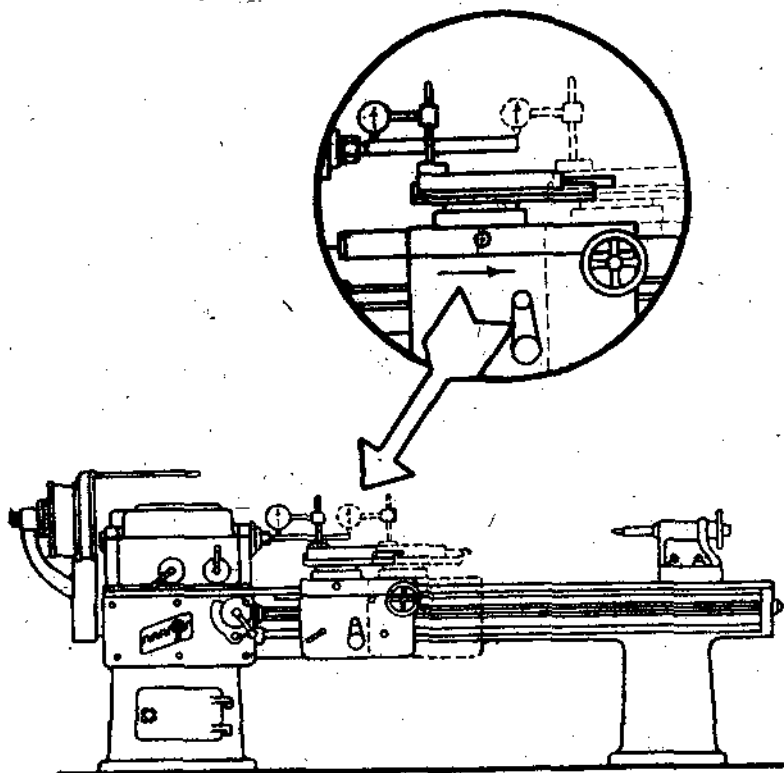


Рис. 496.
Испытание 9.
Проверка
параллельности
оси шпинделя
направляющим
станины
в вертикальной
плоскости.

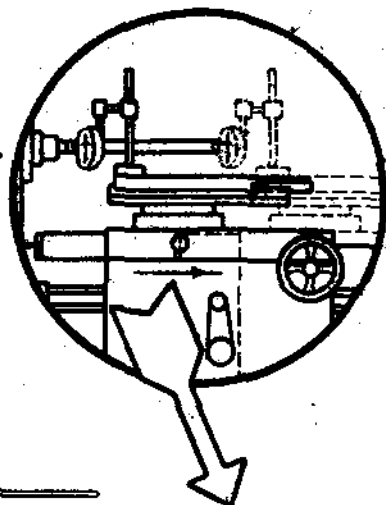
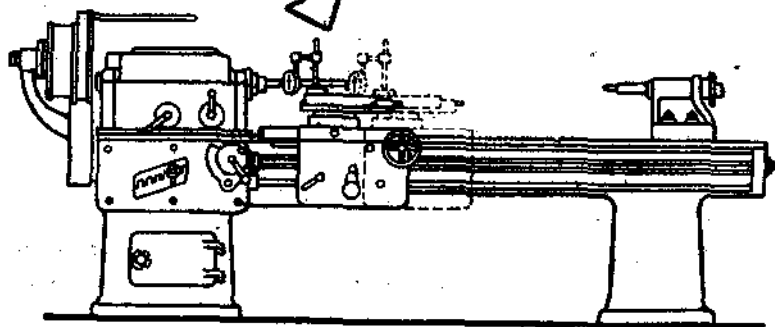


Рис. 497.
Испытание 10.
Проверка
параллельности
оси шпинделя
направляющим
станины
в горизонтальной
плоскости.



Порядок проверки мы рассмотрели в главе V. Вместо проточки болванки теперь можно пользоваться шлифованной оправкой и индикатором.

Схема этого испытания показана на рис. 496.

Испытание 10. Ось шпинделя передней бабки должна быть параллельна направляющим станины в горизонтальной плоскости.

Это испытание отличается от предыдущего только тем, что индикатор прижимается своей кнопкой сбоку оправки (со стороны резца), как это показано на рис. 497.

В этом случае допускается отклонение правого конца оправки (в известных пределах) лишь в сторону резца. Это объясняется тем, что давление резца на обрабатываемый предмет отожмет шпиндель в сторону от резца. Если шпиндель

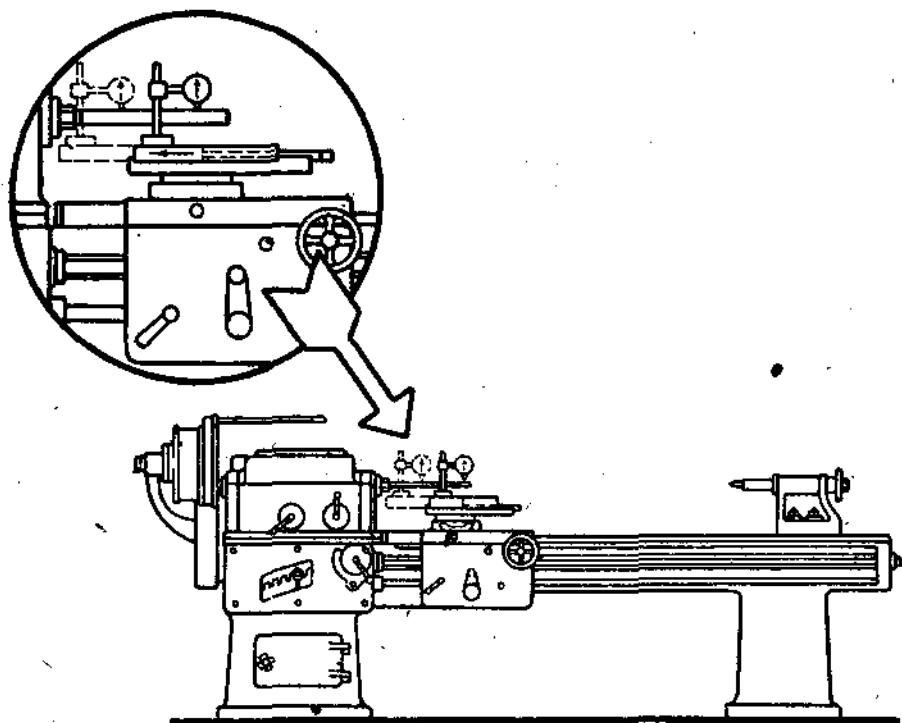


Рис. 498. Испытание 11. Проверка перемещения верхних салазок супорта.

имеет наклон к резцу, то во время работы давление резца будет уменьшать этот наклон. На первый взгляд может показаться, что испытание 8 покрывается испытаниями 9 и 10. На самом деле это не так: при испытании 8 проверяется совпадение оси конуса и оси шпинделя. Испытанием 9 и 10 проверяется положение оси шпинделя относительно направляющих супорта.

Испытание 11. Верхние салазки супорта должны перемещаться параллельно оси шпинделя в вертикальной плоскости (рис. 498). Индикатор закрепляется в резцедержателе. Кнопка его прижимается сверху к контрольной оправке. Сани супорта остаются неподвижными, а верхние салазки перемещаются на 300 мм (или на наибольший расход их, если этот расход меньше 300 мм). Проверка параллельности перемещения верхних салазок супорта оси шпинделя в горизонтальной плоскости не производится. Предоставляем читателю подумать, почему эта проверка не имеет смысла, и наоборот, в каких случаях и для чего следовало бы выполнять ее.

Испытание 12. Ось шпинделя задней бабки должна быть параллельна направляющим станины в вертикальной плоскости (рис. 499).

Для этой проверки шпиндель задней бабки возможно больше выдвигается. Индикатор закрепляется в резцедержателе, и кнопка его прижимается к шпинделю сверху. Колебание стрелки индикатора при передвижении супорта вдоль шпинделя укажет на то или другое отклонение шпинделя от горизонтального положения. Допускается уклонение шпинделя только кверху из тех же соображений, что и шпинделя передней бабки. Вес обрабатываемого предмета будет отжимать шпиндель книзу и таким образом уменьшать допущенный уклон шпинделя.

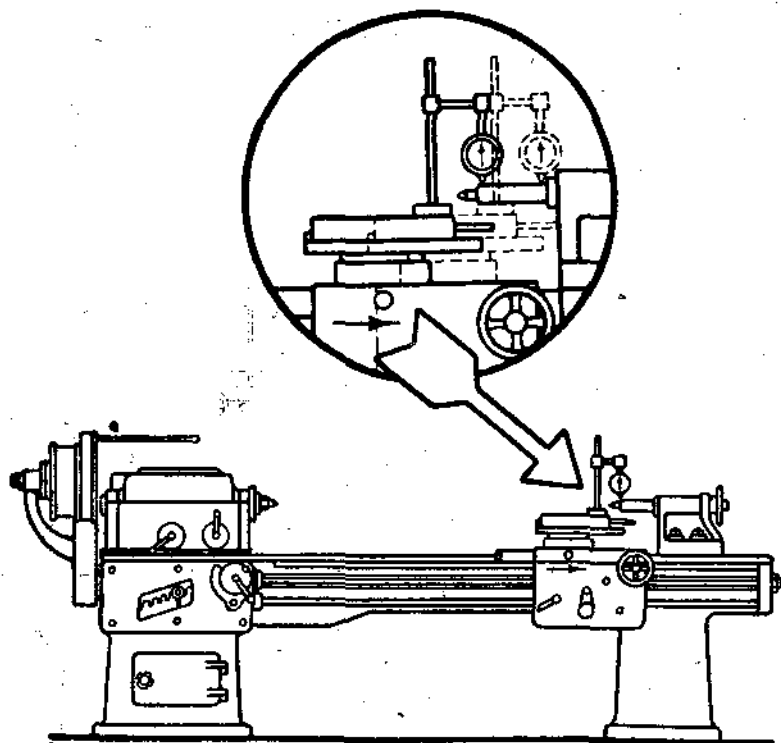


Рис. 499. Испытание 12. Проверка параллельности оси шпинделя задней бабки направляющим станины вертикальной плоскости.

Испытание 13. Ось шпинделя задней бабки должна быть параллельна направляющим станины в горизонтальной плоскости.

Проверка производится точно таким же образом, как и предыдущая, с той лишь разницей, что кнопка индикатора прижимается к шпинделю задней бабки сбоку, с передней стороны, как это показано на рис. 500. В этом случае допустимо некоторое отклонение свободного конца шпинделя в сторону резца (вперед), потому что давление резца на обрабатываемый предмет будет отжимать свободный конец шпинделя задней бабки назад и, таким образом, уменьшит имеющийся наклон вперед.

Испытание 14. Ось, проходящая через центры передней и задней бабок, должна быть параллельна направляющим станины в вертикальной плоскости.

На центра станка ставится шлифованная оправка (рис. 501). Кнопка индикатора, закрепленного в резцедержателе, прижимается к оправке сверху,

а суппорт вручную перемещается вдоль станины. Отклонение стрелки индикатора укажет на имеющуюся непараллельность. При этом испытании допустимо некоторое превышение центра шпинделя задней бабки над центром шпинделя передней бабки.

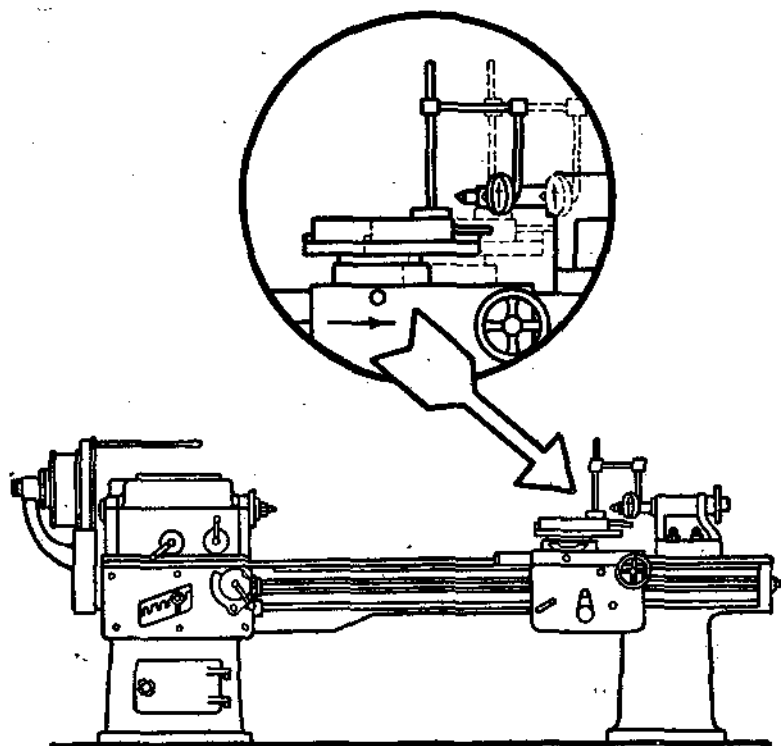


Рис. 500. Испытание 13. Проверка параллельности оси шпинделя задней бабки направляющим станины в горизонтальной плоскости.

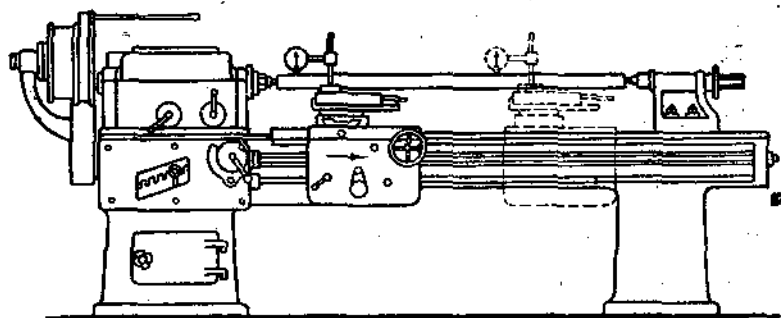


Рис. 501. Испытание 14. Проверка правильности центральной линии станка направляющим станины в вертикальной плоскости.

Испытание 15. Проверка точности шага ходового винта производится с помощью специальных оптических приборов и поэтому редко может быть сделана в наших мастерских. В мастерской может быть произведена грубая проверка постоянства шага по всей длине винта, т.-е. что винт по всей своей длине имеет одинаковый шаг.

Проверка эта производится следующим образом. На станок ставят (в центра) чисто обточенный валик, наибольшей длины для проверяемого станка. Диаметр этого валика выбирается в зависимости от его длины, но не меньше 30 — 40 мм. В резцедержатель зажимают остро заточенный резьбовой резец. Сменные шестерни станка (или рычаги коробки подач) ставят так, чтобы число ниток нарезаемого винта (валика) было равно числу ниток ходового винта. После этого проходят одну стружку так, чтобы на валике получилась едва заметная винтовая риска от резца. Пройдя эту стружку, валик снимают со станка, переворты-вают, снова ставят в центра и проходят вторую стружку. Если обе риски совпа-дут, то это значит, что винт имеет по всей своей длине одинаковый шаг. Проверка точности шага ходового винта этим способом, очевидно, не достигается.

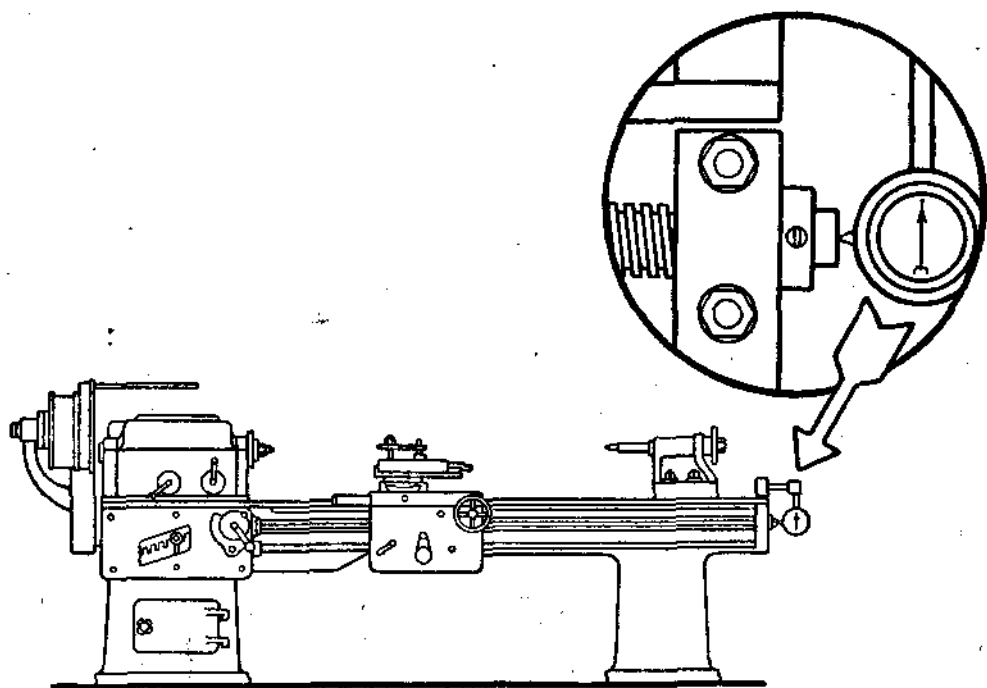


Рис. 502. Испытание 16. Проверка осевого перемещения ходового винта.

Испытание 16. Ходовой винт станка не должен перемещаться в осевом направлении.

При этом испытании индикатор устанавливается на станину станка, а кнопка прижимается к торцу винта, как это показано на рис. 502. При перемене направления движения супорта путем переключения трензеля замечают колебания стрелки индикатора, по которому и судят об имеющемся осевом перемещении винта.

Испытание 17. Ходовой винт должен быть параллелен к направляющим станины в вертикальной плоскости.

На рис. 503 показана схема этого испытания. Индикатор укрепляется на супорте, а кнопка его прижимается к ходовому винту сверху. Передвигая супорт вручную вдоль станины, замечают отклонения стрелки индикатора, по которым и судят о непараллельности винта станине. Точно так же производится испытание параллельности ходового винта к направляющим станины в горизонтальной плоскости, с той только разницей, что кнопка индикатора прижимается к ходовому винту сбоку и спереди (рис. 504).

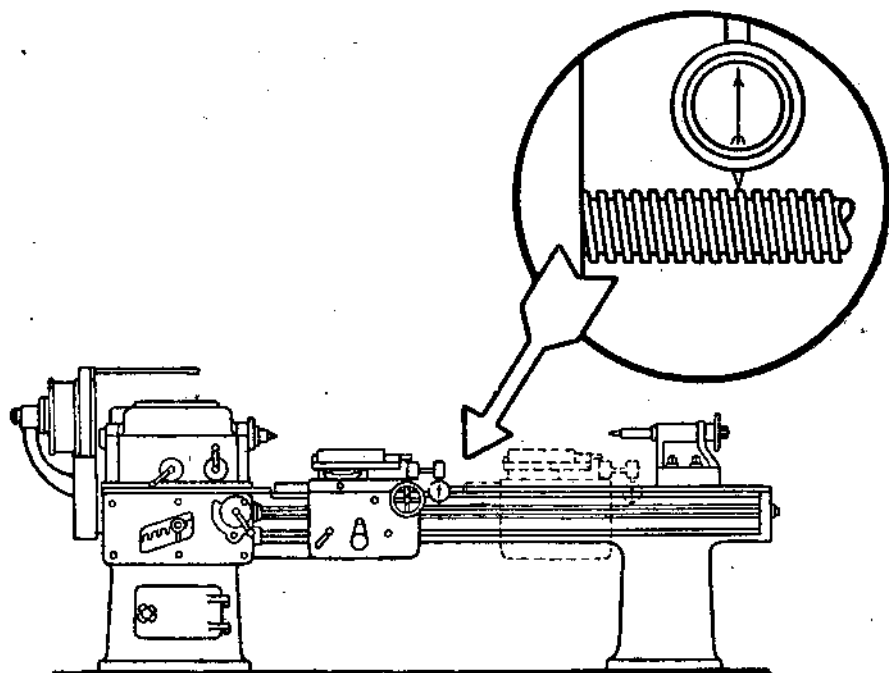


Рис. 503. Испытание 17. Проверка параллельности ходового винта направляющим станины в вертикальной плоскости.

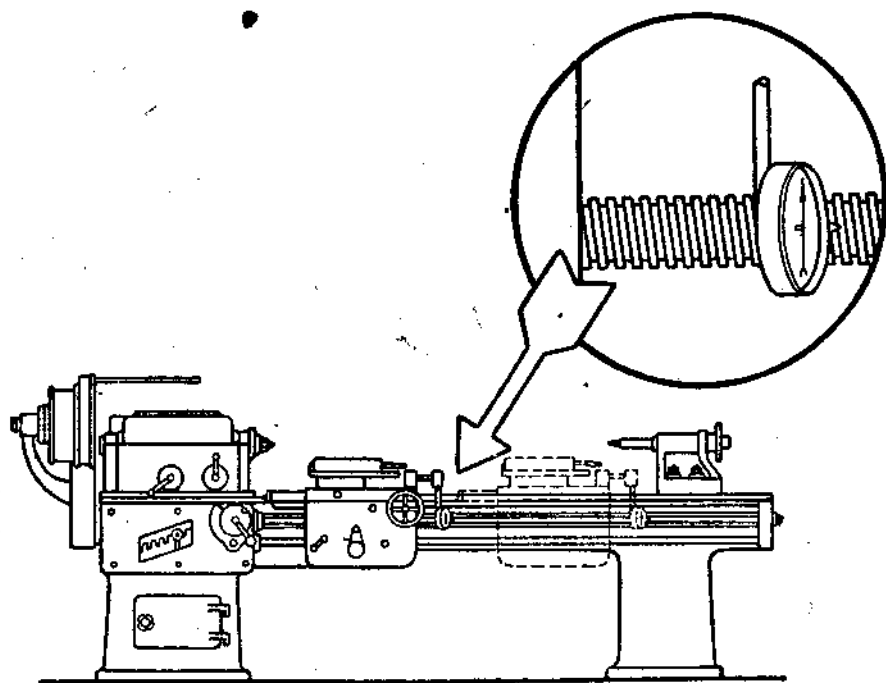


Рис. 504. Испытание 17. Проверка параллельности ходового винта направляющим станины в горизонтальной плоскости.

Испытание 18. Испытание работы станка на овальность.

Для этого испытания в патроне станка зажимается какой-либо круглый предмет, у которого протачивается на небольшой длине боковая поверхность. После проточки у него промеряется диаметр в различных направлениях в одном месте. Разность в размерах диаметров не должна превышать величины, указанной в таблице.

Испытание 19. Испытание работы станка при обточке по цилиндру.

Это испытание производится при помощи обточки какого-либо цилиндрического валика в центрах. Диаметр валика рекомендуется брать 50 мм, длину валика 300 мм. После обточки валик проверяется при помощи микрометра обычным способом.

Испытание 20. Поперечные направляющие супорта должны быть перпендикулярны к оси станка.

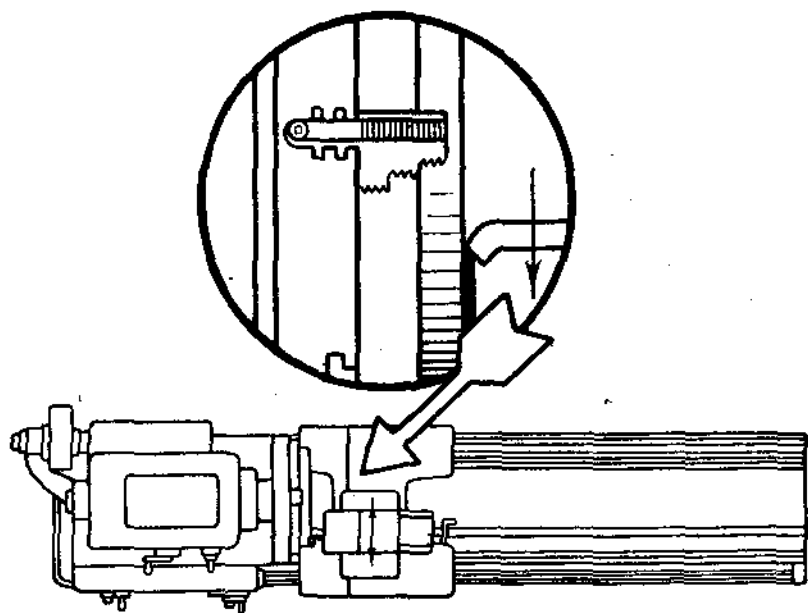


Рис. 505. Испытание 20. Проверка перпендикулярности поперечных направляющих супорта к оси станины.

Схема испытания показана на рис. 505. Проверка эта производится так. В патрон станка зажимается чугунный диск и протачивается поперечным самоходом при умеренной скорости резания. Затем при помощи линейки и щупов проверяют прямолинейность получившейся поверхности. Отступление от прямолинейности допускается только в сторону вогнутости.

Подробно об испытании прямолинейности при помощи щупов и линейки сказано при испытании прямолинейности планшайбы у карусельного станка.

В нижеприводимой таблице даются допуски на точность трех типов токарных станков:

- 1) токарного станка наивысшей точности (для инструментальных работ) — с высотой центров до 180 мм (обозначен в таблице в графе «допуски в мм» цифрой 1);
- 2) токарного станка для чистовой обточки с высотой центров до 400 мм (обозначен цифрой 2) и
- 3) токарного станка для чистовой обточки с высотой центров свыше 400 мм (обозначен цифрой 3).

ТАБЛИЦА 25.
Допуски на точность токарных станков.

№ № испытаний	Наименование испытания	№ № рисунков	Допускаемая неточность в мм		
			1	2	3
1	Прямолинейность передней направляющей супорта (допустима выпуклость)	490	+ 0,02 на 1000	+ 0,02 — 0 на 1000	0,03 — 0 на 1000
2	То же задней направляющей (допускается выпуклость)	490	+ 0,01 — 0 на 1000	+ 0,01 — 0 на 1000	+ 0,03 — 0 на 1000
3	То же в поперечном направлении	490	0,05 на 1000	0,05 на 1000	0,05 на 1000
4	Параллельность направляющей задней бабки направляющим супорта	491	0,01 на 1000	0,02 на 1000	0,02 на 1000
5	Правильность вращения переднего центра	492	0,01	0,01	0,02
6	Правильность вращения центрирующей заточки шпинделя	493	0,005	0,01	0,02
7	Отсутствие перемещения шпинделя в осевом направлении	494	0,01	0,01	0,02
8	Правильность вращения конического гнезда в шпинделе передней бабки (измеренная на контрольной оправке длиной 300 мм)	495	0,01	0,02	0,02
9	Параллельность оси шпинделя передней бабки направляющим станины в вертикальной плоскости (допускается подъем свободного конца оправки)	496	+ 0 — 0,01 на 300	+ 0 — 0,02 на 300	+ 0 — 0,02 на 300
10	То же, в горизонтальной плоскости (допускается уклон в сторону резца)	497	+ 0 — 0,01 на 300	+ 0 — 0,02 на 300	+ 0 — 0,02 на 300
11	Параллельность перемещения верхних салазок супорта шпинделю передней бабки, измеренная в вертикальной плоскости	498	0,02 на 300	0,02 на 300	0,02 на 300
12	Параллельность шпинделя задней бабки направляющим станины в вертикальной плоскости (допускается только подъем)	499	+ 0,01 — 0 на 300	+ 0,02 — 0 на 300	+ 0,03 — 0 на 300
13	То же, в горизонтальной плоскости (допускается уклон в сторону резца)	500	+ 0 — 0,01 на 300	+ 0 — 0,02 на 300	+ 0 — 0,02 на 300
14	Параллельность линии центров станины, проверенная в вертикальной плоскости (допускается повышение у задней бабки)	501	+ 0,01 — 0	+ 0,02 — 0	0,03

№м испыт- ания	Наименование испытания	№м рисун- ков	Допускаемая неточность в мм		
			1	2	3
15	Точность шага ходового винта. . . .	—	$\pm 0,03$ на 300	$\pm 0,03$ на 300	$\pm 0,03$
16	Осевое смещение ходового винта. . .	502	0,01	0,01	0,02
17	Параллельность ходового винта ста- нине.	503 504	0,1 на 1000	0,1 на 1000	0,1 на 1000
18	Точность работы станка при нижесле- дующих работах: Точность обточки накругло.	—	0,005	0,01	0,02
19	Точность обточки по цилиндру. . . .	—	0,01 на 300	0,02 на 300	0,02 на 300
20	Точность обточки на планшайбе; обто- ченная поверхность может быть только вогнутой.	505	+ 0 — 0,02	+ 0 — 0,02 на diam. 300	+ 0 — 0,02 на diam. 300

§ 3. Проверка карусельного станка с одной стойкой.

Испытание 1. Поверхность планшайбы должна быть плоской (допускается только вогнутость). Это необходимо потому, что при выпуклой планшайбе невозможно правильно и прочно установить обрабатываемый предмет, как это видно из рис. 506-I. Вогнутая планшайба не мешает установке обрабатываемой детали (рис. 506-II).

На рис. 506-I и 506-II для ясности выпуклость и вогнутость планшайбы сильно преувеличены.

Испытание производится при помощи линейки и подкладок, как указано на рис. 507. Для подкладки употребляются или измерительные плитки или шупы. Сначала берут плитки одинаковой толщины под серединой и концами линейки. Если при надавливании на один из концов линейки последняя не обнаруживает качки, а средняя подкладка может

быть вытащена только с некоторым усилием, — это значит, что планшайба удовлетворяет испытанию.

Если линейка качается на средней подкладке, то последнюю заменяют более тонкой, при чем толщину ее подбирают таким образом, чтобы при вытаскивании ее требовалось небольшое усилие и в то же время линейка не обнаруживала качки. Разность в толщинах средней и крайних подкладок будет равняться вогнутости планшайбы. Для устранения выпуклости или слишком большой вогну-



Рис. 506. Установка обрабатываемого предмета на выпуклой и вогнутой поверхностях.

тости планшайбу следует проточить на месте, при чем точить нужно от середины к краю, а не наоборот.

Испытание 2. Верхняя поверхность планшайбы не должна бить. Это испытание производится при помощи индикатора, который укрепляется в резцедержателе (рис. 508). Кнопка индикатора прижимается к верхней поверхности планшайбы, на некотором расстоянии от ее центра. При медленном вращении планшайбы замечают отклонения стрелки индикатора.

Бой верхней поверхности планшайбы может происходить или вследствие неправильности самой планшайбы или вследствие неправильности конического направляющего гнезда. В первом случае бой планшайбы может быть уничтожен проточкой планшайбы на месте. Обточку эту следует производить от середины к краю, чтобы избежать получения выпуклой планшайбы вследствие износа резца.

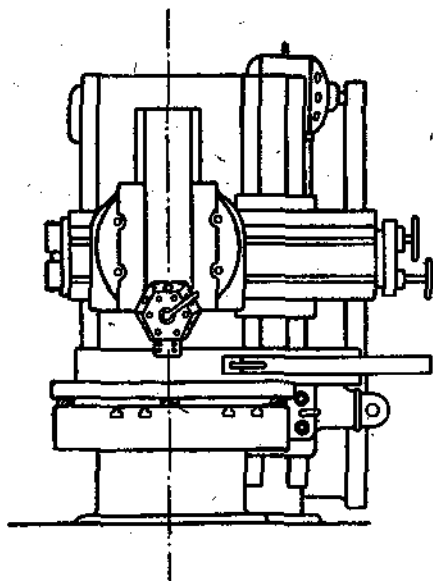


Рис. 507. Испытание 1. Проверка прямолинейности планшайбы.

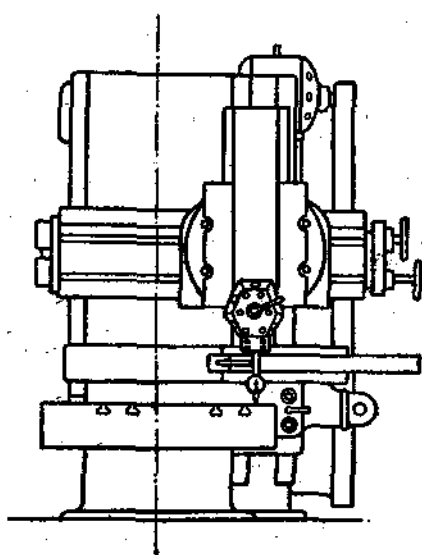


Рис. 508. Испытание 2. Проверка правильности вращения верхней поверхности планшайбы.

Во втором случае, когда бой происходит вследствие неправильности конического направляющего гнезда, должно наблюдаться смещение центра планшайбы и, вследствие этого, бой боковой поверхности ее (см. след. испытание). Поэтому при обнаружении боя верхней поверхности планшайбы, прежде чем сказать, отчего он происходит, необходимо произвести испытание боя боковой поверхности. Если этого боя не наблюдается, значит неправильна лишь верхняя поверхность планшайбы; если есть бой и боковой поверхности, значит, бой верхней поверхности планшайбы происходит в виду неправильного положения планшайбы, т.е. вследствие неправильности конического направляющего кольца.

Испытание 3. Ось вращения планшайбы должна совпадать с осью вращения шпинделя.

Это необходимо потому, что в противном случае мы будем получать не круглые, а овальные изделия. О смещении центра планшайбы судят по бою боковой поверхности ее. Это испытание производят при помощи индикатора, который закрепляется в револьверной головке, при чем кнопка индикатора прижимается к боковой поверхности планшайбы (рис. 509). При медленном вращении планшайбы замечают отклонение индикатора.

Испытание 4. Боковая стойка должна быть перпендикулярна к планшайбе в плоскости направляющих стойки.

Испытание это производится при помощи рамного уровня. Схема испытания указана на рис. 510, где цифрой 7 обозначен рамный уровень. При испытании рамным уровнем измеряются уклон планшайбы в плоскости направляющих стойки и уклон стойки в этой же плоскости. Если уклона в том и другом случае нет, или он получался одинаковый и в одну и ту же сторону, значит, станок удовлетворяет требованию точности, а отмеченный уклон планшайбы и стойки объясняется только неправильной установкой станка. Если мы будем получать разные показания ватерпаса, положенного на планшайбу и прижатого к стойке — станок неправилен.

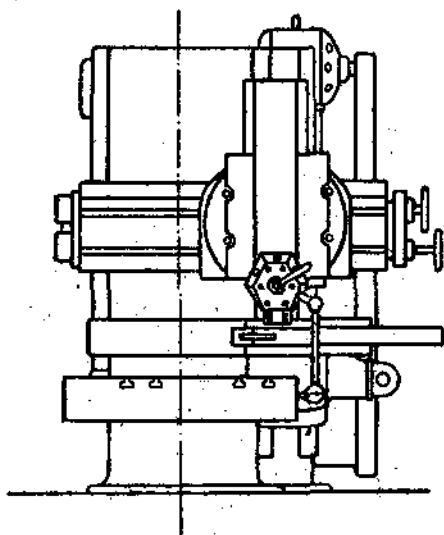


Рис. 509. Испытание 3. Проверка правильности положения оси планшайбы.

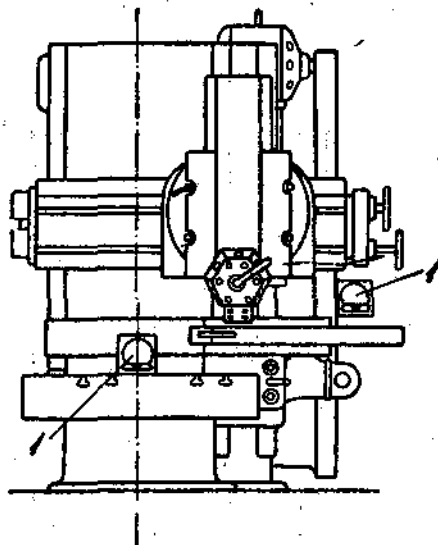


Рис. 510. Испытание 4. Проверка перпендикулярности боковой стойки к планшайбе в плоскости стойки.

Испытание 5. Стойка должна быть перпендикулярна к планшайбе в плоскости, перпендикулярной к направляющим стойки.

Это требование вызвано теми же соображениями, что и предыдущее. Если это требование не будет выполнено, то обрабатываемые изделия будут получаться коническими. Допускается наклон стойки только вперед, в предположении, что вследствие давления на резец стойка несколько отогнется назад. Расположение инструмента (рамного ватерпаса) показано на рис. 511.

Испытание 6. Поперечина (направляющие ее) должна быть параллельна планшайбе.

Если направляющие поперечины не параллельны планшайбе, то при поперечной обточке (с поперечной подачей) мы получим коническую поверхность. При обточке цилиндрической поверхности (с вертикальной подачей) мы получим опять-таки конус, так как при наклонной поперечине и супорт будет стоять наклонно.

Испытание это производится при помощи индикатора, который закрепляется в револьверной головке (рис. 512). Кнопка индикатора прижимается к верхней поверхности планшайбы. Супорт передвигают по поперечине и замечают колебания стрелки индикатора, по которым и судят о параллельности направляющих поперечины.

Испытание 7. Направляющие поперечины должны лежать в одной вертикальной плоскости.

Совершенно понятно, что несовпадение направляющих поперечины с одной вертикальной плоскостью вызовет наклон супорта вперед или назад. Это обстоятельство отразится на точности обработки в том смысле, что при обточке цилиндра (с вертикальной подачей) мы по высоте будем получать постепенно изменяющиеся диаметры изделия.

На рис. 513 показана схема испытания. К направляющим прикладывается линейка, к которой прижимается рамный уровень. Отклонение пузырька уровня укажет на неправильность направляющих.

Испытание 8. Поперечина должна сохранять горизонтальность во всех положениях.

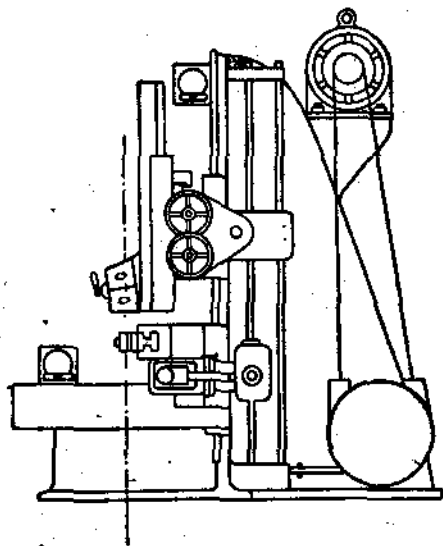


Рис. 511. Испытание 5. Проверка перпендикулярности боковой стойки к планшайбе в плоскости перпендикулярности к направляющим стойки.

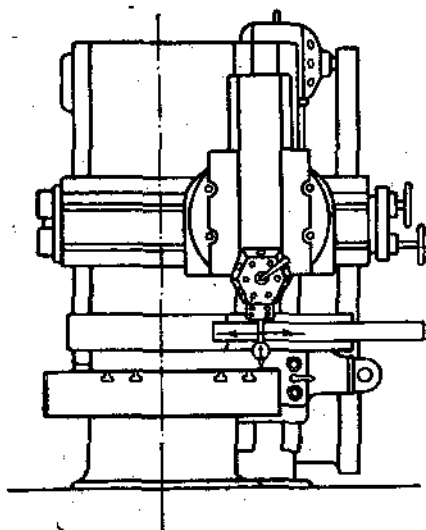


Рис. 512. Испытание 6. Проверка параллельности направляющих поперечины к планшайбе.

Выше (испытание 6) мы описали проверку параллельности между поперечиной и планшайбой, здесь же идет речь о сохранении этой параллельности при всех положениях поперечины на стойке. Так как установка станка должна быть произведена по ватерпасу, то эта проверка производится косвенно — путем проверки горизонтальности поперечины.

На рис. 514 показана схема этого испытания. Рамный уровень ставится на верхнюю направляющую поперечины, которую постепенно поднимают кверху. Изменение положения пузырька в уровне укажет на изменение положения поперечины.

Испытание 9. Движение верхнего супорта в своих направляющих, проверенное в плоскости, проходящей через середину поперечины, должно быть параллельно оси планшайбы.

Непараллельность направляющих супорта по существу означает наклон супорта вперед или назад. Влияние этой неправильности на обработку уже описано в испытании 7.

Схема этого испытания показана на рис. 515. Испытание производится при помощи индикатора, который укрепляется в револьверной головке верхнего

супорта. Верхний супорт устанавливается против центра планшайбы. Кнопка индикатора прижимается к контрольной оправке, вставленной в отверстие план-

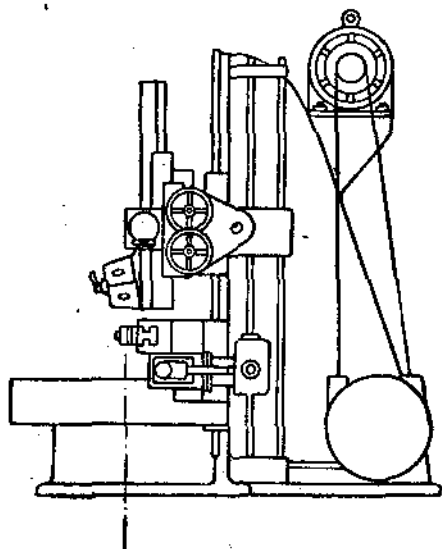


Рис. 513. Испытание 7. Проверка направляющих поперечины.

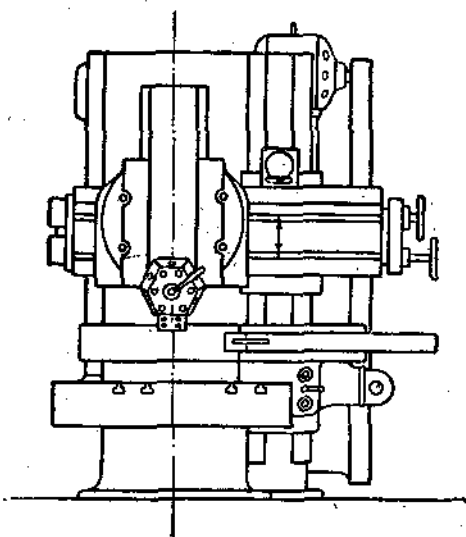


Рис. 514. Испытание 8. Проверка горизонтальности поперечины.

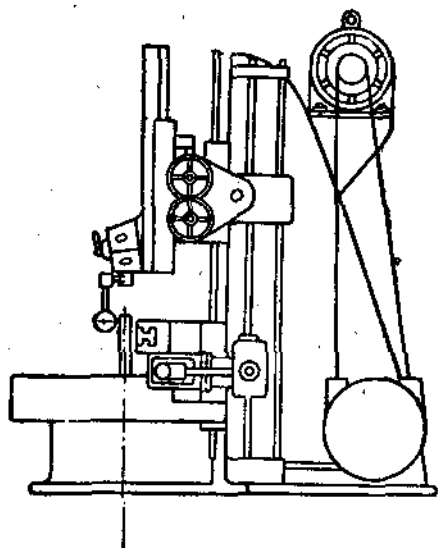


Рис. 515. Испытание 9. Проверка параллельности направляющих супорта к оси планшайбы.

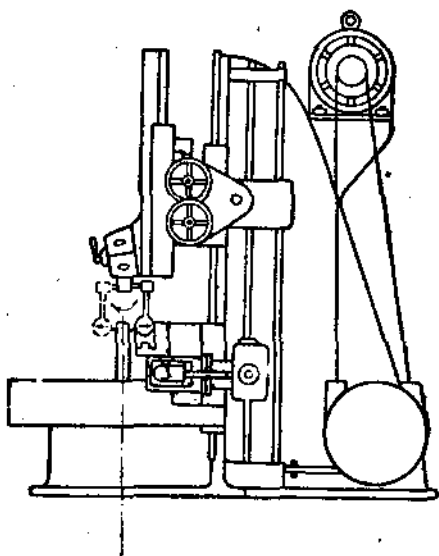


Рис. 516. Испытание 10. Проверка совпадения оси отверстия для инструмента с осью планшайбы.

шайбы. Передвигая супорт (но не поперечину) вверх и в то же время вращая вместе с оправкой планшайбу, замечают отклонения стрелки индикатора, которые и укажут на непараллельность направляющих с осью планшайбы.

Испытание 10. Ось отверстия для инструмента должна совпадать с осью планшайбы.

Если обработка (расточка) изделия производится при помощи оправки, передний (нижний) конец которой входит в направляющую втулку, запрессованную в отверстие планшайбы, то при несовпадении осей отверстий планшайбы и револьверной головки оправка не будет попадать в эту втулку.

Испытание производится при помощи индикатора и контрольной оправки (рис. 516). Индикатор укрепляется в нижнем отверстии револьверной головки. Кнопка индикатора прижимается к контрольной оправке. Поворачивая индикатор в гнезде револьверной головки вокруг контрольной оправки, замечают показание индикатора. Для получения истинной величины отклонения, показания индикатора необходимо разделить на два.

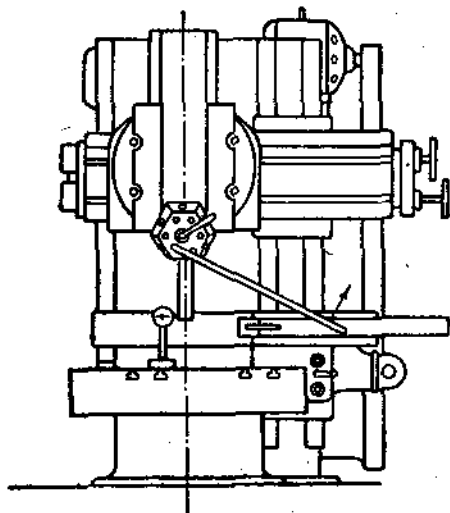


Рис. 517. Испытание 11. Проверка зазора револьверной головки.

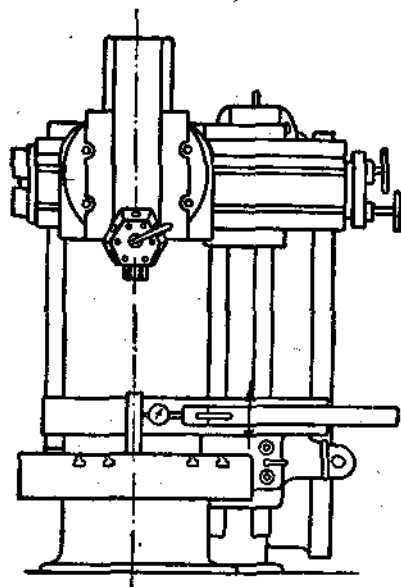


Рис. 518. Испытание 12. Проверка вертикального перемещения бокового супорта.

Испытание 11. Зазор револьверной головки в подшипниках и запорных «пазах» не должен превосходить определенной величины.

После каждого полного поворота револьверной головки резец должен попадать совершенно точно в то положение, в котором он был до поворота. Иначе пропадают все преимущества работы с револьверной головкой.

Это испытание производится при помощи контрольной оправки длиной 200 мм, которая вставляется в нижнее гнездо револьверной головки (рис. 517). На планшайбу ставится индикатор, который своей кнопкой прижимается к контрольной оправке. Рычагом длиной в 0,5 м стараются повернуть головку. Колебание стрелки индикатора укажет величину игры револьверной головки.

Испытание 12. Перемещение бокового супорта по вертикали должно происходить параллельно оси планшайбы.

Требование это обусловлено тем, что при вертикальной подаче бокового супорта, если он перемещается не параллельно оси планшайбы, мы вместо цилиндрической поверхности обрабатываемого изделия получим коническую. Испытание производится при помощи индикатора, который зажимается в резцедержателе бокового супорта (рис. 518). Кнопка индикатора прижимается к контрольной

оправке, вставленной в отверстие планшайбы. Вращая планшайбу со вставленной в нее оправкой, передвигают супорт кверху. Колебания стрелки индикатора укажут на непараллельность хода супорта оси планшайбы.

Испытание 13. Боковой супорт при движении своем вверх (или вниз) должен сохранять горизонтальное положение. Если боковой супорт при движении своем вверх или вниз не сохраняет своей горизонтальности, то расстояние конца резца от оси планшайбы будет изменяться, что вызовет изменение диаметра обрабатываемого изделия. Испытание это производится при помощи рамного уровня, который устанавливается на салазки бокового супорта, как это показано на рис. 519. Колебание пузырька уровня при движении супорта укажет на изменение его горизонтальности.

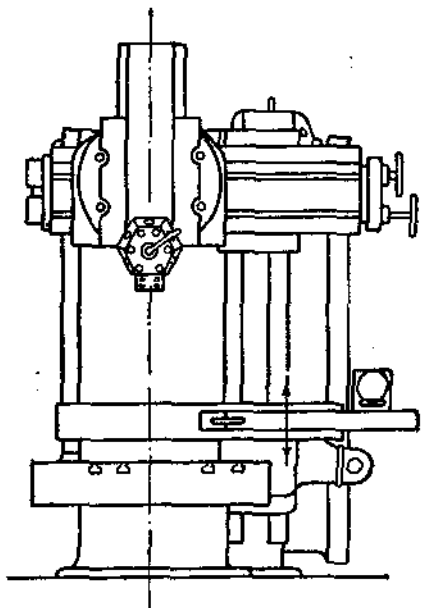


Рис. 519. Испытание 13. Проверка горизонтальности бокового супорта.

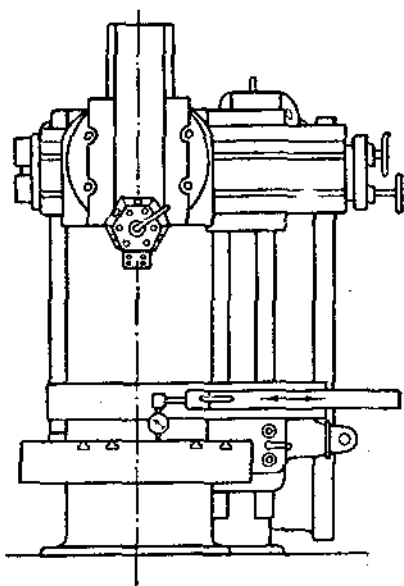


Рис. 520. Испытание 14. Проверка горизонтального перемещения бокового супорта.

Испытание 14. Горизонтальное перемещение бокового супорта должно быть параллельно плоскости планшайбы.

Очевидно, что при обточке плоскости боковым супортом, перемещающимся непараллельно поверхности планшайбы, невозможно получить прямолинейную поверхность. Обточка с таким супортом может дать лишь коническую поверхность.

Схема этого испытания указана на рис. 520. Индикатор зажимается в резцедержатель бокового супорта, а кнопка его прижимается к верхней поверхности планшайбы. Передвигая супорт к центру планшайбы, наблюдают колебания стрелки индикатора, которые и укажут степень непараллельности. В данном случае допускается некоторый уклон к середине планшайбы. Это вызвано тем, что давление стружки на резец во время работы станка будет стремиться отогнуть супорт кверху и будет уменьшать допущенный уклон.

Испытание 15. Изделие, обточенное верхним супортом, не должно быть овальным.

Испытание 16. Изделие, обточенное боковым супортом, не должно быть овальным.

ТАБЛИЦА 26.

Допуски на точность карусельных станков с одной стойкой.

№№ испытаний	Наименование испытания	№ рисунков	Допускаемая неточность в мм
1	Прямолинейность верхней поверхности планшайбы (допустима только вогнутость)	507	+ 0 — 0,02 на 1000
2	Правильность вращения верхней поверхности планшайбы. . .	508	0,03 на 1000
3	Совпадение оси вращения планшайбы с осью вращения шпинделя	509	0,03 на 1000
4	Перпендикулярность боковой стойки к планшайбе в плоскости направляющих боковой стойки.	510	+ 0,04 на 1000
5	Перпендикулярность боковой стойки к планшайбе в плоскости, перпендикулярной к направляющим боковой стойки (допускается уклон вперед).	511	+ 0 — 0,04 на 1000
6	Параллельность поперечины к планшайбе.	512	0,04 на 1000
7	Совпадение направляющих поперечины с вертикальной плоскостью	513	0,05 на 1000
8	Горизонтальность поперечины во время хода вверх и вниз . .	514	0,04 на 1000
9	Параллельность вертикального движения верхнего супорта к оси планшайбы, проверенная в плоскости, проходящей через середину поперечины.	515	± 0,01 на 300
10	Совпадение оси отверстия для инструмента с осью планшайбы. .	516	0,01
11	Зазор револьверной головки в подшипнике и запорных пазах (допускаемое окружное смещение вокруг оси, измеренное на конце контрольной оправки длиной 200 мм). . .	517	0,02
12	Параллельность хода бокового супорта по вертикали оси планшайбы.	518	0,01 на 300
13	Горизонтальность положения бокового супорта при движении по вертикали.	519	0,02 на 1000
14	Параллельность горизонтального хода бокового супорта поверхности планшайбы (уклон к середине).	520	+ 0 — 0,01 на 300
15	Точность работы станка при проверке на овальность револьверным супортом при диаметре изделия до 800 мм. . .	—	0,01
	То же, свыше 800 мм.	—	0,02
16	То же, с боковым супортом при диаметре обточки до 800 мм. .	—	0,01
	То же, при диаметре обточки свыше 800 мм.	—	0,02
17	Обточка цилиндрических поверхностей при помощи вертикального супорта (проверка на конусность).	—	0,02 на 300
18	То же, боковым супортом.	—	0,02 на 300
19	Обточка по планшайбе с вертикальным супортом (обточенные плоскости могут быть только вогнутые).	—	+ 0 — 0,02 на 300
20	То же, боковым супортом (обточенные плоскости могут быть только вогнутые).	—	+ 0 — 0,02 на 300

Испытание 17. Изделие, обработанное верхним супортом, не должно быть конусным.

Испытание 18. Изделие, обработанное боковым супортом, не должно быть конусным.

Испытание 19. Торцевая поверхность изделия, обработанная верхним супортом, должна быть плоской (допускается только вогнутость).

Испытание 20. Торцевая поверхность изделия, обработанная боковым супортом, должна быть плоской (допускается только вогнутость).

Испытания 15, 16, 17, 18, 19 и 20 не нуждаются в описании и чертежах, а поэтому для них даны лишь допуски в вышеприведенной таблице.

§ 4. Проверка карусельного станка с двумя стойками.

Испытание 1. Поверхность планшайбы должна быть плоской (допускается некоторая вогнутость).

Схема испытания — рис. 521.

Испытание 2. Верхняя поверхность планшайбы не должна быть.

Схема испытания — рис. 522.

Испытание 3. Ось вращения планшайбы должна совпадать с осью вращения шпинделя.

Схема испытания — рис. 523.

Испытание 4. Боковая стойка должна быть перпендикулярна к планшайбе в плоскости направляющих боковых стоек.

Схема испытания — рис. 524.

Испытание 5. Боковая стойка должна быть перпендикулярна к планшайбе в плоскости, перпендикулярной к направляющим боковой стойки (допускается некоторый уклон вперед).

Схема испытания — рис. 525.

Испытания 1, 2, 3, 4 и 5 совершенно подобны соответствующим испытаниям карусельного станка с одной стойкой, и поэтому здесь их описание не приводится.

Испытание 6. Боковые стойки должны быть параллельны друг другу.

Если стойки не будут параллельны, то при подъеме или опускании поперечины неизбежен перекося ее.

Испытание производится при помощи штихмасса, которым измеряют расстояние между направляющими внизу и вверх (рис. 526).

Испытание 7. Направляющие поперечины должны быть параллельны планшайбе.

Схему испытания см. на рис. 527.

Испытание 8. Направляющие поперечины должны лежать в одной вертикальной плоскости.

Схему испытания см. на рис. 528.

Испытание 9. Поперечина должна сохранять горизонтальность во время хода вверх или вниз.

Схему испытания см. на рис. 529.

Испытания 7, 8 и 9 ничем не отличаются от соответствующих испытаний карусели с одной стойкой и поэтому в повторном описании не нуждаются.

Испытание 10. Вертикальное перемещение супорта в плоскости, проходящей через середину поперечины, должно быть параллельно оси планшайбы.

Это требование, как уже было указано при аналогичном испытании карусели с одной стойкой, обусловлено тем, что в противном случае при обработке будет получаться или коническая или овальная поверхность. Схема испытания показана на рис. 530.

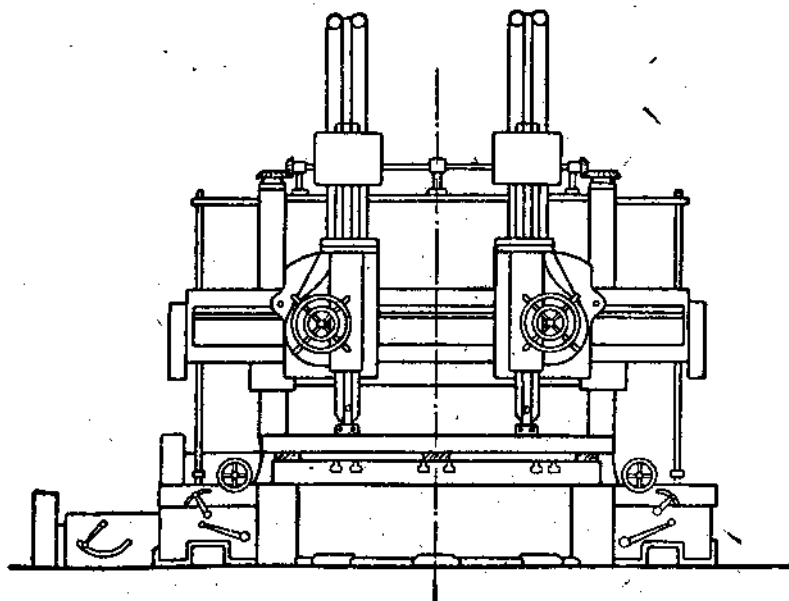


Рис. 521. Испытание 1. Проверка прямолинейности планшайбы.

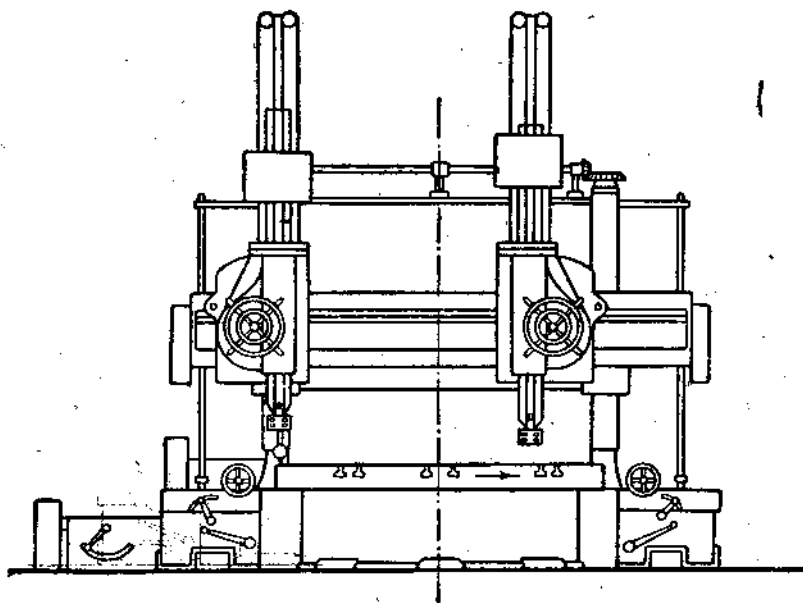


Рис. 522. Испытание 2. Проверка правильности вращения верхней поверхности.

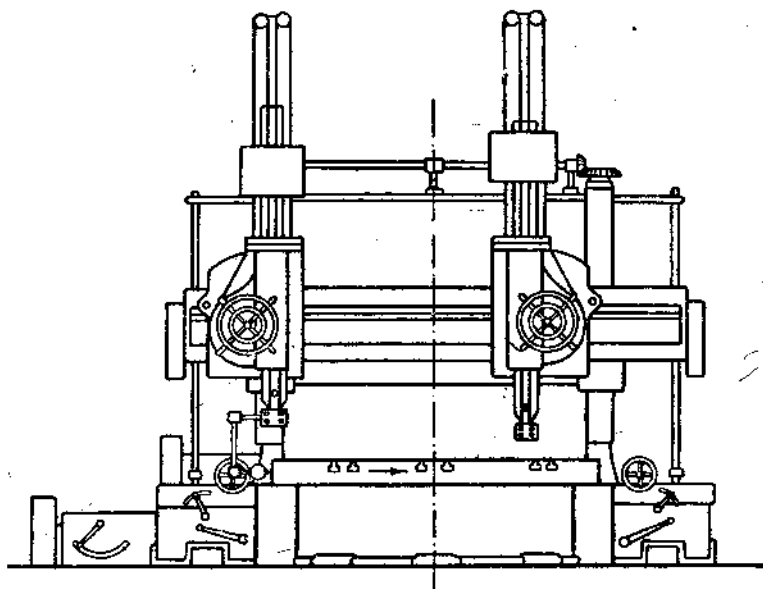


Рис. 523. Испытание 3. Проверка правильности положения оси планшайбы.

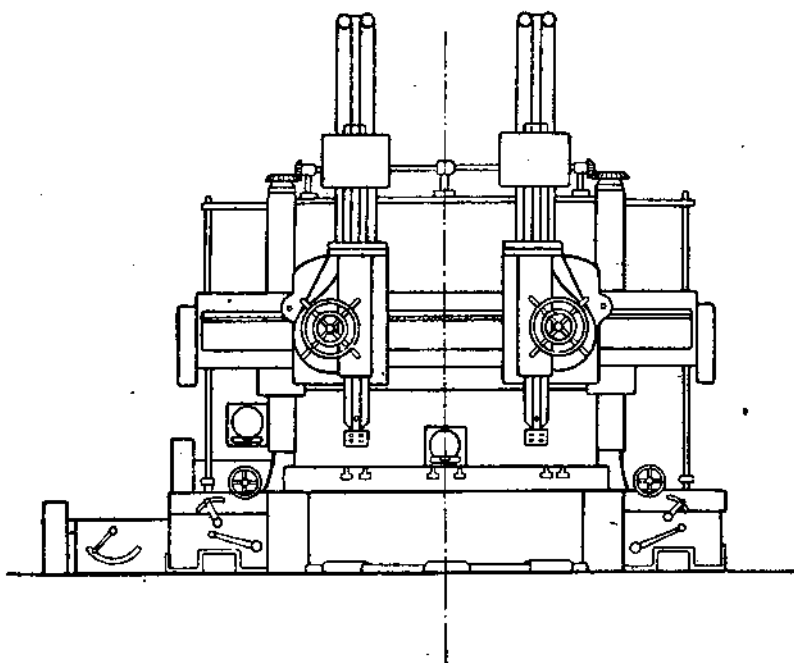


Рис. 524. Испытание 4. Проверка перпендикулярности боковой стойки к планшайбе в плоскости направляющих боковых стоек.

Рис. 525. Испытание 5.
Проверка перпендику-
лярности боковой
стойки к планшайбе
в плоскости,
перпендикулярной
к направляющим
боковых стоек.

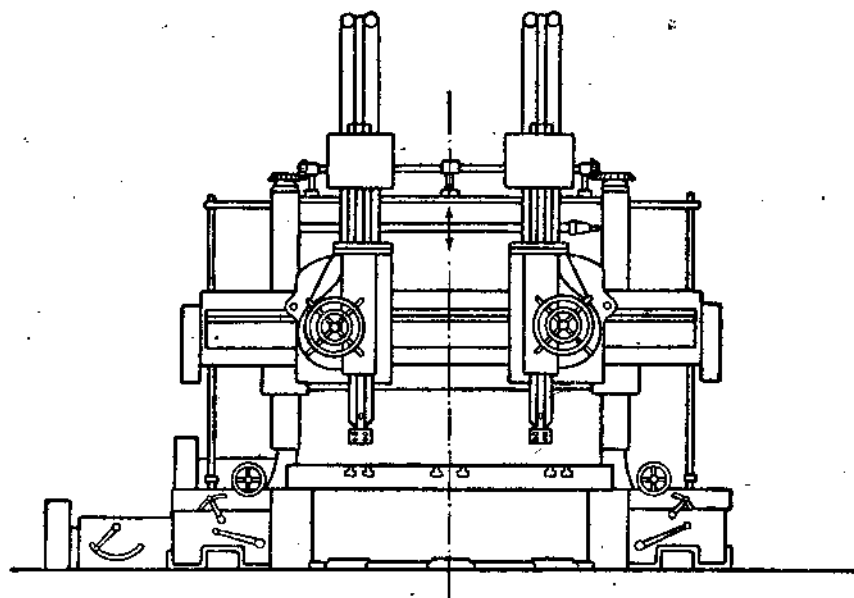
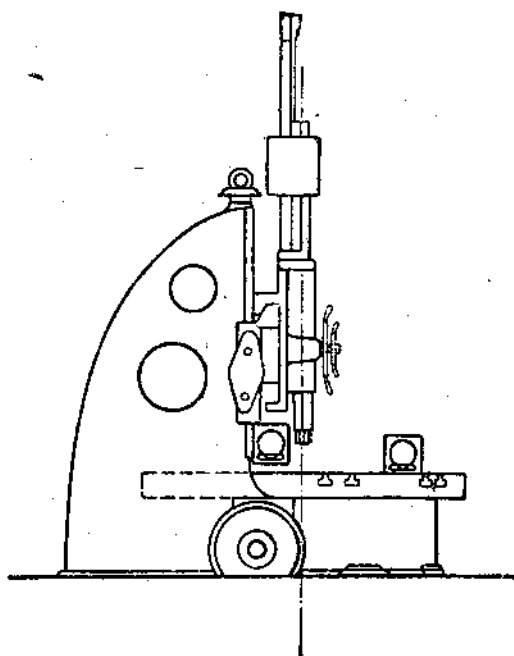


Рис. 526. Испытание 6. Проверка параллельности боковых стоек.

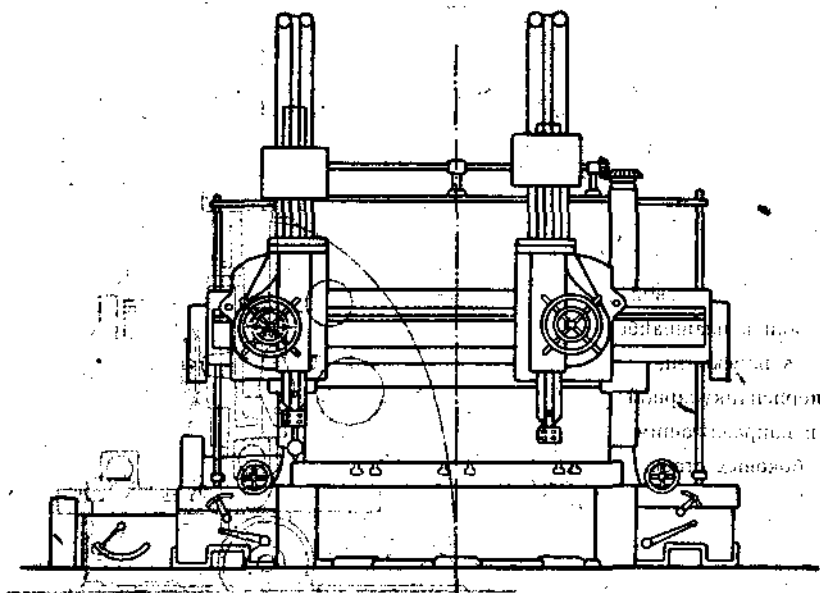


Рис. 527. Испытание 7. Проверка направляющих поперечны.

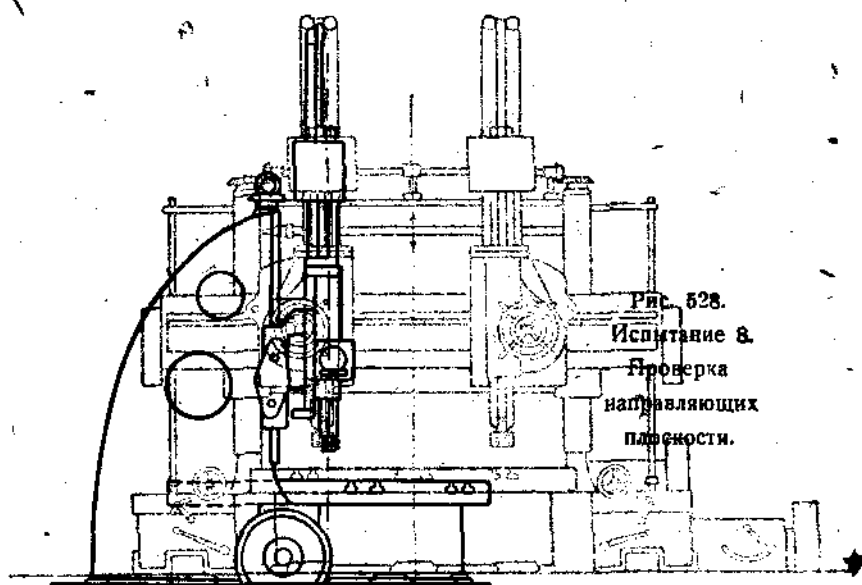


Рис. 528.
Испытание 8.
Проверка
направляющих
плоскости.

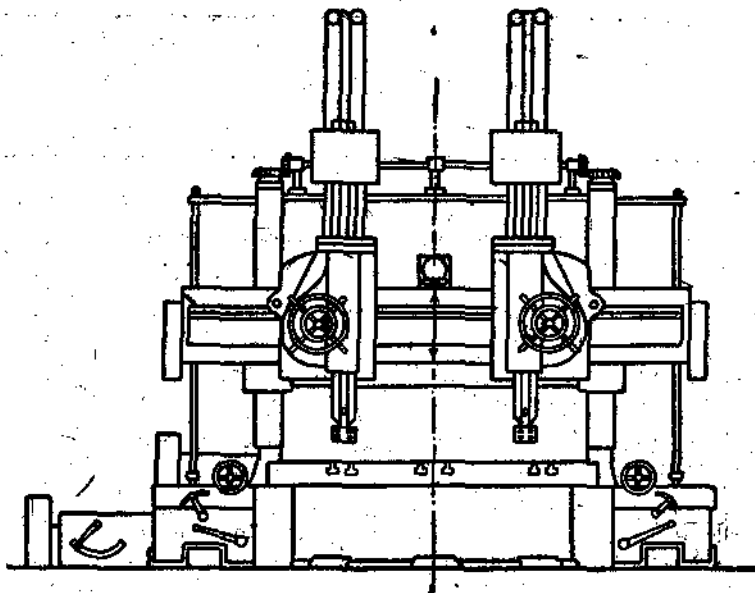


Рис. 529. Испытание 9. Проверка горизонтальности поперечины.

Рис. 530.
Испытание 10.
Проверка
вертикального
перемещения
суппорта.

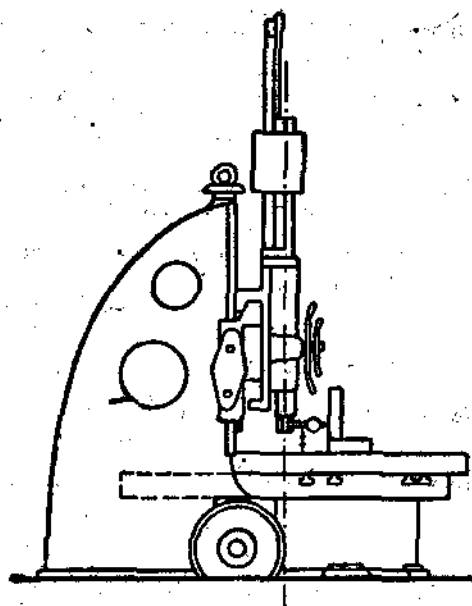


ТАБЛИЦА 27.

Допуски на точность карусельных станков с двумя стойками.

№№ испытаний	Наименование испытания	№№ рисунков	Допускаемая неточность в мм
1	Прямолинейность верхней поверхности планшайбы (допустима только вогнутость).	521	+ 0 — 0,02 на 1 000
2	Правильность вращения верхней поверхности планшайбы. . .	522	0,03 на 1 000
3	Совпадение оси вращения планшайбы с осью вращения шпинделя.	523	0,03 на 1 000
4	Перпендикулярность боковой стойки к планшайбе в плоскости направляющих боковой стойки.	524	+ 0,04 на 1 000
5	Перпендикулярность боковой стойки к планшайбе в плоскости, перпендикулярной к направляющим боковой стойки (допускается уклон вперед).	525	+ 0 — 0,04 на 1 000
6	Параллельность боковых стоек друг другу.	526	0,08 на 1 000
7	Параллельность направляющих поперечины к планшайбе. . .	527	0,05 на 1 000
8	Совпадение направляющих поперечины с вертикальной плоскостью.	528	0,03 на 1 000
9	Горизонтальность поперечины во время хода вверх.	529	0,04 на 1 000
10	Параллельность вертикального движения супорта к оси планшайбы, проверенная в плоскости, проходящей через среднюю поперечины.	530	+ 0 — 0,01 на 300
11	Точность работы станка для нижеследующих работ: проверка на овальность, при диаметре обточки до 3,0 м.	—	0,02
	То же, при диаметре обточки свыше 3,0 м.	—	0,03
12	То же, при обточке цилиндра (проверка на конусность) на 300 мм длины.	—	0,02
	На 1 000 мм длины.	—	0,03
13	То же, при обточке на планшайбе (обточенная поверхность может быть только вогнута), обточка диам. 300 мм. . .	—	+ 0 — 0,02
	То же, обточка диам. 1 000 мм.	—	+ 0 — 0,03

Проверяются оба супорта поочередно. Испытуемый супорт устанавливается на середине поперечины против центра планшайбы. На планшайбу кладется линейка, на которую ставится угольник. К вертикальной полке угольника прижимается кнопка индикатора, укрепленного в резцедержателе. При движении супорта

вверх или вниз замечают отклонения стрелки индикатора, которые укажут на непараллельность хода супорта оси планшайбы.

В данном случае допустим некоторый уклон нижней части супорта в сторону стоек, так как давление стружки на резец во время обработки будет стремиться отогнуть супорт и тем самым уменьшить допущенную непараллельность.

Испытание 11. Обточенное изделие не должно быть овальным. Обточка производится одним каким-либо супортом.

Испытание 12. Обточенное изделие не должно иметь конуса. Проверяются оба супорта.

Испытание 13. Торцевая поверхность изделия, обработанная одним из супортов, должна быть плоской (допускается только вогнутость).

Если станок имеет боковые супорты — испытание их ничем не отличается от проверки бокового супорта одностоечной карусели.

Испытания 11, 12 и 13 не нуждаются в описании и чертежах, поэтому для них даны лишь допуски в нижеприведенной таблице.

§ 5. Проверка лобового станка.

Испытание 1. Поверхность планшайбы должна быть прямолинейна.

Испытание это ничем не отличается от испытания прямолинейности планшайбы токарного станка. Испытание производится при помощи линейки и щупов. На рис. 531 показана схема этого испытания. Допускается некоторая вогнутость планшайбы.

Испытание 2. Шпиндель не должен иметь игры в осевом направлении.

Испытание производится при помощи индикатора, устанавливаемого на супорте. Кнопка индикатора прижимается к торцу шпинделя. Если при вращении шпинделя имеется осевое перемещение, то стрелка индикатора будет отклоняться от нулевого положения. На рис. 532 схематически показано это испытание.

Испытание 3. Верхняя поверхность планшайбы не должна бить. Индикатор 7 закрепляется в супорте, как это показано на рис. 533. Кнопка индикатора прижимается к верхней поверхности планшайбы. При медленном проворачивании планшайбы замечают отклонение стрелки индикатора.

Испытание 4. Центрирующая заточка планшайбы не должна бить.

Испытание это сходно с предыдущим. Индикатор (рис. 534) закрепляется в супорте. Кнопка индикатора касается боковой поверхности центрирующей заточки, как это показано на рисунке. При медленном вращении планшайбы замечают отклонение стрелки индикатора.

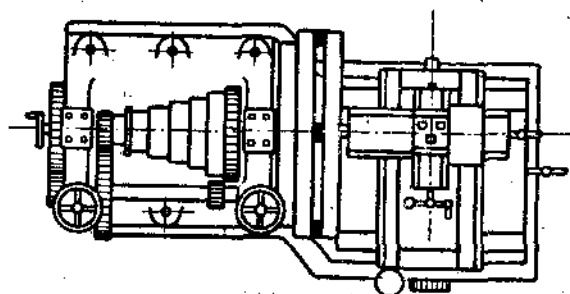


Рис. 531. Испытание 1. Проверка прямолинейности верхней поверхности планшайбы.

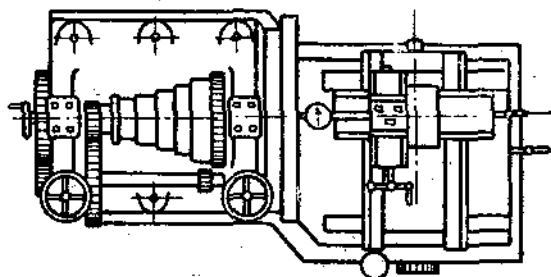


Рис. 532. Испытание 2. Проверка осевого перемещения шпинделя.

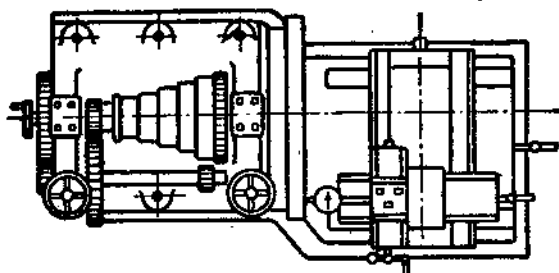


Рис. 533. Испытание 3.
Проверка правильности
вращения верхней
поверхности планшайбы.

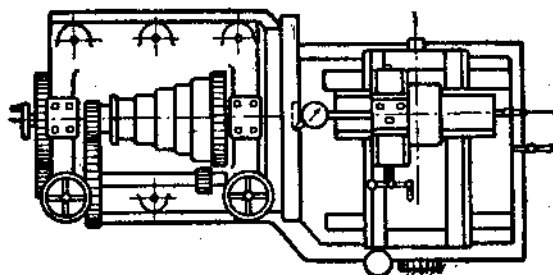


Рис. 534. Испытание 4.
Проверка правильности
вращения центрирующей
поверхности планшайбы.

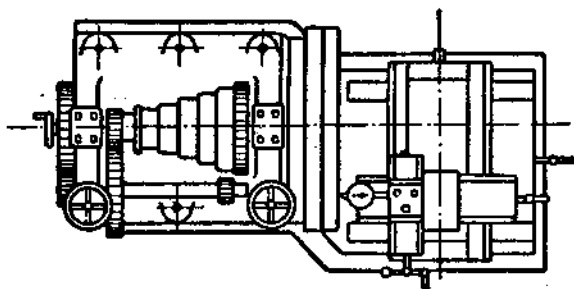


Рис. 535. Испытание 5.
Испытание направляющих
нижних салазок.

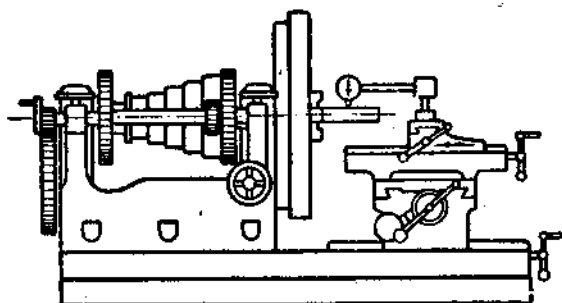


Рис. 536. Испытание 6.
Проверка параллельности
направляющих верхних
салазок суппорта оси
шпинделя в вертикальной
плоскости.

ТАБЛИЦА 28.
Допуски на точность лобового станка.

№№ испытаний	Наименование испытания	№№ рисунков	Допускаемая неточность в мм
1	Прямолинейность поверхности планшайбы (может быть только вогнутость).	531	$0 + - 0,04$ на 1 000
2	Величина осевого смещения шпинделя при наибольшем диаметре обрабатываемого предмета до 3 метров.	532	0,03
	То же, свыше 3 метров.		0,05
3	Правильность положения передней поверхности планшайбы.	533	0,06 на 1 000
4	Правильность вращения планшайбы при диаметре ее до 3 метров.	534	0,03
	То же, свыше 3 метров.		0,05
5	Параллельность направляющих нижних салазок супорта планшайбы.	535	$+ 0 - 0,05$ на 1 000
6	Параллельность верхних направляющих салазок супорта оси шпинделя в вертикальной плоскости.	536	0,03 на 300
7	То же, в горизонтальной плоскости.	537	0,02 на 300
8	Точность работы станка при обточке на овальность при диаметре обточки до 3 метров.	—	0,03
	То же, свыше 3 метров.		0,05
9	Точность работы станка при обточке цилиндра (при проверке на конусность) при диаметре обточки до 3 метров.	—	0,03 на 300
	То же, свыше 3 метров.		0,04 на 300
10	Точность работы станка при обточке плоскости (по планшайбе). Допускается только вогнутость.	—	$+ 0 - 0,05$ на 1 000

Испытание 5. Направляющие нижних салазок супорта должны быть параллельны поверхности планшайбы.

Испытание производится при помощи линейки (рис. 535), которая прикладывается к планшайбе. Индикатор закрепляется в супорте, при чем кнопка его касается линейки. Двигая супорт вдоль линейки, замечают отклонение стрелки индикатора. Здесь допускается некоторый уклон к центру планшайбы.

Испытание 6. Направляющие верхних салазок супорта должны быть параллельны оси шпинделя в вертикальной плоскости.

Испытание это производится при помощи контрольной оправки (рис. 536), закрепленной в кулачке планшайбы. Индикатор устанавливается на супорте, и кнопка его касается контрольной оправки сверху; двигая верхний супорт

взад и вперед вдоль контрольной оправки, замечают отклонения стрелки индикатора. Контрольная оправка берется длиной в 300 мм.

Испытание 7. Направляющие верхних салазок супорта должны быть параллельны оси шпинделя в горизонтальной плоскости.

Это испытание отличается от предыдущего только тем, что кнопка индикатора прижимается к контрольной оправке сбоку, как показано на рис. 537.

Испытание 8. Точность работы станка при проверке на овальность.

Обтачивается боковая поверхность изделия, и измеряется в нескольких направлениях его диаметр. Разность размеров диаметров не должна превосходить величины, указанной в таблице, приведенной выше.

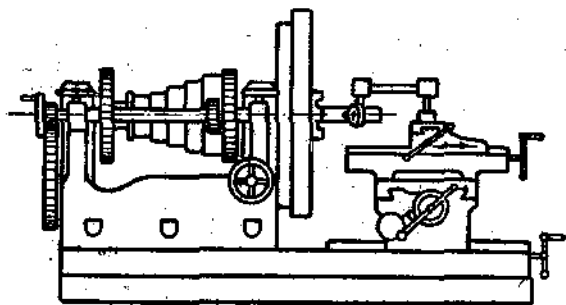


Рис. 537. Испытание 7. Проверка параллельности направляющих верхних салазок супорта оси шпинделя в горизонтальной плоскости.

Испытание 9. Точность работы станка при проверке на конусность.

Обтачивается боковая поверхность цилиндра; после обточки измеряется диаметр в каком-либо направлении около одного конца изделия и затем в том же направлении около другого конца его. Разность размеров не должна превосходить указанных в таблице величин. Длина обтачиваемого цилиндра 300 мм.

Испытание 10. Точность работы станка при обточке плоскости (по планшайбе).

Закрепляют какой-либо предмет на планшайбе, протачивают его и проверяют при помощи линейки и щупа. Допускается только вогнутость.

§ 6. Дополнительная проверка точности станка для задней заточки.

Здесь мы приводим дополнительные испытания, которые должны быть произведены для проверки точности механизма для задней заточки. Все остальные испытания станка совершенно одинаковы с испытанием токарного станка высокой точности (1-я группа в таблице 25).

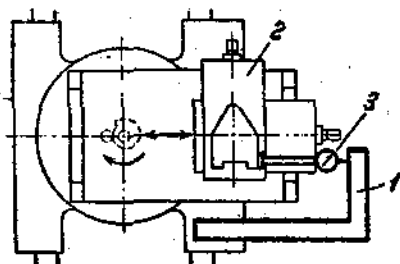


Рис. 538. Испытание 1. Проверка возврата супорта в исходное положение.

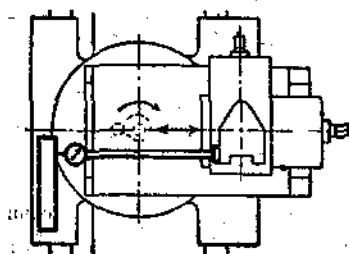


Рис. 539. Испытание 2. Проверка рабочего хода супорта.

Испытание 1. При выполнении задней заточки супорт должен возвращаться в свое исходное положение.

На салазках супорта прикрепляется угольник (рис. 538). В резцедержатель супорта 2, повернутого на 90°, закрепляется индикатор 3, кнопка кото-

рого должна касаться угольника при крайнем правом положении супорта. В этом положении индикатор ставят на нуль. Затем дают медленное вращение станку так, чтобы ролик сделал немного больше одного оборота, и замечают положение стрелки индикатора при повторном прикосновении пуговки индикатора к упорному угольнику (при повороте ролика 5 на 360°).

Испытание 2. При выполнении задней заточки супорт должен продвигаться вперед на одинаковое расстояние.

Как видно из рис. 539, это испытание отличается от предыдущего лишь положением угольника, который в этом случае ставится с противоположной стороны, т.-е. спереди супорта. Индикатор соответственно помещается также спереди. В остальном испытание совершенно сходно с предыдущим.

Испытание 3. Делительный валик для снятия затылка должен быть параллелен направляющим станины.

Это испытание производится при помощи индикатора (рис. 540), который устанавливается на супорт, при чем кнопка его прижимается к валу 2. Передвигая супорт вдоль станины, замечают отклонения стрелки индикатора. Испытание производится как в вертикальной плоскости (кнопка индикатора прижимается к валу сверху (рис. 540), так и в горизонтальной (кнопка индикатора касается вала сбоку).

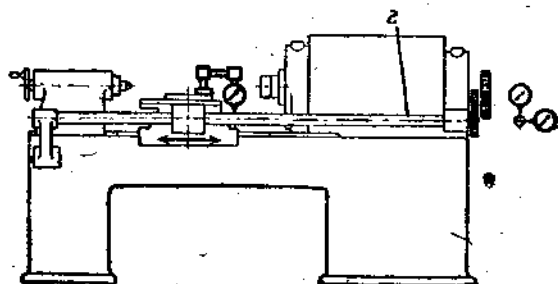


Рис. 540. Испытание 3. Проверка параллельности делительного валика направляющим станины.

ТАБЛИЦА 29.

Допуск на точность механизма для задней заточки затылочного станка.

№№ испытаний	Наименование испытания	№№ рисунков	Допускаемая неточность $\varnothing$ в мм
1	Возвращение супорта в исходное положение.	538	0,05
2	Передвижение супорта вперед для снятия затылка на одно и то же расстояние.	539	0,01
3	Параллельность оси делительного валика для снятия затылка в станине как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.	540	0,03 на 300

ПРИЛОЖЕНИЯ.

§ 1. Таблицы, не вошедшие в текст книги.

ТАБЛИЦА 30.

Перевод дюймов в миллиметры.

Дюймы	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
0	0,0	1,6	3,2	4,8	6,4	7,9	9,5	11,1	12,7	14,3	15,9	17,5	19,1	20,6	22,2	23,8
1	25,4	27,0	28,6	30,2	31,7	33,3	34,9	36,5	38,1	39,7	41,3	42,9	44,4	46,0	47,6	49,2
2	50,8	52,4	54,0	55,6	57,1	58,7	60,3	61,9	63,5	65,1	66,7	68,3	69,8	71,4	73,0	74,6
3	76,2	77,8	79,4	81,0	82,5	84,1	85,7	87,3	88,9	90,5	92,1	93,7	95,2	96,8	98,4	100,0
4	101,6	103,2	104,8	106,4	108,0	109,5	111,1	112,7	114,3	115,9	117,5	119,1	120,7	122,3	123,8	125,4
5	127,0	128,6	130,2	131,8	133,4	134,9	136,5	138,1	139,7	141,3	142,9	144,5	146,1	147,6	149,2	150,8
6	152,4	154,0	155,6	157,2	158,8	160,3	161,9	163,5	165,1	166,7	168,3	169,9	171,5	173,0	174,6	176,2
7	177,8	179,4	181,0	182,6	184,2	185,7	187,3	188,9	190,5	192,1	193,7	195,3	196,9	198,4	200,0	201,6
8	203,2	204,8	206,4	208,0	209,6	211,1	212,7	214,3	215,9	217,5	219,1	220,7	222,3	223,8	225,4	227,0
9	228,6	230,2	231,8	233,4	235,0	236,5	238,1	239,7	241,3	242,9	244,5	246,1	247,7	249,2	250,8	252,4
10	254,0	255,6	257,2	258,8	260,4	261,9	263,5	265,1	266,7	268,3	269,9	271,5	273,1	274,6	276,2	277,8
11	279,4	281,0	282,6	284,2	285,7	287,3	288,9	290,5	292,1	293,7	295,3	296,9	298,4	300,0	301,6	303,2
12	304,8	306,4	308,0	309,6	311,1	312,7	314,3	315,9	317,5	319,1	320,7	322,3	323,8	325,4	327,0	328,6
13	330,2	331,8	333,4	335,0	336,5	338,1	339,7	341,3	342,9	344,5	346,1	347,7	349,2	350,8	352,4	354,0
14	355,6	357,2	358,8	360,4	361,9	363,5	365,1	366,7	368,3	369,9	371,5	373,1	374,6	376,2	377,8	379,4
15	381,0	382,6	384,2	385,8	387,3	388,9	390,5	392,1	393,7	395,3	396,9	398,5	400,0	401,6	403,2	404,8
16	406,4	408,0	409,6	411,2	412,7	414,3	415,9	417,5	419,1	420,7	422,3	423,9	425,4	427,0	428,6	430,2
17	431,8	433,4	435,0	436,6	438,1	439,7	441,3	442,9	444,5	446,1	447,7	449,3	450,8	452,4	454,0	455,6
18	457,2	458,8	460,4	462,0	463,5	465,1	466,7	468,3	469,9	471,5	473,1	474,7	476,2	477,8	479,4	481,0
19	482,6	484,2	485,8	487,4	488,9	490,5	492,1	493,7	495,3	496,9	498,5	500,1	501,6	503,2	504,8	506,4
20	508,0	509,6	511,2	512,8	514,3	515,9	517,5	519,1	520,7	522,3	523,9	525,5	527,0	528,6	530,2	531,8
21	533,4	535,0	536,6	538,2	539,7	541,3	542,9	544,5	546,1	547,7	549,3	550,9	552,4	554,0	555,6	557,2
22	558,8	560,4	562,0	563,6	565,1	566,7	568,3	569,9	571,5	573,1	574,7	576,3	577,8	579,4	581,0	582,6
23	584,2	585,8	587,4	589,0	590,5	592,1	593,7	595,3	596,9	598,5	600,1	601,7	603,2	604,8	606,4	608,0

ТАБЛИЦА 31.

Перевод долей дюйма, выраженных обыкновенной дробью, в десятичные.

Дюйм			Дюйм		
	$\frac{1}{64}$	0,0156	$\frac{17}{32}$	$\frac{27}{64}$	0,5156
	$\frac{1}{32}$	0,0312	$\frac{18}{32}$	$\frac{28}{64}$	0,5312
		0,0469			0,5469
$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{64}$	0,0781	$\frac{19}{32}$	$\frac{29}{64}$	0,5781
	$\frac{1}{8}$	0,1250	$\frac{20}{32}$	$\frac{30}{64}$	0,6094
		0,1406			0,6250
	$\frac{5}{64}$	0,1562	$\frac{21}{32}$	$\frac{31}{64}$	0,6406
	$\frac{1}{4}$	0,2500	$\frac{22}{32}$	$\frac{32}{64}$	0,6562
		0,2656			0,6719
$\frac{3}{16}$	$\frac{7}{32}$	0,2188	$\frac{23}{32}$	$\frac{33}{64}$	0,6875
	$\frac{9}{32}$	0,2812			0,7031
		0,2969	$\frac{24}{32}$	$\frac{34}{64}$	0,7188
		0,3125			0,7344
$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	0,3281	$\frac{25}{32}$	$\frac{35}{64}$	0,7500
	$\frac{13}{16}$	0,3438			0,7656
		0,3594	$\frac{26}{32}$	$\frac{36}{64}$	0,7812
		0,3750			0,7969
		0,3906	$\frac{27}{32}$	$\frac{37}{64}$	0,8125
		0,4063			0,8281
		0,4219	$\frac{28}{32}$	$\frac{38}{64}$	0,8438
$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{8}$	0,4375			0,8594
		0,4531	$\frac{29}{32}$	$\frac{39}{64}$	0,8750
		0,4688			0,8906
		0,4844	$\frac{30}{32}$	$\frac{40}{64}$	0,9063
1		0,5000			0,9219
			$\frac{31}{32}$	$\frac{41}{64}$	0,9375
					0,9531
					0,9688
					0,9844
					1,0000

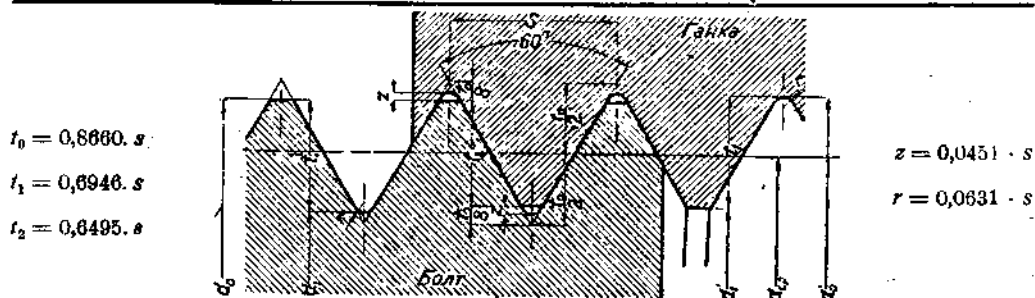
ТАБЛИЦА 32.

Перевод долей дюйма в миллиметры.

ДЮЙМ			ДЮЙМ		
$\frac{1}{64}$	0,0156	0,3994	$\frac{17}{32}$	0,5312	13,587
$\frac{1}{32}$	0,0312	0,7994	$\frac{18}{32}$	0,5625	14,294
		1,191			14,890
$\frac{1}{16}$	0,0625	1,587	$\frac{19}{32}$	0,5938	15,287
		1,984			15,684
$\frac{3}{32}$	0,0938	2,381	$\frac{20}{32}$	0,6250	16,081
		2,778			16,478
$\frac{1}{8}$	0,1250	3,175	$\frac{21}{32}$	0,6562	16,875
		3,572			17,272
$\frac{5}{64}$	0,0781	3,969	$\frac{22}{32}$	0,6875	17,669
		4,366			18,066
$\frac{3}{16}$	0,1875	4,763	$\frac{23}{32}$	0,7188	18,462
		5,160			18,859
$\frac{1}{4}$	0,2500	6,350	$\frac{24}{32}$	0,7500	19,050
		6,747			19,447
$\frac{5}{16}$	0,3125	7,937	$\frac{25}{32}$	0,7812	19,844
		8,334			20,240
$\frac{3}{8}$	0,3750	9,525	$\frac{26}{32}$	0,8125	20,637
		9,922			21,034
$\frac{7}{16}$	0,4375	11,113	$\frac{27}{32}$	0,8438	21,431
		11,510			21,828
$\frac{1}{2}$	0,5000	12,700	$\frac{28}{32}$	0,8750	22,225
					22,622
			$\frac{29}{32}$	0,9063	23,019
					23,415
			$\frac{30}{32}$	0,9375	23,812
					24,209
			$\frac{31}{32}$	0,9688	24,606
					25,003
					25,400

ТАБЛИЦА 33.

СССР Совет Труда и Оборона Комитет по Стандартизации	Общесоюзный стандарт ¹⁾	ОСТ 94
	МЕТРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА для диаметров от 1 мм до 5 мм	МБИ (Л. В.): 621.881.1



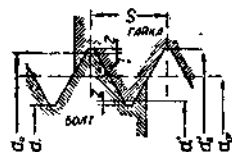
мм

Б о л т		Б о л т и г а й к а						Г а й к а	
Диаметр резьбы		Средний диаметр резьбы	Шаг резьбы	Глубина резьбы	Рабочая высота витка	Зазор	Радиус	Диаметр резьбы	
Наружный	Внутренний							Наружный	Внутренний
d_0	d_1	d_{cp}	s	t_1	t_2	z	r	$\tilde{d}_0'$	d_1'
1,0	0,653	0,888	0,25	0,174	0,162	0,011	0,016	1,023	0,675
1,2	0,853	1,038	0,25	0,174	0,162	0,011	0,016	1,223	0,875
1,4	0,983	1,205	0,3	0,208	0,195	0,014	0,019	1,427	1,010
1,7	1,214	1,473	0,35	0,243	0,227	0,016	0,022	1,732	1,245
2,0	1,444	1,740	0,4	0,278	0,260	0,018	0,025	2,036	1,480
2,3	1,744	2,040	0,4	0,278	0,260	0,018	0,025	2,336	1,780
2,6	1,975	2,308	0,45	0,313	0,292	0,020	0,028	2,641	2,015
3,0	2,305	2,675	0,5	0,347	0,325	0,023	0,032	3,045	2,350
(3,5)	2,666	3,110	0,6	0,417	0,390	0,027	0,038	3,554	2,721
4,0	3,028	3,546	0,7	0,486	0,454	0,032	0,044	4,063	3,091
5,0	3,889	4,480	0,8	0,556	0,520	0,036	0,050	5,072	3,961

Диаметр резьбы, поставленный в скобки, по возможности не применять.

Допустим вариант профиля резьбы, в котором очертание дна впадин взамен дуги выполняется прямой, касательной к дуге (см. чертёж), при сохранении всех табличных размеров для отдельных элементов (исключая r).

Диаметры от 6 мм и выше — см. ОСТ 32.



¹⁾ Утвержден Комитетом по Стандартизации при Совете Труда и Оборона 7 июня 1927 г. как обязательный с 1 марта 1928 г.

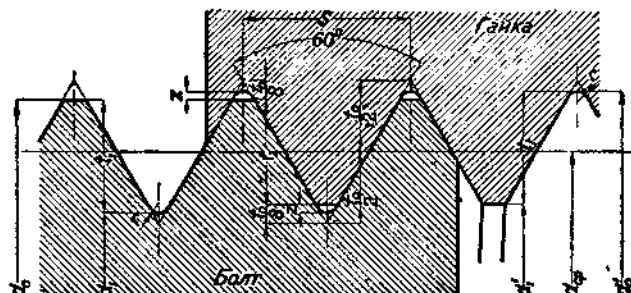
ТАБЛИЦА 34.

СССР Совет Труда и Оборонь Комитет по Стандартизации	Общесоюзный стандарт ¹⁾ РЕЗЬБА МЕТРИЧЕСКАЯ для диаметров от 6 мм до 68 мм	ОСТ 32 МБИ (I. I. В.): 621.881.1

$$t_0 = 0,8660 \cdot s$$

$$t_1 = 0,6946 \cdot s$$

$$t_2 = 0,6496 \cdot s$$



$$s = 0,0451 \cdot d$$

$$r = 0,0681 \cdot s$$

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

мм

Б о л т			Б о л т и г а й к а						Г а й к а	
Диаметр резьбы		Площадь сечения стержня	Средний диаметр резьбы	Шаг резьбы	Глубина резьбы	Рабочая высота витка	Зазор	Радиус	Диаметр резьбы	
Наружный	Внутренний								Наружный	Внутренний
d_0	d_1	$F \text{ см}^2$	$d_{ср}$	s	t_1	t_2	v	r	d_0'	d_1'
6	4,811	0,167	5,350	1	0,695	0,650	0,045	0,063	6,090	4,701
(7)	5,811	0,247	6,350	1	0,695	0,650	0,045	0,063	7,090	5,701
8	6,263	0,308	7,188	1,25	0,868	0,812	0,056	0,079	8,113	6,376
(9)	7,263	0,414	8,188	1,25	0,868	0,812	0,056	0,079	9,113	7,376
10	7,816	0,492	9,024	1,5	1,042	0,974	0,068	0,095	10,135	8,052
(11)	8,816	0,624	10,224	1,5	1,042	0,974	0,068	0,095	11,135	9,052
12	9,669	0,718	10,863	1,75	1,216	1,137	0,079	0,111	12,157	9,727
14	11,222	0,989	12,701	2	1,389	1,299	0,090	0,126	14,180	11,402
16	13,222	1,373	14,701	2	1,389	1,299	0,090	0,126	16,180	13,402
18	14,527	1,657	16,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	18,226	14,752
20	16,527	2,145	18,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	20,226	16,752
22	18,527	2,696	20,376	2,5	1,737	1,624	0,113	0,158	22,226	18,752
24	19,832	3,089	22,051	3	2,064	1,948	0,135	0,189	24,271	20,103
27	22,832	4,094	25,051	3	2,064	1,948	0,135	0,189	27,271	23,103
30	25,138	4,963	27,727	3,5	2,431	2,273	0,158	0,221	30,316	25,453
(33)	28,138	6,216	30,727	3,5	2,431	2,273	0,158	0,221	33,316	28,453
36	30,443	7,279	33,402	4	2,779	2,598	0,180	0,253	36,361	30,504
(39)	33,443	8,785	36,402	4	2,779	2,598	0,180	0,253	39,361	33,504
42	35,748	10,04	39,077	4,5	3,126	2,923	0,203	0,284	42,406	36,154
(45)	38,748	11,79	42,077	4,5	3,126	2,923	0,203	0,284	45,406	39,154
48	41,054	13,23	44,752	5	3,473	3,248	0,226	0,316	48,451	41,505
(52)	45,054	15,94	48,752	5	3,473	3,248	0,226	0,316	52,451	45,505
56	48,359	18,37	52,428	5,5	3,820	3,572	0,248	0,347	56,496	48,855
(60)	52,359	21,53	56,428	5,5	3,820	3,572	0,248	0,347	60,496	52,855
64	55,664	24,34	60,103	6	4,168	3,897	0,271	0,379	64,541	56,206
(68)	59,664	27,96	64,103	6	4,168	3,897	0,271	0,379	68,541	60,206

Для диаметров до 6 мм—см. ОСТ 94; для диаметров свыше 68 мм—см. ОСТ 193.

Диаметры резьбы, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Допустим вариант профиля резьбы, в котором очертание дна впадин взамен дуги выполняется по прямой, касательной к дуге (см. чертж), при сохранении неизменными всех размеров для отдельных элементов (исключая r).

Пример обозначения метрической резьбы диаметром 30 мм (шаг 3,5 мм):

$M 30 \text{ ОСТ } 32 \text{ или } M 30 \times 3,5 \text{ ОСТ } 32$.

Обязательность применения данного стандарта, а равно срок и порядок его введения устанавливаются для каждого стандарта резьбовых изделий и отдельности.

¹⁾ Утвержден Комитетом по Стандартизации при Совете Труда и Оборонь 4 декабря 1926 года.

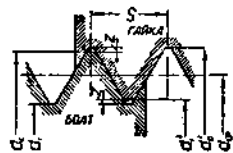
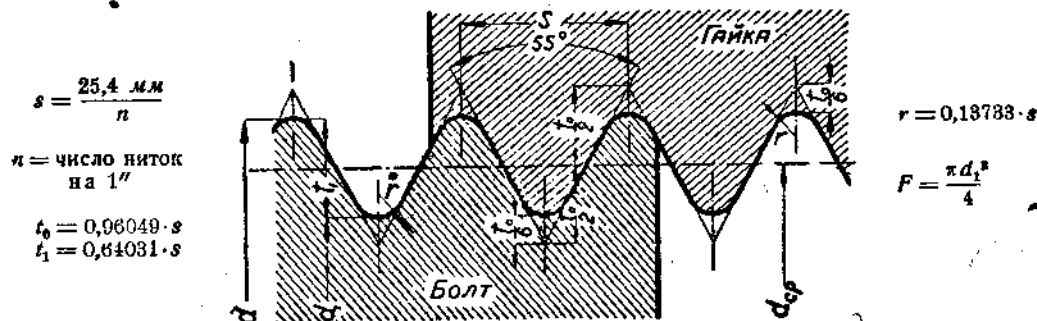


ТАБЛИЦА 35.

СССР Совет Труда и Оборона Комитет по Стандартизации	Общесоюзный стандарт ¹⁾	ОСТ 33-а
	ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА	МБИ (I.I.V.): 621.881.1
	по системе Витворта без зазоров по вершинам и впадинам для диаметров от $\frac{3}{16}$ " до 4"	



мм

Б о л т и Г а й к а

Номинальный диаметр резьбы (дюймы)	Диаметр резьбы		Площадь сечения стержня	Средний диаметр резьбы	Шаг резьбы	Глубина резьбы	Радиус	Число ниток на 1"	Теоретическая высота резьбы
	Наружный	Внутренний							
	d	d_1	$F, \text{см}^2$	$d_{\text{ср}}$	s	t_1	r	n	t_0
$\frac{3}{16}$	4,762	3,408	0,091	4,085	1,058	0,677	0,145	24	1,017
$\frac{1}{4}$	6,350	4,724	0,175	5,537	1,270	0,813	0,174	20	1,220
$\frac{5}{16}$	7,938	6,131	0,295	7,034	1,411	0,904	0,194	18	1,355
$\frac{3}{8}$	9,525	7,492	0,441	8,500	1,588	1,017	0,218	16	1,525
$\frac{7}{16}$	11,112	8,789	0,607	9,951	1,814	1,162	0,249	14	1,743
$\frac{1}{2}$	12,700	9,989	0,784	11,345	2,117	1,356	0,291	12	2,033
$\frac{9}{16}$	14,283	11,577	1,052	12,932	2,117	1,356	0,291	12	2,033
$\frac{5}{8}$	15,875	12,918	1,311	14,397	2,309	1,479	0,317	11	2,218
$\frac{3}{4}$	19,050	15,798	1,960	17,424	2,540	1,826	0,349	10	2,440
$\frac{7}{8}$	22,225	18,611	2,720	20,418	2,822	1,807	0,388	9	2,711
1	25,400	21,334	3,575	23,367	3,175	2,033	0,436	8	3,050
$1\frac{1}{16}$	26,575	23,929	4,497	26,252	3,629	2,323	0,498	7	3,485
$1\frac{1}{8}$	31,750	27,104	5,770	29,427	3,629	2,323	0,498	7	3,485
$1\frac{3}{8}$	34,925	29,504	6,837	32,215	4,233	2,711	0,581	6	4,066
$1\frac{1}{2}$	38,100	32,679	8,388	35,390	4,233	2,711	0,581	6	4,066
$1\frac{5}{8}$	41,275	34,770	9,495	38,022	5,090	3,253	0,698	5	4,879
$1\frac{3}{4}$	44,450	37,945	11,303	41,108	5,080	3,253	0,698	5	4,879
$1\frac{7}{8}$	47,625	40,397	12,817	44,011	5,844	3,614	0,775	4	5,421
2	50,800	43,572	14,911	47,186	5,644	3,614	0,775	4	5,421
$2\frac{1}{16}$	51,975	49,019	18,872	53,094	6,350	4,066	0,872	4	6,099
$2\frac{1}{8}$	55,150	55,369	24,078	59,444	6,350	4,066	0,872	4	6,099
$2\frac{3}{8}$	59,850	60,557	28,802	65,204	7,257	4,847	0,997	3	6,970
$2\frac{1}{2}$	63,500	66,907	35,159	71,554	7,257	4,847	0,997	3	6,970
$2\frac{7}{8}$	72,550	72,542	41,330	77,546	7,815	5,004	1,073	3	7,507
3	79,200	78,892	49,893	85,896	7,815	5,004	1,073	3	7,507
$3\frac{1}{8}$	85,250	84,409	55,959	89,829	8,467	5,421	1,163	3	8,132
4	101,900	90,759	64,835	95,179	8,467	5,421	1,163	3	8,132

1. Дюйм принят равным 25,4 мм.

2. Размер d равен размеру d_0 на таблице ОСТ 33-а.

3. Диаметры резьбы, стоящих в скобках, по возможности не применять.

4. Дюймовки для резьбы будут даны впоследствии.

5. В виду утверждения, в качестве обязательного стандарта метрической резьбы: а) для диаметров от 1 мм до 5 мм (ОСТ 94) и б) для диаметров от 72 мм до 600 мм (ОСТ 193), диаметры $\frac{3}{16}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{5}{16}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{2}$ " и 4" не должны применяться при стандартизации резьбовых изделий и останены в таблице ОСТ 33-а как справочный материал.

Обязательность применения данного стандарта, а равно срок и порядок его введения устанавливаются для каждого стандарта резьбовых изделий в отдельности.

¹⁾ Утвержден Комитетом по Стандартизации при Совете Труда и Оборона 26 февраля 1927 года.

ТАБЛИЦА 30.

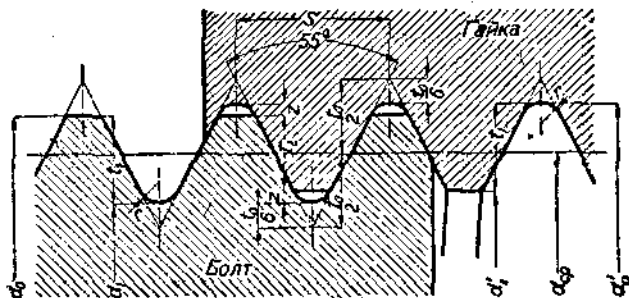
СССР Совет Труда и Оборона Комитет по Стандартизации	Общесоюзный стандарт ДЮЙМОВАЯ РЕЗЬБА по системе Витворта с зазором по вершинам и впадинам, для диаметров от $\frac{3}{16}$ до 4"	ОСТ 33-6

$$S = \frac{25,4}{n}$$

n = число ниток
на 1"

$$t_1 = 0,56633 \cdot s$$

$$t_2 = 0,49233 \cdot s$$



$$z = 0,074 \cdot s$$

$$r = 0,13733 \cdot s$$

$$t_0 = 0,98049 \cdot s$$

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

мм

Номинальный диаметр резьбы (дюймы)	Б о л т			Б о л т и г а й к а							Г а й к а		
	Диаметр резьбы		Площадь сечения стержня	Средний диаметр резьбы	Шаг резьбы	Глу- бина резьбы	Рабо- чая высота затка	Зазор	Радиус	Число нитек на 1"	Тропе- ическая высота резьбы	Диаметр резьбы	
	На- ружный	Внутренний										Наружный	Внутренний
$\frac{1}{16}$	4,606	3,408	0,091	4,085	1,058	0,599	0,521	0,078	0,145	24	1,017	4,782	3,564
$\frac{1}{8}$	6,162	4,724	0,175	5,537	1,270	0,719	0,625	0,194	0,174	20	1,220	6,350	4,912
$\frac{3}{16}$	7,729	6,131	0,295	7,034	1,411	0,799	0,695	0,104	0,194	18	1,355	7,938	6,399
$\frac{1}{4}$	9,290	7,492	0,441	8,09	1,588	0,899	0,782	0,117	0,218	16	1,525	9,525	7,727
$\frac{5}{16}$	10,844	8,789	0,607	9,951	1,814	1,127	0,893	0,134	0,249	14	1,743	11,112	9,058
$\frac{3}{8}$	12,387	9,889	0,784	11,345	2,117	1,199	1,042	0,156	0,291	12	2,033	12,700	10,302
$\frac{7}{16}$	13,974	11,577	1,052	12,932	2,117	1,199	1,042	0,156	0,291	12	2,033	14,288	11,890
$\frac{1}{2}$	15,534	12,918	1,341	14,397	2,309	1,308	1,137	0,171	0,317	11	2,218	15,875	13,260
$\frac{9}{16}$	18,675	15,798	1,960	17,424	2,540	1,438	1,231	0,188	0,349	10	2,440	18,050	16,173
$\frac{5}{8}$	21,808	18,611	2,720	20,418	2,822	1,598	1,389	0,209	0,398	9	2,711	22,225	19,028
$\frac{11}{16}$	24,931	21,434	3,575	23,367	3,175	1,768	1,563	0,235	0,436	8	3,050	25,400	21,804
$\frac{3}{4}$	28,089	23,929	4,497	26,252	3,629	2,055	1,786	0,268	0,498	7	3,485	28,575	24,465
$\frac{7}{8}$	31,214	27,104	5,770	29,427	3,829	2,353	1,798	0,268	0,498	7	3,485	31,710	27,540
1	34,299	29,504	6,937	32,215	4,233	2,897	2,084	0,113	0,581	6	4,066	34,925	30,130
$1\frac{1}{8}$	37,474	32,679	8,358	35,390	4,233	2,897	2,084	0,313	0,581	6	4,066	38,100	33,305
$1\frac{1}{4}$	40,524	34,770	9,495	38,022	5,080	2,877	2,501	0,376	0,698	5	4,879	41,275	36,521
$1\frac{3}{8}$	43,699	37,945	11,308	41,198	5,080	2,877	2,501	0,376	0,698	5	4,879	44,450	38,696
$1\frac{1}{2}$	46,791	40,997	12,817	44,011	5,644	3,197	2,779	0,417	0,775	4	5,421	47,625	41,232
$1\frac{3}{4}$	49,966	43,572	14,911	47,186	5,644	3,197	2,779	0,417	0,775	4	5,421	50,800	44,407
2	56,211	49,019	18,872	53,084	6,350	3,598	3,126	0,469	0,872	4	6,099	57,150	49,858
$2\frac{1}{8}$	62,561	55,369	24,078	59,434	6,350	3,598	3,126	0,469	0,872	4	6,099	63,500	56,308
$2\frac{1}{4}$	68,777	60,657	28,802	65,204	7,157	4,110	3,573	0,536	0,992	3	6,970	69,850	61,630
$2\frac{3}{8}$	75,127	66,907	35,159	71,554	7,257	4,110	3,573	0,536	0,992	3	6,970	76,200	67,980
$2\frac{1}{2}$	81,395	72,542	41,330	77,546	7,815	4,426	3,848	0,538	1,073	3	7,507	82,550	73,898
$2\frac{3}{4}$	87,745	78,892	48,893	83,898	7,815	4,426	3,848	0,573	1,073	3	7,507	88,900	80,048
3	93,998	84,409	55,939	89,829	8,467	4,795	4,168	0,625	1,163	3	8,132	95,250	85,960
$3\frac{1}{8}$	100,348	90,758	64,895	96,179	8,467	4,795	4,168	0,625	1,163	3	8,132	101,600	92,010

Примечания. 1. Дюйм равен 25,4 мм.

2. Диаметры резьбы, стоящие в скобках, по возможности не применять.

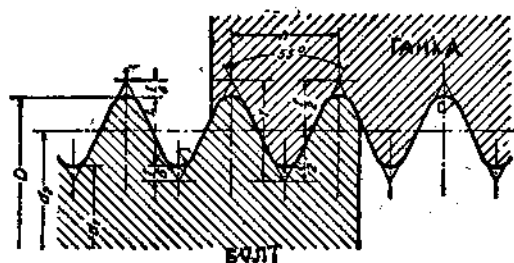
3. Допуски для резьбы будут даны впоследствии.

Обязательность применения данного стандарта, в равно срок и порядок его введения устанавливаются для каждого стандарта резьбовых изделий в отдельности.

Утвержден Комитетом по Стандартизации при Совете Труда и Оборона 25 февраля 1927 года.

ТАБЛИЦА 37.

Трубная (газовая) нарезка Витворта без зазора по вершинам и впадинам.



$$h = \frac{25,40095}{z}$$

$$r = 0,13733 \cdot h$$

$$t = 0,98049 \cdot h$$

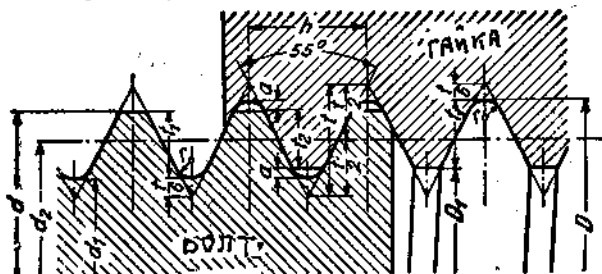
$$t_1 = 0,64033 \cdot h$$

DIN 259

Номинальный диаметр		Б о л т и г а й к а						
Дюймов	Миллиметров	Наружный диаметр	Внутренний диаметр	Глубина резьбы	Радиус закругления	Средний диаметр резьбы	Шаг резьбы	Число ниток на 1"
		D	d_1	t_1	r	d_2	h	z
$\frac{1}{8}$	10	9,729	8,567	0,581	0,125	9,148	0,907	28
$\frac{1}{4}$	13	13,158	11,446	0,856	0,184	12,302	1,337	19
$\frac{3}{8}$	17	16,663	14,951	0,856	0,184	15,807	1,337	19
$\frac{1}{2}$	21	20,956	18,632	1,162	0,249	19,794	1,814	14
$\frac{5}{8}$	23	22,912	20,588	1,162	0,249	21,750	1,814	14
$\frac{3}{4}$	26	26,442	24,119	1,162	0,249	25,281	1,814	14
$\frac{7}{8}$	30	30,202	27,878	1,162	0,249	29,040	1,814	14
1	33	33,250	30,293	1,479	0,317	31,771	2,309	11
$1\frac{1}{8}$	38	37,898	34,941	1,479	0,317	36,420	2,309	11
$1\frac{1}{4}$	42	41,912	38,954	1,479	0,317	40,433	2,309	11
$1\frac{3}{8}$	44	44,325	41,367	1,479	0,317	42,846	2,309	11
$1\frac{1}{2}$	48	47,805	44,847	1,479	0,317	46,326	2,309	11
$1\frac{3}{4}$	54	53,748	50,791	1,479	0,317	52,270	2,309	11
2	60	59,616	56,659	1,479	0,317	58,137	2,309	11
$2\frac{1}{4}$	66	65,712	62,755	1,479	0,317	64,234	2,309	11
$2\frac{1}{2}$	75	75,187	72,230	1,479	0,317	73,708	2,309	11
$2\frac{3}{4}$	82	81,537	78,580	1,479	0,317	80,058	2,309	11
3	89	87,887	84,930	1,479	0,317	86,409	2,309	11
$3\frac{1}{4}$	94	93,984	91,026	1,479	0,317	92,505	2,309	11
$3\frac{1}{2}$	100	100,334	97,376	1,479	0,317	98,855	2,309	11
$3\frac{3}{4}$	107	106,684	103,727	1,479	0,317	105,205	2,309	11
4	113	113,034	110,077	1,479	0,317	111,556	2,309	11
$4\frac{1}{4}$	126	125,735	122,777	1,479	0,317	124,266	2,309	11
5	138	138,435	135,478	1,479	0,317	136,957	2,309	11
$5\frac{1}{2}$	151	151,136	148,178	1,479	0,317	149,657	2,309	11
6	164	163,836	160,879	1,479	0,317	162,357	2,309	11
7	189	187,237	185,984	1,627	0,349	187,611	2,540	10
8	215	214,638	211,385	1,627	0,349	213,012	2,540	10
9	240	240,039	236,786	1,627	0,349	238,412	2,540	10
10	265	265,440	262,187	1,627	0,349	263,813	2,540	10
11	291	290,841	286,775	2,033	0,436	288,808	3,175	8
12	316	316,242	312,176	2,033	0,436	314,209	3,175	8
13	347	347,485	343,419	2,033	0,436	345,452	3,175	8
14	373	372,886	368,820	2,033	0,436	370,853	3,175	8
15	398	398,287	394,221	2,033	0,436	396,254	3,175	8
16	424	423,688	419,622	2,033	0,436	421,655	3,175	8
17	449	449,089	445,023	2,033	0,436	447,056	3,175	8
18	474	474,490	470,424	2,033	0,436	472,457	3,175	8

ТАБЛИЦА 38.

Трубная (газовая) резьба Витворта с зазором по вершинам и впадинам.



$$h = \frac{25,40095}{z}$$

$$a = 0,074 h$$

$$r = 0,13733 h$$

$$t = 0,96049 h$$

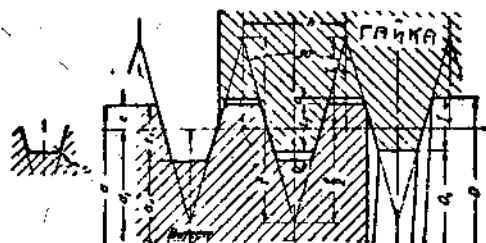
$$t_1 = 0,58633 h$$

$$t_2 = 0,49233 h$$

DIN 260

Номинальный диаметр		Г а й к и		Б о л т ы				Средний диаметр	Шаг резьбы	Число витков на 1"	Рабочая высота гайки
Дюймов	Миллиметров	Наружный диаметр	Внутренн. диаметр	Наружный диаметр	Внутренн. диаметр	Глубина резьбы	Радиус закругления				
		D	D ₁	d	d ₁	t ₁	r	d ₂	Δ	s	t ₃
1/8	10	9,729	8,701	9,584	8,567	0,514	0,125	9,148	0,907	28	0,447
	13	13,158	11,643	12,960	11,448	0,757	0,184	12,302	1,337	19	0,658
1/4	17	16,668	15,149	16,465	14,951	0,757	0,184	15,807	1,337	19	0,658
	21	20,956	18,901	20,697	18,832	1,028	0,249	19,794	1,814	14	0,893
3/8	23	22,912	20,857	22,643	20,588	1,028	0,249	21,750	1,814	14	0,893
	28	26,442	24,387	26,174	24,119	1,028	0,249	25,281	1,814	14	0,893
1/2	30	30,202	28,147	29,933	27,878	1,028	0,249	29,040	1,814	14	0,893
	38	38,250	36,194	38,008	36,028	1,308	0,317	37,771	2,309	11	1,137
(1 1/8)	38	37,998	35,933	37,556	34,941	1,308	0,317	36,420	2,309	11	1,137
	42	41,912	39,296	41,570	38,954	1,308	0,317	40,433	2,309	11	1,137
	44	44,825	41,709	43,983	41,267	1,308	0,317	43,846	2,309	11	1,137
1 1/4	48	47,905	45,189	47,483	44,847	1,308	0,317	46,326	2,309	11	1,137
	54	53,748	51,133	53,407	50,791	1,308	0,317	52,270	2,309	11	1,137
	60	59,816	57,001	59,274	56,659	1,308	0,317	58,187	2,309	11	1,137
2	68	65,712	63,097	65,371	62,755	1,308	0,317	64,234	2,309	11	1,137
	75	75,187	72,571	74,845	72,230	1,308	0,317	73,708	2,309	11	1,137
	83	81,537	78,922	81,195	78,580	1,308	0,317	80,058	2,309	11	1,137
2 1/4	88	87,887	85,272	87,546	84,930	1,308	0,317	86,409	2,309	11	1,137
	94	93,984	91,368	93,642	91,026	1,308	0,317	92,505	2,309	11	1,137
	100	100,834	97,718	99,992	97,376	1,308	0,317	98,855	2,309	11	1,137
3	107	106,684	104,068	106,842	103,727	1,308	0,317	105,205	2,309	11	1,137
	113	113,034	110,419	112,892	110,077	1,308	0,317	111,558	2,309	11	1,137
	126	125,735	123,119	125,363	122,777	1,308	0,317	124,256	2,309	11	1,137
5	138	139,435	135,820	138,093	135,478	1,308	0,317	136,957	2,309	11	1,137
	151	151,188	148,530	150,794	148,178	1,308	0,317	149,657	2,309	11	1,137
	164	163,936	161,231	163,494	160,879	1,308	0,317	162,357	2,309	11	1,137
7	189	189,237	186,360	188,961	185,984	1,439	0,349	187,611	2,540	10	1,251
	215	214,638	211,761	214,262	211,385	1,439	0,349	213,012	2,540	10	1,251
	240	240,039	237,162	239,663	236,786	1,439	0,349	238,412	2,540	10	1,251
10	265	265,440	262,563	265,064	262,187	1,439	0,349	263,619	2,540	10	1,251
	291	290,841	287,245	290,371	286,775	1,798	0,436	288,808	3,175	8	1,563
	316	316,242	312,645	315,772	312,176	1,798	0,436	314,209	3,175	8	1,563
13	347	347,485	343,889	347,015	343,419	1,798	0,436	345,452	3,175	8	1,563
	373	372,886	369,290	372,416	368,820	1,798	0,436	370,853	3,175	8	1,563
	398	398,287	394,691	397,817	394,221	1,798	0,436	396,254	3,175	8	1,563
16	424	423,688	420,092	423,218	419,622	1,798	0,436	421,655	3,175	8	1,563
	449	448,689	445,092	448,619	445,023	1,798	0,436	447,056	3,175	8	1,563
	474	474,490	470,893	474,020	470,424	1,798	0,436	472,457	3,175	8	1,563

ТАБЛИЦА 39.
Трапецевидная нарезка.



Болт

$$t = 1,866 h$$

$$t_1 = 0,5 h + a$$

$$t_2 = 0,5 h + a - b$$

$$T = 0,5 h + 2a - b$$

$$c = 0,25 h$$

DIN 103

Б о л т				Диаметр на сторон.	Шаг S	Г а й к а		
Диаметр резьбы D_a мм	Внутренний диаметр D_k мм	Площадь поперечного сечения S_m мм ²	Глубина резьбы T мм			Диаметр резьбы d_a мм	Внутренний диаметр d_k мм	Глубина резьбы t мм
10	6,5	0,33	1,75	8,5	3	10,5	7,25	1,625
12	8,5	0,57	1,75	10,5	3	12,5	9,25	1,625
14	9,5	0,71	2,25	12	4	14,5	10,25	2,125
16	11,5	1,04	2,25	14	4	16,5	12,25	2,125
18	13,5	1,43	2,25	16	4	18,5	14,25	2,125
20	15,5	1,89	2,25	18	4	20,5	16,25	2,125
22	16,5	2,14	2,75	19,5	5	22,5	17,25	2,625
24	18,5	2,69	2,75	21,5	5	24,5	19,25	2,625
26	20,5	3,30	2,75	23,5	5	26,5	21,25	2,625
28	22,5	3,98	2,75	25,5	5	28,5	23,25	2,625
30	23,5	4,34	3,25	27	6	30,5	24,25	3,125
32	25,5	5,11	3,25	29	6	32,5	26,25	3,125
36	29,5	6,83	3,25	33	6	36,5	30,25	3,125
40	32,5	8,3	3,75	36,5	7	40,5	33,25	3,625
44	36,5	10,46	3,75	40,5	7	44,5	37,25	3,625
48	39,5	12,25	4,25	44	8	48,5	40,25	4,125
52	43,5	14,86	4,25	48	8	52,5	44,25	4,125
55	45,5	16,26	4,75	50,5	9	55,5	46,25	4,625
60	50,5	20,03	4,75	55,5	9	60,5	51,25	4,625
65	54,5	23,33	5,25	60	10	65,5	55,25	5,125
70	59,5	27,81	5,25	65	10	70,5	60,25	5,125
75	64,5	32,67	5,25	70	10	75,5	65,25	5,125
80	69,5	37,94	5,25	75	10	80,5	70,25	5,125
85	72,5	41,26	6,25	79	12	85,5	73,25	6,125
90	77,5	47,17	6,25	84	12	90,5	78,25	6,125
95	82,5	53,46	6,25	89	12	95,5	83,25	6,125
100	87,5	60,13	6,25	94	12	100,5	88,25	6,125

§ 2. Список книг по токарному делу

(на русском языке).

1. Евангулов М. Г. и Холмогоров, И. М., проф. Технология металлов. Госиздат, 1929 г., стр. 585, рис. 581. Ц. 6 р. 25 к.
2. Гавриленко А. П., проф. Механическая технология металлов. Ч. IV. Выпуск I. Гостехиздат, 1925 г., стр. 79 и 105 черт.
3. Гавриленко А. П., проф. Механическая технология металлов. Ч. IV. Выпуск 2. Гостехиздат, 1925 г., стр. 93 и 209 черт.
4. Гюлле Ф. В., проф. Станки. Том II. Экономическое использование станков и инструментов. Москва, 1928 г., стр. 127, рис. 395. Ц. 2 р.
5. Гюлле Ф. В., проф. Основы устройства станков для обработки металлов. „Макиз“, 1927 г., стр. 216 и 360 черт. Ц. 4 р.
6. Челюсткин А. Н. Токарные станки, их устройство, работа и рациональное использование. Изд. Сев.-Зап. Обл. Промбюро ВСНХ, 1926 г., стр. 145 и 128 черт. Ц. 2 р.
7. Водьне Г. Токарно-винторезный станок Хендлей. Ленинград, 1929 г.
8. Крохалев В. Уход за станками и приводами. Москва, 1925 г.
9. Холмогоров И. М., проф. Охрана труда. Холодная обработка металлов. Ленинград, 1917 г.
10. Дроздов Ф. Холодная обработка металлов. Монография по технике безопасности. Выпуск 10. Изд. Вопросы Труда, 1929 г., стр. 307 и 303 рис.
11. Глебов С. Ф. Искусство наимыгоднейшей обработки металлов. Изд. автора. Москва, 1927 г., стр. 187, рис. 21.
12. Челюсткин А. Н. Паспортизация и рациональное использование токарных станков. Изд. Сев.-Зап. Промбюро ВСНХ, 1926 г., стр. 72 и 12 рис. Ц. 1 р. 50 к.
13. Саввин Н. Н., проф. Резание металлов и инструменты. Госиздат, 1926 г., стр. 176 и 261 черт. Ц. 1 р. 50 к.
14. Соколов М. А. Резцы их работа и изготовление. Второе изд. Изд. „Техника и Производство“, 1927 г., стр. 70 и 33 черт. Ц. 1 р.
15. Феста А. Л., проф. Режущие инструменты по токарному делу. Госиздат, 1930 г., стр. 224 и 324 рис. Ц. 2 р. 60 к.
16. Труды Общества германских инженеров-производственников. Режущий инструмент для обработки металлов со снятием стружки. Изд. Орга-Металл, 1927 г., стр. 555 и 561 черт. Ц. 8 р.
17. Рендель. Режущий инструмент. Москва, 1927 г.
18. Левин П. Н., инж. Как изготовить хороший резец. Гостехиздат, 1929 г. стр. 56 и 46 черт. Ц. 25 к.
19. Левин П. Н. Как закалывать инструмент. Гостехиздат, 1929 г., стр. 69, рис. 28. Ц. 30 к.
20. Саввин Н., проф. Допуски в машиностроении. Ленинград, 1927 г.
21. Граменц К. Пригонки и допуски. Москва, 1926 г.
22. Соколов М. А. Слесарное дело ¹⁾. Госиздат, 1930 г., 303 стр. и 211 рис. Ц. 1 р. 40 к.
23. Гипплер В. Токарное дело. Изд. Бюро Иностранной Науки и Техники, Берлин, 1922 г.
24. Бьргард Геяри Д. Станки по металлу и работа на них. Том I. Изд. „Книга“, 1928 г. стр. 336 и 165 черт. Ц. 4 р. 25 к.
25. Смит Роберт. Работа на станках. Выпуск первый. Изд. Сев.-Зап. Обл. Промбюро ВСНХ, 1927 г., стр. 104 и 103 черт. Ц. 1 р. 30 к.
26. Смит Роберт. Работа на станках. Выпуск второй. Изд. „Техника и Производство“, 1928 г., стр. 224 и 202 черт. Ц. 1 р. 50 к.
27. Зайдель П. Л. Токарное дело. Госиздат, 1930 г., стр. 359, рис. 428. Ц. 3 р.
28. Прегер Э. Обработка металлов. Ч. III. Инструменты и станки. Гостехиздат, 1929 г., стр. 298 и 677 рис. Ц. 3 р. 60 к.
29. Дворзак Ганс, инж. Основы токарного дела. Гостехиздат, 1928 г., стр. 64 и 92, черт. Ц. 50 к.
30. О'Бриен. Как нужно работать на токарном станке. Техническое Издательство Научно-Технического отдела ВСНХ, стр. 88 и 77 черт.
31. Гузевинч Д. Г., инж.-мех. Техника токарного дела. Выпуск I. Центра-оправки-поводки. Изд. Сев.-Зап. Промбюро ВСНХ, 1926 г., стр. 94 и 67 черт. Ц. 95 к.
32. Бажин А., инж. Подбор шестерен для нарезания винтов на токарных станках. Изд. Сев.-Зап. Обл. Промбюро ВСНХ, 1926 г., стр. 156 и 19 черт. Ц. 2 р.

¹⁾ Книга эта содержит много полезных сведений по технике измерений и об измерительных инструментах.

33. Макаревич И. И. Производство резьбовых калибров. Госиздат, 1930 г., 98 стр. и 92 рис. Ц. 80 к.
34. Малыгин Н. Практика нарезания точной резьбы. Госиздат, 1930 г., стр. 185, рис. 126. Ц. 1 р. 20 к.
35. Борович Л. А. инж.-тех. Руководство к расчету наборных колес при работах на токарных и фрезерных станках и зуборезных машинах. Гостехиздат, 1925 г., стр. 260 и 12 черт. Ц. 1 р. 40 к.
36. Мюллер О. Нарезка винтов. Изд. „Мысль“, 1923 г., стр. 56 и 151 черт.
37. Кнаппе Г. Расчет сменных колес. Изд. „Транспечать“, 1927 г., стр. 109 и 13 рис. Ц. 95 к.
38. Буш Е. Математика токаря. Гостехиздат, 1929 г., стр. 217 и 28 черт. Ц. 2 р. 25 к.
39. Зигерист М. и Борг Ф. Определение времени обработки изделий в механических мастерских. Гостехиздат, 1926 г., стр. 111, рис. 58. Ц. 2 р.
40. Шлезингер Г., проф. Станки. Проверка металлообрабатывающих станков на точность. Изд. Московского Акционерного Издательского Общества, 1929 г., стр. 98 и 21 черт. Ц. 1 р. 50 к.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие	3
Глава I. Общие сведения.	
§ 1. Основные понятия об обработке металлов резанием	5
§ 2. Краткий исторический обзор конструкций токарных станков и современные типы их.	11
Глава II. Токарные станки.	
§ 1. Станины	21
§ 2. Передняя бабка и механизмы для изменения скоростей	23
А. Основные части передней бабки.	
а) Шпиндель	23
б) Подшипники передней бабки	24
Б. Механизм для изменения скоростей.	
а) Переборное устройство	31
б) Коробки скоростей	41
§ 3. Задняя бабка	60
§ 4. Супорт.	
А. Общее описание	65
Б. Верхняя часть супорта	67
В. Передник или фартук супорта	71
§ 5. Механизмы подачи.	
А. Трензель	83
Б. Сменные шестерни.	85
В. Коробки подач.	87
§ 6. Контрприводы	98
Глава III. Приспособления для закрепления обрабатываемых изделий на токарных станках.	
§ 1. Центра.	102
§ 2. Хомутики	105
§ 3. Поводковые патроны.	106
§ 4. Планшайбы	107
§ 5. Четырехкулачковые патроны	108
§ 6. Самоцентрирующие патроны.	
А. Американские патроны.	109
Б. Патрон с эксцентричной канавкой.	111
В. Патроны Форкардта	—
Г. Двухкулачковый патрон	113
Д. Американский патрон с накладными кулачками	—
Е. Фланцы патронов	114
Ж. Пневматические и электрические патроны	—
§ 7. Оправки.	117
§ 8. Люнеты	119
Глава IV. Лобовые и карусельные станки.	
§ 1. Лобовые станки	121
§ 2. Карусельные станки	125

Глава V. Обслуживание токарного станка и основные сведения по технике безопасности.

1. Ознакомление со станком.	131
2. Смазка станка.	134
3. Проверка станка.	135
4. Составление характеристики станка.	139
5. Основные сведения о мерах безопасности при работе на токарном станке.	142

Глава VI. Основные понятия о теории резания.

§ 1. Процесс резания.	145
§ 2. Зависимость процесса резания от материала обрабатываемого изделия.	146
А. Формы стружек.	146
Б. Твердость обрабатываемого материала.	148
§ 3. Зависимость процесса резания от качества и формы реза.	150
А. Материал резцов.	—
Б. Форма резцов.	150
§ 4. Зависимость процесса резания от режима работы.	152
А. Влияние скорости резания.	152
Б. Влияние размеров стружки.	153
В. Влияние формы сечения стружки.	154

Глава VII. Режущие инструменты.

§ 1. Резцы.	
А. Формы резцов.	
а) Резцы для грубой наружной обточки.	155
б) Чистовые резцы.	159
в) Резцы для поперечной подачи.	161
г) Подрезные резцы.	—
д) Отрезные и прорезные резцы.	162
е) Резцы для внутренней расточки.	164
ж) Фасонные или фигурные резцы.	165
Б. Материал для резцов.	
а) Углеродистая сталь.	168
б) Самокаливающаяся сталь.	169
в) Быстрорежущая сталь.	—
г) Стеллиты.	171
д) Алмазные резцы.	172
е) Литые карбиды вольфрама.	—
ж) Сплавы карбида вольфрама, полученные спеканием.	173
В. Конструкции резцов.	
а) Цельные резцы.	174
б) Наварные и напайные резцы.	—
в) Резцы в державках.	175
Г. Изготовление резцов.	
а) Изготовление цельных резцов.	178
б) Изготовление напайных и наварных резцов.	182
в) Изготовление резцов Видиа.	183
§ 2. Общеупотребительные режущие инструменты, применяющиеся в токарном деле.	
А. Сверла перовые и спиральные.	186
Б. Центровочные сверла.	187
В. Метчики и плашки.	187
Г. Развертки.	188

Глава VIII. Измерительные инструменты.

§ 1. Общие сведения о точности изготавливаемых изделий и их измерениях.	189
§ 2. Грубые измерительные инструменты.	
А. Метры складные, рулетки и линейки.	190
Б. Кронциркули и нутромеры.	192
В. Угломеры.	196
§ 3. Точные измерительные инструменты.	
А. Штангенциркули.	193
Б. Микрометры.	205
§ 4. Глубиномеры.	209

§ 5. Усовершенствованные инструменты для точных измерений	209
§ 6. Концевые измерительные инструменты	212
§ 7. Проверочные инструменты, применяемые в токарном деле.	
А. Рейсмусы	216
Б. Индикаторы	217

Глава IX. Допуски, пригонки и предельные измерительные инструменты.

§ 1. Допуски и пригонки.	
А. Общие сведения	218
Б. Пригонки	218
В. Допуски	219
Г. Системы допусков	221
Д. Классы точности	222
Е. Виды пригонок и области их применения	222
Ж. Таблицы допусков, принятых в СССР	227
§ 2. Предельные измерительные инструменты	229

Глава X. Основные сведения об установке резцов и работе резцами.

§ 1. Общие правила установки резцов на токарных станках	232
§ 2. Работа резцами Вилда	235

Глава XI. Основные приемы токарных работ.

§ 1. Обработка в центрах	239
§ 2. Обработка на оправках	243
§ 3. Отрезка	245
§ 4. Сверление и расточка	246
§ 5. Обработка в американском и четырехкулачковом патронах	249
§ 6. Обработка в люнетах	252
§ 7. Обработка на планшайбе	254
§ 8. Обработка на угольнике	255
§ 9. Обработка на супорте	257

Глава XII. Обработка конусов.

§ 1. Общие сведения	258
§ 2. Способы обработки конусов	262

Глава XIII. Нарезка резьбы.

§ 1. Основные сведения о резьбе.	
А. Общие понятия и определения	268
Б. Системы нарезок	272
§ 2. Подсчет сменных шестерен.	
А. Предварительные сведения	274
Б. Подсчет сменных шестерен при нарезке винтов на станке с дюймовым ходовым винтом	285
В. Подсчет сменных шестерен при нарезке винтов на станке с миллиметровым ходовым винтом	290
§ 3. Практика нарезания резьбы.	
А. Резьбовые резцы	292
Б. Измерение резьбы	297
В. Общие указания о приемах нарезания резьбы	301

Глава XIV. Точные токарные работы.

§ 1. Сверление кондукторов	307
§ 2. Изготовление резьбовых калибров и колец.	
А. Нарезка калибров и колец	308
Б. Доводка калибров и колец после закалки	311

Глава XV. Некоторые токарные работы.

§ 1. Чистовая отделка изделий на токарных станках	314
§ 2. Изготовление центров и фланцев для патронов.	
А. Изготовление центров	315
Б. Изготовление фланцев для патронов	317
§ 3. Особые случаи токарных работ.	
А. Обработка эксцентричных изделий	318
Б. Обработка некруглых предметов	319
В. Обточка шаров	319
Г. Обточка овалов	320
Д. Обточка длинных и тонких изделий	321
§ 4. Работа по копирам	321
§ 5. Работы, выполняемые на токарном станке, ему несвойственные	323
А. Накатка	324
Б. Правка валов и винтов	325
В. Навивка пружин	325
Г. Фрезерные работы	326

Глава XVI. Специальные токарные станки.

§ 1. Станки для задней заточки	327
§ 2. Токарные станки высшей точности	340
§ 3. Многорезцовые токарные станки	343
§ 4. Пример переделки обыкновенного токарного станка на многорезцовый	344

Глава XVII. Определение времени обработки изделий на токарных станках.

§ 1. Подсчет времени при продольной обточке.	350
§ 2. Подсчет времени при поперечной обточке.	351
§ 3. Подсчет времени при резьбовых работах	352
§ 4. Определение времени вспомогательных операций	353
§ 5. Таблицы для определения времени обработки изделий на токарных станках	355

Глава XVIII. Проверка станков на точность.

§ 1. Общие сведения и инструменты, применяемые при проверке станков.	361
§ 2. Проверка токарного станка.	362
§ 3. Проверка карусельного станка с одной стойкой	376
§ 4. Проверка карусельного станка с двумя стойками	384
§ 5. Проверка лобового станка	391
§ 6. Дополнительная проверка точности станка для задней заточки.	394

Приложения.

§ 1. Таблицы, не вошедшие в текст книги.	396
§ 2. Список книг по токарному делу	405