

АН ОГЛОБЛИМЕ

ТОКАРЬ
УНИВЕРСАЛ

МАШГЕЗ 1946

А. Н. ОГЛОБЛИН



ТОКАРЬ— УНИВЕРСАЛ

Издание 3-е исправленное и дополненное



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1946 ЛЕНИНГРАД

Замеченные опечатки

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
113	11-я сверху	а угол — угол резания.	а угол δ — угол резания.	Тип.
129	14-я	шлифуются.	шлифуются и затачиваются.	
208	4-я	$\frac{\pi d_1}{\pi}$	$\frac{\pi d_1}{2}$	Корр.

А. Н. О г л б л и н, Токарь-универсал. Зак. 1864.

В книге рассматриваются основные вопросы токарного дела — устройство токарных станков, приспособления к ним, режущие и измерительные инструменты, применяемые при токарных работах, и т. д.

Главное внимание уделяется практике токарных работ — обработке наружных поверхностей, отверстий, конусов, нарезанию резьбы и т. д. Этим данная книга отличается от предыдущих изданий.

Ее основное назначение — служить руководством для повышения квалификации токарям, пришедшим на производство во время войны. Кроме того, она может быть использована в качестве учебного пособия учащимися ремесленных училищ.

ПРЕДИСЛОВИЕ К 3-МУ ИЗДАНИЮ

Настоящее издание значительно отличается от предыдущих и содержанием и расположением материала.

Формальной предпосылкой, принятой автором при переработке 2-го издания этой книги, послужила программа по спецтехнологии для токарей-универсалов в ремесленных училищах, утвержденная Главным управлением трудовых резервов в 1940 г. По ряду соображений автор нашел возможным, однако, допустить некоторые отклонения от этой программы, отказавшись, в частности, от включения в книгу тем: «Револьверный станок и работа на нем» и «Фрезерный станок и работа на нем», предусмотренных программой. Связанный объемом книги, автор оказался вынужденным не уделять особого места вопросам организации труда и технического нормирования и ограничился лишь кратким освещением этих вопросов в отдельных случаях.

С другой стороны, автор счел полезным сохранить разделы, отсутствующие в программе (например, описание токарного станка простейшего типа), но делающие книгу законченным курсом токарного дела, пригодным для самостоятельной проработки его молодыми токарями, пришедшими на производство в последнее время, а не только учебным пособиям для ремесленных училищ. С этой же целью некоторые разделы книги развиты несколько больше, чем это предусмотрено программой для ремесленных училищ. Пересмотрен и в значительной части обновлен и графический материал.

Автор пользуется случаем выразить признательность всем учреждениям, организациям и лицам, отзывы которых о ранее написанных им книгах оказали ему значительную помощь при подготовке к печати настоящей работы.

А. Оглоблин.

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ КО 2-МУ ИЗДАНИЮ

Формальными предпосылками, принятыми автором при переработке первого издания настоящей книги, послужили программы по специальной технологии для токарей-универсалов, действовавшие в 1937/1938 учебном году в школах ФЗУ нескольких авторитетных

ленинградских заводов. В соответствии с этими программами и второе издание книги построено по принципам комплексности и концентричности.

Более существенными исходными данными при этой переработке явились для автора обобщенный опыт токарей-стахановцев, накопленный за три года стахановского движения, и многие конкретные примеры их работы, представляющие собой учебно-методический интерес как для учащихся в школах ФЗУ, так и для производственников.

Третьим фактором, определявшим направление работы автора над настоящей книгой, было требование значительно уменьшить ее объем в сравнении с первым изданием. Выполнение этого требования, при наличии безусловной необходимости дополнить книгу стахановскими материалами, оказалось возможным лишь за счет иногда очень резкого сокращения нескольких разделов первого издания, что в некоторых случаях, к сожалению, отразилось на полноте изложения их.

По этой же причине автор оказался вынужденным не уделять особого места вопросам организации и экономики производства и ограничился лишь кратким освещением этих вопросов в отдельных случаях.

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К 1-МУ ИЗДАНИЮ

При подготовке к печати «Токарное дело» в 1930 г., в распоряжении автора не было твердой программы соответствующего курса, принятой в школах ФЗУ того времени. Переиздания этой книги (1931, 1932 и 1934 гг.) происходили в обстановке большой срочности, так что автор был лишен возможности вносить в свою работу хотя бы частичные исправления и изменения. Естественно, поэтому, что книга «Токарное дело» к настоящему времени устарела как в отношении содержания, так и метода изложения трактуемого материала.

Настоящая работа построена автором по прямо противоположному плану в сравнении с принятым во всех ранее написанных им книгах. В то время как в книге «Токарное дело» и других весь материал сгруппирован по формальным признакам (отдельные главы о станках, о резцах и т. д.), что лишало их прочной внутренней связи, — предлагаемая книга построена по принципам комплексности и концентричности.

Большая часть этой книги написана автором вновь и только очень небольшая часть является переработкой соответствующих разделов книг «Токарное дело», а также «Токарные станки и работа на них». Таким образом, предлагаемый труд является попыткой дать новую книгу по токарному делу. Насколько удалась эта попытка автору — выяснится из объективной критики его работы.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

§ 1. Сущность процесса обработки металлов резанием

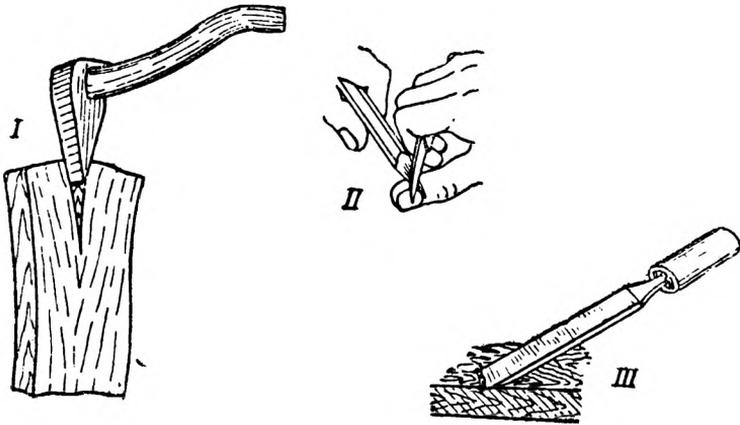
Припуски на обработку. Только некоторая часть металлических изделий выпускается в совершенно готовом виде литейными, кузнечными и другими металлургическими цехами машиностроительных заводов. Все эти изделия (отливки, поковки и пр.) получают с негладкими поверхностями, неправильными очертаниями и неточными размерами. Между тем к многим деталям машин предъявляются более высокие требования в отношении их формы и размеров по сравнению с теми, которые могут быть достигнуты в металлургических цехах даже при самых благоприятных условиях. Поэтому детали машин после отливки,ковки и других способов обработки, осуществляемых в металлургических цехах, подвергаются в большинстве случаев дополнительной обработке — резанием на различных металлорежущих станках в механических цехах завода. При этом с заготовки срезаются все излишки и неровности, в результате чего ее очертания и размеры получаются точно соответствующими заданным.

Такие излишки металла на заготовках могут быть случайными (например, при использовании не специальных заготовок, а подходящих кусков материала) или же устанавливаются заранее. В последнем случае излишки металла, удаляемые резанием, называются **припусками на обработку**. Размеры припусков колеблются в широких пределах, обусловленных формой и размерами детали, способом предварительной обработки ее и т. д.

Клин — основа всякого режущего инструмента. Обработка деталей машин резанием осуществляется посредством режущих инструментов самых разнообразных типов, размеров и назначений. В основе действия любого из них лежит клин, устройство и работа которого хорошо известны каждому из повседневной практики. Топор, нож, стамеска — все это различные формы клиньев.

Если топором, боковые стороны которого образуют клин, ударить в торец деревянной болванки, то при достаточно большой силе удара болванка разделится на две части (фиг. 1—I). На фиг. 1—II показан другой пример работы режущего инструмента —

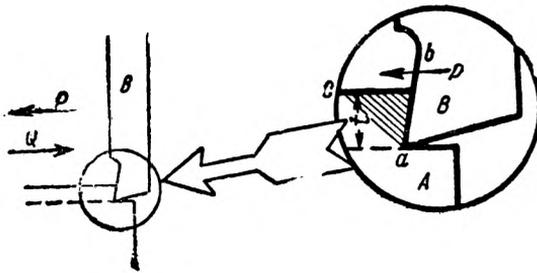
ножа, поперечное сечение которого также имеет форму клина. В этом случае от болванки отделяется небольшая часть деревянного стержня (карандаша). Обработка деревянного бруска при помощи стамески показана на фиг. I—III. Режущий инструмент (стамеска) и в этом случае имеет форму клина, но рабочей стороной его служит только верхняя поверхность, в то время как



Фиг. 1. Работа топора (I), ножа (II) и стамески (III)

нижняя почти не подвергается трению о брусок. В таких же условиях работает и нож.

Резец и его работа. Все сказанное здесь почти полностью можно отнести и к обработке металлов, причем условия работы



Фиг. 2. Схематическое изображение работы резца

режущего инструмента (резца) в этом случае подобны тем, при которых работает стамеска (фиг. I—III). Но металл значительно тверже и прочнее дерева, поэтому угол между боковыми сторонами клина, образующего рабочую часть резца, делается гораздо больше угла

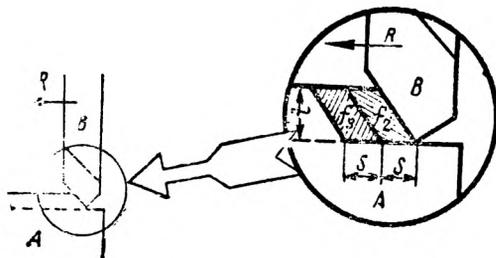
между сторонами ножа, стамески и даже топора. Чем тверже обрабатываемый материал, тем больше должен быть этот угол. Его можно уменьшать, делая иногда (например, при обработке алюминия — одного из самых мягких металлов) приближающимся к величине углов деревообделочных инструментов. Необходимо, однако, помнить, что с уменьшением угла резца понижается его прочность.

Предположим, что с заготовки А (фиг. 2) требуется снять слой металла толщиной t мм посредством резца В. Последний

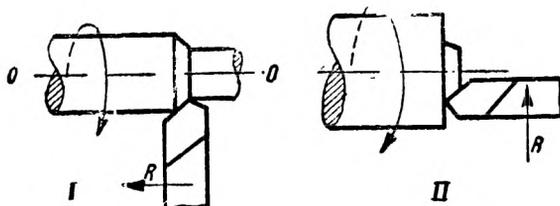
при движении по стрелке P входит в металл и своей передней стороной (гранью) ab сжимает его. Сжатию подвергается только часть снимаемого слоя металла, заштрихованная на фиг. 2. Через некоторое время сжатая часть металла отделяется от основной массы его (скалывается) по линии ac . Вслед за этим начинается сжатие следующего участка снимаемого слоя и т. д.

Частицы металла, отделенные резцом, называются стружкой. Если обрабатываемый металл хрупок (чугун, бронза), то стружка получается в виде не связанных между собой кусочков. При обработке вязких металлов (мягкая сталь, латунь) частицы их связаны между собой настолько крепко, что стружка получается в виде завивающейся перед резцом ленты.

Движения при резании. Предположим далее, что резец B (фиг. 2), пройдя всю длину обрабатываемой заготовки, возвратится в исходное положение. Переместив резец на некоторую величину s в направлении стрелки R (фиг. 3, где показаны резец B и заготовка A , если смотреть на них по стрелке Q фиг. 2) и снова заставив его двигаться вперед



Фиг. 3. Движения при резании



Фиг. 4. Движения резания на токарном станке

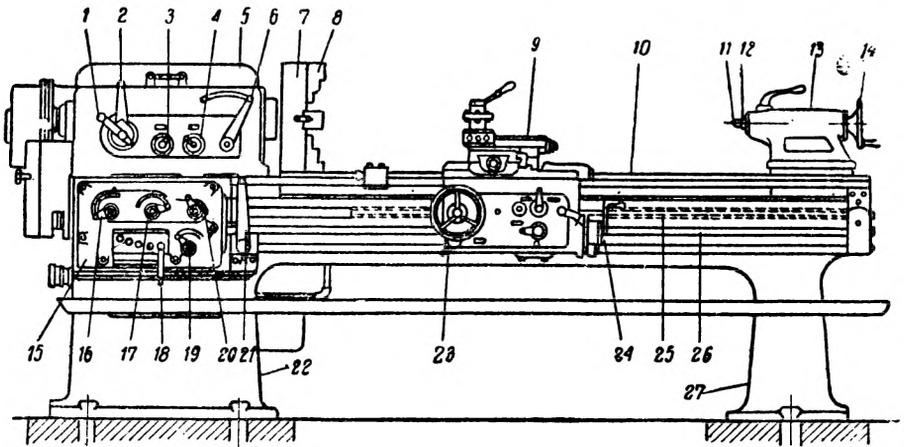
работанную плоскость. Такая же плоскость получится и тогда, когда вместо резца будет перемещаться по стрелке Q (фиг. 2) обрабатываемая болванка. Движение резца относительно изделия (либо, наоборот, изделия относительно резца), при котором происходит снятие стружки, называется **главным** или **рабочим** движением. Перемещение резца, необходимое для снятия каждой новой стружки (в рассмотренном выше примере), называется **подачей**.

Движения при резании на токарном станке. На токарных станках обрабатываются поверхности деталей машин, имеющие форму тел вращения — цилиндров, конусов, образованных сопряжением цилиндров и конусов и т. д. В соответствии с этим на токарных станках главное движение резания осуществляется вращением изделия, а подача — перемещением резца. Если при этом

резец перемещается параллельно оси OO обрабатываемого изделия (фиг. 4 — I), то подача называется продольной. Перемещение резца перпендикулярно к оси вращения обрабатываемого изделия (фиг. 4 — II) дает поперечную подачу.

§ 2. Общее описание токарного станка

Основные части токарного станка и их назначение. На фиг. 5 показан современный токарный станок (завода «Красный пролетарий», Москва). На станине 10, покоящейся на ножках 22 и 27, с левой стороны находится передняя бабка 5. В подшипниках передней бабки вращается шпиндель (на фигуре его не видно), на правый конец которого наворачивается патрон 7. Обрабатываемая деталь может быть закреплена в патроне посредством кулач-



Фиг. 5. Современный токарный станок

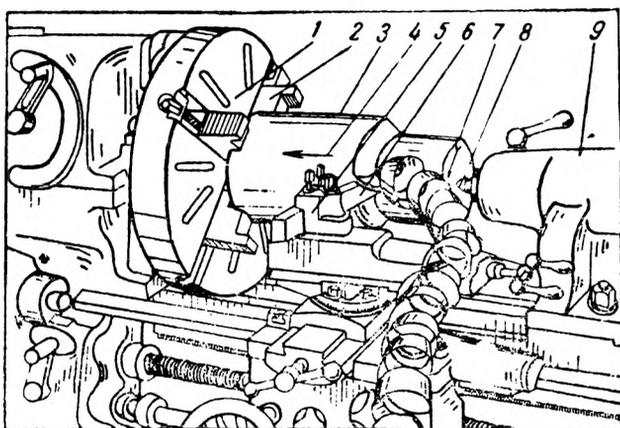
ков 8. В шпинделе имеется отверстие, куда вставляется центр, называемый передним. Свободный конец его имеет форму конуса.

Шпиндель посредством особого устройства в передней бабке, называемого коробкой скоростей, получает вращение (через ременную передачу) от электромотора. Коробка скоростей устроена таким образом, что при постоянном числе оборотов электромотора числа оборотов шпинделя можно изменять в довольно широких пределах. Так, рассматриваемый станок имеет 18 различных скоростей вращения шпинделя — от 12 до 600 об/мин. Изменение скорости вращения шпинделя производится поворотами рукояток 1, 2, 3, 4 и 6, связанных с внутренними частями передней бабки (коробки скоростей).

На правом конце станины находится задняя бабка 13, предназначенная для поддержания длинных обрабатываемых изделий. Бабка 13 также имеет шпиндель 12 с вставленным в него

задним центром 11. Задняя бабка может быть установлена на различных расстояниях от передней; шпиндель ее можно выдвигнуть из корпуса бабки вращением маховичка 14.

Режущий инструмент (резец) закрепляется на супорте 9. Супорт может перемещаться вдоль станины или вручную (при вращении маховичка 23) или автоматически (при помощи коробки подач 15 и ходового винта 25, либо ходового валика 26). Коробка подач связана с зубчатыми шестернями с шпинделем станка, благодаря чему скорости вращения шпинделя и перемещения супорта получают строго согласованными. Коробка подач устроена таким образом, что, изменяя положения рукояток 16, 17, 18, 19 и 20, можно при одной и той же скорости вращения шпинделя получить разные скорости перемещения супорта, т. е. разные подачи.



Фиг. 6. Обработка болванки на токарном станке

Супорт 9 состоит из нескольких частей, перемещающихся одна относительно другой. Это дает возможность устанавливать резец, закрепленный на супорте, в различные положения и сообщать ему продольную и поперечную подачи.

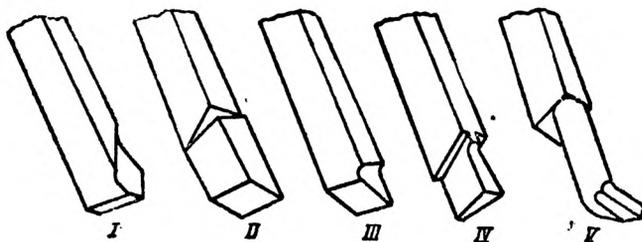
Посредством рукоятки 21 (или 24) производится пуск и остановка станка.

Общее понятие о действии токарного станка. Представим себе, что на станок (фиг. 6) установлена цилиндрическая заготовка 3. Левый конец ее закреплен в патроне 1 посредством кулачков 2, а правый конец ее поддерживается центром 8 задней бабки 9. В головке 5 супорта закреплен резец 6, режущий конец которого введен в тело заготовки 3. Если станок работает (заготовка вращается по стрелке 7), а резец, постепенно перемещаясь вдоль станины (по стрелке 4), пройдет вдоль всей заготовки (до кулачков патрона), то последняя будет обработана, или, как говорят, обточена.

§ 3. Наиболее употребительные токарные резцы и их применение

Предварительные замечания. Несмотря на большое разнообразие деталей, обрабатываемых на токарных станках, количество типов токарных резцов сравнительно невелико. На фиг. 7 показаны пять основных типов резцов, наиболее часто встречающихся в практике токарных работ.

Обдирочные резцы. Резец, показанный на фиг. 7 — *I*, называется обдирочным и применяется, как это видно из его названия, для обдирки, т. е. предварительной обработки деталей, во время которой снимается наибольшая часть припуска. Поэтому обдирочные резцы имеют такую форму, при которой удаление большого слоя металла происходит легко и быстро. Чистоты и гладкости поверхности детали, а также соблюдения точных раз-



Фиг. 7. Основные типы токарных резцов:

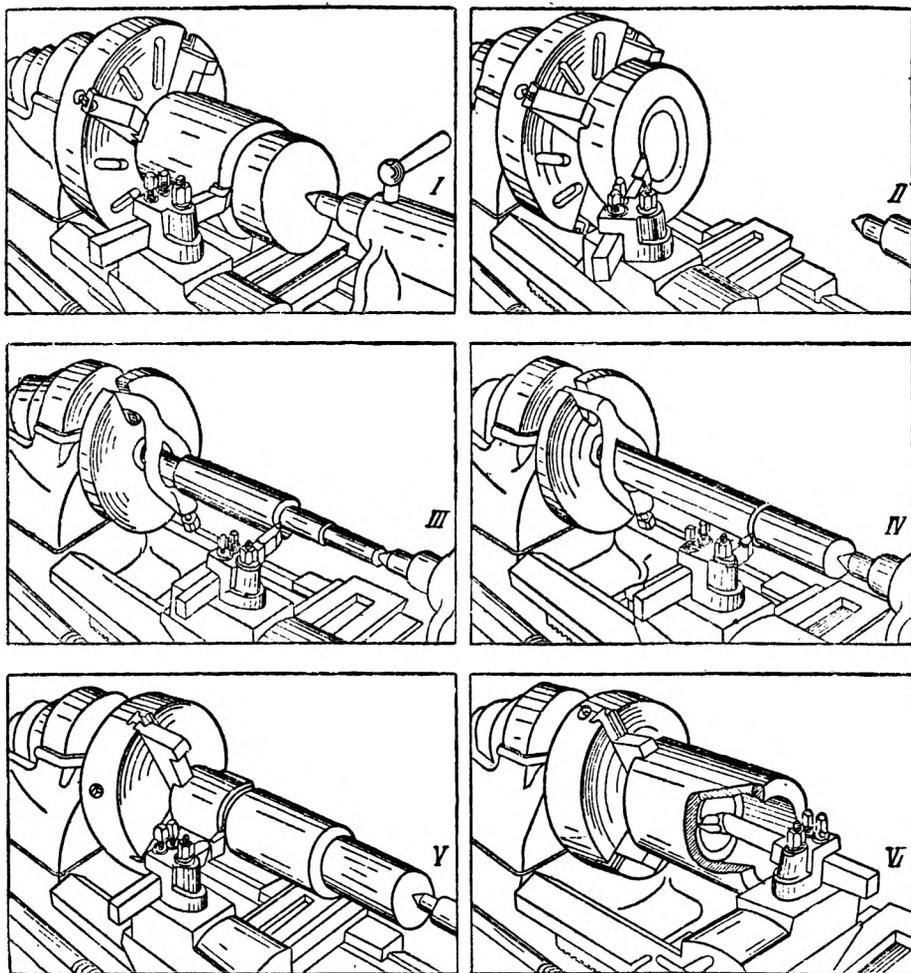
I — обдирочный; *II* — подрезной; *III* — чистовой; *IV* — отрезной; *V* — расточный.

меров ее при этом не требуется. Пример применения обдирочного резца показан на фиг. 8 — *I*, на которой изображена обдирка наружной поверхности заготовки.

Подрезные резцы. Для обработки торцевых поверхностей различных деталей, заплечиков валов и т. д. применяются так называемые подрезные резцы (фиг. 7—*II*). При обработке торцевых поверхностей и высоких уступов резец устанавливает наклонно по отношению к оси детали (см. 8—*II*, на которой изображена обработка торцевой поверхности диска) и перемещают его поперечной подачей супорта. Если обрабатываемая деталь, например ступенчатый вал, имеет не очень высокие уступы (заплечики), то подрезной резец устанавливают так, чтобы режущая кромка его была перпендикулярна к оси детали (фиг. 8—*III*), и работают продольной подачей.

Чистовые резцы (фиг. 7—*III*) применяются для окончательной отделки деталей. Припуски, которые снимаются в этом случае, обычно невелики. Основное требование, предъявляемое к чистовому резцу — это получение поверхности хорошего качества. Примером такой работы может служить чистовая обточка вала (фиг. 8—*IV*).

Отрезные резцы. Одной из повседневных работ токаря является отрезка от прутков определенных кусков материала. Эту работу он выполняет с помощью отрезных резцов (фиг. 7—IV). При отрезке необходимо обеспечить возможно меньшую потерю материала, поэтому отрезные резцы прихо-



Фиг. 8. Примеры основных токарных работ:

I — обдирка боковой поверхности цилиндрической болванки; *II* — обточка торца диска; *III* — обточка (подрезка) заплечика ступенчатого вала; *IV* — чистовая обточка вала; *V* — отрезка готовой детали; *VI* — расточка отверстия во втулке

дится делать узкими (тонкими), вследствие чего они получаются непрочными, часто ломаются и работа ими требует большой осторожности и умения. Пример отрезной работы показан на фиг. 8—V.

Расточные резцы. Одним из наиболее употребительных токарных резцов является расточной (фиг. 7—V). Такие резцы применяются для расточки различных отверстий, выемок и т. д. Размеры расточного резца (поперечное сечение стержня и длина) приходится выбирать в соответствии с размерами обрабатываемых отверстий. Таким образом, резцы для расточки глубоких отверстий малых диаметров получаются длинными, тонкими и, следовательно, непрочными. Если припуски на обработку отверстия велики, их приходится снимать несколькими (иногда многими) проходами резца. Пример расточной работы показан на фиг. 8—VI.

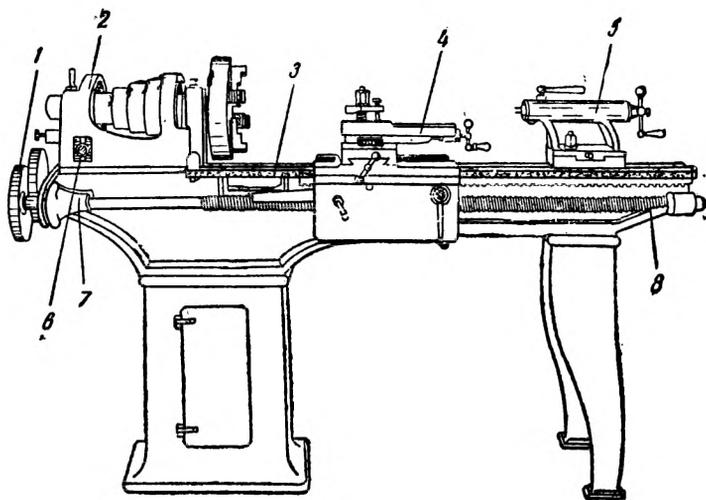
Прочие токарные резцы. Кроме перечисленных резцов, при работе на токарных станках применяются различные специальные резцы, например фасонные — при обработке деталей с криволинейными очертаниями, резьбовые — для нарезания резьб, и т. д. Ниже будут подробно рассмотрены все эти виды резцов.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК ПРОСТЕЙШЕГО УСТРОЙСТВА

§ 4. Общее описание станка

Предварительные замечания. Токарный станок простейшего устройства показан на фиг. 9. Такие станки теперь встречаются сравнительно редко и вытеснены более совершенными. Несмотря



Фиг. 9. Токарно-винторезный станок простейшего устройства

на то, что последние значительно отличаются от изображенного на фиг. 9, взаимодействие отдельных частей их такое же, как и в простейшем станке. Многие детали, показанные на фиг. 9, мы встретим и в новых станках.

Основными частями токарного станка являются следующие (фиг. 9):

Станина 3, служащая как бы опорой для передней бабки 2 и задней 5; одновременно она является как бы рельсами для супорта 4.

Передняя бабка 2, назначение которой — поддерживать обрабатываемую деталь и сообщать ей вращение (рабочее движение) с различной скоростью, в зависимости от материала детали, ее размеров и т. д.

Механизмы подачи 1, при помощи которых ходовой винт 8 станка соединяется с шпинделем. Вращение винта посредством гайки, связанной с супортом, преобразуется в поступательное движение последнего с требующейся скоростью (подача).

Супорт 4 — часть станка, на которой закрепляется резец. Супорт устроен таким образом, что резец может перемещаться в различных направлениях относительно центральной линии станка, сообразно форме и размерам обрабатываемой детали.

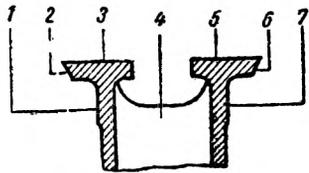
Задняя бабка 5 служит для поддержания обрабатываемой детали. В шпинделе ее, кроме того (как мы узнаем позднее), закрепляются некоторые режущие инструменты.

§ 5. Станина станка

Общее описание. Всякая станина состоит из двух вертикальных стенок 1 и 7 (фиг. 10), связанных между собой несколькими поперечными ребрами 4. Последние так располагаются и делаются в таком количестве, чтобы обеспечить всей станине необходимую жесткость. Станина в свою очередь лежит на двух или нескольких ножках (в зависимости от ее длины), которые иногда служат шкафками для сменных шестерен, гаечных ключей и т. п.

Поверхности станины, по которым двигаются супорт и задняя бабка, называются направляющими.

Направляющие станины. На фиг. 10 показан поперечный разрез станины токарного станка, изображенного на фиг. 9. Направляющими для супорта служат верхние широкие плоскости 3 и 5 и две боковые 2 и 6. Чем шире плоскости 3 и 5, тем больше опорная площадь супорта и тем медленнее изнашивается станина. Необходимо отметить, однако, что обработка широких направляющих связана со значительными трудностями. На плоскостях 3 и 5 располагается и задняя бабка станка.

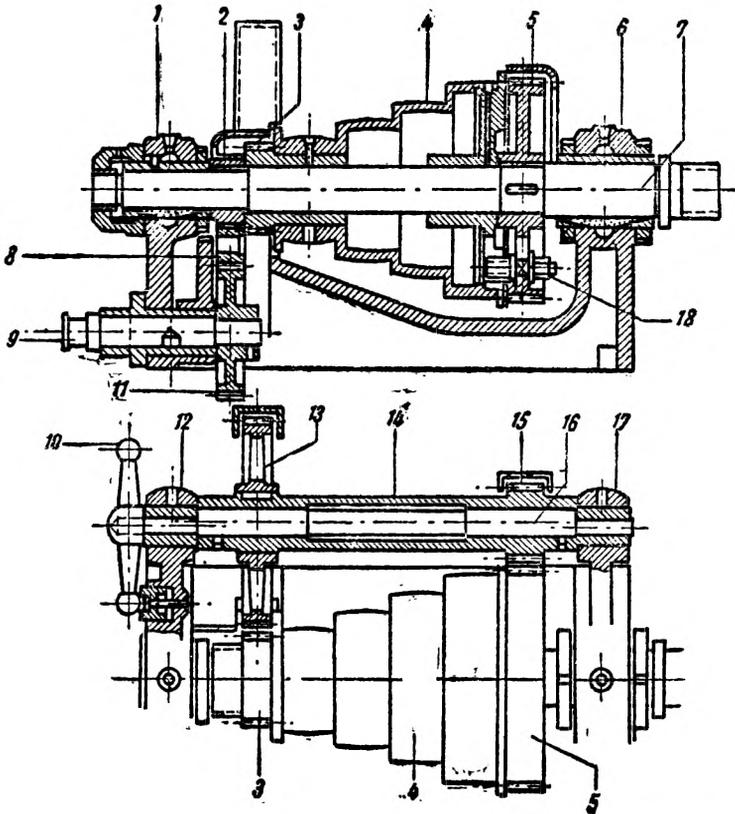


Фиг. 10. Направляющие станины (поперечный разрез)

§ 6. Передняя бабка

Общие замечания. В соответствии со своим назначением передняя бабка состоит из:

- 1) деталей, служащих для поддержания обрабатываемого изделия и сообщения ему вращения;
- 2) различных устройств, посредством которых можно изменить скорость вращения обрабатываемого изделия.



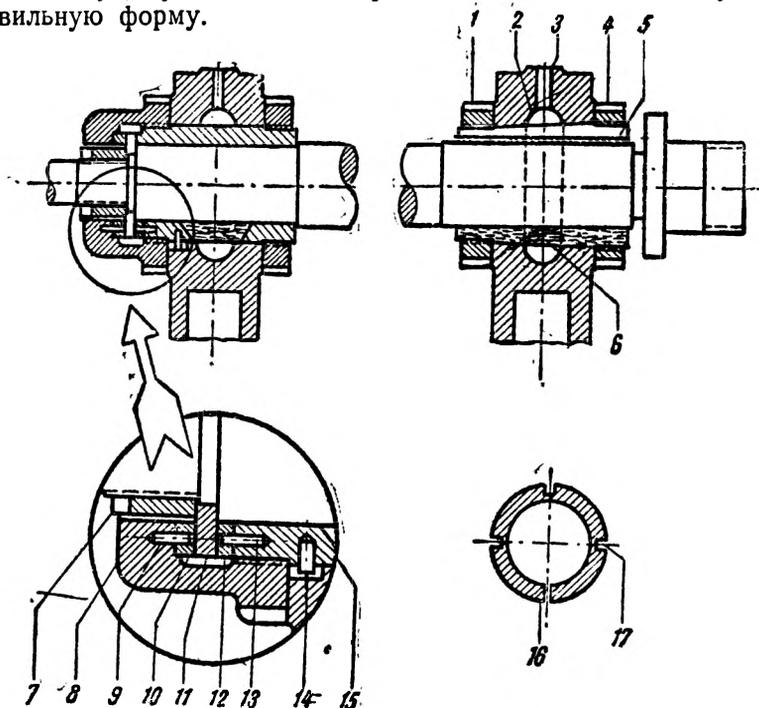
Фиг. 11. Разрез передней бабки и переборного устройства

На фиг. 11 показан разрез передней бабки токарного станка, общий вид которого дан на фиг. 9. Детальями, служащими для поддержания обрабатываемого изделия и сообщения ему вращения, являются шпиндель 7 и подшипники 1 и 6. Ступенчатый шкив 4 и так называемый перебор, состоящий из деталей 10, 13, 14, 15 и 16, дают возможность изменять скорость вращения шпинделя, а следовательно, и обрабатываемого изделия.

Шпиндель. Главной частью передней бабки токарного станка является шпиндель. Правый конец его обычно имеет резьбу, на которую можно навернуть патрон или какое-либо другое приспособ-

собление для закрепления обрабатываемого изделия. Шейки шпинделя, т. е. части его, находящиеся в подшипниках, должны быть правильно и чисто отшлифованы.

Только у старых токарных станков шпиндели сплошные, у новых же они изготавливаются пустотелыми, со сквозным отверстием. В передней (правой) части шпинделя это отверстие расточено на конус. Ось последнего должна строго совпадать с осью вращения шпинделя, в противном случае центр, вставленный в этот конус, будет бить, и обрабатываемые детали получают неправильную форму.



Фиг. 12. Подшипники шпинделя

Шпиндель не должен иметь слабину ни в подшипниках, ни в осевом направлении. Устойчивость шпинделя обеспечивается солидными подшипниками с надежными устройствами для их регулировки.

Подшипники. На фиг. 12 показано устройство правого (справа) и левого (слева) подшипников передней бабки рассматриваемого станка. Такие подшипники встречаются довольно часто в токарных станках малых и средних размеров.

Бронзовая втулка 5 правого (или, как его чаще называют, переднего) подшипника расточена внутри по шейке шпинделя (цилиндр), а снаружи — точно по конусному гнезду в корпусе передней бабки. Она имеет один сквозной прорез 16 и несколько надрезов 17 (на фиг. 12 таких надрезов показано три). На нарезанные концы втулки навертываются гайки 1 и 4, 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 1 (специальным ключом, но ни в коем случае не ударами молотка), мы заставим втулку 5 переместиться влево. Перемещаясь влево в конусном гнезде бабки, втулка сожмется, и внутренний диаметр ее уменьшится.

Если подшипник окажется затянутым слишком туго, следует ослабить гайку 1 и натянуть гайку 4. По окончании регулировки обе гайки должны быть туго затянуты.

Смазка разрезного подшипника производится через масленку, находящуюся вверху подшипника. Из масленки, ввернутой в отверстие 3, масло по кольцевой выточке 2 проходит в нижнюю часть подшипника, где в сквозной прорез втулки положен войлок 6, который не препятствует сжиманию втулки 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 поэтому медленнее изнашивается. Это иногда позволяет бронзовую втулку 15 заднего подшипника делать неразрезной (фиг. 12, слева). Для того чтобы шпиндель не имел осевых перемещений (вправо и влево), у заднего подшипника имеется специальное, так называемое упорное устройство.

В рассматриваемом случае такое устройство заключается в следующем. На заплечик, имеющийся на левом конце шпинделя, насажено закаленное кольцо 11, закрепленное на шпинделе круглой гайкой 7. Таким образом, кольцо 11 намертво связано со шпинделем и вращается вместе с ним. Такое же закаленное кольцо 12 связано штифтом 13 с бронзовой втулкой 15. Имеется также кольцо 10, скрепленное штифтом 9 с гайкой 8. Кольца 12 и 10 во время работы станка неподвижны. Давление, действующее на шпиндель влево, воспринимается кольцом 10, а действующее вправо — кольцом 12. Следовательно, шпиндель, зажатый при помощи кольца 11 между кольцами 10 и 12, не получит осевых перемещений. Все три кольца шлифованы. При таком устройстве «игра» шпинделя в осевом направлении легко устраняется подтягиванием соответствующих гаек заднего подшипника.

Штифт 14, закрепленный в бронзовой втулке 15, входит в паз, сделанный в корпусе бабки, и является таким образом шпонкой, препятствующей вращению втулки 15 в бабке станка.

Существенный недостаток только что разобранный упорного устройства заключается в том, что при работе станка между кольцами получается значительное трение, в результате которого при неудовлетворительной смазке особенно часто происходят перегрев и заедание колец 10, 11 и 12. Поэтому, во многих современных токарных станках эти кольца заменены шариковыми упорными подшипниками. Некоторые из таких подшипников мы рассмотрим ниже.

§ 7. Устройство для изменения скорости вращения шпинделя

Ступенчатый шкив и переборное устройство. Шпиндель передней бабки токарного станка при обработке какой-либо детали должен вращаться в каждом отдельном случае с определенной скоростью, в зависимости от материала обрабатываемой детали, ее размеров и формы, качества режущего инструмента (резца) и ряда других условий. Поэтому каждый станок должен иметь устройство, обеспечивающее возможность получения нескольких скоростей шпинделя.

В рассматриваемом станке (фиг. 9) возможность изменения числа оборотов шпинделя достигается посредством ступенчатого шкива и так называемого перебора.

Обыкновенный перебор токарного станка показан на фиг. 11, из которой видно прежде всего, что на шпиндель передней бабки свободно насажен ступенчатый шкив 4. Этот шкив обычно имеет три или четыре ступени, реже пять, и только в самых крупных станках иногда можно видеть шестиступенчатый шкив.

Слева от ступенчатого шкива находится зубчатая шестерня 3, намертво соединенная со ступенчатым шкивом тем или другим способом (шестерня эта изготовляется отдельно от шкива главным образом для удобства ее обработки). Справа от ступенчатого шкива имеется шестерня 5, которая насажена на шпиндель на шпонке и, таким образом, всегда связана со шпинделем станка.

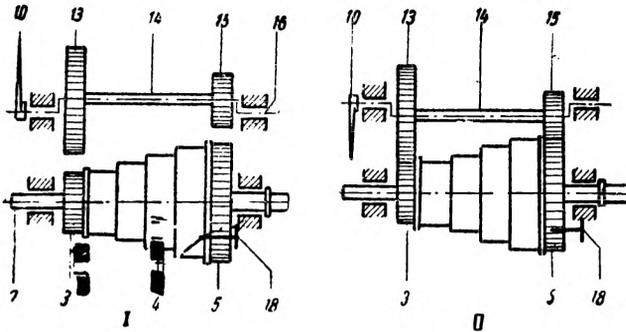
Позади шпинделя в особых приливах 12 и 17 к корпусу передней бабки помещается валик 16, на котором свободно вращается втулка 14 с двумя намертво насаженными на нее шестернями 13 и 15. Шейки валика 16, вращающиеся в кронштейнах, как в подшипниках, сделаны так, что ось их не совпадает с осью самого валика. Поэтому поворотом рукоятки 10 валик 16 может быть поставлен в положение, при котором шестерни 3 и 13, а также 5 и 15 находятся в зацеплении или выведены из него. Посредством пальца (или болта) 18 ступенчатый шкив может быть сцеплен с шестерней 5, а следовательно, со шпинделем. Все описанное устройство называется перебором.

Если мы выключим перебор, т. е. откинем валик 16 (поставим его в положение, схематически показанное на фиг. 13—I) и таким образом выведем шестерни 3, 13 и 5, 15 из зацепления, а затем пальцем 18 соединим шестерню 5 со ступенчатым шкивом 4, то получим положение, соответствующее работе без перебора. В этом случае шпиндель делает столько же оборотов, сколько и шкив, так как последний связан непосредственно со шпинделем (через шестерню 5).

Для включения перебора необходимо валик 16 поставить в рабочее положение, т. е. шестерни 3, 13 и 5, 15 ввести в зацепление (фиг. 13—II), а шестерню 5 отцепить от ступенчатого шкива (вывести палец 18). Тогда число оборотов шпинделя не совпадет с числом оборотов ступенчатого шкива: шпиндель будет вращаться гораздо медленнее.

Передача вращения в этом случае происходит следующим образом. Шкив вращается под действием приводного ремня с определенной скоростью. С такой же скоростью вращается и шестерня 3, связанная со ступенчатым шкивом. Шестерня 3 передает вращение шестерне 13, а так как последняя всегда больше шестерни 3, то она и вращается медленнее ее. Далее передача идет от шестерни 15 на шестерню 5 (шестерни 13 и 15 насажены, как мы знаем, на одной втулке и поэтому вращаются с одинаковой скоростью). Так как шестерня 15 меньше шестерни 5, мы и здесь имеем уменьшение скорости вращения. Шестерня 5 связана со шпинделем шпонкой, поэтому шпиндель будет вращаться с такой же скоростью, с какой вращается эта шестерня. Работа при такой передаче называется работой с перебором.

Перебор дает возможность удвоить число скоростей шпинделя, которое последний имеет благодаря ступенчатому шкиву.



Фиг. 13. Выключенный (I) и включенный (II) перебор.

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 четыре ступени, то без перебора мы можем получить 4 скорости. Включив теперь перебор и снова перебрасывая ремень с одной ступени на другую, мы получим еще 4 скорости, а всего 8 скоростей. 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, наброшенном на наибольшую ступень шкива.

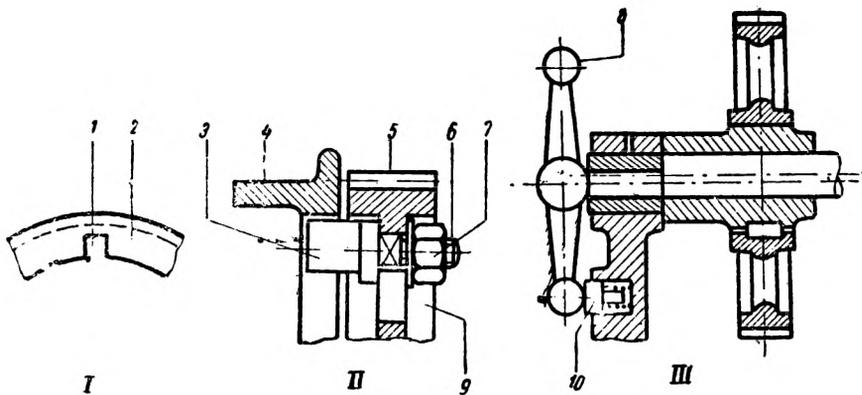
Соотношение чисел зубцов шестерен 3, 13 и 5, 15 делается таким, что при работе с перебором скорости шпинделя уменьшаются в 4—6 раз.

Реже встречаются переборы, уменьшающие скорости шпинделя в 10 раз, и еще реже — в 15 раз по сравнению с теми, которые имеет шпиндель при работе без перебора.

Детали переборного устройства. Ознакомившись с общим устройством перебора, переходим к разбору некоторых его деталей.

На фиг. 14—II изображен в увеличенном масштабе болт, посредством которого шестерня 5 (фиг. 11) может быть соединена со ступенчатым шкивом 4. Болт здесь поставлен в такое положение, что шестерня 5 сцеплена со шкивом 4, так как головка 3 болта 6 входит в прорез 1 (фиг. 14—I). Последний сделан в диске 2, закрывающем ступенчатый шкив спереди (обычно имеются два таких прореза).

Если ослабить гайку 7 и опустить болт 6 по пазу, прорезанному в шестерне 5, то головка его выйдет из прореза 1, и таким образом шестерня 5 будет отцеплена от ступенчатого шкива 4. Гайка 7 в обоих своих положениях всегда должна быть хорошо затянута ключом.



Фиг. 14. Детали переборного устройства

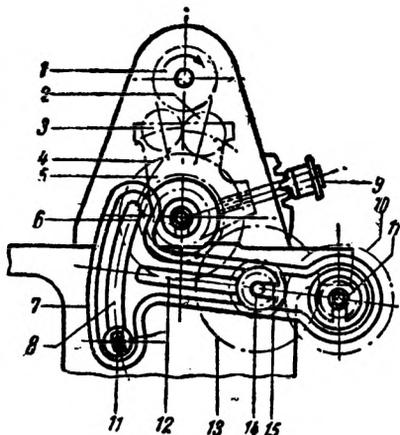
При выключении перебора валик 14 (фиг. 11 и 13) приходится откидывать. В этом положении необходимо закреплять его штифтом, имеющимся на левом кронштейне передней бабки. С помощью этого же штифта валик 14 закрепляется и в рабочем положении при включенном переборе. На фиг. 14—III показано простое устройство, часто встречающееся в токарных станках, для закрепления валика перебора в требуемом положении автоматически, без штифта. Вместо последнего сделан пружинный запор 10, задерживающий рукоятку 8 в обоих крайних положениях.

§ 8. Механизм подачи

Общие замечания. Автоматические движения (подачи) супорт получает от шпинделя станка посредством особых устройств, называемых механизмами подачи. Механизмы подачи во всех токарных станках обеспечивают возможность сообщать супорту разные подачи, как по направлению (вправо, влево), так и по величине (крупные, мелкие). Направления подачи изменяются посредством так называемого трензеля, а величины подачи— в простейшем случае (в токарном станке, показанном на фиг. 9) при помощи сменных шестерен.

На фиг. 15 схематически показана (вид слева) передняя бабка токарного станка, разрез которой дан на фиг. 11. Шестерня 1 (фиг. 15) закреплена на шпинделе 2 станка (фиг. 11).

Детали трензеля обозначены на фиг. 15 цифрами 2, 3, 4, 5 и 9, а детали механизма для измерения величин подач—цифрами 6, 7, 10, 11, 13, 14 и 15.

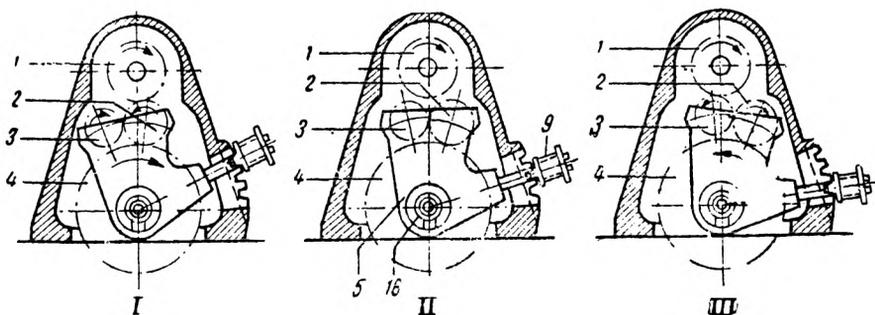


Фиг. 15. Общий вид механизма подачи

Трензель. На фиг. 16 показано устройство трензеля, причем левая торцевая стенка передней бабки условно срезана.

На палец 16 (фиг. 16—II), вращающийся во втулке, закрепленной в левой стенке бабки, насажена на шпонке шестерня 4 (на фиг. 11 этот палец и шестерня обозначены цифрами 9 и 11). Кроме того, на палец надет (но не на шпонке, а свободно) особая колодка 5. Шестерни 2 и 3, постоянно сцепленные между собой, свободно вращаются на пальцах, закрепленных в колодке 5, причем шестерня 2 находится также в постоянном зацеплении с шестерней 4.

Потянув к себе рукоятку 9, мы выведем зубец ее из впадины (средней на фиг. 16—II), сделанной в приливе к передней стенке бабки, после чего сможем повернуть колодку 5 вокруг пальца 16 и установить ее в положение, показанное на фиг. 16—I или 16—III.



Фиг. 16. Устройство и работа трензеля

Как только мы отпустим рукоятку 9 (на фиг. 9 обозначенную цифрой 6), под действием скрытой в ней пружины зубец ее войдет в соответствующий вырез (верхний или нижний) прилива передней стенки бабки, после чего положение колодки 5 уже не изменится.

Предположим, что мы закрепили ее (колодку) в положении, показанном на фиг. 16—I, и шестерня 1 вращается вправо (по стрелке, показанной на фиг. 16—I). Шестерня 2 при этом вращается влево, а сцепленная с ней шестерня 4 — вправо. Итак, при правом вращении шпинделя и при верхнем положении рукоятки 9 шестерня 4 вращается также вправо. Если мы переместим рычаг 9, а следовательно, и колодку 5 вниз, то получим положение, изображенное на фиг. 16—III.

Предположив, что и в этом случае шестерня 1 вращается вправо, мы легко убедимся во вращении шестерни 4 влево, т. е. в обратную сторону. В самом деле, при правом вращении шестерни 1 шестерня 2 вращается влево, шестерня 3 — вправо и, наконец, шестерня 4 — влево.

Если трензель поставить в среднее положение (фиг. 16—II), при котором ни одна из шестерен 2 и 3 не сцеплена с шестерней 1, передачи вращения шпинделя ходовому винту, понятно, не будет.

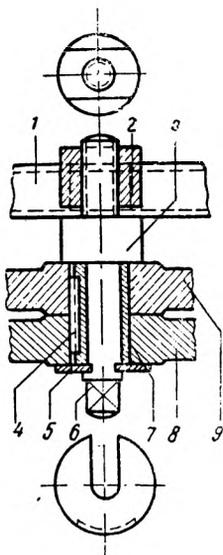
Из сказанного очевидно, что, устанавливая рукоятку 9 (фиг. 15 и 16) в разные положения, мы заставляем шестерню 4 вращаться в ту или другую сторону. Но на наружном конце пальца 16 (фиг. 16), на котором закреплена шестерня 4, устанавливается первая из сменных шестерен, соединяющих палец 16 с ходовым винтом станка. Отсюда следует, что при изменении положения рукоятки 9 будет изменяться направление вращения ходового винта, а значит, и направление перемещения супорта. Такое изменение направления перемещения супорта при помощи трензеля достигается без изменения направления вращения шпинделя станка.

Сменные шестерни. Вращение от шестерни 4 (фиг. 15) передается ходовому винту станка сменными шестернями 6, 13, 15 и 10. Первая из них — шестерня 6 — закреплена на наружном конце пальца 16 (фиг. 16), т. е. на одной оси с шестерней 4, а последняя, 10, — на левом конце ходового винта станка. Шестерни 13 и 15 установлены на одном пальце 14, закрепленном в гитаре 7.

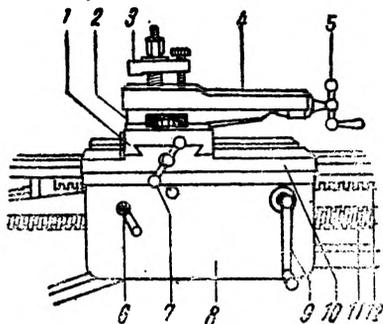
Гитара своим правым концом надета на выступающую втулку левого подшипника ходового винта и может поворачиваться на ней на некоторый угол. В выбранном положении гитара крепится болтом 11 (фиг. 15), который проходит через дугообразный паз 8 гитары. Палец 14, на котором вращаются шестерни 13 и 15, закреплен в пазу 12. Такое устройство гитары позволяет перемещать палец 14 вдоль паза 12 и, кроме того, поворачивать гитару, что дает возможность устанавливать на ней шестерни с различными числами зубцов.

Подбирая соответствующим образом число зубцов шестерен 6, 13, 15 и 10, можно при постоянных скоростях шпинделя получать разные скорости вращения ходового винта, т. е. различные подачи. Так как для каждой величины подачи требуется установка новых шестерен, то к станкам, сходным с изображенным на фиг. 9, обычно прилагается комплект так называемых сменных шестерен.

На фиг. 17 показан в увеличенном масштабе разрез части гитары, из которого видно устройство пальца 14 (фиг. 15). Сменные шестерни 8 и 9 (т. е. шестерни 13 и 15 на фиг. 15) надеваются не прямо на палец 3 (фиг. 17), а на втулку 7, свободно вращающуюся на пальце 3. Насадив сменные шестерни на втулку 7, надевают ее на палец 3, затем закладывают шайбу 5 (имеющую вырез) и ключом ввинчивают за квадратный конец 6 пальца 3 в сухарь 2, расположенный в пазу 1 гитары. Для съемки шестерен достаточно слегка отвернуть палец 3 и убрать шайбу 5.



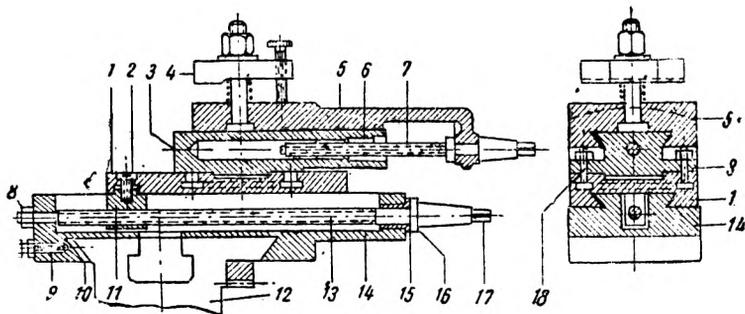
Фиг. 17. Палец для установки шестерен на гитаре



Фиг. 18. Общий вид супорта

§ 9. Супорт

Общее описание. Основной частью супорта токарного станка являются продольные салазки 10 (фиг 18), или, как их часто на-



Фиг. 19. Разрезы супорта

зывают, с а н и, которые предназначаются для сообщения супорту продольных перемещений. Они двигаются по направляющим станины. По поперечным направляющим продольных салазков дви-

жется вторая часть супорта, так называемые поперечные салазки 1, посредством которых резец получает поперечную подачу. На поперечных салазках расположена поворотная часть 2 супорта, по направляющим которой перемещаются верхние салазки 4 супорта. Поворотная часть 2 скрепляется с нижележащими поперечными салазками таким образом, что может поворачиваться и устанавливаться под требуемым углом к оси станка; это дает возможность (с помощью верхних салазок) обрабатывать конусы. Если верхние салазки поставить так, чтобы их направляющие были параллельны линии центров (фиг. 18), то ими можно пользоваться для продольной обточки при ручной подаче. На верхних салазках находится резцедержатель 3, служащий для закрепления резца.

Следующая важная часть супорта — передник или фартук 8 (фиг. 18). Внутри фартука находятся различные детали, связывающие супорт с ходовым винтом 11 и зубчатой рейкой 12. Спереди фартука расположены рукоятки, при помощи которых управляют всеми движениями супорта.

Верхняя часть супорта. На фиг. 19 показан разрез супорта по плоскости, проходящей через ось винта 13. Верхние салазки поставлены перпендикулярно к центральной линии станка. Продольные салазки 14 располагаются на плоских направляющих станины 12 станка. Для уменьшения слабин, получающихся между направляющими станины и скользящими по ним поверхностями продольных салазок, предусмотрена прокладка 10. Прижимая прокладку болтами 9, можно устранить возникающие с течением времени слабину продольных салазок супорта.

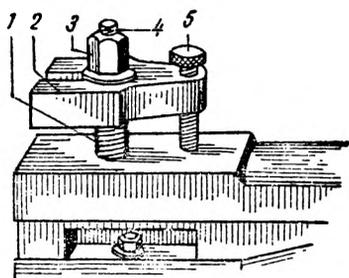
При чрезмерном затягивании болтов 9, прижимающих прокладку 10, перемещение супорта затрудняется, а иногда делается даже невозможным. Поэтому после каждого подтягивания болтов 9 необходимо прогнать супорт, по меньшей мере один раз, вдоль всей станины вручную и только после этого испытания включать автоматическую подачу; в противном случае возможна поломка какой-либо детали (например, шестерни) механизма подачи. Но в некоторых случаях (например, при поперечной обточке) такое жесткое закрепление супорта оказывается даже полезным.

Перемещение поперечных салазок по направляющим продольных салазок достигается при помощи винта 13. Винт этот (с квадратной нарезкой) закрепляется в продольных салазках так, что возможность продольных перемещений его исключена. Он не может перемещаться влево, так как этому мешает заплечик 16 на наружном конце его, опирающийся на втулку 15, загрессованную в продольные салазки 14. На другом (левом) конце винта имеется гайка 8, препятствующая перемещению его вправо. Благодаря такому устройству при вращении винта за рукоятку, надетую на квадрат 17, гайка 11, охватывающая винт 13 и связанная с поперечными салазками 1, будет перемещаться вдоль винта (т. е. поперек станка), а вместе с ней будут двигаться и поперечные салазки. Таким образом, при вращении

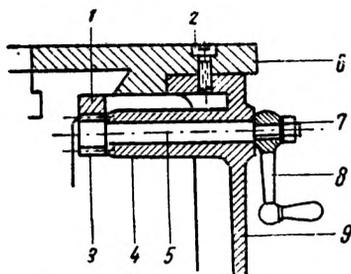
винта 13 вправо поперечные салазки двигаются к центру станка, а при вращении влево — идут назад.

Для перемещения поперечных салазок супорта на какую-либо заданную величину вперед или назад на окружности заплевика 16 нанесены деления, а на боковой поверхности втулки 15 имеется риска. Каждое деление соответствует определенному перемещению салазок. Однако эти деления правильно показывают перемещение салазок, пока винт 13 и гайка 11 в исправности; по мере же износа винта и гайки деления теряют свою точность.

В верхней части поперечных салазок сделано углубление, в которое плотно входит цилиндрический выступ поворотной части 3. Для соединения этой части с поперечными салазками служат болты 18, головки которых входят в кольцевой Т-образный паз, проточенный в поперечных салазках. Таким образом, верхние салазки, после того как гайки болтов 18 отжаты, можно



Фиг. 20. Резцедержатель.



Фиг. 21. Разрез фартука (устройство для ручного перемещения супорта)

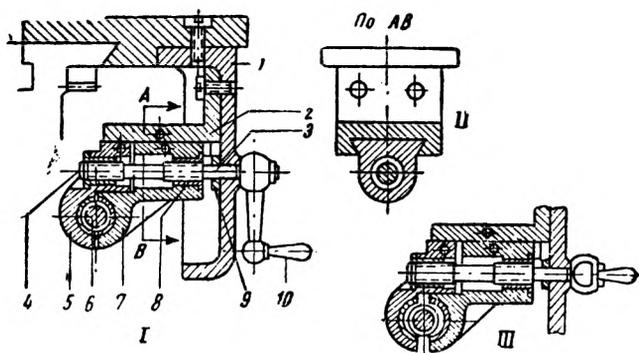
повернуть относительно поперечных на любой угол и закрепить в требуемом положении. Перемещение верхних салазок 5 по поворотной части 3 супорта производится при помощи винта 7. Последний входит в гайку 6, закрепленную в поворотной части.

На фиг. 20 показан резцедержатель рассматриваемого станка. Шпилька 4 закреплена в наиболее толстой части верхних салазок супорта. Резец подкладывается под планку 2 (слева от шпильки 4) и закрепляется гайкой 3, накручиваемой на верхний нарезанный конец шпильки 4. Правый конец планки при этом поддерживается винтом 5 с накатанной головкой, отрегулированным по высоте закрепляемого резца. Для того чтобы планка не опускалась в то время, когда резец убран, она поддерживается спиральной пружиной 1.

Фартук супорта. На фиг. 21 показан разрез фартука супорта по плоскости, проходящей через ось рукоятки 9 (фиг. 18). Валик 5 (фиг. 21) вращается, как в подшипнике, в длинном приливе 4, находящемся на обратной стороне фартука 9. На левом конце этого валика имеется небольшая шестерня 3, находящаяся в постоянном зацеплении с зубчатой рейкой 1, прикрепленной к станине станка. На правом конце валика 5 насажена на шпонке и закреплена гайкой 7 рукоятка 8. Вполне понятно, что

при вращении этой рукоятки шестерня 3 будет перекатываться по рейке 1, и супорт станка получит, таким образом, ручную продольную подачу. Фартук 9 прикреплен болтами 2 к продольным салазкам 6.

Автоматическая продольная подача супорта получается посредством ходового винта и так называемой разъемной гайки. На фиг. 22 — I показан разрез рассматриваемого фартука по плоскости, проходящей через ось рукоятки 6 (фиг. 18). К обратной стороне фартука 1 (фиг. 22) прикреплен угольник 2, у горизонтальной полки которого (снизу) сделаны направляющие в форме ласточкина хвоста (на фиг. 22 — II дан разрез этого угольника). По этим направляющим перемещаются две детали 5 и 7, снабженные нарезкой, которой они охватывают винт 6 станка. В положении, оказанном на фиг. 22 — I, детали эти сближены и образуют гайку (состоящую из двух половин).



Фиг. 22. Разрез фартука (разъемная гайка)

Понятно, что при вращении винта 6 гайка, а вместе с ней и весь супорт станка будут перемещаться в продольном направлении.

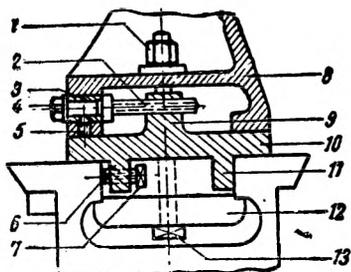
Для выключения автоматической подачи на валике 3 сделаны две резьбы: левая — на участке 4, правая — на участке 8. Такие же резьбы сделаны в соответствующих половинках разъемной гайки. На валик 3 с одной стороны стенки фартука надето стопорное кольцо 9, а с другой — закреплена рукоятка 10. Вследствие этого валик 3 не может иметь осевых перемещений, а при вращении его (за рукоятку 10) половинки разъемной гайки получают поступательное движение, т. е. станут сближаться или, наоборот, расходиться. После поворота рукоятки 10 половинки гайки займут положение, показанное на фиг. 22 — III, т. е. не будут охватывать винт, и продольная автоматическая подача прекратится.

§ 10. Задняя бабка

Нижняя часть задней бабки. Ось шпинделя задней бабки должна совершенно точно совпадать с осью передней бабки станка — только тогда обрабатываемые детали будут цилиндрическими.

Даже при самом небольшом отклонении получаются не цилиндры, а конусы (диаметры детали, измеренные у передней и задней бабок, окажутся разными).

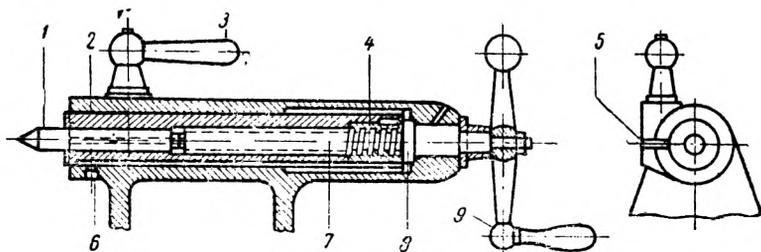
На фиг. 23 показан поперечный разрез бабки рассматриваемого станка. Направляющей для нее служит правая вертикальная кромка станины, на которую бабка опирается специальным приливом 11, сделанным у основной плиты 10. Такой же прилив 6 имеется и с левой стороны ее, причем сквозь этот прилив проходит болт 7, посредством которого бабка всегда прижимается к одной стороне (в данном случае — к правой).



Фиг. 23. Нижняя часть задней бабки (разрез)

Корпус 8 бабки перемещается поперек основной плиты при помощи винта 2. На фиг. 23 дан разрез бабки по плоскости, проходящей через ось этого винта. Основная плита 10 имеет прилив 9, просверленный и нарезанный по винту 2. Последний проходит сквозь стенку бабки и закреплен в ней

так, что может вращаться ключом за квадратную головку 4, но не может перемещаться вдоль своей оси (винт этот вращается во втулке 3, закрепленной в корпусе бабки винтом 5). Поэтому при поворачивании винта 2 корпус задней бабки будет перемещаться по основной плите. Для того чтобы это перемещение происходило строго поперек станка, в основной плите сделана не-



Фиг. 24. Устройство для перемещения шпинделя задней бабки

большая выемка, а в корпусе — тщательно пригнанный на выемке выступ (фиг. 9), которые являются как бы направляющими.

Бабка закрепляется на станине болтом 13, головка которого опирается на поперечину 12; закрепление бабки происходит при заворачивании ключом гайки 1.

Устройство для перемещения шпинделя. Шпиндель задней бабки перемещается винтом 7. На фиг. 24 показано устройство (продольный разрез) верхней части рассматриваемой бабки. Винт 7 входит в бронзовую гайку 4, закрепленную в заднем конце пустотелого шпинделя 2. Запечник 8 препятствует винту 7 двигаться вправо. Рукоятка 9, надетая на наружный конец винта и за-

крепленная гайкой, не позволяет ему перемещаться влево. Поэтому, вращая рукоятку 9, насаженную на винт 7 на шпонке, мы заставим шпindel 2 перемещаться в ту или другую сторону. Шпindel 2 не перемещался бы, если бы он мог вращаться вместе с винтом 7. Но этому препятствует стопор 6, который входит в канавку, профрезерованную вдоль всего шпинделя. Длина винта делается такой, что, когда шпindel приходит в крайнее правое положение, левый конец винта 7 упирается в торец заднего центра 1, вставленного в шпindel, и выдавливает центр. Достоинство разобранного типа задней бабки заключается в том, что винт 7 находится внутри бабки и, следовательно, защищен от грязи.

Как бы плотно ни был пригнан шпindel к своему гнезду в корпусе задней бабки, он будет сдавать во время работы станка, если его не закрепить намертво. Такое закрепление шпинделя производится рукояткой 3, при повороте которой стягиваются надрезанные верхние части бабки (фиг. 24, справа).

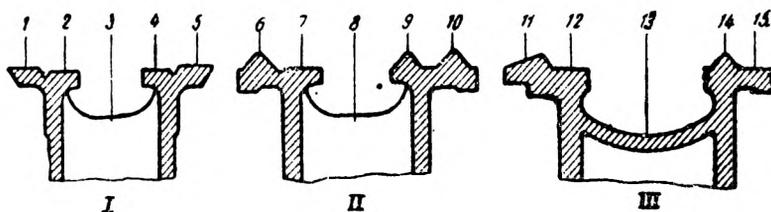
ГЛАВА ТРЕТЬЯ

УЗЛЫ И ДЕТАЛИ НЕСЛОЖНЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

§ 11. Станина

Типы направляющих. Существует много форм направляющих станин, но все они могут быть разделены на две группы: плоские и призматические.

Плоские направляющие. Выше было отмечено, что недостатком станины простейшего токарного станка (фиг. 9) является трудность



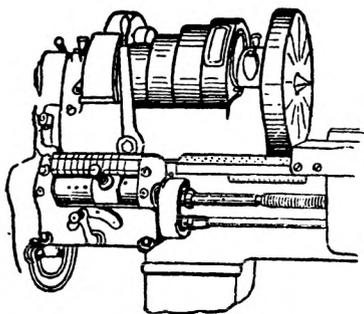
Фиг. 25. Типы направляющих станин токарных станков

обработки плоских направляющих, в особенности при больших размерах станка. Более существенный недостаток этого типа станка состоит в том, что супорт и задняя бабка его располагаются на одних и тех же направляющих, вследствие чего по мере износа направляющих станины задняя бабка будет опускаться, передняя же остается на месте, и станок расстраивается. Поэтому у современных токарных станков направляющие 1 и 5 (фиг. 25 — I) для супорта отделены от направляющих 2 и 4 задней бабки. Направляющие 1 и 5 сделаны в этом случае выше направляющих 2 и 4, поэтому износ их не отзывается на положении задней бабки.

Призматические направляющие. На фиг. 25—II направляющими супорта служат призмы 6 и 10. Задняя бабка направляется призмой 9 и опирается на плоскую направляющую 7. У некоторых станков плоская направляющая для задней бабки располагается на заднем ребре станины, а призматическая — на переднем, т. е. обратно тому, как показано на фиг. 25—II. На фиг. 25—III направляющими для супорта служат призма 11 и плоскость 15. Задняя бабка направляется призмой 14 и плоскостью 12. Вертикальные стенки станины связаны горизонтальной вогнутой стенкой 13. Направляющие такой формы имеют токарные станки ДИП завода «Красный пролетарий» (Москва).

§ 12. Передняя бабка

Двойной перебор. На фиг. 26 изображена часть токарного станка, в котором изменение скоростей шпинделя производится посредством трехступенчатого шкива и двойного перебора.



Фиг. 26 Токарный станок с трехступенчатым шкивом и двойным перебором

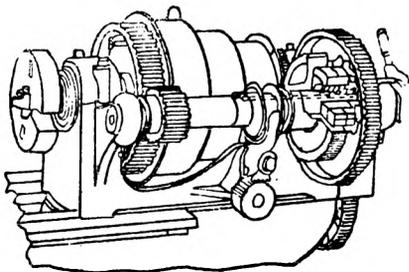
На фиг. 27 показана передняя бабка (вид сзади) этого станка, а на фиг. 28—схема ее переборного устройства. Вместо одной шестерни, намертво связанной со ступенчатым шкивом станка, в данном случае имеются две — 5 и 6 (фиг. 28). Ступенчатый шкив 7 вместе с шестернями 5 и 6 свободно вращается на шпинделе станка. Шестерни 1 и 2 свободно насажены на втулку 3 перебора и находятся в постоянном зацеплении с шестернями 5 и 6.

При помощи специального фрикционного устройства каждая шестерня 1 и 2 может быть соединена с втулкой 3. Поворотом рукоятки 4 весь перебор можно вывести из зацепления с шестернями, насаженными на шпиндель станка, как и при обыкновенном переборном устройстве.

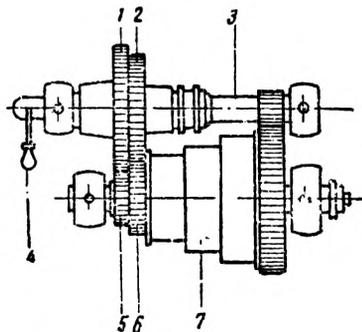
На фиг. 29 изображено фрикционное устройство, посредством которого производится соединение шестерен 1 и 2 с втулкой 3 (фиг. 28). В правой части рисунка показан поперечный разрез этого устройства.

Внутри шестерен 1 и 2 (фиг. 29) помещены чугунные, разрезанные в одном месте кольца 12 и 13. В поперечном разрезе одно из них обозначено цифрой 8. Из этого разреза видно, что если мы каким-либо образом поднимем клин 3/7, то он разожмет кольцо 12/8. Благодаря этому между наружной поверхностью кольца 12 и поверхностью выточки в шестерне 1 возникает трение, достаточное для того, чтобы связать шестерню 1 с втулкой 10. Точно так же, если бы мы подняли клин 4, то соединили бы с втулкой 10 шестерню 2.

Для подъема клиньев 3 и 4 служит подвижная шпонка 5, находящаяся в пазу втулки 10. На этой шпонке имеется выступ, который, будучи подведен под один из клиньев, заставляет его подниматься и тем самым включать соответствующую шестерню.

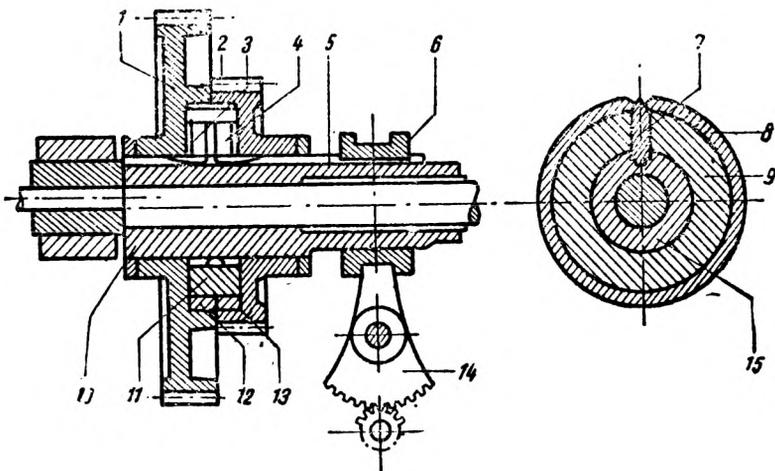


Фиг. 27. Передняя бабка токарного станка с двойным перебором (вид сзади)



Фиг. 28. Схема двойного перебора

Длинная шпонка 5 передвигается при помощи муфты 6, с которой она связана (муфта 6 охватывает шпонку 5). В свою очередь муфта 6 перемещается рычагом, расположенным спереди бабки, через зубчатый сектор 14.



Фиг. 29. Устройство фрикционного механизма двойного перебора

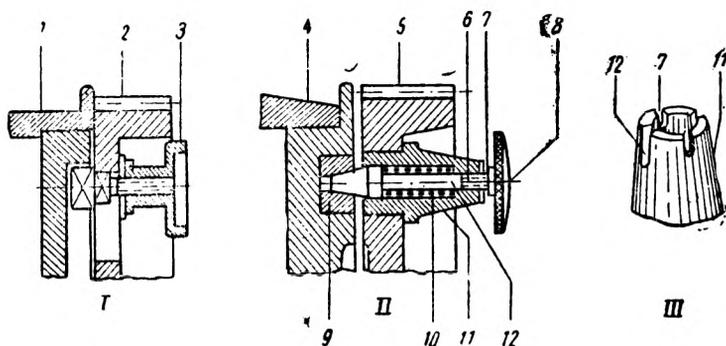
Муфта, перемещающая шпонку 5, и управляющий ее зубчатый сектор видны на фиг. 27.

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 1 и 5, (фиг. 28), — другие 3 скорости;
- 3) с перебором, когда сцеплены шестерни 2 и 6, — еще 3 скорости.

Детали переборного устройства. Гайка 7 (фиг. 14) болта, посредством которого шестерня, закрепленная на шпинделе, соединяется со ступенчатым шкивом, перемещается гаечным ключом, на что требуется много времени.

Некоторое ускорение перестановки такого болта из одного положения в другое получается, если обыкновенную гайку заменить фасонной 3, круглой и накатанной (фиг. 30 — I). Это дает возможность производить включение и выключение перебора (соединение шкива 1 и шестерни 2) без ключа (рукой), что, впрочем, ненадежно.



Фиг. 30. Детали переборного устройства

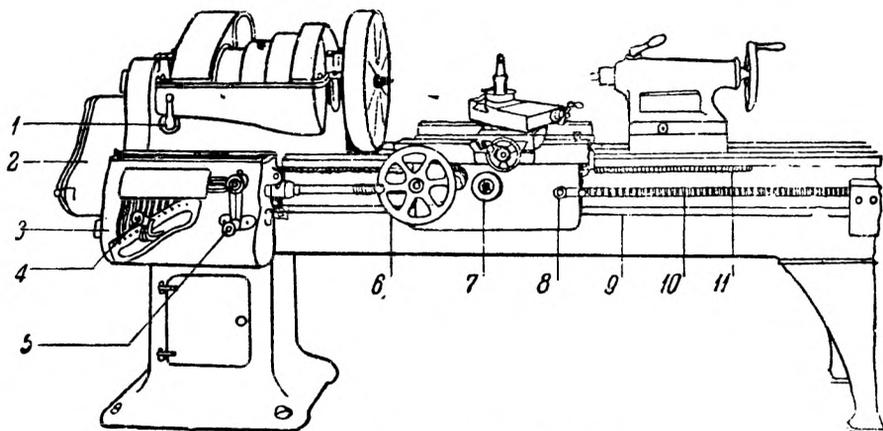
Более совершенное приспособление для соединения шкива 4 и шестерни 5 изображено на фиг. 30 — II. Для получения такого соединения следует поворачивать палец 8 до тех пор, пока штифт 6, пропущенный сквозь стержень пальца, не войдет в прорез 12, сделанный во втулке 11 (последняя показана отдельно на фиг. 30 — III). В этот момент под действием пружины, спрятанной во втулке 11, стержень пальца войдет в закаленную втулку 9, запрессованную в диск шкива. Если втулка 9 окажется не против стержня, нужно медленно поворачивать шкив рукой за ремень до тех пор, пока стержень не станет на свое место. Для разъединения шестерни 5 со шкивом 4 необходимо потянуть рукой за палец 8 и, после того как штифт выйдет из прореза 12, повернуть ее так, чтобы штифт 6 попал в неглубокий прорез 7 на торце втулки 11.

§ 13. Механизм подачи

Общие замечания. На фиг. 31 показан общий вид токарного станка с трехступенчатым шкивом и простым перебором. Изменение направления перемещения супорта этого станка производится при помощи тrenzеля, скрытого внутри корпуса передней

бабки, и управляемого рукояткой 1, а скорость его перемещения изменяется посредством так называемой коробки подач 3, управляемой рукоятками 4 и 5.

У рассматриваемого станка кроме ходового винта 10 имеется ходовой валик 9. Ходовой винт используется в тех случаях, когда подача супорта должна быть строго определенной, а ходовой валик — при менее высоких требованиях в этом отношении. Например, при нарезании резьбы супорт должен перемещаться точно на один шаг этой резьбы за один оборот шпинделя. В этом случае, очевидно, следует использовать ходовой винт. Мы знаем, с другой стороны, что при обработке наружных поверхностей, расточке отверстий и т. д. точности подачи не имеет значения, поэтому такие работы можно производить с помощью ходового валика. Само собой разумеется, что для этого пригоден и ходовой винт, но он

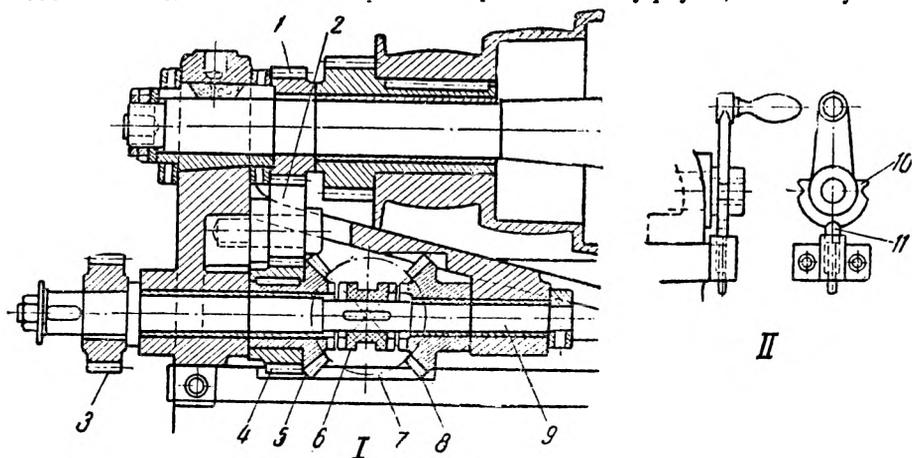


Фиг. 31. Токарный станок с коробкой подач

(как и его гайка) при этом изнашивается, теряет точность, полученную при изготовлении, становится негодным для резьбовых работ.

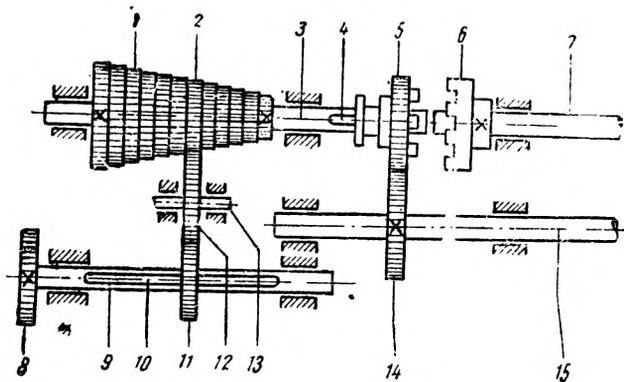
Трензель. На фиг. 32—1 показан разрез левой части передней бабки рассматриваемого станка. Шестерня 1 насажена на шпонке на шпиндель справа от заднего подшипника бабки, рядом со ступенчатым шкивом. Через промежуточную шестерню 2, вращающуюся на пальце, закрепленном в корпусе бабки, вращение передается шестерне 4. Последняя намертво насажена на втулку конической шестерни 5, свободно вращающейся на валике 9. Справа имеется точно такая же коническая шестерня 8, также свободно сидящая на валике 9. Шестерни 5 и 8 сцеплены с конической шестерней 7, показанной на фиг. 32—1 штрих-пунктиром. На валике 9 между шестернями 5 и 8 имеется зубчатая муфта 6, посредством которой любая из этих шестерен может быть соединена с валиком 9. Муфта 6 может перемещаться вдоль валика 9, но связана с ним шпонкой. Управляется эта муфта рукояткой, находящейся спереди бабки.

Проследим ход передачи. Если мы соединим муфтой 6 шестерню 4 с валиком 9, передача пойдет так: шестерня 1 вращается вправо, шестерня 2 — влево и, следовательно, шестерня 4, а вместе с ней и валик 9 — вправо. Переключив муфту 6, мы получим



Фиг. 32. Тензель токарного станка, изображенного на фиг. 31

обратное направление вращения валика 9; действительно, шестерня 4 попрежнему вращается вправо, а шестерня 8 (вместе с валиком 9), расположенная по другую сторону центра конической шестерни 7, — влево.



Фиг. 33. Схема коробки подач токарного станка, показанного на фиг. 31

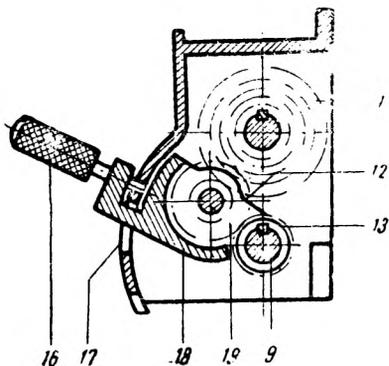
На фиг. 32—II показана рукоятка для перемещения муфты 6. В среднем и крайних положениях эта рукоятка удерживается стопором, который под действием пружины входит в вырезы рукоятки. Последняя на фиг. 31 обозначена цифрой 1.

Коробка подач. От шестерни 3 (фиг. 32—I) через ряд промежуточных шестерен, скрытых под кожухом 2 (фиг. 31), а также внутри кожуха коробки подач 3, вращение передается шестерне 8 (см. фиг. 33, на которой схематически показано устройство рас-

сматриваемой коробки подач). По всей длине валика 9, на котором закреплена шестерня 8, идет шпоночная канавка 10. Шестерня 11 надета на валик 9 и может перемещаться вдоль него. Она охватывается стенками особой коробки 18 (фиг. 34), которая также может перемещаться вдоль валика 9.

В коробке имеется еще одна шестерня 12, свободно вращающаяся на пальце 13. Шестерни 11 и 12 находятся в постоянном зацеплении, а при положении коробки, показанном на фиг. 33 и 34, шестерня 12, кроме того сцеплена с шестерней 2 (т. е. с одной из 12 шестерен, закрепленных на валике 3).

Если потянуть рукоятку 16 к себе, вывести штифт ее из отверстия, сделанного в передней стенке коробки (из фиг. 31 видно, что таких отверстий имеется 12, соответственно числу шестерен, закрепленных на валике 3), и затем опустить ее, то сцепление шестерен 12 и 2 будет нарушено. Если потом опустить рукоятку 16 еще ниже (используя для этого окно 17 в передней стенке коробки; оно хорошо видно на фиг. 34), то окажется возможным перемещать ее (а следовательно, и коробку 18 вместе с шестернями 11 и 12) влево до тех пор, пока шестерня 12 не окажется, например, против шестерни 1.



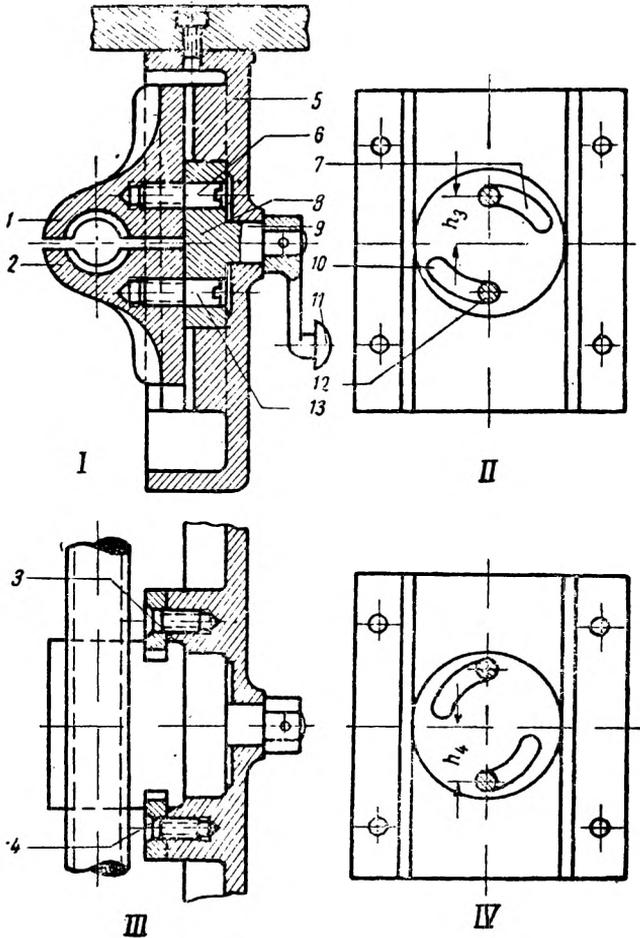
Фиг. 34. Поперечный разрез коробки подач Нортона

Выполнив это движение и подняв рукоятку настолько, чтобы штифт ее вошел в соответствующее отверстие в стенке коробки, мы получим, очевидно, новую передачу (так как шестерня 1 больше шестерни 2) от валика 9 к валику 3. Устанавливая посредством рукоятки 16 шестерню 12 против других шестерен, закрепленных на валике 3, мы будем получать разные скорости вращения его при постоянной скорости вращения валика 9. Валик 3 может иметь 12 скоростей.

На правом конце этого валика насажена на шпонке 4 шестерня 5 (фиг. 33), на правом торце которой сделаны зубцы. Эту шестерню можно передвигать при помощи рукоятки 5 (фиг. 31) вдоль валика 3. На фиг. 33 шестерня 5 показана в зацеплении с шестерней 14, закрепленной на ходовом валике 15 (на фиг. 31 он обозначен цифрой 9). Подача здесь осуществляется, таким образом, при помощи ходового валика. Если шестерню 5 передвинуть вправо, то она выйдет из зацепления с шестерней 14, причем прекратится вращение ходового валика 15. Вслед за этим торцевые зубцы шестерни 5 войдут в зацепление с такими же зубцами муфты 6, закрепленной на ходовом винте 7. С этого момента подача супорта получается от ходового винта 7 (или 10 на фиг. 31). Рассмотренная коробка называется часто коробкой Нортон а.

§ 14. Супорт

Общие замечания. Не останавливаясь на разборе верхней части супорта токарного станка, изображенного на фиг. 31, ознакомимся с устройством его фартука. Рассмотрим отдельно разъемную гайку, посредством которой включаются автоматические подачи супорта

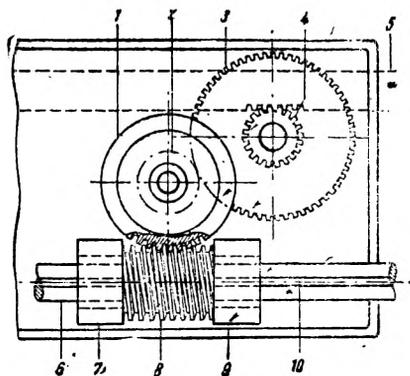


Фиг. 35. Разъемная гайка станка, изображенного на фиг. 31

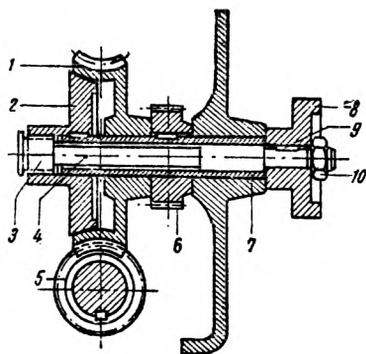
через ходовой винт, затем механизм, сообщающий супорту автоматическую подачу от ходового валика, а также ручную подачу.

Устройство разъемной гайки. Разъемная гайка состоит из двух половинок — верхней 1 и нижней 2 (фиг. 35 — I). Обе они могут двигаться вверх и вниз в направляющих 3 и 4 (фиг. 35 — III), сделанных в особых приливах на обратной стороне передней стенки 5 фартука. В обе половинки разъемной гайки ввернуты штифты 6 и

13, которые входят в бобовидные прорезы 7 и 10 (фиг. 35 — II), имеющиеся в диске 8. Последний расположен в особой выточке, сделанной в стенке фартука, а на наружном конце стержня 9, составляющем одно целое с диском 8, закреплена рукоятка 11. Прорезы 7 и 10, как это видно на фиг. 35 — II и фиг. 35 — IV, расположены таким образом, что при повороте рукоятки 11, а следовательно, и диска 8 половинки гайки сходятся или расходятся. В самом деле, при положении диска 8, показанном на фиг. 35 — II, расстояние от центра вращения его до осей штифтов 6 и 13 (сечение этих штифтов на фиг. 35 — II и фиг. 35 — IV заштриховано и обозначено цифрой 12) равно h_3 , а на фиг. 35 — IV — h_4 . Из сравнения фиг. 35 — II и фиг. 35 — IV видно, что расстояние h_4 больше, чем h_3 , т. е. что оси штифтов 6 и 13, а следовательно, и половинки разъемной гайки отстоят на фиг. 35 — IV от центра вращения диска 8 дальше, чем на фиг. 35 — II.



Фиг. 36. Механизм для получения подачи через ходовой валик



Фиг. 37. Фрикцион для включения подачи через ходовой валик

На фиг. 35 — I обе половинки гайки сближены, плотно охватывают ходовой винт, и вследствие этого продольный самоход, получаемый посредством ходового винта, находится в действии. При повороте рукоятки 8 (фиг. 31) верхняя половинка гайки поднимается, нижняя опускается в самоход оказывается выключенным.

Автоматическая подача посредством ходового валика. На фиг. 36 показана часть фартука рассматриваемого супорта (вид сзади). Ходовой валик 6, по всей длине которого сделана шпоночная канавка 10, проходит через червяк 8. В отверстии этого червяка имеется шпонка, входящая в канавку 10 ходового валика. Концы червяка 8 несколько тоньше его наружного диаметра и расположены в подшипниках 7 и 9, прикрепленных болтами к вертикальной стенке фартука. Таким образом, червяк 8 постоянно связан с валиком 6, но может перемещаться вдоль него вместе с супортом станка. Вращение червяка 8 передается червячной шестерне 1 и связанной с ней цилиндрической 2. От этой последней вращение передается зубчатке 3, которая закреплена на одном валике с ше-

сторней 4, находящейся в постоянном зацеплении с зубчатой рейкой 5 (на фиг. 36 показана условно, а на фиг. 31 обозначена цифрой 11).

Изменив направление вращения ходового валика 6 (посредством трензеля), мы изменим направление вращения червяка 8 и шестерни 1, 2, 3 и 4, а вследствие этого и направление перемещения супорта. Шестерни 1 и 2 соединены между собой не намертво, а особым фрикционом, управляемым маховичком 7 (фиг. 31), что дает возможность выключать супорт через ходовой валик.

На фиг. 37 показано устройство этого фрикциона. Цифрой 1 обозначена червячная шестерня (1 на фиг. 36), а цифрой 5 — червяк (8 на фиг. 36), расположенный на ходовом валике. Шестерня 1 вращается свободно на длинной втулке 7, охватывающей валик 4. Деталь 2 (фрикцион) посажена на втулке 7 на шпонке и своей конической поверхностью может плотно входить в соответствующую выточку в шестерне. В ступице этого фрикциона сделана нарезка, в которую входит нарезная часть 3 валика 4.

Маховичок 8 посажен на валике 4 на шпонке 9 и закреплен гайкой 10. Вращая маховичок, мы можем с такой силой прижать фрикцион 2 к шестерне 1, что между ними возникнет трение, достаточное для передачи вращения шестерни 1 втулке 7, на которой насажена на шпонке шестерня 6 (или 2 на фиг. 36). Дальнейшая передача вращения нам уже известна. При вращении маховичка 8 в обратную сторону мы заставим фрикцион 2 отойти от шестерни 1 (влево), вследствие чего она будет свободно вращаться на втулке 7, и автоматической подачи не будет.

При плохом состоянии рабочей поверхности фрикциона 2 и соприкасающейся с ним поверхности шестерни 1 иногда возможно провертывание его, вследствие чего подача супорта несколько замедляется и делается неравномерной. Поэтому-то ходовым валиком нельзя пользоваться для резьбовых работ, при выполнении которых подача супорта (т. е. шаг нарезки) должна быть постоянной.

Ручная подача рассматриваемого супорта осуществляется так же, как и изображенного на фиг. 13, т. е. при помощи маховичка 6 (фиг. 31) и шестерни 4 (фиг. 36), сцепленной с рейкой 5.

Резцедержатели. Ко всякому резцедержателю предъявляется ряд требований: 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.

Резцедержатель токарного станка, показанного на фиг. 31, изображен на фиг. 38 — 1. Он дает возможность устанавливать резец по высоте, допускает повороты его в любом направлении и, наконец, обеспечивает быстрое закрепление резца. Устанавливаемый резец проходит через отверстие 3, сделанное в стойке 2 резцедержателя, и закрепляется болтом 1. Резец опирается на подкладку 4, нижняя сторона которой обработана так, что плотно прилегает к кольцу 5, свободно охватывающему стойку 2.

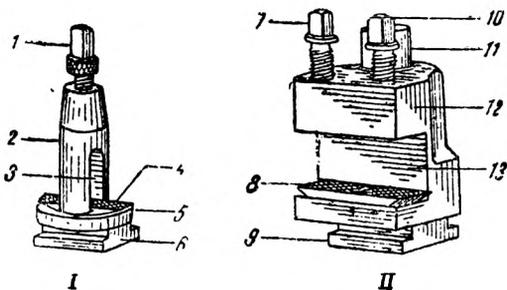
Если мы установим подкладку 4 не горизонтально, а наклонно (например, поднимем ее левый конец), то головка резца также поднимется, но плотность прилегания подкладки 4 к кольцу 5 не нарушится. Таким образом, установка резца по высоте при закреплении его в резцедержателе, изображенном на фиг. 38 — I, производится без труда.

Стойка 2 нижней своей частью проходит через сухарь 6, закладываемый в Т-образный паз, который имеется в верхней части верхних салазок супорта, причем кольцо 5 располагается на верхней плоскости этих салазок. Благодаря такому устройству при незатянутом болте 1 мы можем перемещать весь резцедержатель вдоль паза (вместе с сухарем 6). Это дает возможность подводить резцедержатель почти к самой поверхности обрабатываемой детали, причем резец очень незначительно высовывается из резцедержателя. Если требуется повернуть резец вправо или влево, достаточно предварительно освободить болт 1 и затем повернуть резец вместе со стойкой 2, причем сухарь 6 останется неподвижным.

Возвращаясь к условиям, которым должен удовлетворять всякий резцедержатель, мы можем сказать, что рассмотренная конструкция удовлетворяет первому и третьему из них. Действительно, закрепление резца может быть произведено быстро (для этого нужно закрепить только один болт). Установка резца как по высоте, так и под любым углом к оси детали также требует очень мало времени. Закрепление же резца (второе условие) получается не очень прочное, поэтому такой резцедержатель применяется лишь на токарных станках небольших размеров.

Резцедержатель, часто встречающийся на средних станках, показан на фиг. 38—II. Основной частью его является колодка 12, в вырез 13 которой закладывается резец. Последний при этом опирается на постоянную подкладку 8 и закрепляется двумя болтами 7 и 10. Нижняя сторона подкладки 8 представляет собой часть цилиндра, поэтому она может быть поставлена как угодно (горизонтально и наклонно) в колодке резцедержателя, в которой сделана выемка по подкладке 8, т. е. также по цилиндру.

Назначение сухаря 9 такое же, как и сухаря 6 (фиг. 38—I). В сухарь 9 ввернута шпилька (на фиг. 38—II не показана), на верхний нарезанный конец которой накручена гайка 11. Освободив эту гайку, мы можем перемещать колодку 12 и поворачивать ее, как делали со стойкой 2 резцедержателя, изображенного на фиг. 38—I.



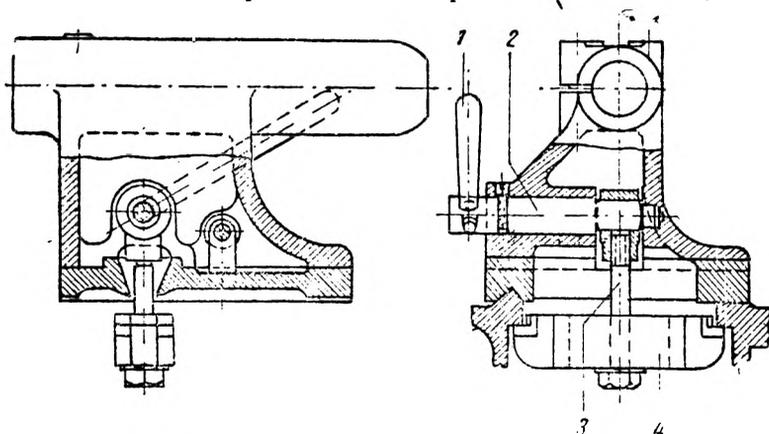
Фиг. 38. Резцедержатель

Таким образом, резцедержатель, изображенный на фиг. 38—II, лучше резцедержателя, показанного на фиг. 38—I, так как обеспечивает более прочное закрепление резца, но на это требуется больше времени, так как закручивать приходится не один болт, а два болта.

§ 15. Задняя бабка

Закрепление задней бабки при помощи болта (фиг. 23) сопряжено со значительной затратой времени, поэтому во многих случаях в небольших и средних станках оно осуществляется посредством более усовершенствованных приспособлений, одно из которых мы и рассмотрим.

Закрепление задней бабки эксцентриковым зажимом показано на фиг. 39. Валик 2 укреплен в корпусе бабки и может поворачиваться рычагом 1, расположенным сзади бабки. Часть валика, которая охватывается верхней частью прижимного болта 3, обточена



Фиг. 39. Закрепление задней бабки эксцентриком

эксцентрично по отношению ко всему валику 2. Поэтому когда рычаг 1 поставлен в горизонтальное положение, болт 3 притягивает поперечину 4 к нижним поверхностям направляющих станины. При вертикальном положении рычага 1 болт 3 не натянут, поперечина 4 не прижимается к станине, и бабку легко можно передвинуть в требуемое положение.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О РЕЗЦАХ И О ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ

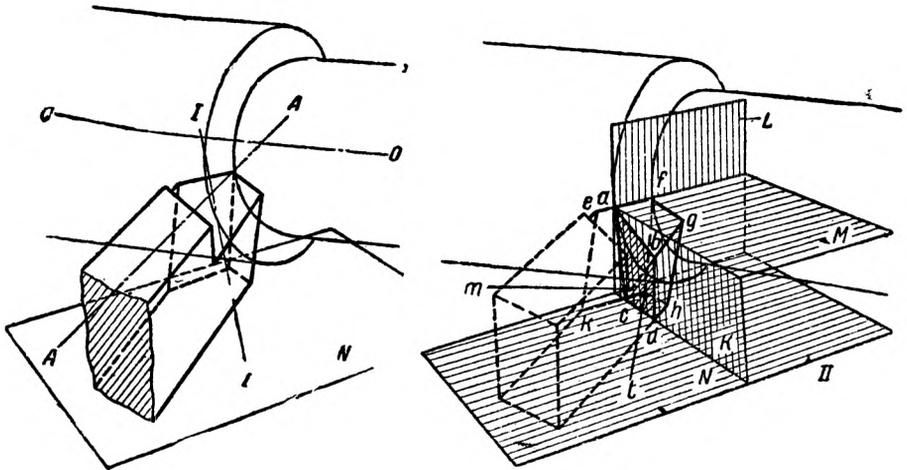
§ 16. Предварительные сведения о токарных резцах

Углы резца. На фиг. 40 — I изображен обдирочный токарный резец, установленный относительно обрабатываемой детали таким образом, что подошва его горизонтальна, ось AA резца перпендикулярна к оси OO обрабатываемой детали, а вершина находится

на высоте центров станка, т. е. в одной горизонтальной плоскости с осью OO . Горизонтальную плоскость, в которой расположена подошва резца, в дальнейшем мы будем называть основной и обозначать буквой N .

Если провести вертикальную плоскость K (фиг. 40 — II), перпендикулярную к режущей кромке ef , то в сечении резца получится плоскость $abcd$ (густо заштрихованная). Плоскость K называется главной секущей. На фиг. 40 — II она только кажется не перпендикулярной к режущей кромке ef ввиду перспективности изображения. Действительное положение ее показано (условно) на фиг. 40 — I в виде линии $I—I$.

Из фиг. 40 — II видно, что обдирочный резец имеет форму клина с углом cab . Одной стороной этого клина (резца) является



Фиг. 40. Углы и другие элементы резания (перспективное изображение)

передняя грань $efgm$ резца, а другой — задняя грань $efkl$ его. Таким образом, передняя грань представляет собой ту поверхность, по которой сходит стружка. Задней гранью является поверхность резца, обращенная к обработанной поверхности детали. Правильнее, однако, называть эту поверхность главной задней гранью, чтобы не смешивать ее с вспомогательной задней гранью $fglh$ (фиг. 40 — II).

Пересечение передней и главной задней граней образует главную режущую кромку ef , а пересечение передней и вспомогательной задней граней — вспомогательную режущую кромку fg .

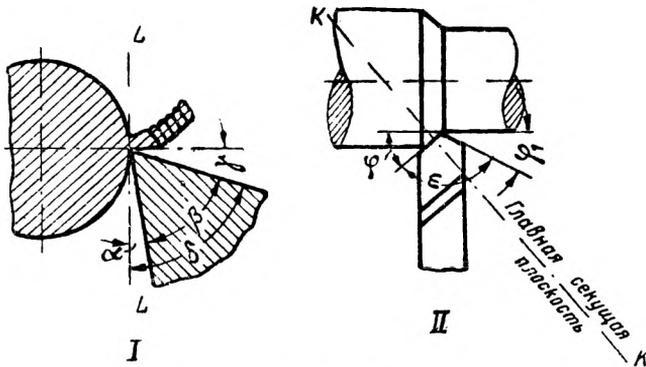
Предположим, что через главную режущую кромку проведена вертикальная плоскость L . Именно в этой плоскости происходит работа резца, т. е. резание металла, поэтому она называется плоскостью резания.

Задняя и передняя грани резца, пересекаясь между собой и с плоскостью резания, образуют ряд углов, имеющих очень важное значение для всего процесса резания. Прежде чем перейти к определению этих углов, отметим, что в дальнейшем изложении.

рассматривая углы резцов, мы всегда будем брать значение их в главной секущей плоскости. Головку резца мы будем изображать в сечении этой же плоскостью, по аналогии с фиг. 41, на которой линия $K-K$ условно изображает главную секущую плоскость, а линия $L-L$ — плоскость резания.

Из фиг. 41—*I* видно, что плоскость резания $L-L$ и задняя грань $efkl$ резца образуют между собой угол, называемый задним углом и обозначаемый буквой α (альфа).

Если мы проведем плоскость M , перпендикулярную к плоскости резания и проходящую через режущую кромку резца, то получим угол, образованный этой новой плоскостью и передней гранью $efgm$ резца, который называется передним углом и обозначается буквой γ (гамма).



Фиг. 41. Главные углы резца

Угол, образованный пересечением передней ($efgm$) и задней ($efkl$) гранями резца, называется углом заострения и обозначается буквой β (бета).

Угол между передней гранью $efgm$ и плоскостью резания $L-L$ называется углом резания и обозначается буквой δ (дельта).

Если посмотреть на резец сверху (или, как говорят, в плане; фиг. 41—*II*), то мы увидим, что режущая кромка его составляет с осью обрабатываемой детали некоторый угол. Он называется главным углом в плане и обозначается буквой φ (фи).

Вспомогательная режущая кромка образует с осью обрабатываемой детали вспомогательный угол в плане, обозначаемый буквой φ_1 (фи первое).

Угол между главной и вспомогательной режущими кромками называется углом при вершине резца. Он обозначается буквой ϵ (эпсилон).

Рекомендуем хорошо запомнить обозначения углов резца, так как в технической литературе, в различных справочниках и в этой книге очень часто вместо полного названия углов резца употребляются только буквенные обозначения их.

Посмотрим теперь, какими основными соображениями следует руководствоваться при выборе величин главных углов резца.

Из существа работы резца очевидно, что чем больше угол γ (фиг. 40 — I), тем легче происходит отделение стружки, снимаемой этим резцом. С другой стороны, из той же фигуры ясно, что с увеличением угла γ уменьшается угол β , вследствие чего резец становится менее прочным. Но чем тверже и крепче обрабатываемый материал, тем прочнее должен быть резец, поэтому тем больше должен быть угол β и, следовательно, меньше угол γ .

Из фиг. 41—I вытекает, что с уменьшением угла γ угол резания λ увеличивается. Сопоставляя этот вывод со сказанным выше о зависимости величины переднего угла резца от твердости обрабатываемого материала, мы можем сказать, что чем тверже обрабатываемый материал, тем больше должен быть угол резания, и наоборот.

Величины наиболее выгодных углов резания в различных случаях зависят не только от твердости и прочности обрабатываемых материалов, но еще от ряда условий, изучением которых мы займемся позднее. Пока же мы отметим, что практика выработала для обработки металлов следующие величины углов резания:

Для твердой стали, чугуна и бронзы	$\delta = 80^\circ$
Для стали средней твердости, нетвердого чугуна и стальных отливок	$\delta = 75^\circ$
Для мягкой стали	$\delta = 60-70^\circ$
Для легких и мягких металлов (алюминий и его сплавы)	$\delta = 50-55^\circ$

Задний угол α принимается на практике в среднем равным 8° . Делать α меньше 8° не следует, так как при этом увеличивается трение задней грани об обрабатываемую поверхность. При увеличении угла α , если сохранять постоянным углом γ , уменьшается угол β , что понижает прочность резца.

Главный угол в плане обдирочных резцов делают от 45 до 60° .

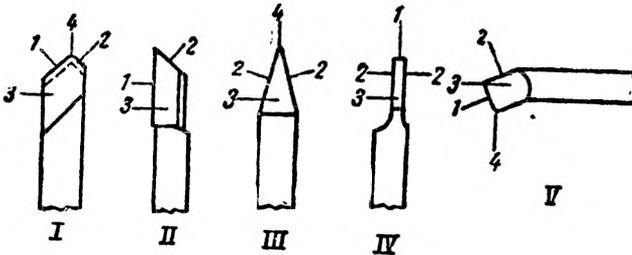
Материал для резцов. Резец должен быть тверже обрабатываемого им материала. Но этого мало. При отделении стружки от обрабатываемой детали внутри самой стружки вследствие взаимного трения перемещающихся частиц ее образуется теплота. От трения стружки о переднюю грань резца и задней грани об обрабатываемую деталь также образуется теплота. Некоторая часть теплоты, образовавшейся вследствие этих трех причин, поступает в резец и размягчает его. Второе требование, предъявляемое к резцу, состоит в том, что во время резания он не должен терять твердость, полученную при закалке. ●

В настоящее время применяются три основных сорта материалов, в различной степени удовлетворяющие этим требованиям: углеродистая инструментальная сталь, быстрорежущая сталь и твердые сплавы.

Углеродистая сталь (содержащая от 1 до 1,5% углерода) после закалки получает твердость, достаточную для того, чтобы резцы из нее могли обрабатывать многие материалы, применяющиеся в современном машиностроении. Но уже при нагреве

до 200° резец из углеродистой стали иногда становится настолько мягким, что оказывается негодным для дальнейшей работы. Ввиду этого резцы из углеродистой стали в настоящее время применяются сравнительно редко.

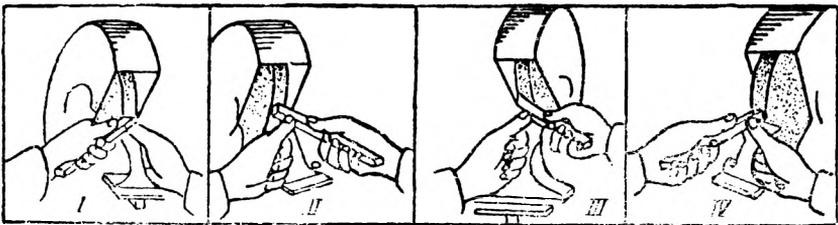
Появившаяся в начале нашего столетия быстрорежущая сталь, основной примесью в которой является вольфрам (15—20%), допускает нагрев при работе до 600°.



Фиг. 42. Последовательность заточки резцов основных типов

Резцы из твердых сплавов (на наших заводах широко применяется сплав победит различных марок) обладают чрезвычайно высокой твердостью и сохраняют ее при очень высоких температурах.

Заточка резцов. Независимо от типа резца, первой следует затачивать главную заднюю грань (на фиг. 42—*I, II, III, IV* и *V* она обозначена цифрой 1), затем вспомогательную заднюю



Фиг. 43. Приемы заточки резцов

грань 2 (фиг. 42—*I, II* и *V*) или задние грани, если их две (фиг. 42—*III* и *IV*), и, наконец, переднюю грань 3 (фиг. 42). Последним движением закругляют вершину резца 4 (фиг. 42—*I, III* и *V*), если это требуется.

Правильное положение обдирочного резца во время заточки его относительно шлифовального круга показано на фиг. 43, причем цифрой 1 обозначена заточка главной задней грани, II—вспомогательной задней, III—передней грани и IV—закругление вершины резца.

Заточка резцов—одна из самых опасных работ, выполняемых токарем. Если она производится всухую и у станка нет защитного стекла, токарю необходимо надевать специальные очки.

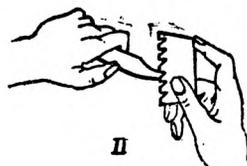
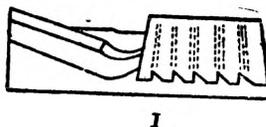
Затачивая резец, надо стоять не против вращающегося круга, а несколько сбоку, чтобы в случае разрыва круга осколки его не задели рабочего. Подкладка, на которую опирается затачиваемый резец, должна быть установлена возможно ближе к шлифовальному кругу. Сам круг всегда должен быть в исправном состоянии и хорошо выправленным. Биения круга не допускаются. Защитный кожух, закрывающий круг, всегда должен быть на месте.

Проверка правильности углов затачиваемого резца производится шаблоном (фиг. 44). Последний представляет собой стальную пластинку, имеющую вид трапеции, причем наклонные стороны ее



Фиг. 44. Шаблон для проверки углов резцов

(на фиг. 44 — верхняя и нижняя) составляют с основанием (левая сторона фиг. 44) углы в 82°. Это дает возможность проверять правильность заднего угла резца, равного 8°, как показано на фиг. 45 — I (резец и ша-



Фиг. 45. Примеры применения шаблона для проверки углов резцов

блон расположены на проверочной плите). Вырезы в левой стороне шаблона сделаны с разными углами; какой из них должен быть использован в том или ином случае, видно из надписей, нанесенных на шаблоне для проверки углов заострения резцов, предназначенных для различных материалов. Проверка этим шаблоном угла заострения резца показана на фиг. 45—II.

§ 17. Основные сведения о процессе резания

Предварительные замечания. Предположим, что металлический валик (фиг. 46) должен быть обточен с диаметра D до диаметра d . Для этого мы должны сообщить валику вращение

в направлении стрелки k . Резец P надо установить таким образом, чтобы расстояние от вершины его до оси вала равнялось половине диаметра d . Затем нужно сообщить резцу P движение в направлении стрелки R .

Скорость резания. Вращение валика может происходить быстрее или медленнее; диаметр его может быть больше или меньше.

Чтобы иметь возможность учесть влияние скорости вращения валика (числа оборотов его в минуту) и одновременно с этим его диаметра на процесс резания, достаточно знать так называемую скорость резания.

Скоростью резания называется путь перемещения режущей кромки резца относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени.

Она измеряется в метрах в минуту и обозначается буквой v . Для краткости вместо слов «метров в минуту» принято писать «м/мин».

Для определения скорости резания существует следующая простая формула:

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин} \quad (1)$$

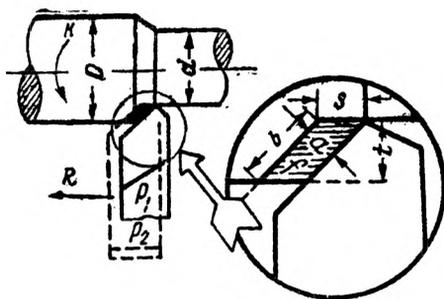
где v — скорость резания; π — постоянное число, равное 3,14; D — диаметр детали в мм; n — число оборотов шпинделя в мин.

Разберем, каким образом получилась эта формула. Представим себе, что мы обрабатываем вал, диаметр которого

D мм. Число оборотов вала в одну минуту во время обработки составляет n . Если бы вал делал один оборот в минуту, то каждая точка его поверхности за один оборот проходила бы путь, равный длине окружности, диаметр который D мм. В таком случае скорость резания была бы равна $\pi \cdot D$ мм в минуту, где π — постоянное число, равное 3,14.

Но вал делает не один оборот в минуту, а n оборотов, поэтому скорость перемещения точки на поверхности относительно резца будет в n раз больше, чем при одном обороте, т. е. $\pi \cdot D \cdot n$ мм в минуту. Выше мы сказали, что скорость резания принято считать в метрах, а полученная у нас выражена в миллиметрах. Для того чтобы ее выразить в метрах, произведение $\pi \cdot D \cdot n$ необходимо разделить на 1000 (1 м равен 1000 мм).

Формула, определяющая скорость резания, читается так: скорость резания равна произведению длины окружности обрабатываемой детали на число ее оборотов в минуту, разделенному на 1000.



Фиг. 46. Глубина резания, подача, толщина, ширина и сечение стружки

Величина диаметра D всегда берется по черному, т. е. еще не обработанному месту.

Приведем несколько примеров определения скорости резания.

Пример 1. Обрабатываемый на токарном станке вал делает 100 об/мин. 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:

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

Пример 2. Чугунный шкив имеет диаметр $D = 600$ мм и делает 6 об/мин. Как велика скорость резания при обточке обода этого шкива?

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

$$v = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 6}{1000} = 11,3 \text{ м/мин.}$$

Очень часто приходится решать обратную задачу: зная диаметр обрабатываемой детали, по выбранной скорости резания находить число оборотов шпинделя в минуту, которое он должен иметь в данном случае. Делать это можно по следующей формуле:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} \text{ об/мин.} \quad (2)$$

Пример 3. Чугунный шкив, диаметр которого $D = 600$ мм, должен быть обработан при скорости резания 11,3 м/мин. Сколько оборотов нужно сообщить шпинделю?

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{11,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 600} = 6 \text{ об/мин.}$$

Подача. Следующей величиной, необходимой для правильного представления об условиях, при которых происходит процесс резания, является подача.

Подачей называется величина перемещения резца за один оборот обтачиваемого предмета. Подача называется продольной, если резец перемещается вдоль линии центров станка, и поперечной, если резец перемещается в направлении, перпендикулярном к линии центров.

Подача измеряется в миллиметрах на один оборот обрабатываемой детали и обозначается буквой s (фиг. 46). Если говорят, например, что при обработке чугунного шкива подача была $s = 0,8$ мм/об, то это надо понимать таким образом: в то время, когда шпиндель станка делал один оборот, супорт его проходил 0,8 мм.

Глубина резания. Следующей величиной, определяющей процесс резания, является глубина резания, т. е. расстояние между

обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеряемое по перпендикуляру к последней.

Глубина резания измеряется в миллиметрах и обозначается буквой t (фиг. 46).

Глубиной резания при наружной обточке является половина разности диаметров обрабатываемой детали до и после прохода резца. Таким образом, если диаметр детали до обточки был 100 мм, а после одного прохода резца стал равен 90 мм, то это значит, что глубина резания была

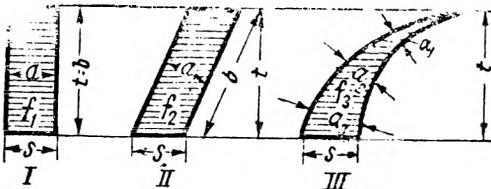
$$t = \frac{100 - 90}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Толщина и ширина стружки. Кроме установленных величин, характеризующих процесс резания, необходимо знать еще:

а) толщину стружки (a на фиг. 46), которая измеряется по перпендикуляру к режущей кромке резца, и

б) ширину стружки (b на фиг. 46), равную длине работающей части режущей кромки резца.

Сечение стружки. Нам остается установить еще одно определение, а именно — сечение стружки. Если за один оборот



Фиг. 47. Форма сечения стружки

валика (фиг. 46) резец P_1 переместится в положение P_2 , то за это время он снимает стружку, поперечное сечение которой будет представлять собой заштрихованный четырехугольник. Площадь этого четырехугольника и называется сечением стружки.

Прежде чем перейти к определению величины сечения стружки, отметим, что форма сечения зависит от очертания режущей кромки резца и его установки относительно обрабатываемой детали.

На фиг. 47—I изображено сечение стружки, снимаемой резцом с прямолинейным лезвием, поставленным перпендикулярно к оси обтачиваемого валика; на фиг. 47—II мы видим сечение стружки, снятой тем же резцом, но поставленным так, что лезвие его расположено наклонно к оси валика: и, наконец, на фиг. 47—III показано сечение стружки, снятой резцом с криволинейным лезвием. Во всех этих случаях t — глубина резания, s — подача, a — толщина стружки, b — ширина стружки, f_1 , f_2 и f_3 — сечения стружки.

Несмотря на их разную форму, сечения стружек, изображенных на фиг. 47, будут равны друг другу, если подача и глубина резания одинаковы во всех трех случаях.

В самом деле, если мы разобьем площади f_1 , f_2 и f_3 (фиг. 47) горизонтальными линиями, причем расстояния между последними возьмем одинаковыми, то площади полученных таким образом

участков будут также одинаковыми. Действительно, площадь каждого участка равна произведению высоты его (т. е. расстояния между горизонтальными линиями, которые мы взяли одинаковыми) на ширину (т. е. на подачу, которая также во всех случаях одинакова). Число таких участков, приходящихся на каждую из площадей f_1 , f_2 и f_3 , также, очевидно, одинаково. Итак, каждая из площадей f_1 , f_2 и f_3 состоит из одинакового числа равных между собой участков, поэтому площади эти равновелики, т. е.

$$f_1 = f_2 = f_3.$$

Одно из этих сечений стружки, а именно показанное на фиг. 47—1, является прямоугольником со сторонами s и t . Площадь этого четырехугольника равна произведению двух его сторон, т. е.

$$f_1 = s \cdot t. \quad (3)$$

Таким образом, площадь f_1 сечения стружки, изображенной на фиг. 47 — 1, есть произведение подачи на глубину резания.

Но так как $f_1 = f_2 = f_3$, очевидно, что и

$$f_2 = s \cdot t, \quad (4)$$

а также

$$f_3 = s \cdot t. \quad (5)$$

Равенства (3)—(5) дают нам право сказать, что, независимо от формы, площадь сечения стружки равна произведению подачи на глубину резания.

Общие понятия о режимах резания на токарных станках. Величина скорости резания зависит от материала обрабатываемой детали, материала резца, характера работы (обдирка или чистовая обточка) и других условий, на влиянии которых мы остановимся подробнее ниже. Пока же отметим, что чем тверже обрабатываемый материал, тем меньше должна быть скорость резания; чем лучше материал резца, тем больше может быть взята скорость. Так, например, обрабатывая быстрорежущим резцом деталь из чугуна средней твердости при подаче 1 мм/об и глубине резания 5 мм, можно установить скорость резания 20 м/мин, а при обработке той же детали резцом из победита — около 60 м/мин. Если обрабатывается твердый чугун, то скорость резания при обдирке быстрорежущим резцом (при $s = 1$ мм/об и $t = 5$ мм) принимается около 15 м/мин, а для резца из победита — около 45 м/мин. При обработке быстрорежущим резцом твердой машиноподелочной стали (при $s = 1$ мм/об и $t = 5$ мм) скорость резания может быть взята около 15 м/мин, а при мягкой стали она может быть повышена до 40 м/мин.

Указанные здесь значения величин скоростей резания не являются предельными и в некоторых случаях могут быть повышены.

Величина подачи выбирается так же, как и скорость резания, в зависимости от ряда условий: обрабатываемого материала, ха-

рактера работы, силы станка, жесткости обрабатываемой детали и т. д. На этих вопросах мы остановимся в дальнейшем, а здесь укажем, что при обдирке деталей из чугуна, стали и бронзы средней твердости на станках средней величины подачи берутся от $s = 0,2$ до $s = 1,5$ мм/об, а при чистовой отделке этих же материалов — от $s = 0,1$ до $s = 0,5$ мм/об. При расточных работах подачи берутся несколько меньше указанных ввиду неблагоприятной конструкции расточных резцов; о чем уже было сказано.

Величина глубины резания при обдирочных работах обычно определяется припуском на обработку.

Охлаждение при резании металлов. Сравнивая материалы, из которых изготавливаются резцы, мы вкратце отметили, что чрезмерный нагрев резца при резании размягчает его. Это приводит к быстрому затуплению резца. Чтобы уменьшить такое вредное нагревание резца, во время работы охлаждают его какой-либо жидкостью.

Направляя струю этой жидкости в то место, где происходит отделение стружки, мы тем самым охлаждаем последнюю. Резец вследствие этого меньше нагревается, медленнее затупляется и дольше работает без переточки, что дает возможность повышать скорости резания. Применение охлаждения полезно и для обрабатываемой детали, которая в этом случае также меньше нагревается, что уменьшает опасность коробления ее. Кроме того, применение охлаждения дает возможность измерять детали, не учитывая увеличения их размеров вследствие нагрева. В качестве охлаждающей жидкости обычно применяется вода, разбавленная содой или специальной эмульсией (чтобы не ржавели части станка).

Г Л А В А П Я Т А Я

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

§ 18. Обслуживание токарного станка и регулировка его

Уход за станком и смазка его. Каждый токарь, начиная работать на новом, не знакомом ему станке, должен тщательно разобратся в его устройстве. Одновременно с изучением устройства станка, назначением рукояток, маховичков и т. д. следует очень внимательно осмотреть и запомнить все места, подлежащие смазке, и затем аккуратно смазывать их. От того, насколько добросовестно смазан станок, зависит точность его работы. Трущиеся части станка, если их не смазывать, быстро изнашиваются, и станок теряет свою точность. При плохой смазке возможно заедание подшипников и, как следствие, поломка частей станка.

Не в меньшей степени важно постоянно очищать станок от грязи и стружек. Чистку его 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 всюду смести стружку. Направляющие станины и другие открытые части станка должны быть особенно тщательно очищены от грязи и только после этого смазаны.

Наличие на этих частях смазки отнюдь не освобождает от обязанности вычистить их и снова смазать. Грязь и мелкая стружка, смешавшиеся с маслом, способствуют быстрому износу направляющих станины и супорта. Поэтому не реже одного раза 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 пользоваться деревянной заостренной палочкой, обернутой тряпкой.

Смазывание направляющих станины производится поливанием их маслом из масленки, после чего супорт вручную несколько раз прогоняют вдоль всей станины.

Точно также смазываются и направляющие супорта. Для защиты их (а также поперечного винта) от грязи и стружки к поперечным салазкам супорта привинчивается особый щиток, закрывающий направляющие. Во время чистки и смазки направляющих этот щиток следует снимать, если он мешает, но обязательно ставить его 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 при помощи металлических планок и винтов иногда прикрепляют куски войлока.

При смазке подшипников вращающихся частей станка надо внимательно следить 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 деревянными пробочками.

Наибольшее внимание при смазке станка нужно уделять подшипникам передней бабки, как работающим в самых тяжелых условиях. Смазку этих подшипников нужно производить аккуратно каждый день, а если станок сильно нагружен (тяжелая деталь или, наоборот, легкая, но обрабатываемая при больших числах оборотов шпинделя), то даже несколько раз в день.

Очень многие токари забывают, что ступенчатый шкив при работе станка с перебором вращается на шпинделе, и не смазывают его. Между тем для смазки имеется специальное отверстие на одной из ступеней шкива. Обычно оно закрыто потайным винтом и часто остается незамеченным. Безусловно необходимо, по крайней мере раз в два дня, смазывать шкив, в особенности, если приходится много работать с перебором.

Наливая масло в смазочное отверстие, следует завернуть закрывающий его винт так, чтобы он ни в коем случае не высту-

пал поверх шкива, и стереть тряпкой остатки масла. Также не следует забывать смазывать переборный валик.

Для смазки всех частей станка требуется хорошее минеральное масло и ни в коем случае не вареное растительное. Некоторые валики, а также шестерни коробок скоростей и подач смазываются густым смазочным веществом, так называемым тавотом. В коробки скоростей и подач тавот просто накладывается через имеющиеся в них большие отверстия, а смазка валиков и некоторых втулок (например, холостых шкивов) производится при помощи специальных масленок для густого масла, которые называют штауферами. За исправным состоянием этих масленок следует наблюдать не менее внимательно, чем за масленками для жидкого масла.

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

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

Основные сведения по регулировке станка. Для получения точных размеров обрабатываемых деталей и хорошего качества их поверхностей необходимо, чтобы все отдельные механизмы станка были в полной исправности. Для этого недостаточно точной обработки всех деталей станка (направляющих станины и супорта, подшипника передней бабки и т. д.), а совершенно необходимо, чтобы сборка станка и отдельных узлов его была произведена в соответствии с назначением этих узлов и деталей. Сборка станка производится слесарями-сборщиками (при изготовлении его) или ремонтными слесарями (при ремонте), а токаря приходится только поддерживать правильность этой сборки, или, как говорят, регулировать станок. Рассмотрим несколько примеров наиболее часто выполняемых токарями регулировок станка.

Шпиндель передней бабки должен легко вращаться в подшипниках и не должен иметь слабину в осевом направлении. Для проверки правильности закрепления подшипников пускают станок в ход и прикладывают к нему палец. При слабом закреплении чувствуется вибрация (дрожание) станка.

Второй способ проверки подшипников состоит в том, что под конец шпинделя подводят деревянный брусок длиной 750—1000 мм и, действуя им как рычагом, обнаруживают слабое закрепление подшипников. «Игру» шпинделя в осевом направлении обнаруживают посредством того же рычага, но действуют им в этом случае на торец шпинделя. Чрезмерное затягивание подшипников (это обнаруживается при вращении шпинделя вручную) так же вредно, как и слишком слабое закрепление их. Кроме того, чересчур сильно затянутые подшипники быстро нагреваются.

Перебор должен работать без стука и легко выключаться. При проверке перебора надо следить, не отходит ли он во время работы или, наоборот, не происходит ли самопроизвольного включения его.

Проверяя супорт, следует убедиться в том, что салазки его перемещаются по своим направляющим легко и плавно, без толчков и в то же время нет чрезмерных зазоров в них, вызывающих дрожание. Если эти зазоры слишком велики, необходимо отрегулировать соответствующие клинья. Одновременно с проверкой верхней части супорта надо установить, легко ли включается и выключается разъемная гайка и как происходит включение продольной и поперечной подач.

§ 19. Организация рабочего места токаря

Рабочее место токаря составляют площадь, занятая станком, с небольшим пространством вокруг него для передвижений рабочего и участки площади с различными приспособлениями для хранения инструментов, материала, обрабатываемых деталей, отходов и т. д.; сюда же входят стул или табуретка для отдыха рабочего, а также и свободные промежутки площади. Вся эта площадь со всеми перечисленными предметами (кроме материала) и составляет рабочее место токаря.

В зависимости от величины и конструкции токарного станка, размера и характера обрабатываемых на нем деталей и т. д., определяются размер площади рабочего места и количество находящихся на нем приспособлений, образующих рабочее место токаря.

Правильная планировка рабочего места токаря. Площадь рабочего места должна быть прежде всего достаточно просторной для передвижений токаря вокруг станка. Все составляющие рабочее место предметы должны быть так расположены, чтобы исключались излишние движения рабочего; должно быть обеспечено возможно больше удобств для работающего.

Все необходимые для работы предметы должны быть экономно и рационально расположены на сравнительно небольшом пространстве.

На рабочем месте не должно быть ничего лишнего, мешающего работе, а все нужное должно постоянно находиться под рукой, т. е. не слишком далеко, высоко или низко.

По возможности ничего не должно лежать на полу (чтобы не приходилось нагибаться и поднимать нужный предмет). Недопустимо, чтобы токарю приходилось ходить за десятки шагов от станка во время работы. Вместо беспорядочного разбрасывания инструментов и деталей куда попало вокруг станка, нужно всячески использовать различные подставки, полки, ящики — все, что приближает материал, инструмент и приспособления к месту непосредственной работы.

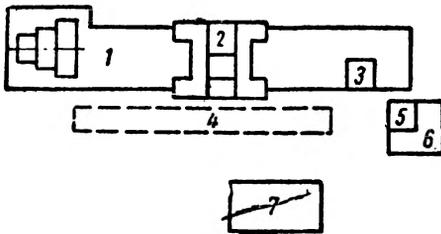
Так, например, часто употребляемые небольшие предметы лучше всего располагать у станка на уровне локтя. Сама площадь пола, занятая рабочим местом, не должна иметь ям, выбоин и скользкой поверхности, затрудняющей передвижение рабочего и представляющей опасность для него.

Пример организации рабочего места. Прекрасный пример повышения производительности труда за счет рациональной организации рабочего места показывает токарь-стахановец тов. Нестеренко. Вот что он рассказывает о том, как было организовано его рабочее место:

«До того, как я начал перевыполнять свою норму, мне всегда бросалось в глаза несвоевременная подача валов, нехватка инструмента, в частности необходимых личных напильников — плоских и круглых.

Второе, на что я обратил внимание, — это на расположение необходимого для работы мерительного инструмента. Последний я размещаю на супорте станка, которым он и транспортируется.

Инструмент находится на расстоянии полувытянутой руки. Благодаря такому расположению мерительного инструмента я не затрачиваю дорогого времени на поиски его, а в нужный момент он всегда передо мной.



Фиг. 48. Схема организации рабочего места токаря-стахановца тов. Нестеренко

1 — токарный станок; 2 — супорт с расположенными на нем измерительными инструментами; 3 — доска с инструментами; 4 — рабочее место токаря; 5 — вторая доска с инструментами; 6 — тумбочка для хранения инструментов; 7 — стеллаж для валов

Мне и другим токарям приходилось часто останавливать станок, чтобы скобой сделать промер шейки. Теперь промеры при вращении шпинделя во время обработки шеек колен я произвожу исключительно кронциркулем, установленным по пробке, что сокращает время на остановку станка для промера скобой; последней я пользуюсь только для окончательной проверки».

Схема организации рабочего места тов. Нестеренко приведена на фиг. 48.

Правильное положение токаря на рабочем месте. Для успешности работы большое значение имеет правильное положение самого рабочего во время работы.

Нормальным считается такое положение рабочего у станка, когда разница между расстоянием от пола до центра и станка и от пола до глаз рабочего составляет около 450 мм. Для обеспечения этого следует применять решетчатые подножки, высота которых над полом может быть отрегулирована специальными подкладками.

Заключение. Было бы ошибкой думать, что выполнение всех этих условий рациональной организации рабочего места токаря обеспечивает только внешне-культурный вид станка и окружающей его обстановки. Необходимо постоянно и твердо помнить, что эти условия являются обязательными для выполнения работы в кратчайший срок при высоком качестве ее.

§ 20. Основные сведения о мерах безопасности при работе на токарном станке

Общие замечания. Современные токарные станки снабжаются приспособлениями, в весьма значительной степени обеспечивающими безопасность работы на них. Поэтому несчастные случаи при токарных работах почти всегда вызываются неумением или нежеланием рабочего использовать оградительные приспособления к станку.

Наиболее частые причины несчастных случаев при работе на токарных станках. Специальным обследованием выяснено, что больше 25% несчастных случаев с токарями происходит вследствие отлетания стружки. При обработке деталей из мягких металлов на высоких скоростях резания отлетающие стружки очень опасны для глаз рабочего. Между тем токари не всегда работают в очках. Понятно, что если токарь потеряет зрение потому, что не надел очков, находящихся в его же инструментальном шкафике, то виноват в этом он сам. Некоторые станки снабжаются специальными стеклянными щитками, которые укрепляются перед резцом на головке супорта, но это затрудняет обслуживание станка.

Не меньшую опасность для токаря представляют и крупные стружки. Они имеют рваные края и могут повредить не только глаза, но и руки. Ни в коем случае не следует брать эти стружки руками. Если стружки настолько загромождают станок, что затрудняют его обслуживание, то их нужно удалять стальным крючком.

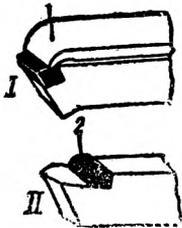
При обработке вязких сталей (например, хромоникелевой) стружка образуется в виде длинных спиралей, перепутывающихся между собой настолько, что удаление их становится затруднительным, а при работающем станке и не безопасным. В таких случаях следует делать так, чтобы отходящая стружка обламывалась вскоре после начала ее образования. Это достигается или при помощи так называемого стружкозавивателя или образованием постоянного упора для отходящей стружки на передней грани резца.

Стружкозавиватель обычной конструкции (фиг. 49 — 1) представляет собой пластину, накладываемую на резец и закрепляемую вместе с ним в резцедержателе. Передний конец стружкозавивателя 1 должен плотно прилегать к передней грани резца, а поверхность его, на которую опирается отходящая стружка, должна иметь высокую твердость (для увеличения срока службы стружкозавивателя). Для этого передний конец стружкозавивателя закаливают или наплавляют на него слой какого-либо твердого сплава (например, сормайта¹). Выбором формы этого конца и его положения по отношению к режущей кромке резца можно увеличивать или уменьшать длину отходящей стружки и сооб-

¹ Сормайт — твердый сплав. Употребляется он в виде прутков, хорошо плавится пламенем газовой горелки и равномерно растекается по наплавляемой поверхности.

итать последней желаемое направление. На фиг. 49 — II показан другой способ уменьшения длины стружки. В этом случае на передней грани резца наплавкой твердого сплава (например, сор-майта) образован упор 2.

Около 15% несчастных случаев с токарями происходит вследствие неисправности привода 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. Отводка под действием своего веса, тряски или каких-либо других причин может перевести ремень с холостого шкива на рабочий (хотя бы частично), например, при проверке установки детали или измерении ее; при этом рабочий легко может повредить себе руку.



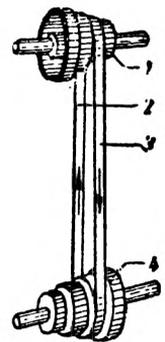
Фиг. 49. Стружкозавиватель (I) и упор (II) для стружки

В современных конструкциях контрприводов возможности таких случаев почти устранены применением холостых шкивов с улучшенной системой смазки или на шариковых подшипниках, 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 в наших мастерских еще довольно много станков старого типа (например, со ступенчатыми шкивами). Поэтому надо остановиться на способе изменения скоростей на этих станках, связанном с перебрасыванием ремня с одной ступени на другую. Такая переброска производится много раз в течение смены и часто служит причиной несчастных случаев. Существует ряд специальных приспособлений, посредством которых переброска ремня может производиться совершенно безопасно, но, к сожалению, обычно они не применяются, и при перемене скоростей ремень переводится вручную.

При переброске ремня с одной ступени на другую следует учитывать, какая часть ремня является набегающей. На фиг. 50 часть 3 ремня набегаёт на шкив 4, а часть 2 — на шкив 1. При переброске ремня с одной ступени на другую следует сдвигать с места набегающую на шкив часть ремня, но никак не сбегающую. Так, например, для перевода ремня с одной ступени шкива 4 на другую надо действовать на часть 3 ремня.

Следует приучиться сбрасывать ремень ручкой гаечного ключа или рукояткой молотка; надевать же ремень на шкив при-



Фиг. 50 Набегающая и сбегающая стороны приводного ремня

ходится большей частью руками. При этом надо становиться близко к шкиву и действовать ладонью, не сгибая пальцев и плотно сжав их, иначе они могут попасть под ремень. До переброски ремня рукой надо осмотреть способ соединения его концов. Далеко не все эти способы безопасны для рук рабочего.

Около 10% несчастных случаев с токарями происходит в результате неосторожного обращения с движущимися частями станка, 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.). Совсем иначе обстоит дело с кожухами, закрываемыми сменными шестерни и часто находящимися под станком. Несчастные случаи, связанные с шестернями, почти всегда происходят по неосторожности 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, единственной защитой против ранения или увечья является осторожность. Рукава одежды должны плотно обхватывать руку у кисти.

Нередко рабочий получает увечье от самой обрабатываемой детали, особенно, если она имеет выступающие части. И здесь единственная мера защиты — осторожность и плотно облегающая тело рабочего одежда.

Значительное количество несчастных случаев вызывается неосторожным обращением с обрабатываемой деталью при установке ее на станке и даже до установки.

Столь же часты увечья, получаемые при работе ручными инструментами: зубилом, пилой и т. д., а также вследствие падения деталей. В первом случае обычно страдают руки, во втором — ноги рабочего.

При работе с охлаждением, если у станка нет специального корыта, охлаждающая смесь заливает пол у станка. Для того чтобы не поскользнуться и не упасть на мокром полу, около станка кладут деревянные решетки. В крайнем случае нужно посыпать пол деревянными опилками.

Неисправность электрических приборов (реостатов, рубильников) для включения электродвигателей и неосторожное с ними обращение также являются причинами несчастных случаев.

Токарь, в особенности молодой, должен постоянно помнить, что во время работы надо быть очень осторожным. Чем внимательнее он обращается с различными оградительными приспособлениями, которыми современные станки в большинстве случаев снабжены в достаточной мере, тем меньше вероятность увечья или ранения.

Следует быть особо осторожным при заточке резцов. Основные правила безопасности во время этой работы изложены выше (§ 16).

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ОБТОЧКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

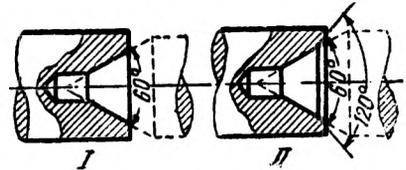
§ 21. Закрепление деталей, обрабатываемых в центрах

Предварительные замечания. Очень многие детали, обработка которых связана с необходимостью установки их на токарный станок несколько раз, закрепляются в центрах. Главное преимущество этого способа закрепления детали по сравнению с другими состоит в том, что деталь, снятая со станка, может быть снова поставлена на станок в то положение, в котором она находилась до снятия, без проверки правильности установки.

Центровые углубления. Чтобы установить обрабатываемую деталь на центрах станка, в торцах детали засверливают углубления, точно соответствующие рабочим конусам центров станка. Угол при вершине у данных конусов делается в 60°



Фиг. 51. Неправильные центровые углубления



Фиг. 52. Правильные формы центровых углублений

(только в очень крупных станках центры, делаются конусом с углом при вершине в 90°); поэтому и центровое углубление должно иметь форму конуса с углом при вершине в 60° . Если угол конического углубления сделать больше 60° (фиг. 51—I), то центр станка упрется в дно этого углубления. Вследствие этого дно центрального углубления будет быстро разрабатываться, центр станка также будет изнашиваться, и правильность вращения детали нарушится. Не лучше было бы, если бы угол центрального углубления был взят меньше 60° (фиг. 51—II). В этом случае быстро сработается наружная часть центрального углубления и прикасающаяся с ней часть центра. Если угол центрального углубления сделать равным 60° (фиг. 51—III), то сработаться будет вся поверхность центрального углубления и конец центра станка. Срабатывание это произойдет медленнее, чем в двух предыдущих случаях, но точность вращения детали на центрах тем не менее будет быстро теряться и при такой форме центрального углубления. Попытки улучшить условия работы этого центра его смазыванием окажутся безрезультатными, так как смазка сразу же выдавливается центром из центрального углубления.

Совершенно правильной является форма центрального углубления, показанная на фиг. 52—I. В этом случае после конической части углубления имеется цилиндрическая часть, которая служит

как бы камерой для смазки центра (показан на фиг. 52—*I* пунктиром). Во время работы станка эта смазка прогревается (от теплоты трения между деталью и центром), стремится выйти наружу и хорошо смазывает трущиеся части центра и центрального углубления. Количество смазки должно быть значительным, поэтому цилиндрическую часть надо делать глубокой.

На фиг. 52—*II* изображена еще одна форма центрального углубления, принятая у нас в машиностроении. В этом случае, кроме основного конуса с углом при вершине в 60° , имеется дополнительная коническая выточка с углом в 120° , которая служит как бы для защиты основного конуса от забоин (при случайных ударах) и называется поэтому *предохранительной*.

Размеры центральных углублений не должны быть слишком малы, так как малые углубления быстро вырабатываются, теряя при этом свою точность; центры станка в этом случае также быстро изнашиваются. Слишком большие центровые углубления труднее засверливать, и, кроме того, они портят внешний вид детали. В табл. 1 даны размеры центральных углублений, проверенные на практике.

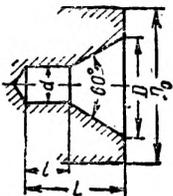


Таблица 1

Размеры центральных углублений

Диаметр заготовки, в мм		D	d	L	l	Наименьший диаметр концевой шейки в мм
свыше	до					
5	8	2,5	1,0	2,5	1,2	4,0
8	12	4,0	1,5	4,0	1,8	6,5
12	20	5,0	2,0	5,0	2,4	8,0
20	30	6,0	2,5	6,0	3,0	10,0
30	50	7,5	3,0	7,5	3,6	12,0
50	80	10,0	4,0	10,0	4,8	15,0
80	120	12,5	5,0	12,5	6,0	20,0

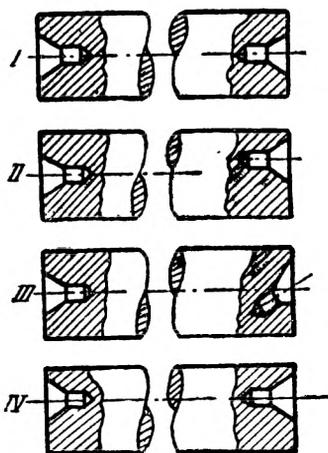
Необходимость правильного расположения центральных углублений. Для правильной установки детали на центры станка и равномерного срабатывания центральных углублений необходимо, чтобы последние имели общую ось. На фиг. 53—*I* показано правильное расположение центральных углублений, а на фиг. 53—*II* и *III* — неправильное. Если одно из центральных углублений смещено относительно другого (фиг. 53—*II*), то при установке такой детали на станок она займет положение, показанное на фиг. 54—*I*. Центровые углубления и центры при этом быстро изнашиваются. При рас-

положении центровых углублений по фиг. 53—III, деталь займет на станке положение, изображенное на фиг. 54—II, при котором также неизбежен ускоренный износ и центровых углублений и центров.

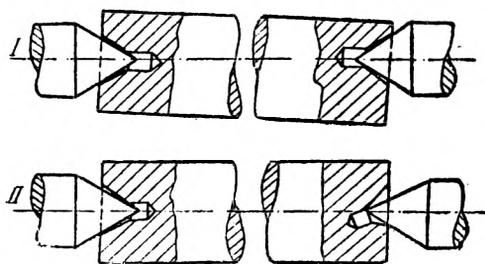
Не менее важно, чтобы после разметки центровых углублений и засверливания их припуск на обработку был распределен равномерно со всех сторон, т. е. не так, как это показано на фиг. 53—IV. При неодинаковом припуске глубина резания все время будет изменяться, усилия, возникающие во время работы резца, окажутся также непостоянными, и вследствие пружинения деталей и резца вершина последнего будет то приближаться к оси детали, то удаляться от нее. В результате деталь получится некруглой. При очень неправильной разметке припуск на одной

стороне детали может оказаться настолько малым, что вся эта сторона (или часть ее) останется необработанной.

Центровка обрабатываемых деталей. Только в хорошо организованных мастерских токарь получает материал в виде



Фиг. 53. Правильное (I) и неправильные (II, III, IV) расположения центровых углублений



Фиг. 54. Положение детали на станке при неправильном расположении центровых углублений

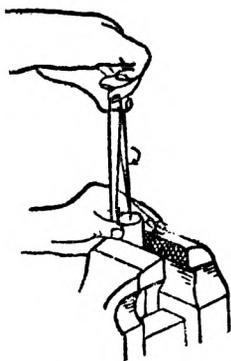
заготовок с некоторым припуском на длину, зацентрованных на специальном станке. Во многих случаях токарю приходится самому производить центровку, поэтому он должен хорошо знать ее.

Центровка заготовок производится следующим образом: на торцах заготовок намечаются центры, затем эти центры закерниваются и, наконец, засверливаются.

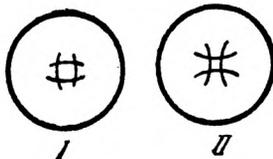
Разметка центровых углублений. Существует несколько способов наметки центров. Простейший и самый распространенный способ состоит в следующем. Раздвигают ножки циркуля так, чтобы расстояние между ними было приблизительно равно радиусу центруемой болванки. После этого наносят на торце болванки (фиг. 55) четыре риски так, как показано на фиг. 56. Если расстояние между ножками циркуля было больше радиуса болванки, то эти риски будут иметь вид, показанный на фиг. 56—I; если оно было меньше радиуса — вид, изображенный на фиг. 56—II,

Центр болванки в том и в другом случае лежит внутри этих рисок и без труда может быть намечен на-глаз.

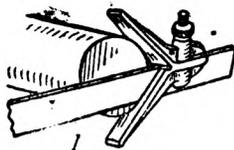
Разметка центра с помощью центровочного угольника показана на фиг. 57. Наложив такой угольник на торец болванки, проводят чертилкой одну риску (фиг. 57—I). Затем поворачивают угольник на произвольный угол и делают вторую риску (фиг. 57—II). Пересечение этих рисок определит центр болванки.



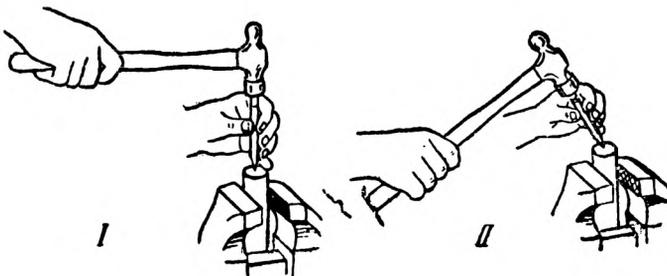
Фиг. 55. Разметка центра



Фиг. 56. Положение рисок при разметке



Фиг. 57. Разметка при помощи центровочного угольника



Фиг. 58. Накернивание центров

Такой способ дает очень хорошие результаты, и им следует пользоваться при разметке точных деталей, в особенности, если припуски на обработку не велики.

Крупные детали часто размечают и накернивают на разметочных плитах.

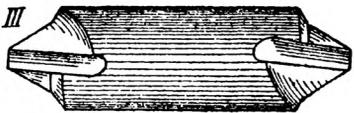
После разметки центра его накернивают (фиг. 58—I). Неправильно накерненный центр может быть передан в требующуюся сторону с помощью того же кернера (фиг. 58—II).

В заключение отметим мероприятие, проведенное токарем-стахановцем завода «Серп и молот» тов. Нестеренко и способствовавшее повышению производительности труда. Тов. Нестеренко обрабатывал трусильные валы (детали молотилки), причем

разметка вала производилась перед установкой его на станок, но после снятия обработанного (предыдущего) со станка. Таким образом, во время разметки станок не работал. Для экономии станочного времени тов. Нестеренко стал выполнять разметку следующего вала во время черновой обточки предыдущего.

Центровочные сверла. Для засверливания углублений в торцах деталей, обрабатываемых в центрах, применяются так называемые центровочные сверла (фиг. 59). Сверла, показанные на фиг. 59—I и II, называются комбинированными, потому что они работают одновременно и как сверла и как раззенковки. Угол конуса у этих сверл равен 60° , т. е. точно такой же, какой имеет правильный центр токарного станка. Конус в 120° (фиг. 59—II) предназначен для образования предохранительной выточки.

Центровочное сверло, изображенное на фиг. 59—III, употребляется лишь после того, как центровое углубление засверлено обыкновенным сверлом.



Фиг. 59. Центровочные сверла

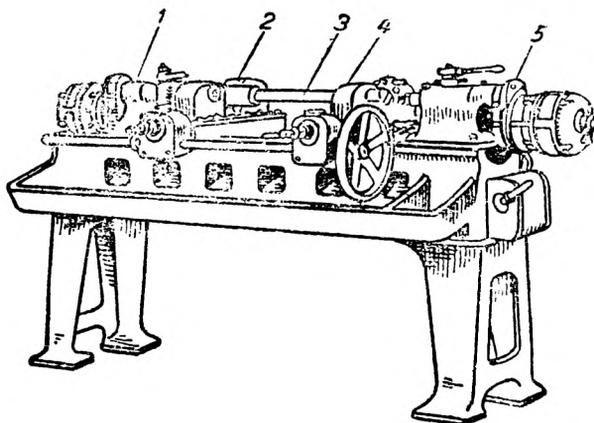
Засверливание центров. Последняя операция при центровке — засверливание центрового углубления. Крупные детали засверливают ручной или электрической дрелью, мелкие детали — на токарном станке. Для этого центруемая болванка зажимается в американский патрон, а центровочное сверло — в патрон для сверл, вставляемый вместе со сверлом в шпindel задней бабки. Вращая маховик шпинделя задней бабки, засверливают болванку. Зацентрировав болванку таким образом с одной стороны, переворачивают ее и центруют второй конец.

Существует еще следующий способ центровки деталей на токарном станке. Сверлильный патрон вместе с зажатой в него центровочным сверлом ставят на место центра шпинделя передней бабки. Деталь устанавливают на станок так же, как и на центры. Пускают станок в ход и, придерживая болванку левой рукой, правой вращают маховик задней бабки и засверливают центр. После этого деталь переворачивают и центруют второй конец.

Машинная центровка. При всех рассмотренных выше способах центровки, часто применяющихся на практике, не исключена возможность невыполнения обоих или одного из условий правильной центровки, о которых говорилось выше. Кроме того, центровка, выполняемая самими токарями, отнимает у них много времени. Поэтому на хорошо организованных заводах центровка заготовок часто производится в заготовительных мастерских (при складах) на специальных центровочных станках. Существует

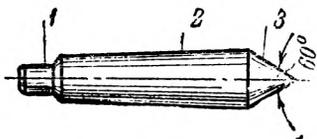
много типов таких станков, но мы рассмотрим только один из них, наиболее совершенный.

Станок этот (фиг. 60) сходен с токарным, но имеет два шпинделя, расположенные в бабках 1 и 5. Кроме обычного вращения, шпиндели эти могут перемещаться в продольном направлении (так

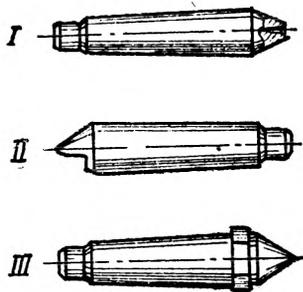


Фиг. 60. Центровочный станок

же, как шпиндели сверлильных станков). Центруемая заготовка 3 закреплена в тисках 2 и 4, которые автоматически устанавливают ее таким образом, что ось заготовки оказывается на осевой линии станка или близко к ней. Этим выполняется второе условие правильной центровки. Совпадение осей центровых углублений получается совершенно точное, так как оси шпинделей, а следовательно, и закрепленных в них центровочных сверл строго со-



Фиг. 61. Обыкновенный центр



Фиг. 62. Некоторые специальные центры

впадают. После того как заготовка закреплена, центруют сначала один конец ее, перемещая шпиндель бабки 5, а затем второй — сверлом, закрепленным в шпинделе бабки 1.

Центры. Центр наиболее распространенной формы показан на фиг. 61. Часть 2 называется хвостом центра, а часть 3 — конусом. Хвост центра также имеет вид конуса и должен быть совершенно точно пригнан по коническим гнездам отверстий в шпинделях передней и задней бабок станка.

Для удаления центра из шпинделя передней бабки обыкновенно пропускают сквозь шпиндель стальной пруток и легкими ударами в торец центра выколачивают его. При этих ударах задний конец центра может раздаться, и при следующей установке на место хвост центра не совпадет с гнездом шпинделя. Для того чтобы этого не случилось, задний конец хвоста центра 1 стачивают так, как показано на фиг. 61. В этом случае увеличение диаметра конца хвоста центра не опасно.

На торцах очень тонких деталей засверливать центровые углубления не удастся, поэтому обработка таких деталей производится на так называемых обратных центрах. В этом случае концы детали должны быть обработаны на конус (тоже 60°) и входить в соответствующие углубления центров (фиг. 62—I).

Подрезка торцев некоторых деталей оказывается затруднительной, так как этому мешает задний центр станка. Доступ к торцу детали облегчается, если центр срезан (фиг. 62—II).

Удаление переднего центра при несвободном шпинделе передней бабки, а также заднего ни в коем случае нельзя производить ударами по боковой поверхности центра. От этого даже при самых легких (но частых) ударах портится центр и, что еще хуже, разбиваются конические гнезда в шпинделях. Если в таком случае на передней части хвоста центра сделать две грани (фиг. 62—III), то, повернув центр гаечным ключом, можно легко вынуть его из шпинделя.

Если коническое отверстие в шпинделе передней бабки велико и применение центра соответствующих размеров (большого) при обработке данной детали почему-либо неудобно, то прибегают к помощи так называемых переходных втулок. Наружная поверхность такой втулки — конус, точно пригнанный по коническому отверстию шпинделя передней бабки; отверстие в ней также имеет вид конуса, совпадающего с хвостовой частью центра небольших размеров.

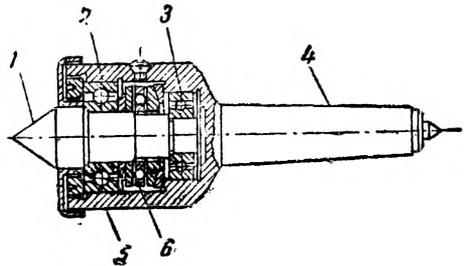
Передний центр во время работы станка служит только как опора для обрабатываемой детали, вращается вместе с ней и поэтому не нагревается. Задний центр неподвижен; деталь вращается на нем часто с большой скоростью, вследствие чего центр нагревается, теряя присущую ему твердость, и быстро изнашивается. Ввиду этого передние центры можно изготовлять из обыкновенной инструментальной стали. Задние центры также иногда изготовляются из обыкновенной инструментальной стали. Такие центры, однако, при работе станка на больших скоростях, несмотря на смазку, нагреваются и, как говорят, садятся (теряют твердость и истираются). Поэтому очень часто задние центры делают из быстрорежущей стали, которая сохраняет большую твердость даже при высоком нагреве.

Срок службы такого центра получается достаточным, но разработка центровых углублений в деталях, конечно, не уменьшается. Поэтому в последнее время начинают применять вращающиеся центры (фиг. 63). Собственно центр 1 вращается в двух шарикоподшипниках 2, 3, расположенных в корпусе 5.

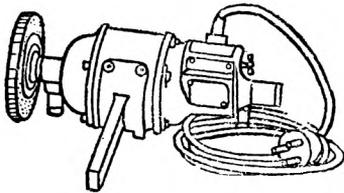
Осевые усилия воспринимаются упорным подшипником 6. Конический хвост 4 делается по конусу шпинделя задней бабки.

Уход за центрами. Для правильной работы станка необходимо, чтобы ось конуса рабочей части переднего центра точно совпадала с осью вращения шпинделя передней бабки. В противном случае центр, как говорят, бьет, что можно обнаружить, если под вращающийся центр положить листок белой бумаги и смотреть на него сверху. Более точная проверка центров производится при помощи специальных приборов, устройство которых мы рассмотрим ниже. Если центр бьет, необходимо шлифовать его на месте, т. е. вставленным в шпиндель (точить резцом центр нельзя, так как он закален) Шлифование производится при помощи электрической машинки (фиг. 64), устанавливаемой в резцедержателе супорта. Верхние салазки супорта устанавливаются при этом под углом в 30° к центральной линии станка, и перемещение их производится вручную. Правильность угла конуса проверяется шаблоном (фиг. 65—I).

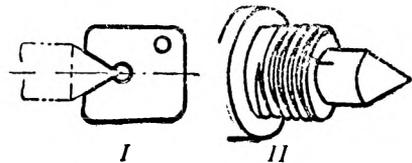
Во время шлифования под центр на станину следует подкладывать тряпку для защиты станины от пыли, образующейся при шлифовании. По окончании шлифования центра на хвосте его



Фиг. 63. Вращающийся задний центр



Фиг. 64. Электрическая машинка для шлифования центров



Фиг. 65. Шаблон для проверки конуса центра и риски для отметки положения его в шпинделе

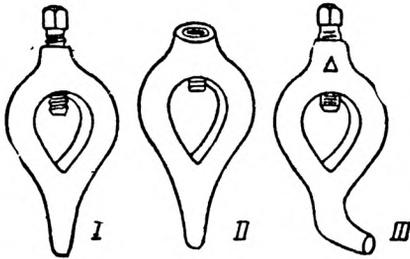
(незакаленном) и торце шпинделя следует нанести риски, как это показано на фиг. 65—II.

В дальнейшем каждый раз при установке центра на место необходимо следить за тем, чтобы риски, нанесенные на шпинделе и на центре, точно совпадали.

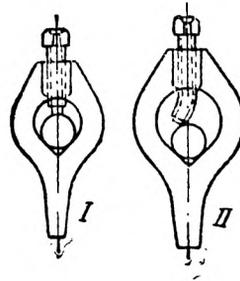
Перед вставкой центров в шпиндель следует тщательно протирать как самые центры, так и центровые углубления, в противном случае мусор (мелкие стружки и пр.), попавший в эти углубления, портит их, а установка центров получается неправильной.

Ни в коем случае нельзя протирать центровое углубление во вращающемся шпинделе передней бабки тряпкой, накрученной на палец, а следует пользоваться для этого деревянной палочкой. Были случаи, когда токари, не выполнявшие этого правила, теряли пальцы.

Хомутики. Для того чтобы заставить деталь, поставленную на центры, вращаться вместе со шпинделем станка, пользуются так

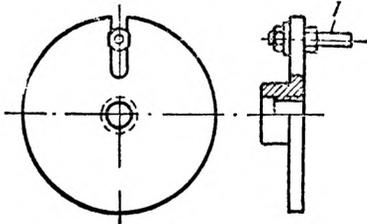


Фиг. 66. Хомутики

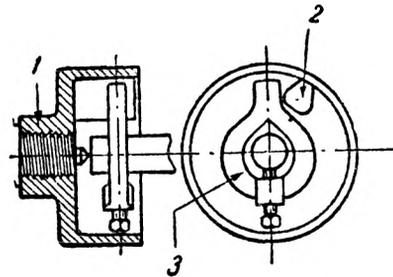


Фиг. 67. Правильно (I) и неправильно (II) выбранный хомутик

называемыми хомутиками и поводковыми патронами. Хомутик надевается на обрабатываемую деталь и закрепляется на ней при помощи прижимного болта. Одним концом хомутик упирается в поводок патрона, накрученного на шпиндель станка, и вращается вместе с ним. Такие патроны называются -- поводковыми.



Фиг. 68. Обыкновенный поводковый патрон



Фиг. 69. Закрытый поводковый патрон.

На фиг. 66—I, II и III показаны три общеупотребительных типа хомутика. Левый хомутик отличается от среднего только отсутствием потайного болта. Последний ставится для того, чтобы избежать несчастного случая: выступающий болт при вращении станка может зацепиться за платье (рукав) рабочего.

Хомутик, показанный на фиг. 66—III, имеет загнутый ведущий конец, которым он входит в прорез в поводковом патроне. Хомутики с загнутым концом иногда также делают с потайными болтами.

При обработке крупных деталей обычно недостаточно одного крепительного болта, и хомутики во время работы станка проворачиваются на обрабатываемой детали. Поэтому такие хомутики снабжаются двумя прижимными болтами.

Выбор хомутика. Хомутики всех рассмотренных выше типов бывают разных размеров. При выборе хомутика для данной работы необходимо следить за тем, чтобы конец обрабатываемой детали свободно (но не слишком) вошел в отверстие (фиг. 67—1).

При слишком большом хомутике зажимной винт его скользит по цилиндрической поверхности закрепляемой детали и гнется (фиг. 67 — II).

Поводковые патроны. Обыкновенный поводковый патрон показан на фиг. 68. Подвижной болт 1, закрепляемый в прорезе патрона, служит как поводок для прямых хомутиков, показанных на фиг. 66—I и II. При работе с изогнутым хомутиком (фиг. 66—III) хвост его вводится в прорез патрона, так что в этом случае надобности в поводке нет. Но часто бывает, что хвост хомутика оказывается коротким и упирается в дно прореза патрона. В результате получается искрение обрабатываемой детали, чего не может случиться при работе с прямым хомутиком.

При выборе хомутика необходимо следить за тем, чтобы ведущий конец его не выступал над болтом 1 (фиг. 68). Если этот болт поставлен в крайнее положение, а конец хомутика все-таки выступает над болтом, следует заменить хомутик более коротким, так как в противном случае выступающий конец хомутика может зацепиться за одежду рабочего и вызвать несчастный случай.

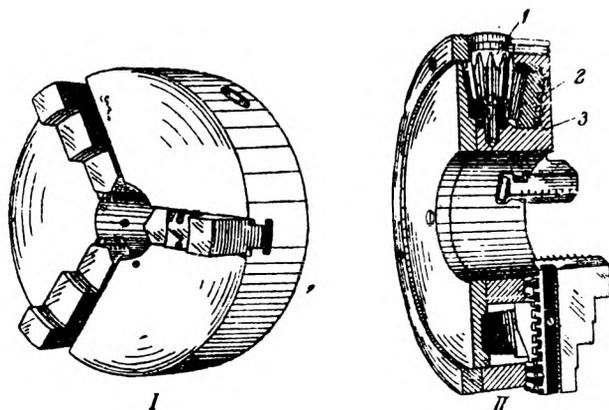
Лучше всего, однако, пользоваться закрытыми поводковыми патронами, один из которых показан на фиг. 69. Здесь цифрой 2 обозначен поводок, отлитый заодно с чашкообразным патроном 1, цифрой 3 — обыкновенный прямой хомутик. Выступающих частей в этом случае нет.

§ 22. Закрепление деталей, обрабатываемых в патронах

Самоцентрирующие патроны. Для быстрого закрепления деталей 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 одним ключом из одного места, так что обрабатываемая деталь центрируется и вместе с тем зажимается. Американские патроны бывают трехкулачковыми (фиг. 70—1) и четырехкулачковыми. Эти патроны имеют по два комплекта кулачков, из которых одни служат для закрепления детали за наружную поверхность, а другие — при закреплении их изнутри.

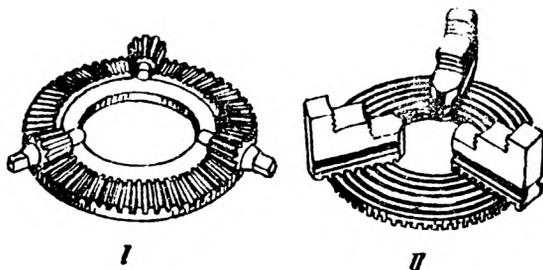
Независимо от числа кулачков, патроны эти устроены одинаково. На фиг. 70 — II показан разрез трехкулачкового патрона. В корпусе 3 патрона заложена стальная коническая шестерня 2 (фиг. 70 и 71), на обратной стороне которой нарезана поперечная резьба в виде спирали. На обратной стороне кулачков, которые ходят в пазах, прорезанных в корпусе патрона, сделана такая же

нарезка, находящаяся в зацеплении со спиралью шестерни 2. Коническая шестерня 2 может вращаться в корпусе патрона, для чего служат маленькие конические шестерни 1 (фиг. 70—II). Таких шестерен обычно столько же, сколько кулачков имеет данный патрон. Вращая любую из этих шестерен торцевым ключом, мы за-



Фиг. 70. Трехкулачковый американский самоцентрирующий патрон

ставим вращаться большую коническую шестерню 2. При этом под действием нарезанной на шестерне спирали все кулачки патрона будут перемещаться по направлению к центру патрона или в обратном направлении, в зависимости от того, в какую сторону

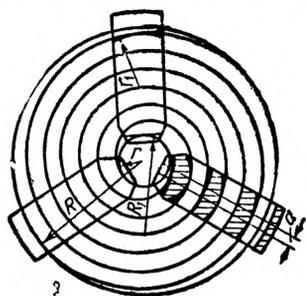


Фиг. 71. Шестерня американского патрона:
I — вид со стороны зубцов; II — вид со стороны спирали

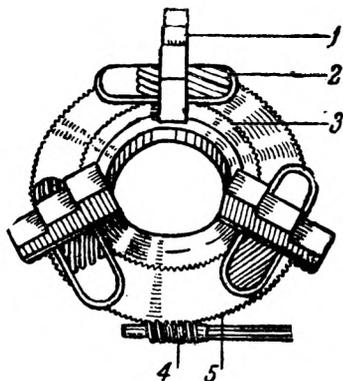
вращается шестерня 2. Перемещение всех кулачков будет происходить с одинаковой скоростью, что обеспечивает центрование детали, закрепляемой в патроне. На фиг. 72 схематически показаны основные детали патрона: тарельчатая коническая шестерня, на которой имеется спираль, управляющая кулачками, и сами кулачки. Из фигуры видно, что радиусы кривизны спирали на разных участках ее различны: на участках, близких к центру (r на фиг. 72), они сравнительно невелики и достигают наибольшей величины R

по мере приближения к наружной стороне спирали. Совершенно очевидно, что для того, чтобы кулачки патрона могли занимать различные положения (ближе к центру патрона и дальше от него), выступы их, которые входят в канавку спирали, должны иметь большой радиус на наружной поверхности и малый — на внутренней. При выполнении такого условия поверхность соприкосновения выступов кулачков со спиралью получается очень небольшой (на длине a , фиг. 72). Давление кулачков на спираль при этом оказывается очень большим, смазка выдавливается, что вызывает быстрый износ и спирали и кулачков. Ускорению износа этих деталей патрона способствует грязь, обычно заполняющая места, показанные на фигурах черными линиями.

В последнее время начинают входить в употребление самоцентрирующие патроны Форкардта, в которых нет спирали. Как видно из фиг. 73, зажимающие части патрона приводятся в действие при помощи червяка 4 и червяч-



Фиг. 72. Схема работы обыкновенного самоцентрирующего патрона



Фиг. 73. Основные детали патрона Форкардта

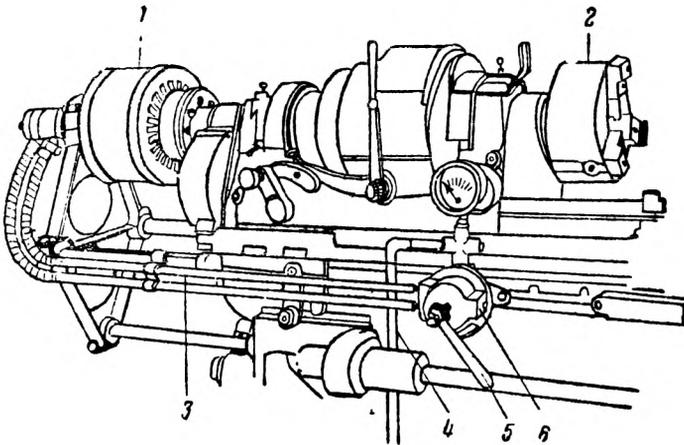
ного колеса 5. С этим колесом соединена намертво цилиндрическая шестерня 3, находящаяся в постоянном зацеплении с тремя зубчатыми рейками 2. На верхней стороне реек нарезаны наклонные прямолинейные зубцы. Зубцы кулачков 1, находящиеся на их обратной стороне, точно совпадают с зубцами реек и также прямолинейны. Ввиду этого поверхности соприкосновения зубцов кулачков и реек получаются довольно большими, что, конечно, увеличивает их долговечность.

Работает этот патрон следующим образом. Поворачивая ключом червяк 4, мы заставляем вращаться червячное колесо 5 и связанную с ним цилиндрическую шестерню 3. Вращение этой шестерни вызывает перемещение зубчатых реек 2, движущихся в точных направляющих корпуса патрона. Движение реек посредством наклонных зубцов передается кулачкам 1, 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 до

отношению к центру патрона и только после этого введя их в зацепление с рейками, мы сможем закреплять обрабатываемые детали эксцентрично; таким же образом кулачки эти могут быть установлены для деталей различных диаметров.

Самоцентрирующими патронами следует пользоваться для закрепления только круглых деталей, а новые патроны этого типа должны служить лишь для обработки точеных предметов. Для большей сохранности патронов и точности установки во многих случаях целесообразна предварительная обработка (в центрах) на небольшой длине той части детали, которой она будет закреплена в самоцентрирующем патроне.

Пневматические патроны. Общий вид пневматического патрона показан на фиг. 74, где цифрой 1 обозначен воздушный цилиндр,



Фиг. 74. Общий вид установки пневматического патрона

посредством которого давление сжатого воздуха передается кулачкам патрона, 2 — пневматический патрон, 3 — две трубки для воздуха, соединяющие кран 6 с воздушным цилиндром, 4 — трубка, по которой сжатый воздух поступает (через кран) в воздушный цилиндр 1, 5 — рукоятка для управления воздушным краном, 6 — воздушный кран.

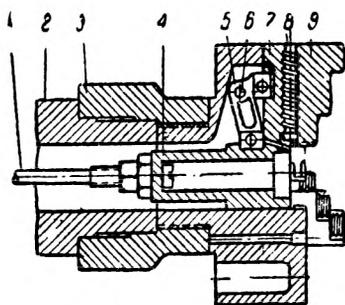
На фиг. 75 показан разрез пневматического патрона, напоминающего по своему внешнему виду обыкновенный самоцентрирующий патрон. Закрепление его на шпинделе 2 производится посредством втулки 3, наворачиваемой на шпиндель. Штанга 1, пропущенная сквозь шпиндель, левым концом соединена с поршнем воздушного цилиндра, навернутом на левом конце шпинделя.

Правый конец штанги 1 связан с гильзой 4, которая может двигаться вправо и влево вдоль оси патрона и шпинделя станка. С гильзой 4 связан изогнутый неравноплечий рычажок 5, вращающийся около пальца 6. Нижний конец большого плеча рычажка 5 входит в цилиндрическую выточку, сделанную в правой части гильзы 4. Поэтому при перемещении гильзы 4 влево конец корот-

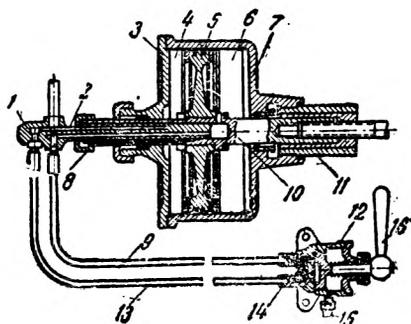
кого плеча рычажка пойдет вниз (к центру патрона) и потянет за собой нижнюю часть кулачка. Для этого с обратной стороны нижней части кулачка сделан вырез, в который входит сухарик, связанный с меньшим плечом рычажка 5. Кулачки этого патрона состоят из двух частей — нижней 7 и верхней 9, взаимное расположение которых устанавливается при помощи винта 8 (накладные кулачки).

При перемещении гильзы 4 вправо кулачки 9 двигаются от центра патрона и таким образом освобождают закрепленную деталь. Движение гильзы 4 происходит при помощи штанги 1, левый конец которой связан, как было сказано выше, с поршнем воздушного цилиндра.

Воздушный цилиндр (фиг. 76) устроен следующим образом. На левый конец шпинделя 11 станка накрут и вращается вместе с ним корпус 7 воздушного цилиндра. Цилиндр закрыт крышкой 3, сквозь которую проходит вал 10. В правый конец этого вала ввер-



Фиг. 75. Разрез пневматического патрона



Фиг. 76. Разрез воздушного цилиндра

нут левый конец штанги 1 (фиг. 75), а в левый входит воздухопровод 1 (фиг. 76), не вращающийся во время работы станка.

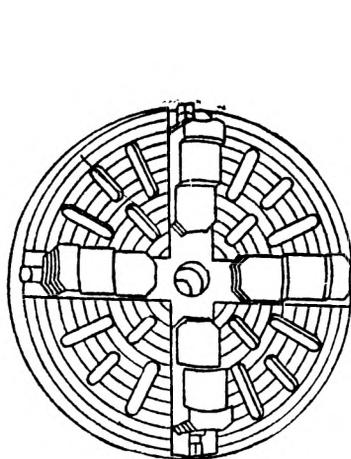
Внутри воздушного цилиндра находится поршень 5, насаженный намертво на вал 10. Внутри воздухопровода сделаны два отверстия 2 и 8. Отверстие 8 выходит в часть 6 цилиндра, которая расположена вправо от поршня, а отверстие 2 — в его левую часть 4. Трубками 13 и 9 отверстия 2 и 8 соединяются с воздушным краном 12. Кран этот устроен таким образом, что при известном положении рукоятки 16 трубка 16 соединяется через кран 12 с трубкой 15, подводящей сжатый воздух (положение это показано на фиг. 76). В этот момент трубка 13 соединена с наружным воздухом, выходящим из нее через отверстие 14 в корпусе крана 12. При таком положении рукоятки 16 сжатый воздух, поступающий из трубки 15, проходит через кран 12, трубку 9 и отверстие 8 в правую часть воздушного цилиндра и заставляет поршень 5 двигаться влево. Движение поршня вызывает перемещение влево связанного с ним вала 10, штанги 1, гильзы 4 (фиг. 75) и, наконец, кулачков патрона. Кулачки приходят в рабочее положение.

Поворотом рукоятки 16 (фиг. 76) соединяют трубку 9 с наружным воздухом, а трубку 13 — с трубкой 15. Вследствие этого сжатый воздух, находящийся в правой части воздушного цилиндра, через отверстие 8, трубку 9 и отверстие 14 будет выходить наружу.

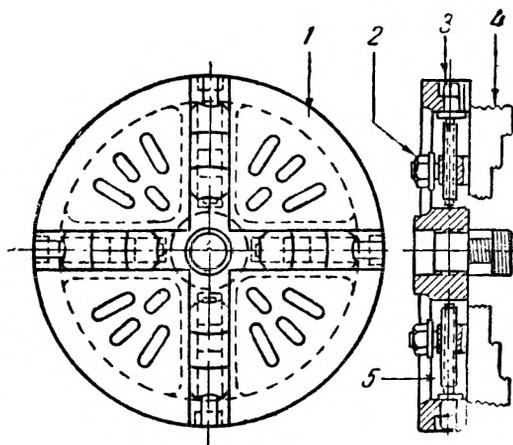
В то же время сжатый воздух по трубке 13 и отверстию 2 поступит в левую часть цилиндра, заставит поршень двигаться вправо и разожмет кулачки патрона.

Достоинство пневматического патрона — быстрота действия и прочность закрепления обрабатываемой детали.

Четырехкулачковый патрон. На фиг. 77 показан общий вид такого патрона, а на фиг. 78 — разрез его. Из этих фигур видно, что основной частью рассматриваемого патрона является диск 1, в средней (утолщенной) части которого нарезано отверстие (по



Фиг. 77. Четырехкулачковый патрон (общий вид)



Фиг. 78. Четырехкулачковый патрон (разрез).

шпинделю станка). В диске имеются четыре паза 5, в которые входят своими хвостами (с сечением в виде прямоугольника) кулачки 4. Кулачки удерживаются в пазах патрона гайками 2, которые должны быть затянуты настолько, чтобы кулачки могли перемещаться по своему пазу без излишней и вредной слабину. Для перемещения кулачков служат винты 3 (с квадратными головками), гладкие части которых расположены в вырезе, сделанном в ободе патрона, а снабженные нарезкой проходят через нарезанные отверстия в прямоугольных хвостах кулачков. Винты осевых перемещений не имеют, потому что одним концом упираются в утолщенную часть патрона, а заплечиком, сделанным вблизи квадратного конца его, — в обод патрона. Поэтому при вращении винта 3 (ключом) кулачок перемещается в желаемом направлении. Квадратные головки винтов находятся в углублениях, сделанных в ободе патрона, и не должны выступать над ним во избежание ушибов, которые могут быть причинены токарю.

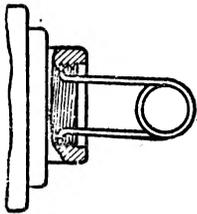
На Фиг. 77 кулачки поставлены для зажима детали снаружи. В случае надобности их можно перевернуть и использовать для закрепления обрабатываемого предмета изнутри.

В четырехкулачковых патронах каждый кулачок перемещается отдельно от остальных, благодаря чему имеется полная возможность закреплять эксцентрично круглые детали и, наоборот, некруглые — центрально.

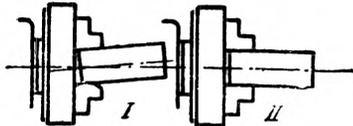
Передняя сторона патрона снабжена концентрическими канавками (вернее, рисками), сделанными на расстоянии 10—15 мм одна от другой. Они облегчают и ускоряют установку кулачков на одинаковом расстоянии от центра патрона.

Существенный недостаток этих патронов — некоторая потеря времени, затрачиваемого на проверку закрепляемой детали, но с этим приходится мириться, тем более, что по мере накопления опыта такая проверка ускоряется.

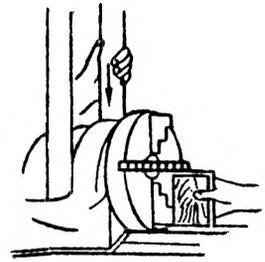
Уход за патронами. Перед наворачиванием патрона на шпиндель станка необходимо прочищать резьбу как на шпинделе, так и



Фиг. 79. Прочистка резьбы в патроне



Фиг. 80. Неисправные (I) и исправные (II) кулачки патрона



Фиг. 81. Свертывание патрона

в патроне. После того как резьба шпинделя хорошо протерта тряпкой, смоченной в керосине, ее следует слегка смазать чистым маслом для облегчения свертывания патрона. Прочистку резьбы в патроне удобно производить при помощи медной проволоки (фиг. 79). При закреплении деталей ни в коем случае не следует прилагать больших усилий для зажима патрона, так как в результате неизбежно или заедание кулачка или поломка шестерни.

Следуя примеру большинства токарей-стахановцев, необходимо постоянно заботиться об исправном состоянии кулачков патрона. Токарь-стахановец тов. Бизи обнаружил, что вследствие изношенности кулачков закрепление детали происходит неправильно (фиг. 80—I) и проверка установки требует дополнительного времени. Тов. Бизи, не ожидая ремонта, прошлифовал кулачки своего патрона. Патрон, приведенный в исправное состояние (фиг. 80—II), стал закреплять детали правильно, и время, необходимое на закрепление, значительно сократилось.

Свертывание патрона следует производить легкими ударами одним из кулачков, поставленным возможно ближе к ободу патрона, о деревяшку, опирающуюся на станину станка (фиг. 81)

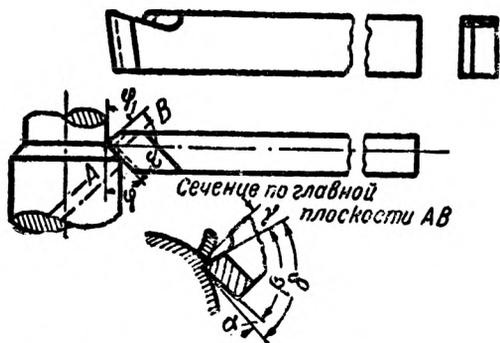
Необходимо быть особенно осторожным в тот момент, когда свертывание патрона будет подходить к концу, чтобы избежать ранения рук или повреждения направляющих станины станка. Для предупреждения последних от забоин под свертываемый патрон на станину необходимо подкладывать деревянную доску.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

РЕЖУЩИЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОБТОЧКЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 23. Режущие инструменты для обточки наружных цилиндрических поверхностей

Обдирочные резцы. Резцы для грубой обточки наружных цилиндрических поверхностей, часто называемые обдирочными, должны снимать с обрабатываемой детали с возможно большей легкостью крупную стружку, причем не требуется получения чистоты и гладкости поверхности детали, а также соблюдения точных размеров ее.



Фиг. 82. "Прямой" обдирочный резец

На Фиг. 82 показана наиболее правильная форма обдирочного резца. При обработке мягких и вязких материалов, не имеющих корки, режущее лезвие такого резца необходимо делать более длинным. Стружка при этом получится широкая и тонкая, давление ее

распределится на большую длину лезвия, и резец будет меньше нагреваться, чем при узкой и толстой стружке.

С этой целью главный угол в плане у резца, предназначенного для обработки мягких материалов, делается в среднем равным 45° . Наоборот, при обработке твердых материалов (в особенности с твердой коркой) главный угол в плане берется больше 45° , иногда близким к 90° . Благодаря этому длина рабочего и, следовательно, затупляющегося участка режущей кромки окажется сравнительно небольшой, и заточка затупившегося резца будет происходить быстрее.

Не меньшее значение при выборе главного угла в плане имеет форма обрабатываемой детали. Дело в том, что с уменьшением этого угла увеличивается давление резца на деталь, вследствие чего она начинает гнуться. Поэтому для обточки длинных и тон-

ких деталей главный угол в плане приходится брать больше среднего. В некоторых случаях угол этот делают равным 90° .

Для большей устойчивости резца вершину его следует закруглять, чтобы резец лучше отводил теплоту и не так сильно нагревался, как при острой вершине. Кроме того, закругление вершины резца дает более гладкую поверхность обрабатываемой детали.

Необходимо отметить, однако, что при больших радиусах закругления вершины резца наблюдается дрожание изделия. Правая часть резца, находящаяся сзади вершины его, должна быть возможно большей. Это сосредоточит около режущего лезвия больше металла, что способствует лучшему отводу теплоты, образующейся при резании, и, следовательно, увеличивает стойкость резца. Ширину нерабочей части резца (участок вспомогательной режущей кромки) надо делать не меньше одной третьей части всей его ширины. Передняя грань резца делается иногда плоской для обработки чугуна и всегда вогнутой формы для обработки стали. Такая поверхность уменьшает трение стружки о переднюю грань резца, вследствие чего он меньше нагревается.

Многие токари-стахановцы с большим успехом применяют резцы с вогнутой передней гранью и при обработке чугунных деталей.

Резцы рассмотренной формы должны найти широкое применение в наших мастерских уже по одному тому, что изготовлять их можно не ковкой, а механической обработкой (строганием или фрезерованием); это гораздо дешевле и целесообразнее, так как порча резцов в громадном большинстве случаев происходит во время их кузнечной обработки.

Кроме рассмотренных прямых резцов, при обдирочных работах пользуются отогнутыми резцами (фиг. 83). В этом случае передняя грань делается плоской и вогнутой.

Отгибание головки таких резцов производится кузнечным способом, что в сравнении с прямыми резцами является недостатком, так как во времяковки резцов часто понижаются режущие свойства стали.

Достоинство этих резцов и главная причина их широкого распространения заключается в том, что они пригодны для работы как при продольной, так и при поперечной подачах.

На фиг. 84—I показан вид сверху такого резца, работающего при продольной подаче. Тот же резец и в том же положении (без перестановки) может работать и при поперечной подаче (фиг. 84—II).

По направлению подачи, при которой работают рассмотренные резцы (так же, как и токарные резцы других типов), они разделяются на правые и левые. Правыми резцами называются такие, у которых при наложении сверху ладони правой руки так, чтобы пальцы были направлены к их вершине, главная режущая кромка оказывается расположенной со стороны большого пальца (фиг. 85—I). На токарных станках эти резцы работают при подаче справа налево, т. е. от задней бабки к передней. Левыми резцами называются такие, в которых при указанном выше наложении ле-

вой руки главная режущая кромка расположена также со стороны большого пальца (фиг. 85—1).

Материал для обдирочных резцов. Обдирочные резцы используются при тяжелых условиях резания (т. е. больших сечениях стружки и часто при высоких скоростях резания). Вследствие этого во время обдирочной работы теплота резания образуется в большом количестве, резец сильно нагревается, размячается и быстро затупляется. Таким образом, основное требование, которое следует предъявлять к материалу для обдирочных резцов, — это способность сохранять твердость при высоких температурах нагрева. Этому условию удовлетворяют быстрорежущая сталь и в еще большей мере твердые сплавы.

Выбор главных углов резцов. В главе 23-й мы подробно рассмотрим вопрос о том, какими соображениями приходится руководствоваться при выборе углов резцов в зависимости от материала обрабатываемой детали и других условий работы. Здесь же приведем только краткую таблицу главных углов обдирочных резцов.

Таблица 2

Главные углы обдирочных резцов

Обрабатываемый материал	Резец из быстрорежущей стали			Победитовый резец			
	угол резания δ°	задний угол α°	передний угол γ°	угол резания δ°	задний угол α°	передний угол γ°	
Сталь {	мягкая $\sigma_b = 30-50 \text{ кг/мм}^2$.	70	8	20	67	5	23
	средняя $\sigma_b = 50-70$ " .	75	8	15	73	5	17
	твердая $\sigma_b = 70-80$ " .	80	8	10	83	5	7
Чугун {	$H_B = 150 \text{ кг/мм}^2$	70	8	20	80	5	10
	$H_B = 150-180 \text{ кг/мм}^2$.	78	8	12	85	4	5
	$H_B = 180-220$ " .	88	8	2	87	5	3
Бронза и латунь {	мягкие .	63	8	27	60	8	30
	твердые .	90	8	0	88	3	2

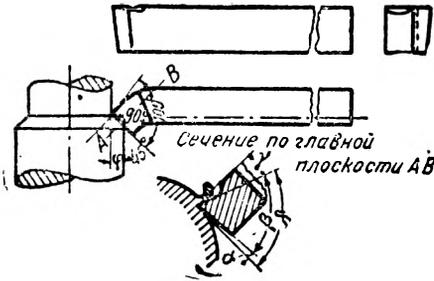
Чистовые резцы служат для окончательной отделки обрабатываемых деталей, поэтому они должны давать чистую, ровную поверхность. В соответствии с этими требованиями и выбирается их форма.

На фиг. 86 показан чистовой резец, часто встречающийся в наших мастерских. Он употребляется при чистовых работах с мелкой подачей (главным образом по стали). Кроме того, эти резцы используются и как обдирочные. Узким и длинным концом их удобно обтачивать разные закругления и труднодоступные места сложных по форме деталей. Резцы эти работают в обе сто-

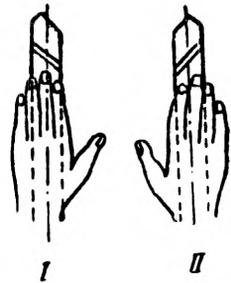
роны, т. е. как правые и как левые. Для того чтобы на обрабатываемой поверхности не оставалось глубоких следов (штрихов) от резца, радиус закругления вершины его следует делать возможно большим.

При чистовой отделке труднодоступных мест следует пользоваться отогнутыми резцами (фиг. 87). Такие резцы бывают правые и левые.

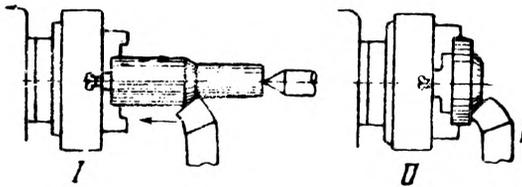
Чистовые резцы с широкой режущей кромкой (фиг. 88) находят большое применение при обработке стали, но еще чаще упо-



Фиг. 83. Отогнутый обдирочный резец



Фиг. 85. Левый и правый резцы



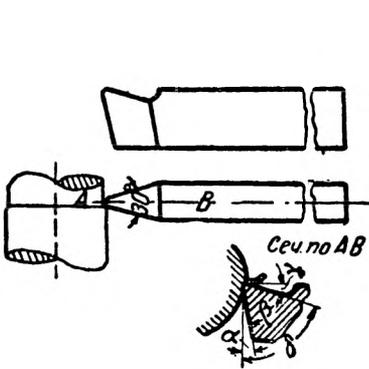
Фиг. 84. Использование отогнутого обдирочного резца при продольной (I) и поперечной (II) подачах

требляются для чугунных отливок. Длина режущего лезвия должна быть больше подачи по крайней мере на $\frac{1}{3}$ ее, что уменьшает следы резца на обработанной поверхности.

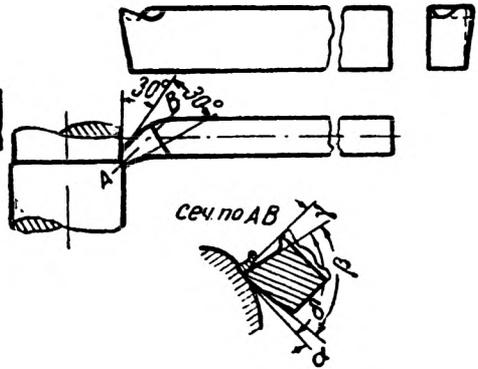
Пружинные резцы. Очень часто для чистовой отделки деталей пользуются пружинными резцами (фиг. 89). Широкая режущая кромка резца, встретив твердое место в материале, отклонится от обрабатываемой детали. Успех работы пружинными резцами зависит от того, насколько хорошо пружинит резец. Если он пружинит слишком сильно, в щель 1 закладывается деревянная прокладка. Иногда вместо щели 1 при обработке особо твердых и вязких материалов в щель 1 защемляется кусочек кожи, которая так же, как и дерево, увеличивает упругость резца, но в то же время не уменьшает его гибкости.

Материал для чистовых резцов. Чистовые резцы работают при небольших сечениях стружки. Скорости резания обычно применяются большие, чем при обдирочных работах. Вследствие этого такие резцы должны обладать высокой стойкостью. В этом слу-

чае имеет большое значение способность материала резца сопротивляться износу от механического истирания. В самом деле, если резец, установленный для получения точного диаметра длинного вала, к концу обточки вала износится, то диаметр вала на этом участке получится больше требуемого. Для предотвращения этого резец должен быть твердым, хорошо сопротивляющимся износу



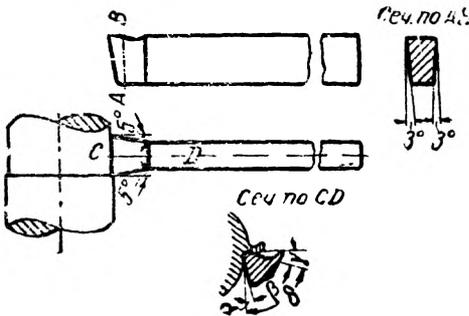
Фиг. 86. Чистовой резец для мелкой подачи



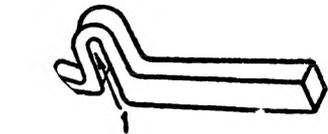
Фиг. 87. Отогнутый чистовой резец

от истирания. Всем этим требованиям (стойкость, твердость, хорошая сопротивляемость износу) удовлетворяют резцы из твердых сплавов.

С другой стороны, обрабатываемая поверхность должна быть чистой, что достигается только при постоянно остром резце с ровным, без зазубрин лезвием. Для того чтобы резец долго сохранял эти качества, полученные при заточке, материал его



Фиг. 88. Чистовой резец с широкой режущей кромкой



Фиг. 89. Пружинный резец

должен быть достаточно вязким. Поэтому чистовые резцы следует изготовлять из углеродистых и быстрорежущих сталей.

Таким образом, установить общее правило выбора материала для чистовых резцов затруднительно.

Износ резца при обточке чугунных деталей получается большим, чем при обточке стали; выкрашивание же лезвия резца, наоборот, происходит быстрее при обточке стальных деталей.

Углы чистовых резцов можно брать по табл. 2. Чем чище должна быть обрабатываемая поверхность, тем меньшим следует брать передний угол резца (т. е. тем большим должен быть угол резания). При меньшем переднем угле резца заедание его, а также дрожание детали уменьшаются, поэтому обрабатываемая поверхность получается более чистой.

§ 24. Инструменты для измерений при обточке наружных цилиндрических поверхностей

Измерительные инструменты, применяемые при обдирочных работах. При грубой обдирке наружных поверхностей точность получаемых размеров обрабатываемых деталей особого значения не имеет, поэтому они измеряются неточными инструментами — складными метрами, стальными линейками и кронциркулями.

Складные метры бывают деревянные и стальные. Те и другие состоят из отдельных звеньев, соединенных шарнирами. На обеих сторонах нанесены деления: на одной — миллиметры, на другой — дюймы. Самое мелкое деление на одной стороне — 1 мм, на другой — обычно $\frac{1}{16}$ ".



Фиг. 90. Стальной складной метр

Деревянные складные метры употребляются для самых грубых измерений. Такими метрами можно пользоваться при выборе куска материала, необходимого для изготовления той или иной детали, при установке задней бабки по длине обрабатываемого предмета и т. д.



Фиг. 91. Стальная линейка с делениями

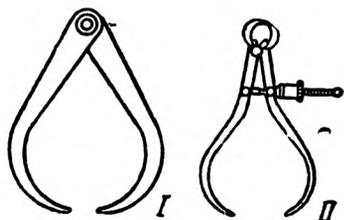
Складные стальные метры (фиг. 90) имеют более точные деления. Они меньше разбалтываются в шарнирах, чем деревянные. Деления их наносятся травлением, поэтому они изнашиваются не так быстро, как на деревянных метрах, на которых деления нанесены краской. Несмотря на некоторые достоинства стальных складных метров по сравнению с деревянными, следует избегать пользоваться ими, и применять их можно только для самых грубых измерений.

Лучший инструмент для грубых измерений — это стальные линейки с делениями (фиг. 91). Общеупотребительные линейки имеют и миллиметровые и дюймовые деления, нанесенные в большинстве случаев на одной и той же стороне. Самое маленькое деление миллиметровой шкалы — 0,5 мм, дюймовой — $\frac{1}{32}$ ". Длина таких линеек чаще всего 150 мм (6") и 300 мм (12").

Кронцикуль (фиг. 92—1) является простейшим инструментом для измерения наружных диаметров обрабатываемых деталей.

Ножки кронциркуля соединены осью; движение их происходит плавно и легко, но достаточно туго, чтобы сохранять приданное им положение.

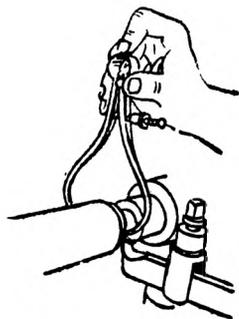
Промёр кронциркулем обрабатываемого вала показан на фиг. 93. Кронциркуль должен находиться в плоскости, перпендикулярной к оси вала, иначе снятый размер будет больше действительного диаметра вала. При измерении вала кронциркулем установленный раствор ножек его можно считать соответствующим диаметру вала, если кронциркуль проходит через измеряемую деталь с легким касанием и во всяком случае без сильного нажима.



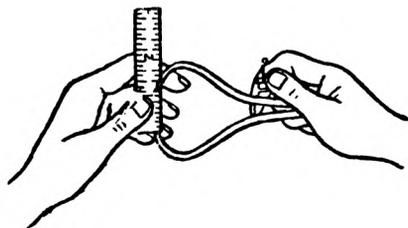
Фиг. 92. Простой (I) и пружинный (II) кронциркули

При определении величины раствора ножек кронциркуля (т. е. измеряемого диаметра), а также при установке его на какой-либо размер по линейке с делениями кронциркуль следует держать

так, как это изображено на фиг. 94; ножка кронциркуля поддерживается при этом пальцем. Если раствор кронциркуля меньше требуемого, то ударяют одной из ножек о какой-либо твердый предмет (например, рукоятку станка, обрабатываемую деталь и т. д.). Сила удара находится в зависимости от того, насколько



Фиг. 93. Измерение кронциркулем



Фиг. 94. Отсчет показания кронциркуля по линейке.

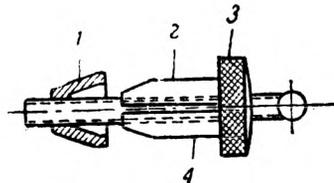
надо увеличить раствор ножек кронциркуля. Иногда для увеличения этого раствора ударяют о твердый предмет шарниром кронциркуля, отчего ножки расходятся. Как в том, так и в другом случае сильные удары портят кронциркуль. Для сближения ножек ударяют наружной стороной одной из них о деталь, линейку и т. д.

Регулировка раствора кронциркуля описанным способом не может, конечно, считаться удобной и быстрой. Кроме того, установленный на требуемый размер инструмент легко нарушается при неосторожном ударе.

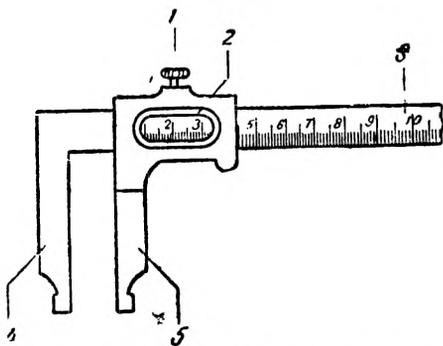
Этих недостатков не имеет кронциркуль, изображенный на фиг. 92—II. Ножки его под действием сильной пружины всегда

стремятся разойтись и удерживаются в рабочем положении стяжным винтом с гайкой. Чтобы облегчить регулировку раствора ножек таких инструментов, резьба стяжного винта сделана очень мелкой. Но при такой резьбе гайка, вращаясь, перемещается вдоль винта очень медленно, поэтому перестановка инструмента с одного размера на другой, значительно отличающегося от первого, потребовала бы много времени, если бы гайка не имела особого устройства.

Гайка эта состоит из двух частей 2 и 4 (фиг. 95), соединенных между собой накатанной головкой 3. Между ножкой инструмента и гайкой надета на стяжной винт втулка 1, которая своим левым концом входит в ножку инструмента, а правым обхватывает половинки гайки 2 и 4. Под действием пружины, соединяющей ножки кронциркуля, втулка 1 прижимает половинки гайки 2 и 4 к стяжному винту. При таком положении гайка представляет собой одно целое; вращая ее в ту или другую сторону, мы будем незначительно изменять раствор инструмента. Но когда потребуется значительно увеличить или уменьшить раствор кронциркуля, следует сжать ножки его рукой, вследствие чего давление втулки на гайку прекратится, и половинки гайки разойдутся. Это даст возможность перемещать



Фиг. 95. Деталь пружинного кронциркуля



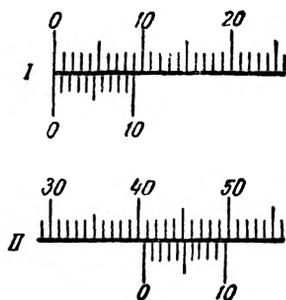
Фиг. 96. Обыкновенный штангенциркуль

ее, не вращая, вдоль винта. Установив таким образом кронциркуль приблизительно, более точную установку его получаем вращением накатанной гайки.

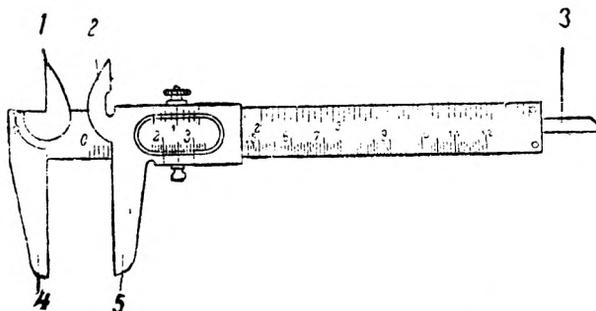
Измерительные инструменты, применяемые при чистой обточке. Если чистовая обточка производится только для того, чтобы улучшить качество обработанной поверхности, а размеры детали не имеют большого значения, то измерения таких деталей можно производить теми грубыми инструментами, которые применяются при обдирочных работах (линейки с делениями, кронциркули и т. д.). При повышенных требованиях к точности размеров обрабатываемых деталей их следует измерять более точными инструментами, например штангенциркулями.

Обыкновенный штангенциркуль (фиг. 96) состоит из штанги 3, неподвижной губки 4 и подвижной губки 5. Последняя своей верхней частью охватывает штангу 3, может перемещаться по ней и закрепляться в выбранном положении винтом 1. В верхней части губки 5 сделан прорез 2 со скошенными краями. На штанге нанесены деления (миллиметры), которые видны через прорез 2.

На нижней скошенной кромке этого прореза также нанесена шкала, которая называется нониусом. Первый штрих нониуса называется нулем его, или нулевым штрихом. Деления на штанге и нониусе нанесены так, что когда губки штангенциркуля сдвинуты совершенно плотно, нулевой штрих нониуса точно совпадает с нулевым штрихом штанги (фиг. 97—I). Поэтому измерение длин, имеющих целое число миллиметров, делается по нулю нониуса.

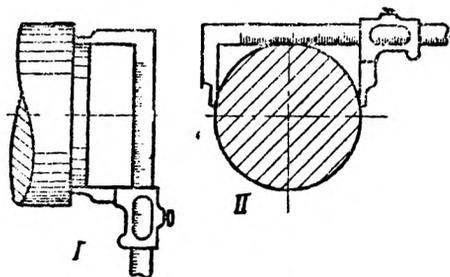


Фиг. 97. Отсчеты на обыкновенном штангенциркуле

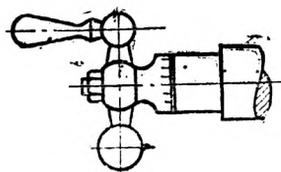


Фиг. 98. Штангенциркуль „Колумбус“.

Так, например, если при измерении какой-либо детали нулевой штрих нониуса точно совпал с 28-м штрихом штанги, то это значит, что размер этой детали (длина или диаметр) равен 28 мм; если нулевой штрих нониуса совпадает с 75-м штрихом штанги, — то это показывает, что измеренная длина равна 75 мм, и т. д. Когда же нулевой штрих нониуса не совпадает с каким-либо штрихом штанги, то для определения размера, показываемого



Фиг. 99. Положения штангенциркуля при измерении больших диаметров



Фиг. 100. Лимб винта суперта токарного станка

штангенциркулем, поступают таким образом. Смотрят, какой штрих штанги уже прошел нулевой штрих нониуса. На фиг. 97—II — это 40-й штрих. Затем замечают, какой штрих нониуса лучше остальных совпадает с каким-либо штрихом штанги. На фиг. 97—II — это 6-е деление. Следовательно, штангенциркуль установлен на размер 40,6 мм.

На фиг. 98 изображен штангенциркуль, который часто называют «Колумбусом». Длинные губки 4 и 5 служат для измерения длины обрабатываемых деталей или наружных диаметров.

Область применения штангенциркуля ограничивается сравнительно небольшой длиной его губок. Для измерения диаметра за плечика с небольшой длиной штангенциркуль можно располагать так, как показано на фиг. 99—*I*. Величина наибольшего диаметра, который можно измерить штангенциркулем в этом случае, зависит только от длины его штанги; она может быть очень велика (до 1000 мм). Если же требуется измерить диаметр вала в середине его длины, то губкам штангенциркуля придают положение, показанное на фиг. 99—*II*, вследствие чего измеряется не диаметр детали, а хорда поперечного сечения. Увеличивать длину губок слишком много нельзя, так как они получаются непрочными, а измерения, производимые штангенциркулем с такими губками, неточными.

Сокращение количества обмеров во время обработки возможно путем использования кольца с делениями, или лимба (фиг. 100), имеющегося на винтах супорта почти всех современных станков. Для определения цены одного деления достаточно шаг соответствующего винта, выраженный в миллиметрах, разделить на число делений. Так, если шаг винта поперечной подачи станка 5 мм, а число делений лимба 50, то цена одного деления $5 : 50 = 0,1$ мм. При повороте винта на одно деление лимба супорт переместится на 0,1 мм.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ОБТОЧКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 25. Основные приемы центровых и патронных работ

Обработка в центрах. Зацентрированная деталь ставится на станок следующим образом. На один конец ее надевается и закрепляется подходящего размера хомутик. Если хомутик надевается на обработанный конец, то под прижимной болт следует положить подкладку (кусочек меди). Иногда в таких случаях конец детали, зажимаемый в хомутик, обертывается медной полоской. После этого центровое углубление противоположного конца детали заполняется смазкой. Затем деталь ставится на передний центр, и лишь после этого подводится до своего места задний центр. Зажимать центры следует не слабо, но и не туго. При слабо поджатом центре деталь будет дрожать. Если центр зажать слишком туго, то вся смазка будет выдавлена, и центр, как говорят, заест. Задний центр считается поджатым правильно, если деталь без усилия можно повернуть на центрах, насколько это позволяет хомутик.

Во время обточки деталь нагревается и, удлиняясь вследствие этого, с большей силой нажимает на центры. От этого давления в конце концов или заест задний центр или изогнется деталь. Чтобы предупредить это, следует от времени до времени проверять нажим центра задней бабки, в особенности при обработке длинных деталей.

Если в центрах обрабатывается несколько одинаковых изделий, то следует иметь два одинаковых хомутика. Вот что о таком способе работы (при накатке валов электромоторов) пишет токарь-станхановец тов. Денисов:

«Раньше я работал с одним хомутиком. Закончив накатку одного вала, я вынимал его из центров, снимал с него хомутик и надевал на следующий вал. Следовательно, станок стоял не только в то время, когда я снимал один вал и устанавливал следующий, но и тогда, когда я снимал хомутик с накатанного вала и надевал его на следующий. Теперь я работаю с двумя хомутиками. Пока на станке накатывается вал с одним хомутиком, снимаю другой хомутик с накатанного вала и надеваю его на следующий. Станок у меня простаивает лишь столько времени, сколько необходимо для того, чтобы снять вал и закрепить на его место новый. При каждой смене вала это дает 20—30 секунд экономии, или до полутора часов в день, если считать даже мою прежнюю выработку — 200 валов в смену».

Непрерывное условие работы в центрах — это хорошая смазка заднего центра. Смазка необходима для того, чтобы предохранить и сам центр и центровое углубление обрабатываемой детали от царапин и заедания. Недостаточно смазать центр только перед установкой детали на станок. От времени до времени следует, остановив станок, отвести немного шпиндель задней бабки и добавить смазки. Смазывание центра, не выведенного из центрального углубления, в большинстве случаев не достигает цели.

Смазка для центров обычно готовится самим токарем. Приводим несколько рецептов смазки:

1. К тавоту прибавляют немного толченого мела, чтобы получилась не слишком густая смесь.

2. К тавоту прибавляют мелко истолченной горючей серы. Масса получается густая, поэтому полезно разбавить ее керосином.

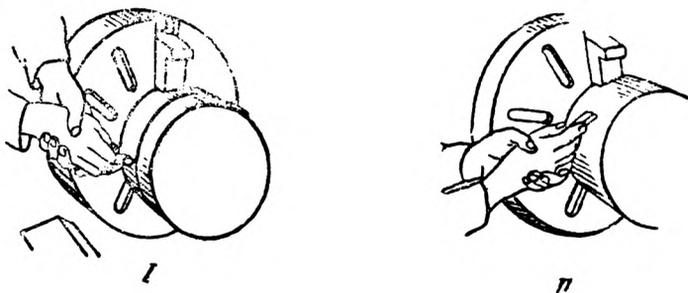
3. Одна часть графита смешивается с четырьмя частями сала. Графит должен быть чистым. Графит, который употребляется в литейных, часто содержит песок и поэтому не годен для приготовления смазки.

Обработка в четырехкулачковом патроне. Обработке детали, закрепленной в четырехкулачковом патроне, предшествует проверка правильности установки ее.

Самый простой, но и самый неточный способ проверки такой установки — по мелу. Грубо установив деталь в патроне, токарь пускает станок в ход и осторожно подводит кусок мела, зажатый в руке, к вращающейся детали. Мел обычно берут в правую руку и поддерживают ее для большей устойчивости левой. Ни в каком случае не следует держать руки так, как показано на фиг. 101-II, потому что при слишком сильном нажатии мелом на поверхность детали его может, как говорят, «подхватить», и тогда поломка рук почти неизбежна. Если же руки расположены относительно детали так, как изображено на фиг. 101-I, то никакой опасности не грозит.

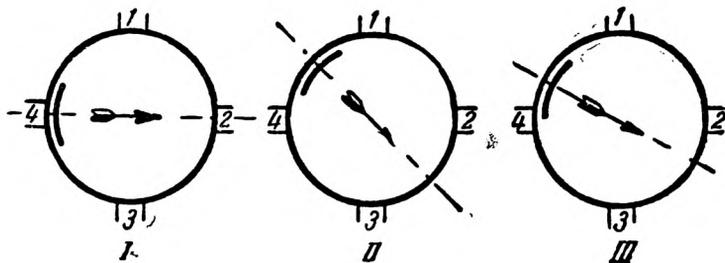
Мел, коснувшись детали, отметит ту часть поверхности, которая наиболее удалена от оси вращения, и поэтому деталь надо

сместить в сторону, противоположную меловой отметке. Для этого останавливают станок, освобождают одни кулачки и поджимают другие. Обрабатываемая деталь смещается в сторону ослабленных кулачков. После этого пускают станок в ход, снова посредством мела определяют, как говорят, «высокое» место и т. д. до тех пор, пока мел не будет касаться детали со всех сторон равномерно.



Фиг. 101. Проверка установки детали по мелу

На фиг. 102 показаны три характерных случая расположения меловой риски на боковой поверхности проверяемой детали. На чертеже цифрами 1, 2, 3 и 4 условно обозначены кулачки патрона. Окружности, показанные на фиг. 102, изображают обрабатываемую деталь; короткие толстые линии показывают меловые риски, а стрелки — направление, в котором должна быть смещена деталь.



Фиг. 102. Направление смещения обрабатываемой детали при проверке по мелу

В случае I риска расположена симметрично относительно кулачка 4; необходимо слегка освободить (равномерно) кулачки 1 и 3, несколько больше ослабить кулачок 2, поджать кулачок 4 и снова закрепить кулачки 1 и 3.

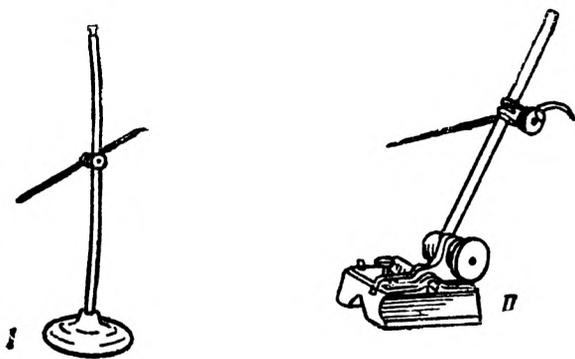
Если меловые риски расположены как раз по середине между двумя кулачками, например 4 и 1 (случай II), то для правильной установки детали необходимо одинаково ослабить кулачки 2 и 3 и поджать кулачки 4 и 1.

Когда риска располагается так, как показано на фиг. 102—III, следует немного освободить кулачок 3, несколько больше кулачок 2 и после этого закрепить кулачки 1 и 4.

Более точная проверка установки детали в четырехкулачковом патроне производится посредством рейсмуса. Простейший рейсмус показан на фиг. 103-I. Устройство его настолько просто, что не нуждается в объяснении. Более совершенный рейсмус изображен на фиг. 103-II. Он допускает более точную установку иглы при помощи микрометрического винта.

Рейсмус совершенно необходим при установке деталей, обрабатываемых по разметке. Но часто пользуются рейсмусом и для проверки правильности установки уже обработанных деталей или, наконец, правильности самих деталей.

Существуют два способа проверки установки обточенных деталей при помощи рейсмуса. Первый способ состоит в том, что прижимают иглу рейсмуса к поверхности проверяемой детали, затем пускают станок в ход (не слишком быстро) и слушают, насколько равномерно «берет» рейсмус. Только при правильно уста-



Фиг. 103. Рейсмусы

новленной детали шум, получающийся от трения иглы рейсмуса о деталь, будет равномерным. В противном случае он будет прерывистым.

Второй способ заключается в том, что иглу рейсмуса не доводят до детали на 0,2—0,5 мм, затем вращают деталь и смотрят на свет, как изменяется расстояние между иглой рейсмуса и деталью. Еще лучше смотреть не на свет, а ставить сзади иглы белую бумагу. В этом случае изменения просвета, т. е. неправильности установки детали или неправильности самой детали, будут заметны очень отчетливо.

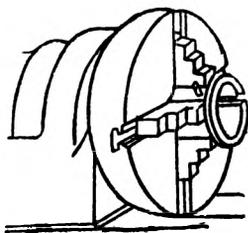
По окончании проверки установки детали следует равномерно подтянуть все кулачки патрона.

Закрепление деталей, обрабатываемых в патроне за две установки. При обработке партии деталей, если обточка их производится с перевортыванием (деталь зажимается в патрон, обрабатывается первая половина ее затем она перевортывается и закрепляется обработанная часть, иногда очень полезно применение разрезной втулки (фиг. 104). Втулка эта, ободранная начерно, разрезается, зажимается в кулачки патрона и, уже поставленная

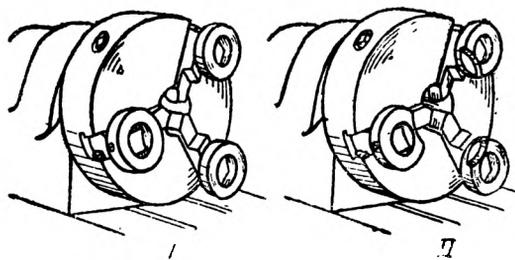
на свое место, растачивается по диаметру обрабатываемого предмета. Во время расточки в место разреза кладут медную прокладку, которая после расточки вынимается.

Положение втулки относительно кулачков должно быть постоянным, поэтому на ней и на каком-либо кулаке надо нанести 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. Описанные втулки следует изготовлять из чугуна.

При больших размерах изделия разрезная втулка обычно плохо пружинит, поэтому в таких случаях надо применять другой способ, например следующий. На кулачки патрона надеваются и закрепляются винтами чугунные кольца (фиг. 105—I). Головки винтов не должны выступать над поверхностью колец. Установив кулачки в положение, близкое к требуемому для закрепления данного из-



Фиг. 104. Разрезная втулка



Фиг. 105. Кольца для точной установки изделия за обработанную поверхность

делия, делают в кольцах выточку (фиг. 105—II) по диаметру обрабатываемого изделия.

Закрепление деталей, обрабатываемых в патроне, с поддержкой задним центром. В этом случае в одном из концов детали делается центровое углубление, ось которого после закрепления детали в патроне должна точно совпадать с линией центров станка. Для этого лучше всего засверливание центрального углубления в детали производить на месте. Если в обрабатываемой детали центровое углубление не размечено, то закрепляют конец детали в патроне и проверяют правильность установки ее обычным способом. Такую проверку следует производить у обоих концов детали, закрепленной в четырехкулачковом патроне и только у свешивающегося конца — при закреплении в американском патроне. Затем пускают станок в ход, к торцу вращающейся детали подводят центровое сверло, закрепленное в шпинделе задней бабки, и производят зацентровку.

Если, наконец, в конце детали центровое углубление засверлено, то, закрепив левый конец ее в патроне, проверяют правильность установки так же, как это было указано при разборе способа установки неразмеченной детали. Затем осторожно вводят центр задней бабки в центровое углубление, наблюдая, не происхо-

дит ли при этом смещение правого конца детали. Если смещения не обнаруживается, вводят центр доотказа, поворачивают деталь на 90° и осторожно выводят его, снова наблюдая за положением детали. После нескольких таких проверок можно считать, что деталь установлена правильно, если при выводе или вводе центра в центровое углубление она остается в покое. В противном случае соответствующим образом меняют установку ее (перемещением кулачков патрона при коротких деталях и ударами молотка по правому концу детали, если длина ее достаточно велика).

Если обрабатываемая деталь размечена так, что на торце ее, обращенном к задней бабке, центр намечен кернером, то поступают так: задним центром, вершина которого введена в керновое углубление, прижимают деталь к передней плоскости патрона (четыре-кулачкового) и осторожно зажимают кулачки его, стремясь не сбить деталь с положения, установленного задним центром. После закрепления кулачков следует отвести задний центр в сторону, а затем снова осторожно ввести его в керновое углубление, наблюдая за тем, насколько точно попадает вершина центра в это углубление. Если окажется, что при закреплении деталь не смещена, следует заменить центр центровочным сверлом и зацентрировать деталь обычным способом.

§ 26. Особенности обдирочных работ

Установка резцов при обдирочных работах. Высокая производительность обдирочного резца в значительной степени зависит от его положения (по высоте) относительно центральной линии станка.

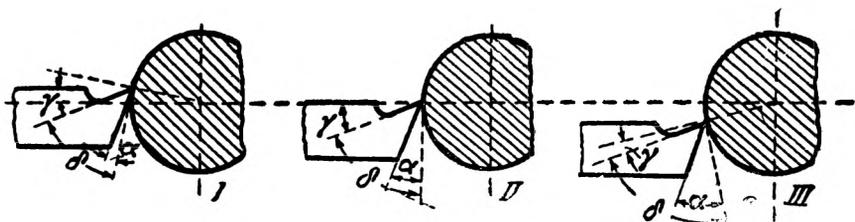
На фиг. 106—II резец установлен таким образом, что вершина его находится на высоте центров станка. Задним углом его в этом случае является α , передним — γ и углом резания δ .

При установке того же резца выше центра (фиг. 106—I) передний угол γ увеличивается, а угол резания δ уменьшается. Это, как мы говорили выше, облегчает условия резания, потому что стружке не приходится так сильно выгибаться, как при меньшем переднем угле и, следовательно, большем угле резания. Одновременно с этим уменьшается задний угол (фиг. 106—I), что допустимо только до определенных пределов во избежание сильного трения задней грани об обработанную поверхность. Если этот же резец установить ниже центра станка (фиг. 106—III), то, наоборот, передний угол γ уменьшается, а угол резания δ увеличивается. В результате условия резания значительно ухудшаются по сравнению с первыми двумя случаями, т. е. при резце, установленном выше центра (фиг. 106—I) и по центру (фиг. 106—II) станка. Некоторое увеличение заднего угла α , получающееся при установке резца ниже центра (фиг. 106—III), не улучшает процесса отделения стружки.

Во всех рассмотренных случаях мы устанавливали один и тот же резец различно по отношению к центральной линии станка. Угол заострения резца, конечно, также не изменялся, так что прочность резца и способность отводить теплоту резания оставались постоянными. Таким образом, мы можем сказать, что при грубой обточке

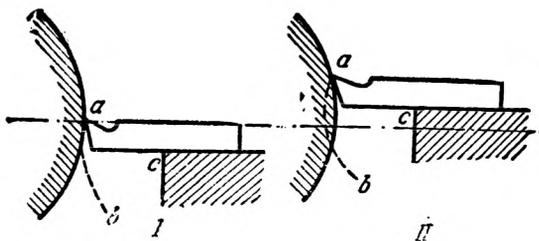
наружных поверхностей, когда наиболее легкое отделение стружки важнее всего, резец следует устанавливать или на высоте центральной линии станка или выше ее, но не ниже.

В виде исключения из этого общего правила резец иногда устанавливают ниже центра, если обрабатываемый материал очень тверд. В этом случае давление стружки на резец получается очень большим, и резец отгибается вниз. Вершина резца (точка *a*) описывает при этом дугу *ab* (фиг. 107—*I*). Вследствие этого при установке резца выше центра (фиг. 107—*II*) резец затягивается в материал



Фиг. 106. Изменение углов резца в зависимости от его установки относительно центральной линии станка

детали, что иногда сопровождается выкрашиванием режущей кромки, а подчас и поломкой его. При установке резца по центру (фиг. 107—*I*), а в особенности ниже центра и при перегрузке его давлением снимаемой стружки резец отходит от детали и уже не может сломаться. Такое отгибание тем больше и опаснее, чем больше длина свешивающейся части резца.



Фиг. 107. Втягивание резца в материал изделия при установке его выше центра



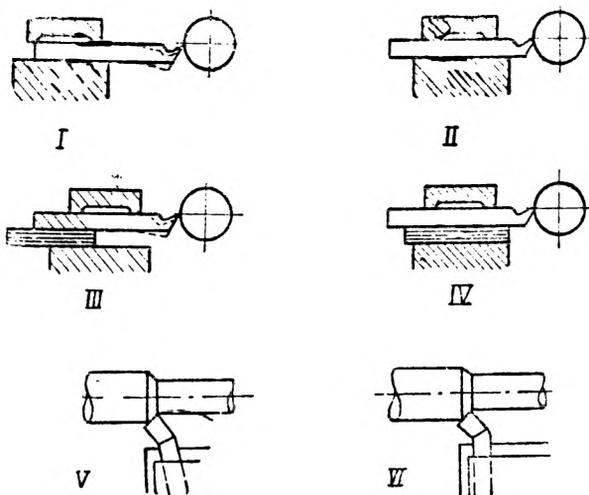
Фиг. 108. Установка резца по центру

Позднее мы увидим, что в зависимости от вида работы (наружная обточка или расточка отверстия), а также от характера ее (грубая или точная) резец устанавливается или ниже или выше центра, согласно правилам для каждого случая.

До тех пор, пока все эти правила не усвоены настолько, что могут безошибочно выполняться, лучше всего резец ставить точно по центру станка, независимо от характера работы (обдирочная она или чистовая) и не считаясь с твердостью материала обрабатываемой детали. На фиг. 108 показан способ проверки правильности установки резца по центральной линии станка. Опытный токарь быстро определяет правильность установки резца на-глаз, подводя резец вплотную к обрабатываемой детали.

Положение резца в резцедержателе. Для предупреждения дрожания резца, в результате чего обрабатываемая поверхность получается негладкой (или, как говорят, *дробленой*), его следует устанавливать в головке супорта так, чтобы он возможно меньше свешивался. На фиг. 109—*I* показано неправильное, а на фиг. 109—*II* правильное положение резца.

При установке резца относительно центра часто приходится прибегать к подкладкам. Последние следует располагать вровень с головкой супорта (фиг. 109—*IV*), а не так, как это показано на фиг. 109—*III*. В последнем случае дрожание резца неизбежно. Лучше, однако, брать одну толстую подкладку, а не несколько тонких, так как они не всегда плотно прижимаются одна к другой



Фиг. 109. Установка резцов.

(даже при затянутых болтах резцедержателя), что тоже может вызвать дрожание резца.

При работе правым резцом его следует устанавливать так, как показано на фиг. 109—*VI*, т. е. под прямым углом к детали или даже немного вправо. Если дать уклон резцу влево (фиг. 109—*V*), то во время работы под давлением снимаемой стружки он повернется вправо, углубится в обрабатываемую деталь, и диаметр ее получится меньше требуемого.

Режимы работы при обдирке. Скорость резания, глубина резания и подача при обдирочных работах выбираются в каждом отдельном случае в зависимости от ряда условий, важнейшими из которых являются материал и форма обрабатываемой детали, материал и форма (тип, углы) резца, мощность станка и т. д. Впоследствии мы рассмотрим подробно правила выбора режима работы в зависимости от всех этих условий, а пока приведем краткую таблицу средних скоростей, глубины и подачи, применяющихся при наружной продольной обточке резцами из быстрорежущих сталей (табл. 3).

Средние подачи, глубина и скорости резания при обдирочных работах
резцами на быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал (твердость средняя)	Подача в мм/об	Глубина резания в мм	Скорость резания в м/м
Чугун ($H_B = 160 - 200 \text{ кг/мм}^2$)	0,3	3	26,5
	0,5	5	19,0
	0,8	8	14,5
	1,0	10	12,0
Сталь машиноподелочная ($\sigma_b = 50 - 60 \text{ кг/мм}^2$)	0,3	3	63,0
	0,5	5	44,5
	0,8	8	28,5
	1,0	10	23,0
Бронза ($\delta_b = 30 - 40 \text{ кг/мм}^2$)	0,3	3	62,5
	0,5	5	39,5
	0,8	8	25,0
	1,0	10	20,0

В этой таблице², повторяем, указаны лишь средние скорости резания и подачи, и пользоваться табличными данными следует только во время учебных практических занятий, когда вопрос производительности станка не имеет решающего значения. В действительности же скорости резания и подачи изменяются в широких пределах и в некоторых случаях могут быть значительно выше приведенных в табл. 3.

Охлаждение при обдирочных работах чрезвычайно полезно, в особенности при обработке стали, резание которой сопровождается образованием теплоты в большом количестве. Охлаждающая жидкость должна поступать к резцу широкой спокойной струей. Поливание резца от времени до времени посредством кисточки, обмакиваемой в охлаждающую жидкость, или каким-либо другим способом во многих случаях не только не полезно, но даже вредно, так как вызывает образование трещин в нагретом и быстро охлаждаемом резце.

§ 27. Особенности чистовых работ

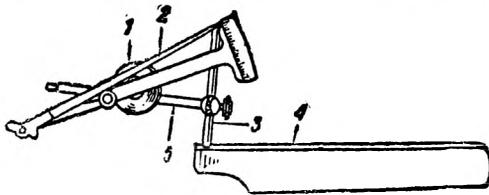
Установка и закрепление деталей при чистовой обработке производится при помощи тех же приспособлений, которые приме-

¹ Эти и все приводимые ниже цифровые данные о режимах работы на токарных станках, за исключением приведенных на стр. 119, заимствованы из материалов, опубликованных СППН НКТП („Нормирование станочных работ“, „Режимы резания при работе быстрорежущими резцами“ и др.)

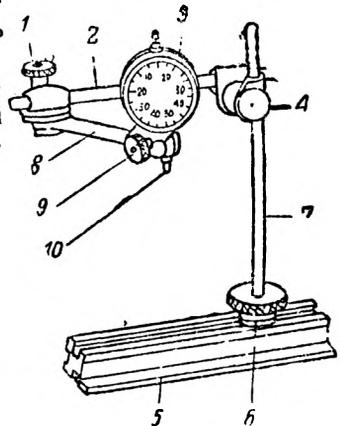
² Данные табл. 3 относятся к резцам из быстрорежущей стали с содержанием вольфрама 18--20%, без охлаждения, с углом в плане $\varphi = 45^\circ$, радиусом закругления $r = 1-3 \text{ мм}$, при сечении резца $25 \times 40 \text{ мм}^2$ или $20 \times 30 \text{ мм}^2$ время работы без переточки — 60 мин.

няются при обдирочных операциях. В этом случае, однако, закрепление может быть не настолько жестким, как при обдирке, потому что при снятии небольших чистовых стружек не возникает значительных усилий, под действием которых деталь может вырваться из патрона. Больше того, сильное закрепление деталей при чистовой обработке часто недопустимо, так как деталь может деформироваться и после съёмки со станка примет совсем не ту форму, которую она имела, когда была закреплена, обрабатывалась и измерялась. Во многих случаях слишком сильное закрепление детали, не вызывая деформации ее, связано с порчей ранее обработанной чистовой поверхности, что получается под давлением кулачков патрона или болта хомутика, если деталь обрабатывается в центрах. Для устранения этого, при закреплении детали за обработанную поверхность в патроне, под кулачки последнего следует подкладывать полоски меди. Слишком слабое закрепление детали при чистовой обработке недопустимо, так как чрезвычайно важно, чтобы деталь при этой операции нисколько не сместилась в сторону. Такое смещение очень часто является причиной брака.

Если чистовая обработка детали производится сразу же после обдирочной операции, то иногда после обдирки не-



Фиг. 110. Простой индикатор



Фиг. 111. Точный индикатор

сколько ослабляют кулачки патрона, в котором закреплена деталь. Нельзя чрезмерно ослаблять кулачки, так как под давлением даже тонкой чистовой стружки деталь может сместиться или совсем вырваться из патрона.

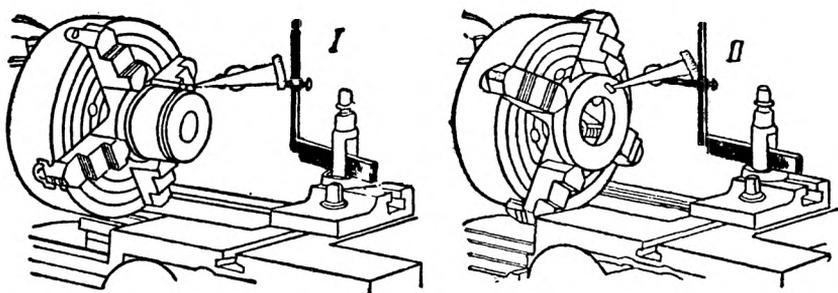
Проверка установки детали при чистовой обработке должна производиться с особой тщательностью. Только при наличии большого опыта можно установить деталь точно, используя те приемы (на мелок) и инструменты (рейсмус), которые применяются при обдирочных работах.

Наиболее подходящими для таких проверок установки деталей являются специальные приборы, так называемые индикаторы.

Индикатор самого простого устройства показан на Фиг. 110. Короткий конец рычага 2 прижимается к обрабатываемой детали. Длинный конец этого рычага показывает на шкале отклонения от размера детали или неправильности ее установки. Закрепление

индикатора производится при помощи поворотного диска 1, стержней 5 и 3 и подставки 4. Соотношение плеч рычага 2 этого индикатора дает возможность производить проверку с точностью до 0,05 мм.

Для более точных работ пользуются индикатором (Фиг. 111) чувствительностью до 0,01 мм. Он состоит из основания 5, в продольном Т-образном пазу которого посредством накатанной гайки 6 закрепляется стойка 7. На последней при помощи зажима 4 удерживается стержень 2, соединенный зажимом 1 со стержнем 8. На стержне 8 закреплен зажимом 9 индикатор 3 с кнопкой 10, прикасающейся к проверяемой детали. Вдвигание кнопки 10 внутрь индикатора или, наоборот, выдвигание ее посредством механизма, скрытого внутри его, преобразуются в повороты стрелки. Конечная стрелка перемещается над шкалой, каждое деление которой соответствует 0,01 мм. Ослабив винты зажимов 1, 4 и 9, а также гайку 6, можно установить индикатор в любом положении. Затем следует закрепить все эти зажимы.



Фиг. 112. Примеры применения простого индикатора

Установка детали проверяется индикатором следующим образом. Установив индикатор на станке и слегка прижав его кнопку к детали, следует медленно поворачивать последнюю. При быстром вращении детали стрелка будет прыгать из стороны в сторону, поэтому нельзя будет правильно учесть ее показания. Кроме того, при этом сильно изнашиваются мелкие и точные детали механизма рассматриваемых приборов.

Два примера проверки установки деталей при помощи простого индикатора показаны на фиг. 112. В случае I проверка производится по наружной обработанной поверхности, а в случае II — по торцу детали. Таким же образом пользуются точным индикатором.

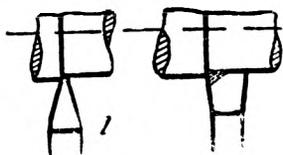
Установка резцов при чистовых работах. Для того чтобы представить себе условия работы чистового резца при разных установках его по отношению к центральной линии станка, возвратимся к фиг. 107, на которой показаны две установки резца: по центру — I и выше центра — II.

В последнем случае положение резца показано для большей наглядности в утрированном виде. Во время работы оба резца под давлением снимаемой стружки, в особенности в те моменты, когда они встречаются на своем пути твердые включения в мате-

риале обрабатываемой детали, будут несколько (правда, очень немного) изгибаться около точек с. Вершина *a* обоих резцов вследствие этого опишет дугу *ab*. При установке резца по центру (фиг. 107—*I*) вершина его *a* будет отходить от обрабатываемой детали, а при установке выше центра (фиг. 107—*II*) врезаться в нее и портить обрабатываемую поверхность.

Из сказанного следует, что при наружной чистовой обработке резцы следует устанавливать по центру или даже немного ниже его, но ни в коем случае не выше центра.

Износ резца при чистовой обточке. При чистовой обточке длинных изделий, в особенности если диаметры обрабатываемых поверхностей велики, весьма важное значение имеет износ резца (от истирания), вследствие чего изделие получается не цилиндрическим, а конусным. Чем больше длина пути, пройденного резцом



Фиг. 113. Характер износа чистовых резцов

относительно изделия, тем больше, очевидно, износ резца и тем значительнее отклонение формы обрабатываемого изделия от цилиндрической. Но путь, пройденный резцом относительно изделия, тем длиннее, чем меньше подача. Поэтому при чистовых работах выгоднее, вообще говоря, работать с крупными подачами, пользуясь резцом с широким лезвием.

Насколько велика разница в длинах путей, проходимых резцом при мелкой и крупной подачах, легко убедиться на следующем примере.

Если обтачивается болванка диаметром 300 мм, то длина пути, пройденного резцом за один оборот болванки, составит

$$300 \cdot 3,14 = 942 \text{ мм.}$$

При подаче 0,2 мм/об 1 мм длины болванки будет обработан за 5 оборотов ее. Длина пути резца при этом будет равна

$$942 \cdot 5 = 4710 \text{ мм.}$$

Если длина болванки равна 1000 мм, то путь резца составит

$$4700 \cdot 1000 = 4\,710\,000 \text{ мм} = 4710 \text{ м} = 4,7 \text{ км,}$$

или почти 5 км. При столь длинном пути, износ остроносого чистового резца (фиг. 86) может оказать влияние на размер (диаметр) обрабатываемой болванки.

Нетрудно убедиться, что при тех же размерах болванки, но при подаче 2 мм/об длина пути, пройденного резцом, составит лишь 0,47 км, т. е. в 10 раз меньше, чем в предыдущем случае. Это подтверждает целесообразность применения при чистовой обработке резцов с широким лезвием.

Рациональность использования такого резца диктуется также характером износа его, зависящим от формы режущего лезвия. Из фиг. 113—*I*, на которой показан в рабочем положении остроносый чистовой резец, видно, что вслед за износом его носика сразу уве-

личивается диаметр обрабатываемого изделия. У реза с широкой режущей кромкой (фиг. 113 — 11) изнашивается левая сторона ее (характер износа показан условными пунктирными линиями), в то время как правая часть сохраняется продолжительное время. Диаметр обрабатываемого изделия остается при этом постоянным. Величина износа реза зависит и от материала обрабатываемого изделия: при чугунных изделиях она больше, чем при стальных, вследствие присутствия в чугуне частиц, способствующих относительно быстрому истиранию реза. Область применения крупных подач при чистовых работах в весьма значительной степени ограничивается размерами изделий. При длинных и тонких деталях нельзя работать с крупной подачей. Изделие иногда начинает очень сильно дрожать, и поверхность его получается негладкой, дробленой.

Режимы чистовых работ. Скорости резания при чистовых работах, когда не требуется очень высокой точности размеров обрабатываемой детали, можно брать значительно большие, чем при обдирочных операциях, так как сечение снимаемых стружек обычно очень невелико.

Если требуется высокая точность обработки, необходимо иметь в виду последствия износа реза и дрожания детали, которые при большой скорости резания могут оказаться чрезмерно велики. Именно ввиду этих обстоятельств иногда чистовые работы производятся при скорости резания меньшей, чем при обдирке. Скорость резания, глубина и подачи при чистовой обработке некоторых материалов приведены в табл. 4.

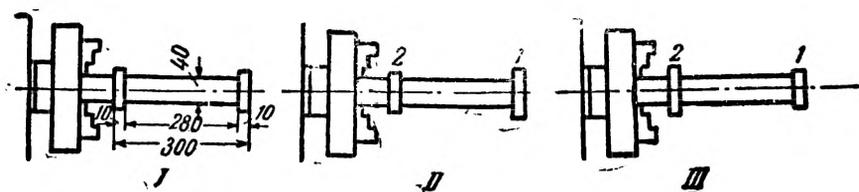
Таблица 4

Средние подачи, глубина и скорости резания при чистовых работах резами из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал (твердость средняя)	Подача в мм/об	Глубина резания в мм	Скорость резания в м/мин
Чугун ($H_B = 160-200$ кг/мм ²)	0,1	0,3	56,0
	0,3	0,5	39,5
	0,5	1,0	28,0
Сталь машиноподелочная ($\sigma_b = 50-60$ кг/мм ²)	0,1	0,3	103,0
	0,3	0,5	85,0
	0,5	1,0	64,0
Бронза ($\sigma_b = 30-40$ кг/мм ²)	0,1	0,3	138,0
	0,3	0,5	92,5
	0,5	1,0	64,0

И в этом случае данные табл. 4 следует считать средними и пользоваться ими только при учебных работах, когда вопросом первой очереди является изучение приемов чистовой обработки деталей, а не производительность станка.

Охлаждение при чистовых работах очень способствует получению точных размеров и гладких поверхностей обрабатываемых деталей. Охлаждая резец, мы тем самым препятствуем повышению температуры его нагрева, при которой резец, размягчаясь, быстрее истирается. Одновременно с этим применение охлаждающей жидкости, содержащей в себе маслянистые вещества, облегчает отделение стружки, вследствие чего обрабатываемая поверхность получается гладкой и чистой, без рванин, которые часто имеют место при обработке стальных деталей всухую. Охлаждение уменьшает нагревание детали, а следовательно, и изменение ее размеров. Это дает возможность измерять деталь с достаточной точностью, не ожидая пока она охладится. Кроме того, уменьшение нагревания детали понижает опасность коробления ее.



Фиг. 114. Проверка передней бабки токарного станка

Сказанное относится главным образом к обработке стали. При обработке чугуна охлаждение применяется преимущественно в тех случаях, когда оно имеет целью препятствовать нагреванию детали.

Настройка станка при чистовых (точных) работах. Для того чтобы детали, обрабатываемые на токарном станке и закрепленные в патроне, получались строго цилиндрическими, а не конусными, ось шпинделя передней бабки должна быть строго параллельной направляющим супорта как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Если обрабатываемая деталь закрепляется в центрах, необходимо, чтобы центры передней и задней бабок лежали на одной прямой линии, также параллельной направляющим супорта, иначе детали будут получаться коническими. Эти требования в отношении точности станка имеют особое значение при чистовой обработке деталей. Проверка правильности положения передней бабки производится следующим образом. В патрон станка зажимается болванка из мягкой стали и обтачивается так, как показано на фиг. 114—I. Диаметры поясков могут быть какими угодно. Диаметр тонкой части должен быть 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.

При проточке поясков болванки и сравнении их диаметров возможны следующие три случая:

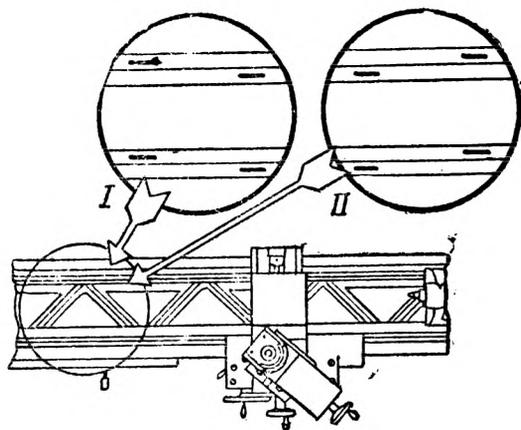
1. Оба пояска одинаковы, что указывает на правильность установки бабки.

2. Поясок 1 после проточки оказался больше пояска 2 (фиг. 114—II). Это значит, что ось шпинделя не параллельна направляющим станины в горизонтальной плоскости. Для устранения этой неточности установки передней бабки нужно левый конец ее отодвинуть от себя или правый конец придвинуть к себе. Для этого, открепив бабку, отодвигают левый конец ее от себя или, наоборот, правый конец ее придвигают к себе, затем, закрепив бабку, снова протачивают оба пояска, опять измеряют их и поступают так до тех пор, пока диаметры поясков не будут одинаковы, что покажет правильность установки бабки в горизонтальной плоскости.

3. Диаметр пояска 1 после проточки оказался меньше пояска 2 (фиг. 114—III). Чтобы привести бабку в правильное положение, нужно подвинуть к себе левый конец ее или отодвинуть от себя правый. Делать это следует до тех пор, пока оба пояска не будут иметь одинаковый диаметр.

Перемещения передней бабки при такой проверке положения ее производятся без труда, если она расположена на плоских направляющих, и несколько сложнее, когда бабка установлена на призмах.

На фиг. 115 внизу показан вид сверху на



Фиг. 115. Подкладывание полосок из бумаги или тонкой меди под переднюю бабку при ее проверке.

станок с призматическими направляющими и со снятой передней бабкой. Сверху дана в двух кружках (в увеличенном масштабе) та часть станины, на которой располагается передняя бабка. Тонкие горизонтальные линии в этих кружках изображают направляющие станины, а короткие толстые линии — места, куда следует подкладывать бумажки, чтобы правильно установить бабку.

Если правый конец бабки необходимо подвинуть к себе, бумажку надо подложить так, как это показано на фиг. 115—I. Одновременно с этим следует подложить бумажку и под левый конец бабки, потому что в противном случае передний конец ее поднимется и будет выше левого.

При необходимости передвинуть правый конец бабки от себя бумажки подкладывают, как показано на фиг. 115—II.

Правильно установив бабку, следует туго затянуть болты, крепящие ее к станине, и снова проточить оба пояска, чтобы

убедиться, не сдвинута ли бабка при закреплении. Такие проверки передней бабки надо 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 центры. Затем подвигают заднюю бабку к передней настолько, чтобы центры их почти касались. Несовпадение центров обнаруживается легче и отчетливее, если под ними держать листочек белой бумаги.

Другой способ проверки совпадения центров состоит в том, что их плотно и осторожно приближают друг к другу, заложив между ними листок тонкой бумаги, и затем смотрят ее на свет. Если следы, которые оставили на бумаге острия центров, совпадают, то бабки стоят правильно. Если следы эти расположены рядом или только частично покрывают один другой, бабки следует проверить.

Несовпадение центров, обнаруженное какой-либо из этих проверок, устраняется смещением корпуса задней бабки по основной плите ее.

Более точный способ проверки положения задней бабки состоит в следующем. В центрах станка устанавливается длинная болванка (лучше всего возможно наибольшей длины для данного станка). Чистовым резцом на небольшой длине болванки (15—20 мм) протачивают шейку как можно ближе к хомутику. Глубина резания должна быть при этом не больше 0,5 мм, подача — минимальной. Затем, не отводя резца назад, снимают болванку со станка и перемещают супорт в сторону задней бабки, пока резец не дойдет до заднего центра. После этого снова устанавливают болванку в центрах и на правом конце ее протачивают вторую шейку длиной 15—20 мм.

При правильно установленной задней бабке обе шейки должны иметь одинаковые диаметры, что устанавливается измерением их штангенциркулем. Если диаметр второй шейки больше диаметра первой, бабку надо сдвинуть в сторону токаря; в противном случае бабка должна быть сдвинута назад, от токаря. Переместив бабку в ту или другую сторону, следует закрепить ее снова, в том же порядке проточить обе шейки, опять промерить и т. д., пока диаметры обеих шеек не получатся одинаковыми.

Самый быстрый и точный способ проверки положения задней бабки осуществляется при помощи шлифованного валика и индикатора. В центры станка устанавливается строго цилиндрический валик возможно большей для данного станка длины. К боковой поверхности валика прижимается кнопка индикатора, закрепленного в резцедержателе станка. Если задняя бабка установлена правильно, то при перемещении супорта от передней бабки к задней, или наоборот, стрелка индикатора не должна колебаться. В противном случае задняя бабка должна быть смещена в сторону токаря или от токаря, как это было указано при описании проверки положения задней бабки проточкой шеек на концах болванки, установленной в центрах станка.

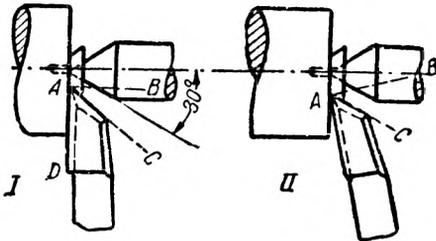
ПОДРЕЗКА НАРУЖНЫХ УСТУПОВ. ПРОТОЧКА ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ВЫТОЧКА КАНАВОК И ОТРЕЗНЫЕ РАБОТЫ

§ 28. Подрезка наружных уступов

Подрезные резцы (фиг. 116), так же как и проходные, бывают правые и левые, причем правыми считаются те, которые служат для подрезки торца, расположенного к задней бабке. Этими резцами очень часто пользуются и при работе продольной подачей — при обработке тонких и гибких деталей.

Подрезные резцы по характеру работы, для которой они предназначаются, не могут иметь 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 прочнее и устойчивее.

Для того чтобы подрезным резцом можно было приближаться к центру торцевой поверхности детали, закрепленной в центрах, головке резца приходится иногда сообщать очень невыгодную форму.

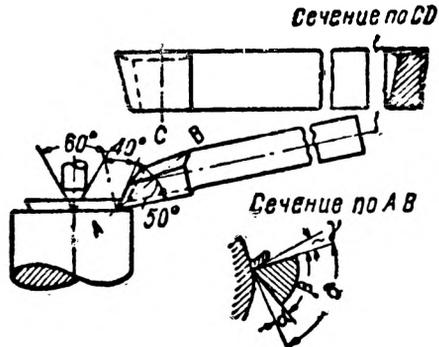


Фиг. 117. Углы в плане подрезного резца

На практике, однако, резец чаще устанавливается наклонно по отношению к оси детали (фиг. 117—II), вследствие чего угол BAC делается около 40° (фиг. 116).

При обработке труднодоступных мест удобнее работать отогнутыми подрезными резцами (фиг. 118). Они также бывают правые и левые.

Главные углы подрезных резцов выбираются по табл. 2 (стр. 74).

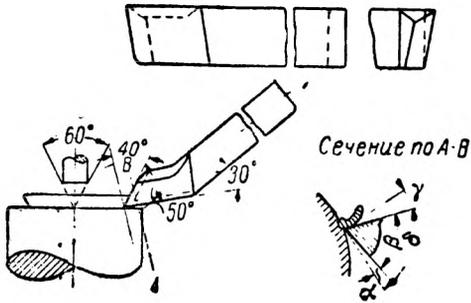


Фиг. 116. Подрезной прямой резец

Измерения при подрезке уступов производятся в большинстве случаев линейкой с делениями, накладываемой на деталь (фиг. 119—I), или нутромером (фиг. 119—II).

Нутромер представляет собой инструмент, применяемый главным образом для измерений диаметров отверстий, но им довольно часто пользуются и при измерении длины наружных цилиндрических поверхностей. Нутромер простейшего типа (фиг. 120—I) состоит из двух ножек, соединенных между собой шарнирно. На фиг. 120—II показан пружинный нутромер, преимущества которого по сравнению с простым такие же, как и пружинного кронциркуля перед простым (о чем было сказано выше). Правильный способ отсчета показания нутромера представлен на фиг. 121, из которой видно, что конец линейки и одна из ножек прибора упираются в твердую стенку (например, в супорт станка).

Нутромером обычно пользуются при предварительном измерении детали во время ее обработки. Для этого нутромер, установленный на требуемый размер, накладывается на вращающуюся деталь, причем левая ножка его упирается в уступ, образовавшийся после прохода резца (фиг. 119—II). Как только кромка правой ножки нутромера сравняется с торцом детали, подача супорта выключается. Пользоваться таким образом линейкой не рекомендуется ввиду неизбежного и иногда



Фиг. 118. Подрезной резец отогнутый

быстрого износа ее вследствие соприкосновения с вращающейся негладкой деталью, а главным образом потому, что опасно держать руки вблизи вращающейся детали.

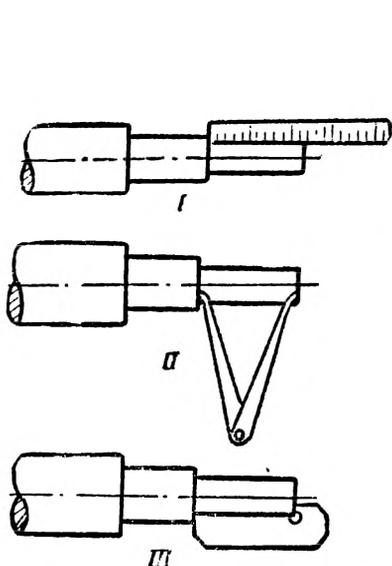
Если детали с уступами обрабатываются в больших количествах, то для уменьшения времени, затрачиваемого на измерение длины уступов, а также для обеспечения точности измерений следует пользоваться шаблонами. Измерение простейшим шаблоном крайней шейки вала показано на фиг. 119—III.

На фиг. 122 показан способ измерения длины средней шейки вала линейкой, кронциркулем и посредством шаблона (скобы).

Практика подрезных работ. Подрезка уступов небольшой высоты обычно производится продольной подачей, причем резец устанавливается так, чтобы режущая кромка его составляла с осью обрабатываемой детали прямой угол (фиг. 123—I). Проверка этой установки производится или на-глаз или (точнее) по угольнику. Для этого небольшой угольник устанавливают так, как показано на фиг. 123—II, и поддерживая его левой рукой, подводят к нему резец, перемещая для этого супорт правой рукой. При наличии просвета между угольником и режущей кромкой резца установка последнего должна быть соответствующим

образом изменена. Для обточки валов и других деталей с сравнительно небольшими уступами, при невысоких требованиях в отношении их расположения, довольно часто работают не обдирочными, а подрезными резцами. В этом случае необходимость подрезки уступа отпадает, если, конечно, резец был установлен так, как показано на фиг. 123—II.

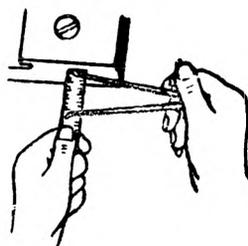
При большой высоте уступа (больше 6—8 мм) подрезать его таким способом нельзя, так как вследствие значительной ширины получающейся при этом стружки возникает дрожание, и поверхность подрезанного уступа получается негладкой. Кроме того,



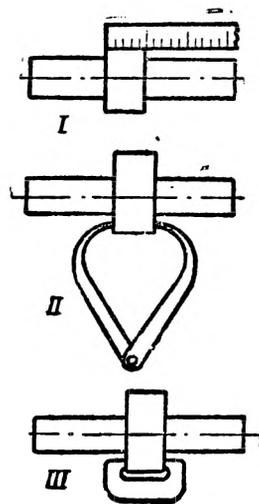
Фиг. 119. Измерение длины шейки (а) при подрезке уступа линейкой (I), нутромером (II) и шаблоном (III)



Фиг. 120. Нутромеры: I — простой; II — пружинный



Фиг. 121. Отсчет показания нутромера по линейке



Фиг. 122. Измерение длины средней шейки вала линейкой (I), кронциркулем (II) и скобой (III).

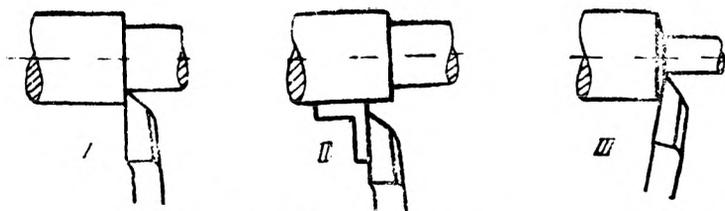
ввиду сильного давления резец отходит в сторону, оказывается в положении, изображенном на фиг. 123—III, и уступ получается неправильным.

Обработку таких уступов следует производить за несколько проходов резца — ступенями. Для этого устанавливают подрезной резец так, чтобы главная режущая кромка его составляла с осью детали угол, несколько больший 90° (например, около 95° ; фиг. 124—I). Переместив резец на 2—3 мм вперед (к оси детали), сообщают ему продольную подачу до тех пор, пока не будет срезан почти весь излишек металла, оставшийся после прохода обдирочного резца (фиг. 124—II). Около 1 мм надо оставить для чистовой проточки уступа, о чем будет сказано ниже. После этого резец отводят вправо, снова перемещают его вперед на 2—3 мм и продольной подачей снимают следующую ступень (фиг. 124—III). Этот прием повторяют до тех пор, пока вершина подаваемого

вперед резца не коснется поверхности тонкой шейки обрабатываемой детали (фиг. 124—IV).

Установленный таким образом резец перемещают продольной подачей влево несколько больше, чем это делалось при предыдущих проходах, и, наконец, поперечной подачей (фиг. 124—V), направленной от центра к наружной поверхности детали, производится чистовая проточка уступа.

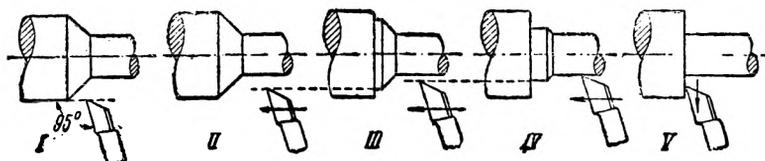
Число ступеней может быть различным, в зависимости от разницы диаметров меньшей и большей шеек обрабатываемой детали,



Фиг. 123. Подрезка уступов

от ее жесткости и т. д. Чистовых проходов при высоком требовании к качеству поверхности уступа может быть несколько.

Толщина стружки, снимаемой при перемещении резца поперечной подачей, получается небольшой, давление резания также невелико, дрожания не наблюдаются, и поверхность уступа получается чистой. Положение уступа оказывается правильным, так как перемещение вершин резца происходит по прямой, перпенди-



Фиг. 124. Последовательность обработки высоких уступов

кулярной к оси станка. Именно эта особенность обработки уступов поперечной подачей обязывает пользоваться таким способом для подрезания даже небольших, но точных (по положению) уступов. Напомним, что при подрезке таких уступов способом, показанным на фиг. 123—I, точность их определяется точностью установки резца, которая может быть неправильной с самого начала или нарушена во время работы вследствие давления резания.

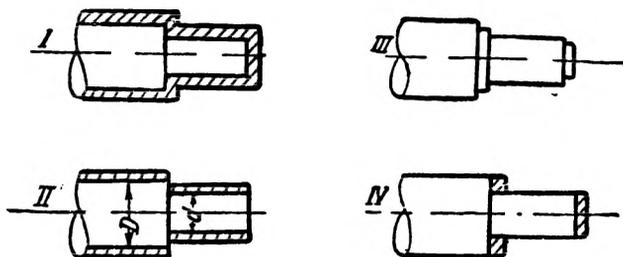
При чистовой обточке деталей с уступами приходится решать вопрос, в какой последовательности следует вести обработку, т. е. производить ли сначала обработку боковой поверхности, а затем уступа, или наоборот.

На фиг. 125—I показана часть валика с припуском на чистовую обточку (для ясности припуск заштрихован и увеличен). Если

в этом валике сначала подрезать торец и уступ, то деталь будет иметь вид, показанный на фиг. 125—II. Для обточки боковой поверхности шейки диаметром D (или d) необходимо проточить небольшую длину ее и измерить полученный диаметр.

Возможно, что глубина снимаемой стружки окажется слишком большой, и в результате после отвода резца назад и проточки всей шейки D на конце ее получится уступ (фиг. 125—III), что не всегда допустимо. То же самое может произойти и при обточке шейки d . Если же обработку валика вести в обратном порядке, т. е. проточить сначала боковую поверхность его шеек (фиг. 125—IV), то такой уступ получится на торцевом припуске, который впоследствии будет срезан.

Режимы при подрезных работах. Головка подрезного резца вследствие своей формы, обусловленной условиями работы



Фиг. 125. Последовательность обработки боковой и торцевой поверхностей

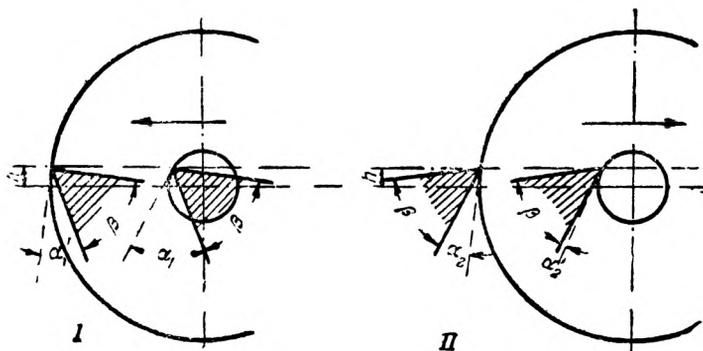
(фиг. 117), получается менее прочной и менее способной поглощать теплоту резания в сравнении с обдирочным резцом. Поэтому скорости резания, глубину и подачу при подрезных работах следует как будто брать меньшими, чем при обработке цилиндрических поверхностей. В действительности это, однако, не так. При подрезке уступов длина прохода резца обычно небольшая и продолжительность его работы (резания) также в большинстве случаев невелика. Резец при этом не успевает нагреваться настолько, чтобы возникла опасность разрушения его от перегрева, что и дает возможность производить подрезку уступов при скоростях резания несколько больших, чем при продольной обточке.

Для выбора скоростей резания при подрезке уступов можно пользоваться табл. 3 (стр. 89), принимая подачи и глубины резания, приведенные в таблице, и умножая соответствующие им табличные скорости резания на 1,2.

§ 29. Проточка торцевых поверхностей

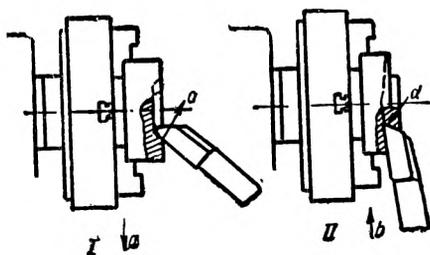
Изменение углов резца в процессе резания при торцевой обточке. При обточке торцевых поверхностей, а также (хотя и в меньшей степени) уступов очень важна установка резца относительно центра.

Предположим, что одним и тем же резцом с углом заострения β (фиг. 126) мы производим обточку торцевой поверхности поперечной подачей, направленной в случае *I* от центра, а в случае *II* — к центру, причем в обоих случаях резец установлен выше центра на одну и ту же величину h . Из чертежа видно, что задний угол α_1 резца, установленного ближе к центру детали

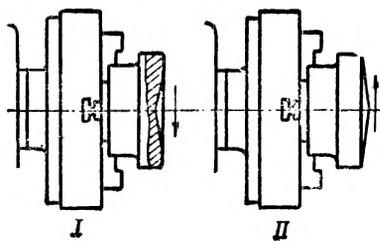


Фиг. 126. Изменение заднего угла резца при торцевой обточке

(фиг. 126—*I*), получается большим, чем такой же угол α_2 у резца, работающего при подаче от наружной поверхности (фиг. 126—*II*). При приближении резца к наружной поверхности угол α_1 уменьшится, достигая еще допустимой величины α_1' . При подаче резца,



Фиг. 127. Обточка торцевых поверхностей при подаче, направленной от центра (*I*) и к центру (*II*) обрабатываемой детали.



Фиг. 128. Формы торцевых поверхностей в зависимости от направления подачи

направленной к центру детали, его задний угол α_2 уменьшается весьма значительно (до α_2'), доходя иногда до нуля, что конечно, совершенно недопустимо. Из сказанного очевидно, что при обработке торцов подача резца должна быть направлена от центра к наружной поверхности, а не наоборот.

Направление подачи при обточке торцов от центра к наружной поверхности вызывается и теми условиями, при которых происходит работа подрезного резца, если смотреть на него сверху. В самом деле, если подача резца направлена от центра (по стрелке a ,

фиг. 127—*I*), то под действием давления резания резец будет несколько отходить в сторону от обработанной поверхности (по стрелке *c*). Получившиеся при этом недостатки в обработке поверхности будут устранены чистовой обточкой ее, когда давление резания уменьшится и отжимание резца окажется незначительным (или даже равным нулю). Если же подача резца производится к центру детали, т. е. по стрелке *b* (фиг. 127—*II*), то под давлением резания (направление этого давления показано стрелкой *d*) резец затягивается в материал, и обрабатываемая поверхность получает недостатки, часто не устранимые чистовой обточкой.

При чистовой обточке торцевых поверхностей подача резца должна быть направлена также от центра к наружной поверхности. В самом деле, вследствие износа резца, что неизбежно, в особенности при обточке больших торцевых поверхностей, последние получаются вогнутыми (фиг. 128—*I*), если подача производилась от центра к наружной поверхности, и выпуклыми (фиг. 128—*II*) — при обратном направлении подачи. Если обрабатываемая в таких условиях поверхность является опорной у какой-либо детали, то при установке и закреплении последней она займет правильное положение, когда эта поверхность вогнутая, и наклонное (неправильное), когда она выпуклая.

От приведенного выше правила о выборе направления подачи как при черновой, так и при чистовой обточке приходится иногда отказываться ввиду некоторых затруднений, возникающих при измерении толщины детали и вообще, когда приходится определять положение обрабатываемого торца детали относительно других поверхностей ее.

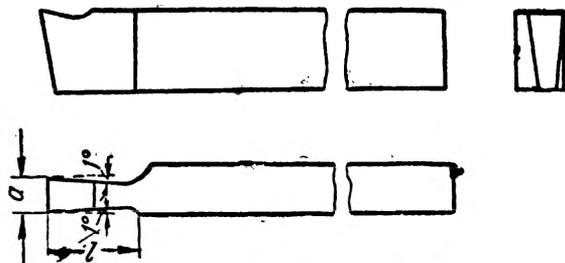
Режимы резания при обточке торцев. Все сказанное выше о выборе режимов резания при подрезке уступов относится и к обточке торцев. В данном случае скорость резания выбирается по наибольшему диаметру обрабатываемого изделия; при этой скорости резец работает лишь очень небольшую часть всего времени резания.

§ 30. Выточка канавок

Канавочные резцы. У канавочного или у прорезного резца (фиг. 129) наиболее характерным размером является ширина его, которая выбирается в зависимости от принятого способа обработки канавки. Если выточка канавки производится за один проход резца, то ширина его берется равной ширине канавки. При обработке канавки за два прохода ширина резца принимается несколько больше половины ширины канавки, при трех проходах — немного больше одной трети ширины канавки и т. д. Длина рабочей части резца *l* должна быть несколько больше (на 2—3 мм) глубины канавки. Углы канавочных резцов (задний, передний, заострения и резания) можно брать по табл. 2 (стр. 74). Остальные углы этих резцов указаны на фиг. 129, Переднюю грань канавочных резцов, используемых при обработке чугуна и твердой стали, следует делать плоской, а при обработке мягкой стали и вообще вязких металлов — вогнутой.

Измерения наружных канавок. Наиболее точным размером канавки обычно является ширина ее, измеряемая стальной линейкой с делениями, нутромером, штангенциркулем или шаблоном. Линейкой с делениями следует пользоваться только тогда, когда к ширине канавки не предъявляется высоких требований в отношении точности. Из фиг. 130—I видно, что в данном случае измеряется только расстояние между стенками канавки у наружной поверхности детали и не проверяется равномерность ширины канавки по всей высоте ее. Нутромером (фиг. 130—II) можно проверить и параллельность стенок канавки. Очевидно также, что наличие у детали выточки, в которой в этом случае расположена канавка, включает возможность измерения ширины ее линейкой.

Измерение ширины канавки посредством острых губок штангенциркуля типа «Колумбус» (на фиг. 98 обозначены цифрами 1 и 2) показано на фиг. 130—III. Отсчет показания штангенциркуля производится так же, как и при измерении наружных диаметров и



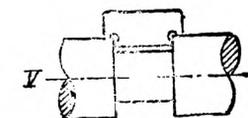
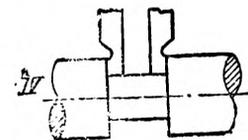
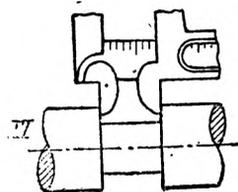
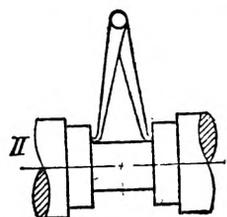
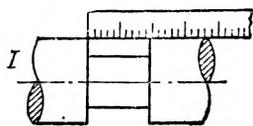
Фиг. 129. Канавочный или прорезной резец

длин. Измерение ширины канавки обыкновенным штангенциркулем (фиг. 130—IV) возможно лишь при достаточно большой ширине этой канавки. Из фиг. 130—IV видно, что к показанию штангенциркуля, прочитанному обычным способом, в данном случае следует прибавить ширину губок, сложенных вместе. Так, например, если ширина каждой ножки 5 мм (следовательно, обеих вместе 10 мм), а показания штангенциркуля 4,2 мм, то ширина канавки составляет $10 + 4,2 = 14,2$ мм.

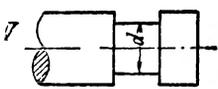
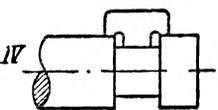
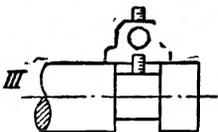
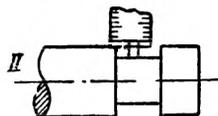
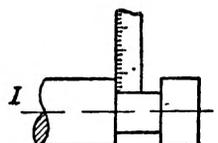
При измерении ширины канавки нутромером и даже штангенциркулем может оказаться незамеченным наклонное положение стенок ее по отношению к оси детали. Измеряя такую канавку шаблоном (фиг. 130—V), мы проверим не только ширину ее, но и правильность положения ее стенок.

Часто на практике предъявляются сравнительно высокие требования к расположению канавки относительно каких-либо поверхностей обрабатываемой детали (уступов, торцев и т. д.). На фиг. 131—I изображена проверка положения канавки по отношению к уступу 1 обрабатываемой детали посредством линейки с делениями (проверяется размер l_1), а на фиг. 131—II — положение канавки относительно торца 2 с помощью шаблона (проверяется размер l_2).

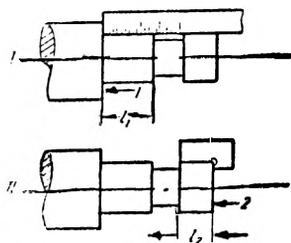
Проверка глубины канавки производится линейкой, штангенциркулем (типа «Колумбус») или шаблоном. Самый неточный из этих способов — измерение при помощи линейки с делениями (фиг. 132—I) — может быть использован, очевидно, лишь в том случае, если ширина канавки больше ширины линейки.



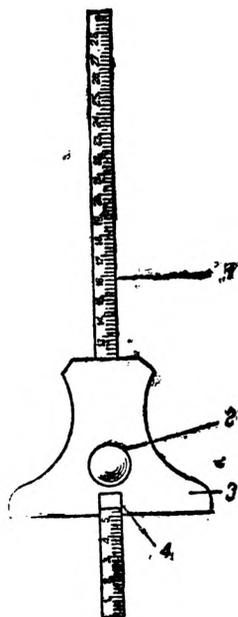
Фиг. 130. Измерение ширины канавки линейкой (I), нутромером (II), «Колумбусом» (III), штангенциркулем (IV) и шаблоном (V)



Фиг. 132. Измерение глубины канавки линейкой (I) «Колумбусом» (II), глубиномером (III) шаблоном (IV) и по «дну» (V)



Фиг. 131. Измерение при проверке положения канавки линейкой (I) и шаблоном (II)



Фиг. 133. Глубиномер

Измерение глубины канавки «Колумбусом» показано на фиг. 132—II, для чего используется его добавочная ножка, обозначенная на фиг. 98 цифрой 3. Отсчет показания штангенциркуля и в этом случае производится обычным способом.

Для измерения глубин (в частности, канавок) употребляется специальный инструмент, так называемый глубиномер (фиг. 133). Обыкновенный глубиномер состоит из стальной линейки 1 с де-

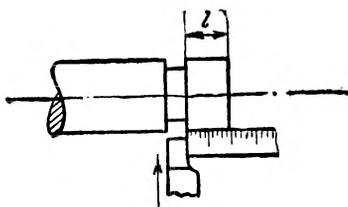
лениями, закрепляемой в требуемом положении в поперечине 3 винтом 2, Пример применения такого глубиномера мы видим на фиг. 132—III. Отсчет показания его производится на срезанной стенке выреза 4.

Проверка глубины канавок посредством шаблона показана на фиг. 132—IV.

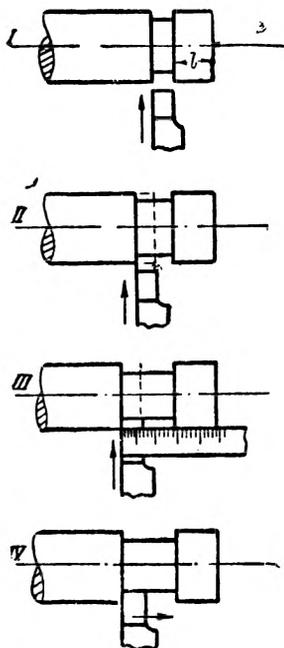
В некоторых случаях измеряется не глубина канавки, а диаметр d цилиндрической поверхности, образующей дно ее (фиг. 132—V). При этом для измерений применяются кронциркуль или штангенциркуль.

Практика выточки канавок. Обработка канавок небольшой ширины производится резцом, ширина которого равна ширине канавки. В этом случае важно установить резец так, чтобы канавка заняла правильное положение относительно торца детали, ее уступа и т. д. Установка резца для обработки канавки, расположенной на расстоянии l от ее торца, посредством линейки показана на фиг. 134. С этой же целью можно пользоваться и шаблоном, изображенным на фиг. 131—II.

Широкие канавки обрабатываются за несколько проходов резца, ступенями (фиг. 135). При установке резца для первого прохода (фиг. 135—I) необходимо учитывать точность ши-



Фиг. 134. Вытачивание узких канавок



Фиг. 135. Вытачивание широких канавок

рины и положения канавки. При неточных (по ширине и по положению) канавках резец следует устанавливать так, чтобы расстояние от правой стенки канавки до торца получилось сразу. Если обрабатывается точная канавка, то на правой стенке ее надо оставлять припуск в 0,5—1 мм для чистовой обработки. Глубина такой предварительной канавки, независимо от требований в отношении ее точности, после окончательной обработки должна быть меньше требуемой на 0,5—1 мм. Такой же припуск на чистовую обработку дна канавки надо оставлять и при всех последующих проходах резца.

На фиг. 135—II показан второй проход канавочного резца. При последнем проходе резца (фиг. 135—III) установка его относи-

тельно детали проверяется посредством линейки причем левая стенка канавки обрабатывается сразу на требуемый размер (при неточных канавках) или с припуском на чистовую проточку (при точных канавках).

Если ширина канавки может быть неточной, то при последнем проходе резца он подается вперед настолько, чтобы глубина канавки получилась равной требуемой. Прекратив подачу резца и перемещая его продольной подачей слева направо (фиг. 135—IV), следует обработать начисто дно канавки.

При точных (по ширине) канавках отделка стенок их производится за два прохода. Первой обрабатывается та стенка, до которой задан размер, определяющий положение канавки. Так, например, у канавки, показанной на фиг. 135—I первой следует обработать правую стенку (задан размер l); при обработке второй (в данном случае левой) стенки канавки необходимо следить за получением правильной ширины ее, производя промеры одним из рассмотренных выше способов. Окончательная отделка дна точных (по ширине) канавок производится так же, как это выше было указано для обработки дна грубых канавок.

Окончательную отделку боковых стенок точных канавок производят канавочным резцом, перемещая его поперечной подачей направленной к центру. В этом случае удобно производить проверку размеров канавки, определяющих как ее положение, так и ее ширину. Если выполнять эту работу подрезными резцами (продольной подачей), то точность расположения стенок канавок будет зависеть от точности установки резца и жесткости его закрепления. Искажения формы канавки не получится, если подрезной резец перемещать поперечной подачей, как это делается при отделке наружных уступов (фиг. 124-V), но удобство измерения канавок, о котором мы только что говорили, при этом отпадает.

При обработке стенок канавок подрезными резцами необходимо применять два резца (правый и левый), смена и установка которых отнимает много времени. Поэтому окончательную отделку даже широких канавок иногда производят одним канавочным резцом, ширина которого равна ширине канавки.

§ 31. Отрезные работы

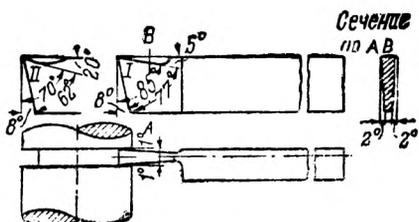
Отрезные резцы. Для отрезки стальных деталей и вообще вязких материалов следует пользоваться резцами с вогнутой передней гранью (фиг. 136—II). При работе по чугуно и твердой стали целесообразнее применять резцы с плоской передней гранью (фиг. 136—I). Главные углы отрезных резцов обоих типов указаны на фиг. 136.

При отрезке необходимо обеспечить возможно меньшую потерю материала, поэтому отрезные резцы приходится делать тонкими. Чтобы поверхности среза получились возможно чище, конец резца на некоторой длине имеет такую же ширину, как и режущая кромка (на длине 2—3 мм), так что на этом участке боковые грани параллельны. Дальше боковые грани резца сужаются

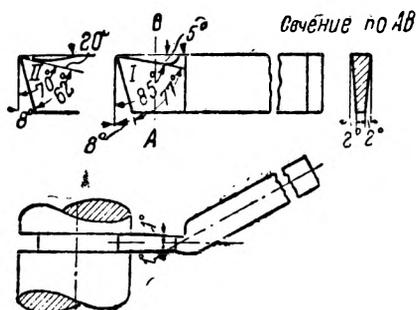
с обеих сторон на 2° для того, чтобы устранить их трение о материал.

Кроме прямых отрезных резцов, применяются отогнутые отрезные резцы (фиг. 137) в тех случаях, когда прямым резцом пользоваться неудобно (например, при отрезке обрабатываемой детали у самых кулачков патрона).

Режущая кромка отрезного резца обычно делается параллельной линии центров (перпендикулярно к оси резца), но при этом отрезаемая деталь отламывается раньше, чем резец дойдет до центра. У детали остается хвостик, который после отрезки приходится спиливать напильником или срубить зубилом. Для того чтобы хвостик этот получался у той части материала, которая зажата в патроне, переднюю кромку резца скашивают на $2-5^\circ$ (фиг. 138). При такой форме резца хвостик, естественно, остается у части материала, закрепленной в патроне, и может быть удален дальнейшей подачей резца вперед. Все сказанное о форме передней грани прямых резцов



Фиг. 136. Отрезной прямой резец



Фиг. 137. Отрезной отогнутый резец

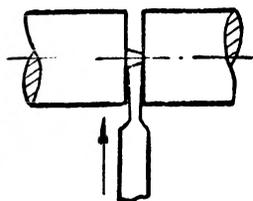
относится и к отогнутым резцам, а также к резцам со скошенной режущей кромкой.

Закрепление детали при отрезке. Деталь (материал) следует жестко закреплять в патроне станка и по возможности подпирать задним центром. Попытки резать материал в центрах (фиг. 139) в громадном большинстве случаев приводит к поломке резца. Вообще отрезать материал следует возможно ближе к кулачкам патрона (фиг. 140), как говорят, «под корень». Если это не удастся прямым отрезным резцом, необходимо взять отогнутый.

Измерения при отрезке. При отрезке болванки или детали заданной длины резец следует устанавливать подобно тому, как это указано на фиг. 134. После того как резец снимет первую стружку (обычно с одной стороны отрезаемой болванки), надо остановить станок и, не отводя резца, проверить соответствие получаемой длины отрезаемой болванки заданной.

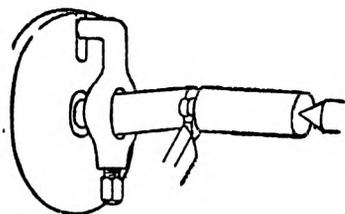
Практика отрезных работ. Рассматривая подрезные работы, мы выяснили, что если резец установлен выше центральной линии (фиг. 126—II), то по мере приближения его к центру детали задний угол резца уменьшается. При отрезных работах это обстоятельство приобретает особое значение. Действительно, в некоторый момент

(фиг. 126—II) деталь начинает тереться о заднюю грань и давить на нее с такой силой, что тонкий и поэтому непрочный отрезной резец легко ломается. При установке такого резца ниже центральной линии давление стружки возрастает настолько, что резец также быстро ломается. Из сказанного вытекает, что отрезные резцы следует устанавливать точно на высоте центральной линии станка. Из фиг. 141 видно, что при установке резца на высоте центральной линии задний угол его не изменяется по мере приближения резца к центру станка и, следовательно, трение детали о его заднюю грань не увеличивается.

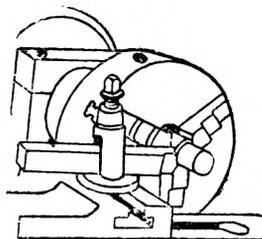


Фиг. 138. Отрезной резец со скошенной режущей кромкой

При закреплении отрезного резца необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы вся подошва его плотно прилегала к опорной площадке резцедержателя.

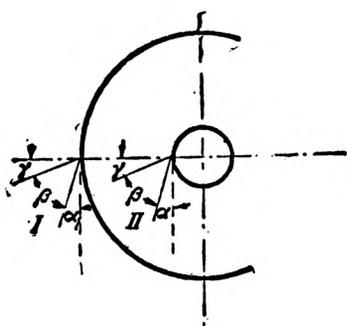


Фиг. 139. Отрезка в центрах



Фиг. 140. Отрезка в патроне

В противном случае резец во время работы сильно дрожит и легко ломается. По этой же причине обычно ломаются отрезные резцы, установленные на высоте центральной линии станка и имеющие слишком малый задний угол.



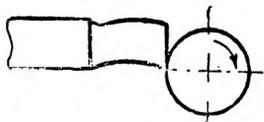
Фиг. 141. Углы отрезного резца, установленного по высоте центральной линии

При некруглом сечении детали или неправильной установке ее резец снимает стружку лишь в каком-нибудь одном, наиболее «высоком» месте. После обработки этого места резец выйдет из металла и несколько продвинется вперед (ввиду слабину между винтом и гайкой поперечной подачи, некоторого прогиба отрезаемой болванки и т. д.); кроме того, ему будет сообщена подача. В результате этих двух движений толщина следующей стружки, которую резец будет снимать с «высокого» места, может

получиться настолько большой, что резец сломается. Во избежание этого подачу резца, пока он не начнет снимать сплошную стружку, следует брать возможно меньшей.

Дальнейшая подача резца должна быть непрерывной и равномерной. Необходимо избегать остановки резца, а при прекращении подачи почему-либо раньше конца отрезки надо отводить резец назад, в противном случае вследствие скольжения по обработанной поверхности он затупится.

Не следует подавать резец до самого центра отрезаемой болванки, а надо отвести его назад, не доходя 2—3 мм, и отломать болванку.



Фиг. 142. Отрезной резец для работы обратным ходом

Для уменьшения дрожания резца и обрабатываемой детали, в особенности при отрезке предметов больших диаметров, очень полезно изготовлять резцы по фиг. 142 и производить отрезку при обратном ходе станка.

Режим отрезных работ. Скорости резания при отрезных работах принимаются несколько меньше, чем при обдирке, а именно: около 20—25 м/мин, если отрезаемая деталь из чугуна, 35—40 м/мин — при отрезке деталей из стали и 30—35 м/мин — при бронзовых деталях. Указанные скорости резания относятся к материалам средней твердости и к резцу среднего качества.

Подача при отрезке стали средней твердости должна быть очень небольшой: около 0,03 мм/об при ширине резца 2 мм, до 0,04 мм/об при ширине резца 3 мм и до 0,06 мм/об при ширине резца 4 мм. При отрезке чугунных и бронзовых болванок подачи могут быть больше.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

§ 32. Сверление и рассверливание отверстий

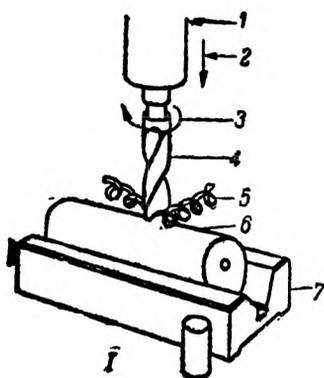
Сущность процесса сверления. На фиг. 143—I показано сверление отверстия в стальной детали 6, положенной на призму 7, установленную на столе сверлильного станка. Сверло 4, вставленное в шпиндель 1 станка, вращается по стрелке 3 и медленно перемещается по стрелке 2. Цифрой 5 обозначена стружка, образующаяся при работе сверла.

Часть разреза детали по плоскости, проходящей через ось сверла, и рабочая часть самого сверла изображены в увеличенном масштабе на фиг. 143—II, где цифрами 9 и 11 обозначены режущие кромки сверла. Последние должны иметь одинаковую длину и одинаковый наклон к оси сверла.

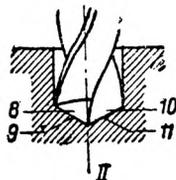
Поверхность 10 является передней, а поверхность 8 — задней гранью. Поверхности 10 и 8 расположены таким образом, что в рабочей части сверла получаются передний и задний углы, необходимые, как мы знаем, для правильной работы всякого режущего инструмента.

Сверление отверстий на токарных станках. Сверление отверстий обычно производится на сверлильных станках, но в некоторых случаях эта работа выполняется и на токарных станках, например при сверлении отверстий в деталях, в которых обрабатываются поверхности, концентричные с отверстием, при сверлении длинных отверстий и т. д.

Существует несколько способов сверления отверстий на токарных станках. Самый распространенный и вместе с тем самый точный способ состоит в том, что деталь закрепляется в патроне. Если деталь не круглая и обрабатывается в четырехкулачковом патроне, она должна быть тщательно проверена по разметке, особенно когда по данному отверстию будет производиться дальней-



Фиг. 143. Сверло и его работа



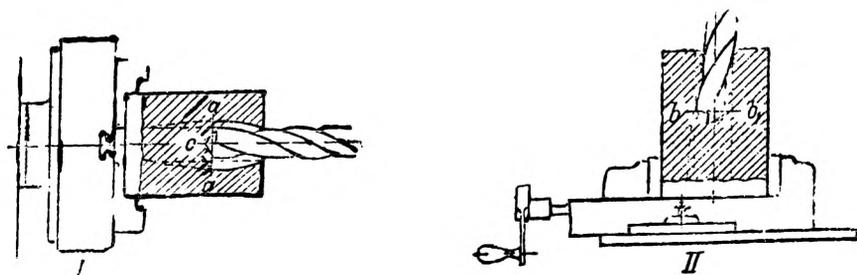
шая обработка или при большом количестве высверливаемых отверстий.

Подача сверла (углубление в высверливаемое отверстие) осуществляется с помощью шпинделя задней бабки вручную.

Сравнение работы сверла на токарном и сверлильном

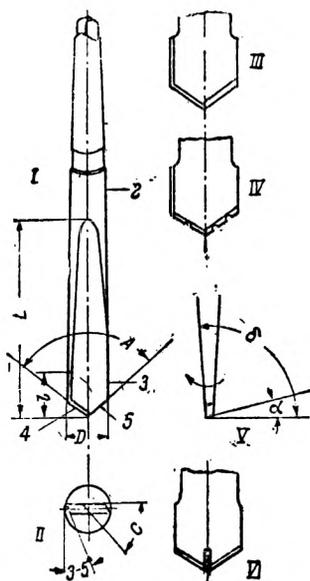
станках. При образовании отверстий на токарном станке вращается не сверло (как в сверлильном станке), а обрабатываемая деталь, закрепленная в патроне. И в этом случае подачу имеет сверло. Такое распределение движений резания способствует получению более точного отверстия. В самом деле, если деталь неподвижна (как при обработке ее на сверлильном станке), то при всяком отклонении сверла от правильного направления отверстие получается не с вертикальной осью (фиг. 144—II), а с наклонной. При сверлении отверстия на токарном станке эта ошибка устраняется вращением детали. Предположим, что в результате действия одной или нескольких сил, вызывающих смещение, сверло отклонилось в сторону, так что крайняя (наиболее удаленная от оси сверла) точка одной из режущих кромок его совпала с точкой *a* (фиг. 144—I). Вследствие вращения детали эта точка режущей кромки будет описывать в детали окружность *aa₁* с центром на оси вращения (детали). Давление резания на кромку *ac* больше, чем на другую, а так как деталь не может сместиться в сторону, то она, изгибая сверло, будет отводить его к оси вращения. В результате обрабатываемое отверстие получится не цилиндрическим, а бочкообразным, но с прямолинейной осью, совпадающей с осью вращения детали.

Если деталь неподвижна (фиг. 144—II), то при отклонении сверла в сторону каждая точка его режущих кромок, не встречая сопротивления (как это мы видели выше, рассматривая работу сверла на токарном станке), будет описывать в детали круги, плоскости bb_1 , которых перпендикулярны к оси вращения сверла, но наклонны по отношению к той же оси при ее первоначальном положении (до отклонения сверла в сторону). Вследствие этого сверло пойдет в сторону, и отверстие, обработанное при таких условиях, получится цилиндрическим, но с наклонной осью.



Фиг. 144. Сравнение работы сверла на токарном (I) и сверлильном (II) станках

Плоскости bb_1 , которых перпендикулярны к оси вращения сверла, но наклонны по отношению к той же оси при ее первоначальном положении (до отклонения сверла в сторону). Вследствие этого сверло пойдет в сторону, и отверстие, обработанное при таких условиях, получится цилиндрическим, но с наклонной осью.



Фиг. 145. Перовое сверло и его элементы

Перовые сверла. Простейшим инструментом для образования отверстий служит так называемое перовое сверло (фиг. 145—I). Верхний конец сверла, служащий для закрепления его на станке, называется хвостовиком; он может быть коническим, цилиндрическим, квадратного сечения или даже плоским. Средняя часть сверла имеет вид круглого или граненого стержня 2, постепенно книзу переходящего в лопатку или перо 3 с двумя режущими кромками 4 и 5 на самом конце.

Толщина пера у основания (т. е. у режущих кромок 4 и 5) выбирается в зависимости от диаметра сверла. Чем больше этот диаметр, тем она больше. У сверл диаметром 5—10 мм толщина пера колеблется от 1,5 до 2 мм, при диаметре 10—20 мм — от 2 до 4 мм и при диаметре больше 20 мм она доходит до 6—8 мм.

Если перо сделать слишком тонким (для улучшения выхода стружки), то прочность его уменьшится. Длина пера (размер L) находится в зависимости от глубины высверливаемого отверстия.

В нижней части перо на длине l для лучшего направления сверла должно иметь постоянную ширину D , равную диаметру высверливаемого отверстия. Для уменьшения трения сверла

о стенки отверстия по всей длине / с боков пера делают небольшой скос под углом $3-5^\circ$ (фиг. 145—II).

Угол A взаимного наклона режущих кромок пера называется углом при вершине. Величина его тем больше, чем тверже обрабатываемый материал, и колеблется от 90 до 130° . Для сверления твердого чугуна угол этот берется в 130° , для сверления мягкой стали — около 90° .

В том случае, когда сверло предназначается для обработки различных материалов, угол его делается равным $116-120^\circ$. На фиг. 145—V показан вид рабочей части перового сверла сбоку, причем угол α — задний угол, а угол — угол резания. Из чертежа видно, что угол резания у перового сверла всегда больше 90° , вследствие чего оно работает при тяжелых условиях резания. Для уменьшения этого угла при сверлении материалов средней твердости и мягких на передней грани сверла (фиг. 145—III) иногда делают выемку («забор»), несколько облегчающую работу сверла, но уменьшающую его прочность и стойкость. В перовых сверлах диаметром свыше 25 мм полезно делать поперечные канавки (фиг. 145—IV) для дробления стружки, чем облегчается сверление.

Если посмотреть на первое сверло с торца его (фиг. 145—II), то мы увидим, что задние грани в центре сверла при своем пересечении образуют прямую линию, наклонную к передней плоскости пера. Линия эта называется поперечной кромкой. Угол C , образованный передней плоскостью пера и поперечной кромкой его, зависит главным образом от величины угла A (фиг. 145—I) и при правильной заточке сверла должен составлять около 55° . Поперечная кромка не режет, а только скоблит материал, что повышает температуру нагрева сверла. Поэтому чем длиннее поперечная кромка (т. е. чем толще перо сверла у его основания), тем хуже будет работать сверло. В больших сверлах для уменьшения длины поперечной кромки на передней плоскости пера вдоль оси сверла делают небольшие подточки (фиг. 144—VI).

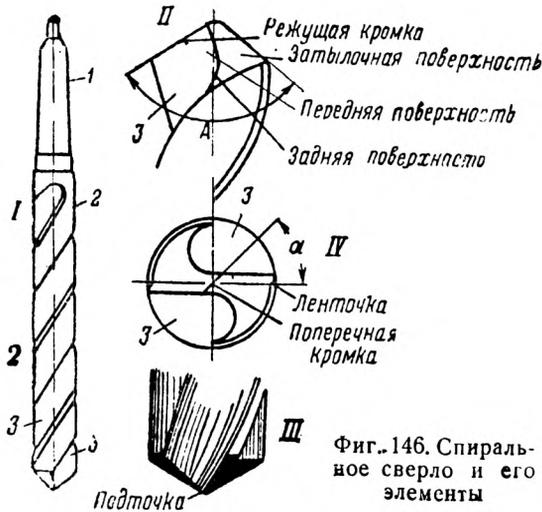
Существенный недостаток перового сверла состоит в том, что после того как цилиндрическая часть его, очень небольшая по длине, сточится, сверло теряет свой первоначальный диаметр. Большое достоинство этого сверла — простота его изготовления.

Спиральные сверла. Спиральное сверло (фиг. 146—I) не имеет этого недостатка. Верхний его конец 1 может быть коническим или цилиндрическим. По всей длине рабочей части 2 сверла сделаны две винтовые канавки 3 . Материал, оставшийся между канавками, называется сердцевинной сверла.

Передние поверхности (фиг. 146—II) каждой из винтовых канавок, пересекаясь с задними поверхностями сверла, образуют режущие кромки его. Из фиг. 146—III видно, что передняя поверхность сверла, поднимаясь вверх, как бы отходит назад, а не наклонена вперед (что мы видели в перовом сверле). Поэтому передний угол γ у спирального сверла больше нуля и зависит от угла наклона канавок сверла. Угол наклона винтовых канавок у сверл обычно делают равным 30° . Угол резания δ у спирального сверла меньше 90° , что улучшает условия его работы в сравнении

с перовым. Необходимо отметить особенность спирального сверла, состоящую в том, что у тех точек режущих кромок, которые расположены ближе к наружной поверхности сверла, передняя поверхность отходит назад больше, чем у точек, расположенных ближе к оси сверла. Это значит, что величина переднего угла спирального сверла непостоянна и изменяется в пределах от 60° у наружной поверхности и почти 0° у оси сверла. Величины заднего угла спирального сверла также переменны: угол этот больше в тех точках режущей кромки сверла, которая расположена ближе к наружной поверхности его, и наоборот.

Таким образом, точки режущих кромок сверла, более удаленные от оси его, находятся в лучших условиях при резании в сравнении с точками, расположенными ближе к оси его.



Фиг. 146. Спиральное сверло и его элементы

Поперечная кромка (фиг. 146—IV) спирального сверла, так же как и перового, не режет, а только скоблит материал. Чем больше диаметр сверла, тем больше длина этой кромки и, следовательно, тем хуже условия работы сверла. Ввиду этого у сверл больших диаметров длину поперечной кромки несколько уменьшают, делая подточки вдоль сердцевины сверла. Наклон поперечной кромки (угол α на фиг. 146—IV) сверла к его режущей кромке при правильной заточке должен равняться приблизительно 55° .

Стружки при работе сверла лучше отделяются, если режущие кромки его прямолинейны. Для этого необходимо, чтобы профиль канавок, их наклон и наклон нижней затылочной поверхности сверла имели строго определенные размеры и направления.

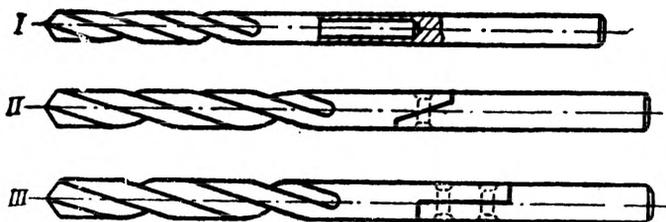
Угол A при вершине сверла обычно делается равным $116-118^\circ$. Если при обычном наклоне спирали (30°) угол при вершине сверла делать меньше 116° или больше 118° , то режущие кромки получаются искривленными, что дает возможность судить о неправильной заточке сверла. Искривление прямолинейности режущих кромок

получается и при отклонении угла наклона поперечной кромки к режущей.

Длина режущих кромок должна быть одинаковой, так как иначе сверло во время работы будет уводить в сторону и высверливаемое отверстие получится больше диаметра сверла. Этим обстоятельством иногда пользуются опытные токари, когда в их распоряжении нет сверла требуемого диаметра.

Для уменьшения трения сверла о боковые стенки высверливаемого отверстия часть материала стержня сверла снимается так, чтобы получились не очень широкие ленточки (фиг. 146—IV).

Для устранения заедания сверла, которое особенно возможно при глубоком сверлении, рабочая часть его делается немного конусной, так что нижняя часть сверла получается толще верхней. Но это изменение диаметра инструмента очень незначительно (всего 0,04—0,06 мм на каждые 100 мм длины сверла) и осуществляется за счет толщины ленточки при шлифовании сверла после закалки.



Фиг 147. Удлиненные спиральные сверла

Таким образом, спиральное сверло может работать почти до полного износа (вследствие переточек) рабочей части, не изменяя практически своего диаметра.

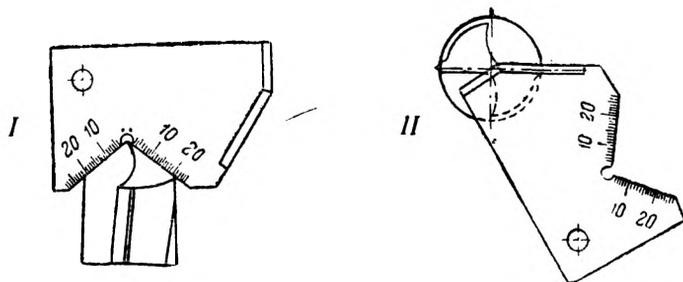
Для сверления глубоких отверстий, превышающих длину нормального сверла, употребляют удлиненные сверла. На фиг. 147 показаны способы удлинения сверл, наиболее часто встречающиеся в практике. Места соединения сверла с добавочным стержнем пропаиваются медью.

Заточка сверл на хорошо организованных заводах производится на специальных станках, обслуживаемых рабочими-заточниками. Если же заточку сверла почему-либо приходится производить самому токарю, то он должен иметь в виду, что сделать это значительно труднее, чем заточить резец. Поэтому такую заточку следует производить очень тщательно, наблюдая за тем, чтобы режущие кромки были равны и одинаково наклонены к оси сверла, чтобы угол при вершине был правилен и поперечное ребро сверла было точно расположено относительно передних поверхностей его.

На фиг. 148 схематически изображен способ употребления шаблонов, применяемых для проверки правильности заточки спиральных сверл, причем на фиг. 148—I показана проверка правильности угла при вершине сверла и одновременно с этим длины ре-

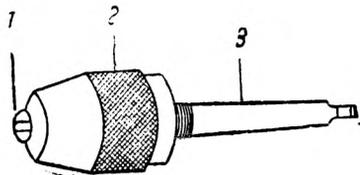
жущих кромок, а на фиг. 148—II — проверка правильности положения поперечной кромки сверла.

Закрепление сверл на станине. Мелкие сверла закрепляются в сверлильных патронах, вставляемых в шпиндель задней бабки. Один из таких патронов очень распространенной конструкции изображен на фиг. 149. Он имеет три кулачка 1, между которыми вставляется закрепляемое сверло. При вращении накатанной

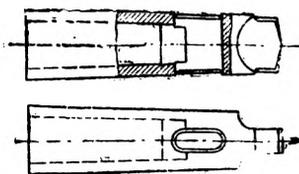


Фиг. 148. Проверка правильности заточки спирального сверла

втулки 2 все кулачки с одинаковой скоростью сближаются и закрепляют сверло достаточно прочно, одновременно с этим устанавливая его точно в центр. Конический хвост 3 входит в шпиндель задней бабки и удерживается в ней трением. Сверла средних размеров с коническим хвостом вставляются непосредственно в шпиндель задней бабки.



Фиг. 149. Патрон для сверла



Фиг. 150. Переходная втулка для сверл

Если конус сверла меньше конуса шпинделя, то пользуются переходными втулками. Патрон в этом случае вставляется в переходную втулку (фиг. 150), а последняя — в шпиндель. В тех случаях, когда наружный конус переходной втулки меньше конуса шпинделя, пользуются несколькими втулками одновременно, вставляя их одну в другую. Внутренний конус меньшей втулки должен соответствовать конусу сверла (или патрона), а наружный конус большей втулки — конусу шпинделя.

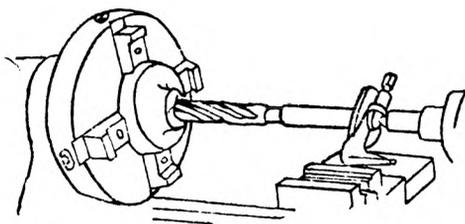
Сверла с цилиндрическим хвостом при отсутствии патрона необходимых размеров устанавливаются на станке так, как показано на фиг. 151. Сверло режущим концом упирается в обрабатываемую

деталь, а противоположным — в центр задней бабки. Для того чтобы сверло не вращалось, на него надевается обыкновенный хомутик, опирающийся на супорт станка.

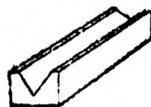
При сверлении глубоких отверстий, когда сверло приходится многократно выводить из отверстия для удаления стружки, его закрепляют на супорте (вместо резца) с помощью специальных подкладок (фиг. 152).

Особое преимущество такого способа закрепления сверла заключается в том, что он обеспечивает возможность работать с автоматической подачей, в то время как при закреплении сверла в шпинделе бабки неизбежна ручная подача.

Практика сверления отверстий на токарных станках. Сверление отверстия необходимо начинать с надсверливания, которое производится коротким и толстым сверлом, вставленным в шпиндель задней бабки. Угол при вершине этого сверла следует делать меньше обычного, примерно в 90° , чтобы сверло меньше уводило в сторону.



Фиг. 151. Сверление отверстия большим сверлом



Фиг. 152. Подкладка для сверла

Если надсверливания почему-либо сделать нельзя, поступают следующим образом. В шпиндель задней бабки вставляют сверло того диаметра, какой должно иметь высверливаемое отверстие. Рабочий конец сверла приближают к детали почти вплотную, но так, чтобы сверло еще не касалось ее. Затем подводят к сверлу поперечной подачей супорта какой-либо металлический стержень, закрепленный обычным способом (как резец) в резцедержателе, и только после этого начинают углублять сверло в деталь. Этим приемом удастся до некоторой степени предупредить смещение сверла в начале работы. Как только оно немного углубится, поддерживающий его стержень нужно отвести в сторону.

При обработке отверстия сверлом, закрепленным в шпинделе задней бабки, подача осуществляется вручную вращением маховичка шпинделя. Это утомительно для рабочего, особенно при глубоком сверлении. Поэтому в таких случаях поступают следующим образом: болты, прикрепляющие заднюю бабку к станине, немного освобождают, чтобы она могла двигаться вдоль станины с некоторым небольшим усилием, и связывают ее с супортом. При случайной работе для этого достаточно связать бабку с супортом проволокой. Если сверление производится часто, соединение бабки с супортом должно быть сделано более солидно,

например, посредством стальной тяги (кусок полосовой стали). Для этого в бабке и в супорте необходимо просверлить и нарезать отверстия, в которые можно ввернуть болты для присоединения тяги. Тогда подача сверла осуществляется автоматически, от движущегося супорта.

Токарь-стахановец Харьковского турбогенераторного завода тов. Дрокин добился при обработке крышки масляных насосов повышения производительности в 5—6 раз, применяя один из указанных выше способов сообщения автоматической подачи задней бабке (связав ее с супортом специальной тягой).

Только при случайном отсутствии всех причин, отрицательно влияющих на точность сверления, можно просверлить отверстие, равное диаметру сверла. На практике этого никогда не бывает, и отверстие всегда получается больше сверла.

Скорости резания и подачи при сверлении. Во время работы сверла количество образующейся теплоты больше, чем при работе резца. Это объясняется тем, что при сверлении теплота образуется не только от тех же причин, которые имеют место при работе резца, но и вследствие трения сверла о стенки обрабатываемого отверстия, увеличивающегося по мере углубления сверла. Кроме того, при сверлении значительно ухудшается отвод теплоты резания, которая почти не уходит непосредственно в окружающий воздух, а поступает в обрабатываемую деталь и в сверло.

В действительности, однако, тяжелые условия работы сверла смягчаются тем, что в большинстве случаев оно работает непрерывно более короткие промежутки времени по сравнению с токарными резцами и поэтому меньше нагревается.

При сверлении очень мягких металлов скорость резания приходится брать меньше допускаемой стойкостью сверла ввиду того, что частицы такого материала привариваются к режущим кромкам сверла и этим затрудняют его работу.

При сверлении на токарном станке обычно применяется ручная подача. Она должна быть равномерной и, вообще говоря, очень небольшой.

Общие данные о скоростях резания и подачах при работе сверлами из быстрорежущей стали приведены в табл. 5. Для сверл из углеродистой стали также можно брать подачи, указанные в этой таблице, но скорости резания надо уменьшить примерно вдвое.

Табл. 5 составлена применительно к сверлению отверстий глубиной не выше 2,5 диаметра сверла. При более глубоком отверстии скорости резания и подачи, указанные в таблице, следует уменьшить.

Охлаждение при сверлении. Охлаждение сверла во время работы достигает сразу нескольких целей. Оно понижает температуру сверла, нагревающегося как от теплоты резания, так и от трения о стенки отверстия, уменьшает трение сверла об эти стенки и, наконец, способствует удалению стружки. Последнее обстоятельство очень важно потому, что стружка, остающаяся в высверливаемом отверстии, попадает под режущие кромки

Средние скорости резания и подачи при работе быстрорежущими спиральными сверлами

Диаметр сверла в мм	Обрабатываемый материал (твердость средняя)					
	Чугун		Сталь машино- подделочная		Бронза	
	скорость резания в м/мин	подача в мм/об	скорость резания в м/мин	подача в мм/об	скорость резания в м/мин	подача в мм/об
10	27,0	0,20	31,0	0,20	40,0	0,35
12	24,0	0,30	28,0	0,30	40,0	0,45
14	22,0	0,40	26,0	0,40	40,0	0,60
16	20,0	0,50	23,0	0,45	40,0	0,75
18	19,0	0,55	22,5	0,50	40,0	0,85
20	18,5	0,60	22,0	0,55	40,0	0,90
24	18,0	0,65	21,0	0,60	40,0	1,00
30	17,0	0,75	20,5	0,65	40,0	1,10
40	16,0	0,85	19,0	0,75	40,0	1,20
50	15,0	1,00	18,0	0,85	40,0	1,40

сверла и портит их. Кроме того, она попадает между боковыми сторонами сверла и стенками отверстия, вследствие чего увеличивается трение между ними. Поэтому при сверлении отверстий, в особенности глубоких, следует выводить сверло и промывать отверстие сильной струей охлаждающей жидкости (посредством шприца).

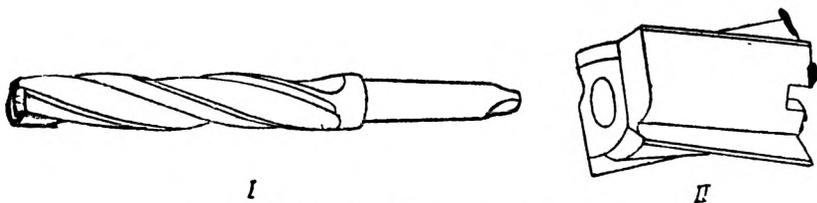
Расверливание отверстий. Не всегда удается просверлить отверстие с одного прохода, если диаметр его слишком велик. Станок, как говорят, «не везет» (соскакивает ремень), и не надо перегружать его во избежание поломки. В таких случаях прибегают к последовательному сверлению.

Пусть требуется, например, просверлить отверстие диаметром 75 мм на токарном станке средней величины (с высотой центров 200—250 мм). Так как сразу просверлить такое большое отверстие не удастся, то сначала сверлят обычным способом отверстие, например, в 25 мм, затем ставят сверло в 45 мм и т. д., постепенно увеличивая диаметр до требуемого размера.

Лучше, однако, после того как отверстие просверлено, для увеличения диаметра его пользоваться не сверлом, а более производительными инструментами, так называемыми зенкерами.

Зенкеры бывают цельные и насадные. Цельные (фиг. 153—1) предназначены для обработки отверстий с диаметром не больше 35 мм. По внешнему виду они несколько похожи на спиральные сверла, но имеют три винтовые канавки и, следовательно, три режущие кромки. Так как зенкер используется только для увеличения диаметра уже имеющегося отверстия, то режущие кромки его могут быть значительно короче, чем кромки спирального сверла такого же диаметра. Количество стружки при обра-

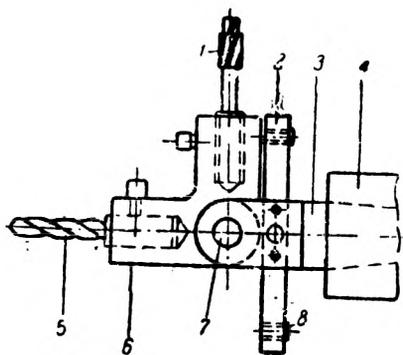
ботке отверстия зенкером меньше, чем при работе сверла. Это значит, что спиральные канавки у зенкера могут быть не такими глубокими, как у сверла. Благодаря этому сердцевина зенкера получается более прочной, что дает возможность работать с большими подачами (на оборот детали), а следовательно, и производительнее. Кроме того, зенкер, направляемый в отверстие тремя (а не двумя, как сверло) ленточками, больше обеспечивает



Фиг. 153. Зенкеры: I — цельный; II — насадный

прямолинейность оси обрабатываемого отверстия. Концевой угол зенкера равен 120° , угол наклона винтовых канавок его — около 25° .

Насадные зенкеры (фиг. 153—II) изготавливаются для обработки отверстий, диаметр которых больше 35 мм (до 120 мм). Такой зенкер не имеет хвостовика и крепится в шпинделе задней бабки станка при помощи специальной оправки, на которую он насаживается. Для этого в зенкере имеется отверстие, почти всегда коническое и только в редких случаях цилиндрическое. Предупреждение провертывания зенкера во время работы достигается наличием на оправке выступа (шпонки), который входит в соответствующий паз зенкера. Зенкер имеет четыре винтовые канавки с углом наклона в 15° и, следовательно, четыре режущие кромки.



Фиг. 151. Специальная державка для закрепления режущих инструментов, устанавливаемых в шпинделе задней бабки

Все сказанное выше о преимуществах цельного зенкера по сравнению со спиральным сверлом относится и к насадному зенкеру.

При обработке отверстий, полученных отливкой, также можно пользоваться сверлами и зенкерами. Так как отлитое отверстие получается не круглым и ось его никогда не совпадет с центром по разметке, то зенкер или сверло будут снимать стружку неравномерной толщины, и инструмент обязательно уведет (в сторону более тонкой стружки) при отсутствии надсверливания отверстия коротким, а поэтому жестким сверлом. Еще лучше вместо надсверливания растачивать отверстие резцом на глубину,

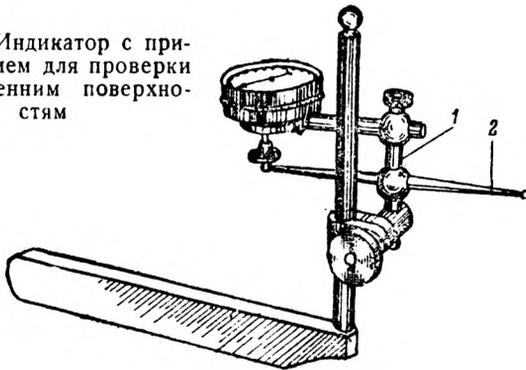
равную 1—1,5 диаметра сверла или зенкера. Диаметр этого отверстия должен равняться диаметру сверла или зенкера, которыми будет производиться дальнейшая обработка.

Если обработка отверстия производится сначала сверлом, а потом зенкером, то для закрепления их может быть очень полезной державка (фиг. 154). В шпиндель 4 задней бабки вставлен хвостовик 3, в проушине которого на пальце 7 вращается державка 6, изогнутая под прямым углом. В одном конце державки закрепляется сверло 5, а в другом — зенкер 1. На фиг. 154 в рабочем положении показано сверло. При повороте державки на 90° в этом положении будет зенкер. В рабочем положении державка поддерживается пластинкой 2, закрепленной на хвостовике 3, и регулируется винтом 8.

§ 33. Расточка отверстий

Установка и закрепление деталей при обработке отверстий. Все сказанное выше относительно установки и закрепления деталей при наружной обточке их в полной мере относится и

Фиг. 155. Индикатор с приспособлением для проверки по внутренним поверхностям

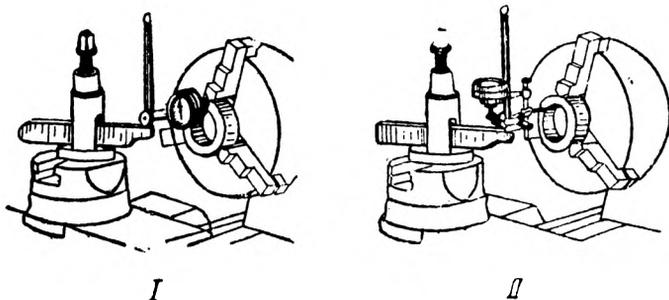


к установке при обработке отверстий. И в этом случае правильность установки проверяется рейсмусом (при грубых работах) и индикатором (при чистовой обработке детали).

Однако индикаторы, рассмотренные нами выше, можно использовать для проверки установки деталей по их внутренним поверхностям лишь тогда, когда диаметр отверстия настолько велик, что индикатор может поместиться в отверстии, и циферблат индикатора будет виден токарю. При проверке установки детали с отверстиями небольших диаметров может быть полезен индикатор, изображенный на фиг. 155. В отличие от ранее рассмотренных он имеет дополнительный равноплечий рычаг 2, точка опоры которого расположена внутри стойки 1. На концах этого рычага имеются шарики. Один из них прикасается к кнопке индикатора, а другой прижимается к стенке отверстия проверяемой детали. Благодаря равенству плеч рычага показания стрелки индикатора будут отражать действительную неточность установки детали.

На фиг. 156 показаны два примера применения этого индикатора. На фиг. 156—I добавочный рычаг снят и рассматриваемый индикатор используется как обыкновенный (производится проверка по торцу детали). На фиг. 156—II показана проверка детали по внутренней поверхности.

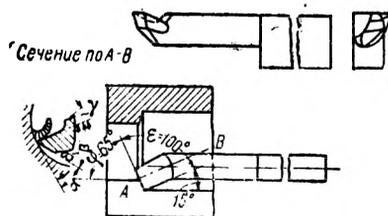
Так же, как и при закреплении деталей для наружной обточки и для обработки отверстий, нельзя слишком сильно зажимать де-



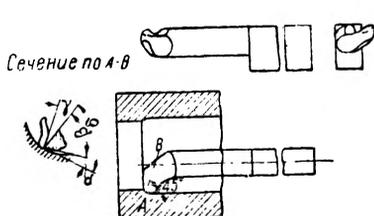
Фиг. 156. Примеры применения индикатора, показанного на фиг. 155

таль во избежание деформирования ее, но нельзя допускать и слишком слабого закрепления ее, так как тогда деталь может сместиться во время обработки.

Расточные резцы. Форма и размеры расточных резцов определяются в зависимости от размеров отверстий, для которых они предназначаются. Чем меньше диаметр растачиваемого отверстия,



Фиг. 157. Обдирочный расточной резец для сквозных отверстий



Фиг. 158. Чистовой расточной резец

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 отверстия. Длинный и тонкий стержень резца во время работы пружинит и поэтому для снятия больших стружек не пригоден.

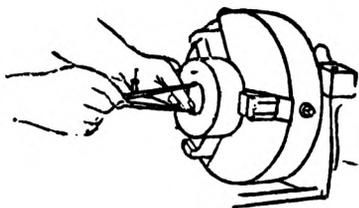
Изображенным на фиг. 157 обыкновенным обдирочным резцом пользуются для расточки уже имеющихся отверстий, полученных в литейной или предварительным сверлением. Режущая кромка его расположена наклонно, поэтому отделение стружки происходит свободно.

Для чистовой обработки отверстий служит резец, изображенный на фиг. 158. Он дает чистую поверхность, но не всегда верный диаметр отверстия, так как его во время работы отжимает от обрабатываемой детали.

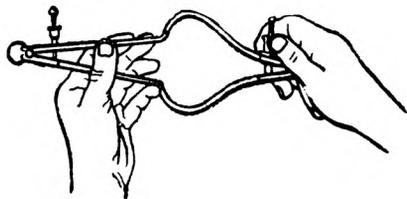
Резцы для внутренней расточки изготавливаются в большинстве случаев из стали прямоугольного или квадратного сечения, причем передний конец их оттягивается поковкой. Реже встречаются круглые расточные резцы, потому что для установки их в резцедержателе необходимо иметь специальные подкладки.

Измерение отверстий. Отверстия с неточными размерами измеряются с помощью нутромера и линейки с делениями. Более точные и чисто обработанные отверстия проверяются штангенциркулями.

Измеряя внутренние диаметры нутромером, необходимо следить за тем, чтобы ось его совпала с осью измеряемой детали (фиг. 159), иначе раствор ножек будет больше диаметра отверстия. Чтобы избежать этой ошибки, устанавливают одну ножку нутромера неподвижно, а другую слегка покачивают и таким образом



Фиг. 159. Измерение нутромером



Фиг. 160. Перенос измерения

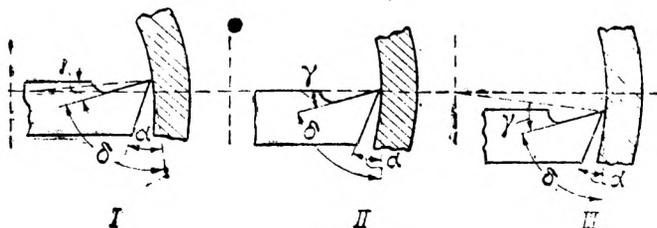
нащупывают наименьший раствор ножек нутромера, который и соответствует диаметру измеряемого отверстия.

При расточке какого-либо отверстия по данному валу поступают таким образом: снимают диаметр вала кронциркулем с соблюдением всех приведенных выше правил, затем по кронциркулю устанавливают нутромер, как показано на фиг. 160, и, наконец, по нутромеру растачивают отверстие. Таким же способом можно производить установку кронциркуля по нутромеру, когда какой-либо вал пригоняется к имеющемуся отверстию.

Диаметры более точных отверстий можно измерять штангенциркулем, изображенным на фиг. 96. Именно для таких целей наружные боковые поверхности концов его губок закругляются на длине 8—10 мм. При отсчете показания штангенциркуля необходимо учитывать ширину его губок так же, как это мы делали при измерении ширины наружных канавок. Измерение диаметров отверстий можно производить и штангенциркулем «Колумбус», используя для этого острие губки.

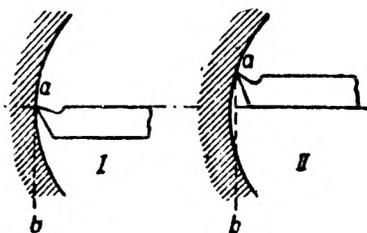
Установка резцов при расточке отверстий. Из фиг. 161, на которой показаны три различные установки обдирочного расточного резца относительно центральной линии станка, видно, что наиболее выгодной является установка резца ниже центра (фиг. 161—III). В самом деле, в этом случае угол резания δ получается меньшим,

чем при других установках резца, и условия резания более благоприятными. Особое преимущество такой установки резца станет очевидным, если сравнить ее с установкой резца выше центральной линии (фиг. 161—I). Дальнейшее понижение резца ограничивается связанным с этим уменьшением заднего угла, увеличивать который путем переточки резца невыгодно, так как это вызовет уменьшение угла заострения резца и, следовательно, понижение прочности его, а также способности отводить теплоту.



Фиг. 161. Установка расточного резца при обдирочных работах

Из сравнения фиг. 162—I и 162—II, где показаны две установки чистового расточного резца, видно, что в этом случае правильной является установка резца выше центральной линии станка. Действительно, если резец установлен на высоте центра (фиг. 162—I), то вершина его при опускании вниз (под давлением снимаемой стружки) будет перемещаться по линии *ab*, расположенной в материале обрабатываемой детали. Вследствие этого диаметр растачиваемого отверстия станет увеличиваться, что в данном случае недопустимо.



Фиг. 162. Установка расточного резца при чистовых работах

При опускании резца, установленного выше центральной линии станка (фиг. 162—II), вершина его будет также перемещаться по линии *ab*, но без углубления в материал детали, и диаметр обрабатываемого отверстия получится меньше должного, что во многих случаях можно исправить последующей обработкой.

Из сказанного очевидно, что при чистовой расточке отверстий резец следует устанавливать выше центральной линии станка.

Практика расточки отверстий. Трудно установить предел диаметра отверстий, до которого их следует сверлить и рассверливать, а выше которого лучше растачивать, так как это определяется в зависимости от многих условий: мощности станка, способа закрепления детали, ее жесткости, наличия сверл больших диаметров и т. д. При этом надо учитывать, что расточка дает более точные диаметры, чем рассверливание.

Расточка отверстий, особенно небольших 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 углами, так как резец может упереться в дно отверстия либо в один из заплечиков его. Для предупреждения поломки резца поступают так. Не пуская станка в ход, вводят резец в отверстие до крайнего положения и делают на нем пометку мелом. Пометка должна совпадать с торцом детали. 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.

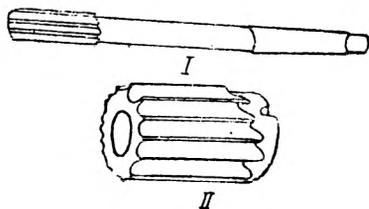
Скорости резания и подачи при расточных работах. Головка расточного резца значительно менее прочна, чем головка проходного резца, и гораздо хуже ее отводит теплоту. Стержень расточного резца, часто очень тонкий и длинный, способствует появлению дрожания, что также ухудшает условия его работы. Поэтому скорости резания, глубина и подачи при расточке должны быть меньше, чем при наружных работах. Для выбора скорости резания при расточке отверстий можно пользоваться табл. 3 (стр. 89), принимая приведенные в ней данные без изменений или несколько уменьшая их (умножая табличные значения скоростей резания на 0,8).

§ 34. Развертывание отверстий

Развертки. Получение отверстий точных диаметров посредством расточного резца связано с большими затруднениями, поэтому для обработки таких отверстий часто используются развертки. Самая простая конструкция развертки показана на фиг. 163—I. На рабочей части ее имеются зубцы, а хвостовая часть заканчивается конусом. Некоторые развертки делают с цилиндрическим хвостом (с квадратом на конце). Развертки больших диаметров изготавливаются насадными (фиг. 163—II).

На фиг. 164 изображена развертка с цилиндрическим хвостом, причем на этой же фигуре указаны принятые названия элементов (частей) ее. Отметим, что только на левом участке фиг. 164 калибрующая часть — цилиндрическая, остальная же, большая часть представляет собой конус, обращенный вершиной в сторону хвоста развертки.

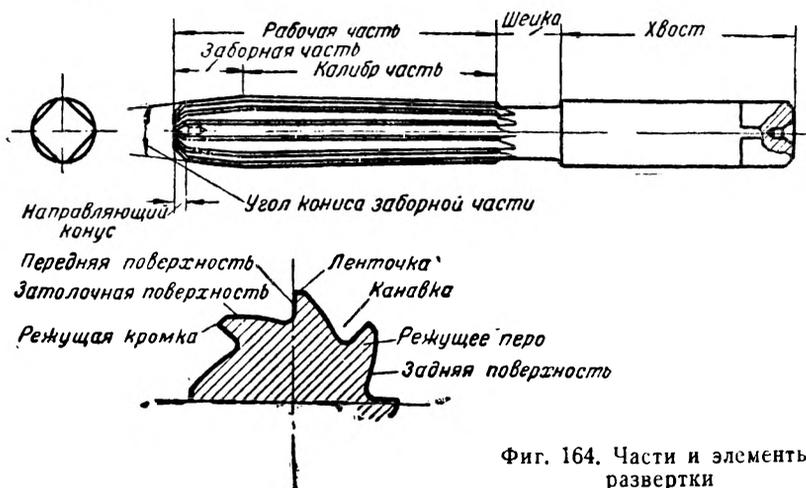
Из сопоставления фиг. 165—I и II видно, что длина заборной части у разверток, используемых при обработке стальных деталей (фиг. 165—I) значительно меньше той же части у разверток, применяемых при обработке отверстий в деталях из чугуна (фиг. 165—II). Угол конуса в первых развертках делается 30—40°, а во вторых 8—10°. Таким образом, угол, образуемый направлением подачи развертки и главной режущей кромкой ее, составляет около 15°, если развертка предназначена для обработки стальных деталей, и около 4° — для деталей из чугуна. Чем меньше угол конуса заборной части, т. е. чем больше ее длина, тем точнее и



Фиг. 163. Простая (I) и насадная (II) развертки

чище получают отверстия, обработанные разверткой. Наоборот, при слишком короткой заборной части обработанное ею отверстие часто бывает не круглым, а граненым.

Слишком длинную заборную часть у разверток для стали делать, однако, нельзя, так как при этом стружка, снимаемая разверткой, получается очень широкой. Сталь обладает большой вязкостью, поэтому при значительной ширине стружки возникают значительные усилия резания, в результате которых развертка может сломаться. Именно поэтому у разверток для обработки стальных деталей заборная часть делается небольшой, но с большим углом конуса. Стружка, снимаемая такой разверткой, получается сравнительно толстой, но отделение ее не требует такого большого усилия, которое может вызвать поломку развертки.



Фиг. 164. Части и элементы развертки

По способу своего применения развертки бывают ручные и машинные.

У ручных разверток для облегчения ввода их в развертываемое отверстие длину заборной части делают значительно большей, чем у машинных, и с очень небольшим углом конуса (2—3°).

Для предохранения заборной части развертки от случайных повреждений в начале ее снимается фаска под углом 45°.

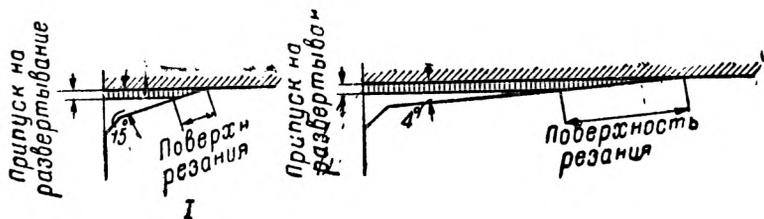
Длина цилиндрического участка калибрующей части выбирается в зависимости от диаметра развертки. У машинных разверток длина этих участков в среднем такова:

Диаметр развертки		Длина цилиндрического участка
в мм		в мм
3—5		7
6—10		10
11—19		13
20—37		18
38—50		24

У ручных разверток длина цилиндрического участка делается примерно вдвое больше, чем у машинных.

Во время работы развертки постепенно изнашивается передняя часть цилиндрического участка. Это приводит к тому, что длина заборной части увеличивается. В результате развертка может начать резать всей длиной зубца, и тогда поломка ее неизбежна. Этого, однако, не происходит, так как за цилиндрическим участком калибрующей части следует конус [диаметр правого конца рабочей части развертки (фиг. 164) делается на 0,04—0,06 мм меньше диаметра цилиндрического участка].

Зубцы разверток в большинстве случаев делаются прямыми (фиг. 163—I и 163—II), хотя изготавливаются развертки и со спиральными зубцами (фиг. 166). Спираль зубцов может быть левой I



Фиг. 165. Задняя часть машинной развертки для обработки стали (I) и чугуна (II)

и правой II. Такими развертками пользуются при обработке отверстий, имеющих канавки (например, шпоночные).

Для того чтобы отверстия, обрабатываемые развертками, получились круглыми, а не гранеными, зубцы развертки делают с переменным шагом, т. е. с разными расстояниями между ними. Нет необходимости, однако, все шаги зубцов делать разными, а вполне достаточно, чтобы были равны диаметрально противоположные



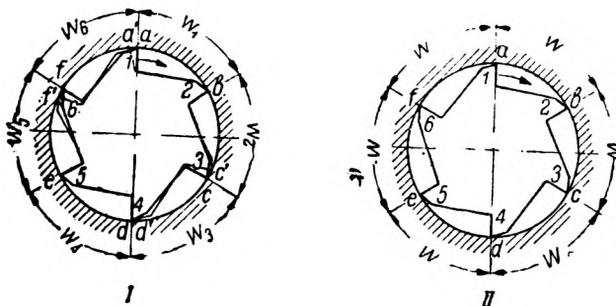
Фиг. 166. Насадная развертка со спиральными зубцами

шаги. Схематический вид зубцов такой развертки показан на фиг. 167—I. У этой развертки $W_1 = W_4$, $W_2 = W_5$, $W_3 = W_6$, так что зубцы 1 и 4, 2 и 5, 3 и 6 находятся (попарно) в одной плоскости, проходящей через центр развертки, что дает возможность без всякого труда измерять ее диаметр.

На фиг. 167—II (также схематически) показаны зубцы развертки, но с постоянным шагом W . При повороте такой развертки на один шаг зубец 1, находившийся до поворота в точке a , попадет в точку b , где находился зубец 2. Точно так же зубец 2 из точки b попадает в точку c , где был до поворота зубец 3, и т. д.

Если при этом в точках a , b и c до поворота оставалась не снятой даже небольшая стружка, то все последующие зубцы, попадающие в эти точки, ударяются о неснятую стружку. Развертка

вследствие этого дробит, и развертываемое отверстие получается граненым. Если же шаг зубцов развертки не одинаковый (фиг. 167—*I*), то после поворота ее, например на шаг W_1 , зубец 1 попадет так же, как и в рассмотренном выше случае, в точку b , в которой до поворота находился зубец 2. Но зубец 2 попадет после поворота не в точку c (в которой был зубец 3), а в точку c' , точно так же зубец 3 попадет в точку d' , зубец 4 — в точку e , в которой находился до поворота зубец 5, а зубцы 5 и 6 — не в те

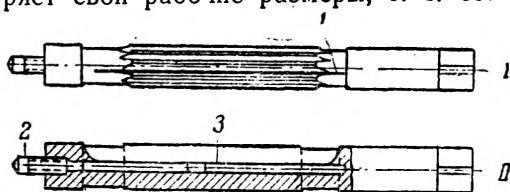


Фиг. 167. Работа развертки с постоянным (*I*) и переменным (*II*) шагом

точки, в которых были зубцы 6 и 1. При следующем повороте развертки на шаг W_1 ее зубец 6 попадет не в точку b , в которой при предыдущем повороте были зубцы 1, 2 и т. д. Таким образом, зубцы развертки с неровным шагом не попадают на прежние места, и развертываемое отверстие получается круглым.

Во время работы развертки зубцы ее изнашиваются, и она теряет свои рабочие размеры, т. е. становится негодной для дальнейшей работы.

Такую развертку обыкновенно переделывают (шлифованием) на следующий, меньший размер.

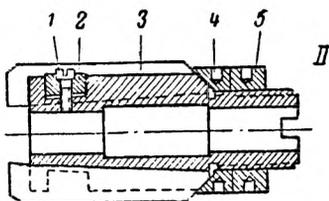
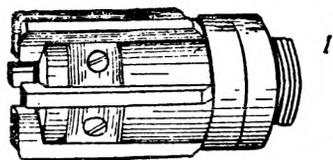


Фиг. 168. Регулируемая развертка небольших размеров

Вместо этого довольно часто развертки делают регулируемыми, так что после износа зубцов диаметр развертки можно несколько увеличить. Регулируемая развертка небольших размеров показана на фиг. 168, причем на фиг. 168—*I* дан общий вид развертки, а на фиг. 168—*II* — ее разрез. Из чертежа видно, что рассматриваемая развертка имеет прорез 1 и отверстие 3, часть которого сделана на конус. В последний упирается конический конец длинного стержня 2, ввинчиваемого в развертку. Вполне понятно, что при ввинчивании стержня 2 диаметр развертки увеличивается.

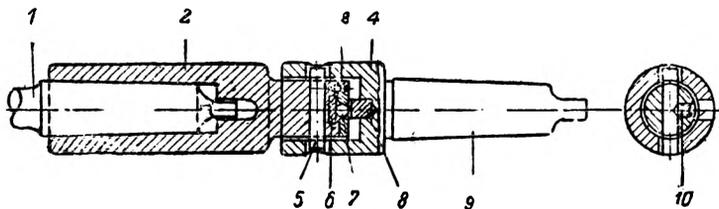
На фиг. 169 показаны общий вид и разрез насадной регулируемой развертки (со вставными зубцами). Зубцы 3 развертки расположены в пазах, сделанных в ее корпусе (причем дно пазов наклонно), и удерживаются в них посредством пластинок 2 и винтов 1. Позади зубцов имеются гайка 4 и контргайка 5 для регулирования диаметра развертки. Освободив немного винт 1 и гайку 4, ударами свинцового молота перемещают все зубцы развертки вправо настолько, чтобы диаметр ее оказался несколько больше требуемого. После этого гайка 4 точно устанавливается и закрепляется контргайкой 5. Зубцы развертки после такой перестановки шлифуются.

Закрепление разверток. Закрепление разверток осуществляется иногда так же, как сверл больших диаметров (фиг. 151), но лишь в тех случаях, если под руками нет специальных шарнирных оправок для работы развертками. Одна из таких оправок изображена на фиг. 170. Основная деталь ее 4 имеет конический хвост 9, который вставляется в шпindel задней бабки. В цилиндрическое углубление, сделанное в утолщенной части детали 4, входит правый конец втулки 2. В этом конце и в дне углубления детали 4 запрессованы стальные закаленные опоры 6 и 8, между которыми находится шарик 7. Последний удержи-



Фиг. 169. Насадная регулируемая развертка

вается шариком-опорой 7, который в свою очередь удерживается втулкой 2. Диаметр углубления в утолщенной части детали 4 больше диаметра правого конца втулки 2. Точно так же диаметры отверстий в детали 4 для стержня 5 больше диаметра стержня. Эти зазоры между деталями оправки, а также



Фиг. 170. Шарнирная оправка для разверток

защелкивается кольцом-обоймой 3, прикрепленным к торцу втулки 2 несколькими винтами. Стержень 5 закреплен посредством винта 10 в конце втулки 2 и проходит через отверстие, сделанное в стенках утолщенной части детали 4. Развертка 1 вставляется в коническое гнездо в левом конце втулки 2. Из разреза рассматриваемой оправки видно, что диаметр углубления в утолщенной части детали 4 больше диаметра правого конца втулки 2. Точно так же диаметры отверстий в детали 4 для стержня 5 больше диаметра стержня. Эти зазоры между деталями оправки, а также

наличие шариковой опоры обеспечивают втулке 2 возможность некоторой «игры». Поэтому развертка, закрепленная в данной втулке, сама находит свое место и, направляемая отверстием, обрабатывает его точно, не разбивая.

Работа развертками. Развертка — довольно дорогой инструмент. Она относительно быстро теряет свой рабочий размер, поэтому необходимо принимать все меры к тому, чтобы на ее долю приходилось возможно меньше работы (наименьшая толщина стружки, т. е. минимальный припуск). Подготовка отверстия для развертывания производится или сверлами, если диаметр отверстия не выше 10—12 мм, или зенкерами — при больших диаметрах. Подготовка отверстия резцом довольно дорога, поэтому прибегать к ней следует только в крайних случаях. Предварительное растачивание развертываемых отверстий должно производиться во всех случаях, когда ось отверстия должна быть строго прямолинейной и совпадать с осью других цилиндрических поверхностей обрабатываемого отверстия. Дело в том, что при правильном применении развертки диаметр отверстия получается точным и стенки его гладкими, но ось отверстия остается без изменения. Таким образом, если ось отверстия, подготовленного под развертку, была криволинейной или смещенной относительно других поверхностей детали, то и ось развернутого отверстия остается такой же криволинейной и смещенной. Ось отверстия, расточенного резцом, всегда прямолинейна и совпадает с осью поверхностей деталей, обработанных при данной установке; поэтому после развертывания такое отверстие получит наиболее правильные форму и положение.

Торцевую поверхность обрабатываемой детали перед развертыванием следует обточить, чтобы развертка с самого начала резания работала равномерно всеми своими зубцами. В противном случае, при необработанной и неровной торцевой поверхности деталей, развертка режет неравномерно, в начале работы ее заедает, она выкрашивается и дает отверстие с негладкими стенками. Иногда для обработки одного отверстия пользуются двумя развертками — черновой и чистовой, снимая последней очень тонкую стружку и тем предохраняя ее от быстрого износа.

При развертывании отверстий, имеющих канавки (например, шпоночные), следует пользоваться развертками со спиральными зубцами. В этом случае все зубцы развертки находятся под одинаковой нагрузкой, вследствие чего развертываемое отверстие получается с точным диаметром и гладкими стенками. Если бы развертывание такого отверстия производилось разверткой с прямыми зубцами, то в некоторые моменты один из зубцов попал бы против канавки, т. е. выходил бы из работы, и этим равновесие в работе развертки нарушилось бы. Такого положения не может быть при спиральном зубце, так как он перекрывает канавку в отверстии по диагонали и поэтому резких изменений в нагрузке его не получается.

Направление спирали должно быть противоположным направлению вращения детали, чтобы развертка не увлеклась давлением

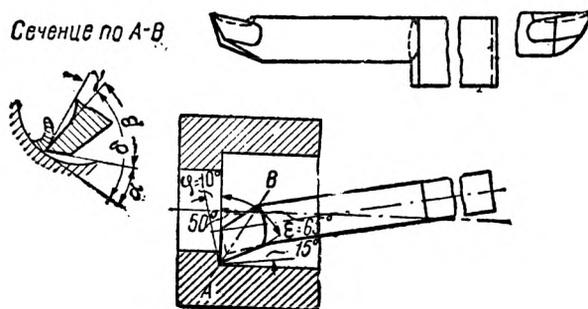
стружки в отверстие. Таким образом, при обычном на токарных станках правом вращении развертка должна иметь левую спираль.

Скорости резания при развертывании должны быть невысокими во избежание быстрого износа разверток. Поддачи (обычно ручные) также требуются небольшие, но равномерные, в противном случае возможны заедание и поломка зубцов.

Насколько эффективно может быть в некоторых случаях применение развертки, можно судить по следующему примеру. Обработка отверстия в кольце (деталь мотоцикла) диаметром 40 мм с допуском 0,1 мм производилась резцом, причем кольцо закрепили в американском патроне. Мастер-стахановец тов. Гинзбург заменил резец разверткой. Кроме того, для ускорения и повышения точности установки кольца он предложил пользоваться разрезной втулкой (фиг. 104). В результате производительность увеличилась почти в 5 раз.

§ 35. Подрезка внутренних уступов и проточка внутренних канавок

Резцы для подрезки уступов. На фиг. 171 изображен резец, применяемый при подрезке уступов, получившихся после обработки детали сверлом, зенкером или расточным резцом. Резцу этому свойственны все указанные выше недостатки резцов для обра-



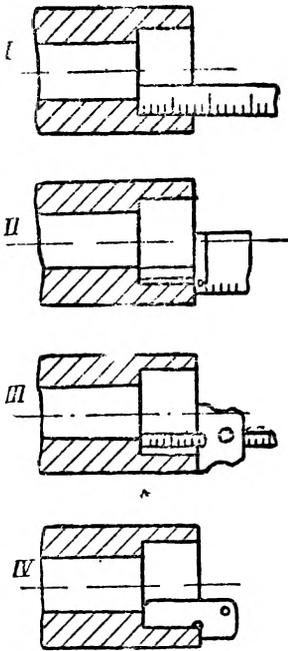
Фиг. 171. Расточный резец для подрезки уступов

ботки отверстий. Главная режущая кромка такого резца делается под углом $\varphi = 8-10^\circ$ по отношению к прямой, перпендикулярной к его оси.

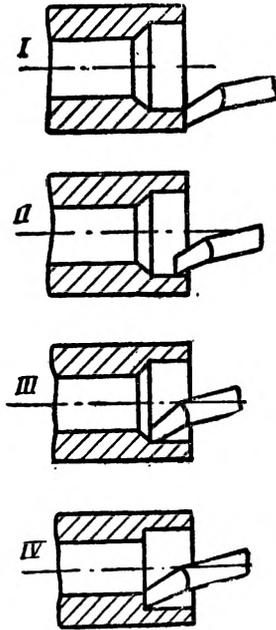
Измерение уступов. Наиболее простой способ измерения положения уступов (при помощи линейки с делениями) показан на фиг. 172—I. Если диаметр отверстия, в котором расположен уступ, настолько мал, что линейка в него не входит, можно пользоваться штангенциркулем типа «Колумбус» (фиг. 172—II), используя для этого его добавочную ножку или глубиномером (фиг. 172—III). При большом количестве одновременно обрабатываемых деталей весьма полезным может быть шаблон (фиг. 172—IV).

Практика подрезки уступов. Порядок обработки уступа выбирается в зависимости от его высоты и требуемого качества его поверхности. Небольшие (3—5 мм) и неточные уступы можно обра-

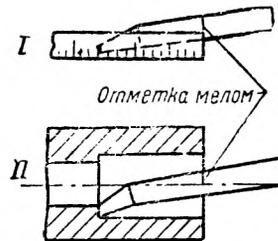
батывать следующим образом. Резец устанавливается так, чтобы режущая кромка его была строго перпендикулярна к оси отверстия в обрабатываемой детали. Для этого, закрепив резец, предварительно подводят детали (фиг. 173—I) или патрона и по просвету между этой поверхностью и режущей кромкой судят о точности установки инструмента. Закрепив резец окончательно и еще раз проверив указанным способом установку его, подводят вершину резца к по-



Фиг. 172. Измерение внутренних уступов линейкой (I), глубиномером (II), „Колумбусом“ (III) и шаблоном (IV)



Фиг. 173. Порядок подрезки внутренних уступов



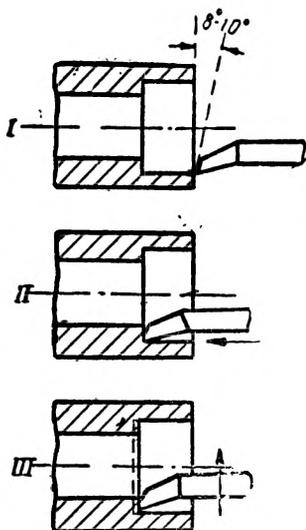
Фиг. 174. Получение требуемого положения внутреннего уступа по отметке на резце

верхности отверстия так, чтобы она касалась этой поверхности (фиг. 173—II). После этого быстро подают резец вперед, пока он не окажется в положении, показанном на фиг. 173—III, и начинают подрезку уступа ручной продольной подачей. Подача резца прекращается как только уступ получит правильную форму (фиг. 173—IV). После измерения положения уступа одним из рассмотренных выше способов (если при этом резец мешает измерению, его надо вывести) возобновляют подачу резца, затем снова производят изме-

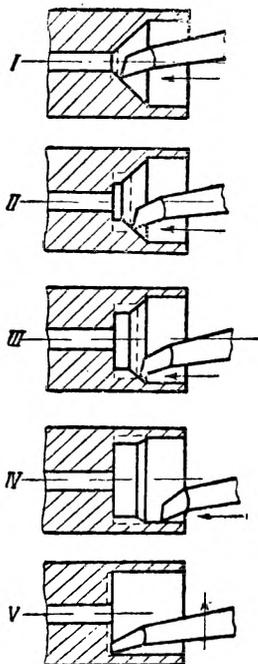
рение и т. д. до тех пор, пока положение уступа не будет соответствовать требуемому.

Используя лимб винта подачи верхних салазок супорта (после первого измерения положения уступа), можно сократить количество промеров и тем самым уменьшить продолжительность обработки.

Если подрезается уступ в отверстии настолько малого диаметра, что головки резца не видно, перед первым вводом резца в отверстие на стержень его по линейке с делениями наносится отметка мелом (фиг. 174—I) так, чтобы расстояние от нее до режущей кромки резца было равно



Фиг. 175. Подрезка внутренних небольших точных уступов



Фиг. 176. Подрезка больших уступов

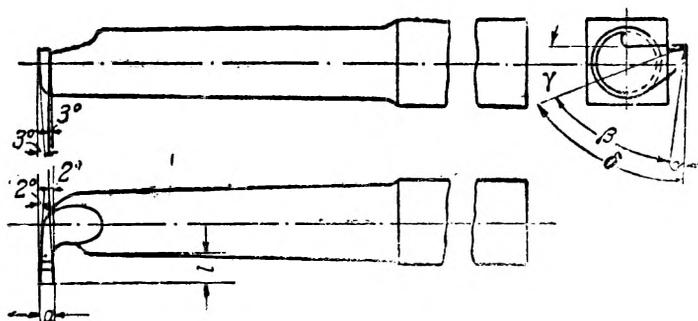
расстоянию от торца детали до обрабатываемого уступа. Как только отметка эта при подрезке уступа совпадает с торцом детали (фиг. 174—II), подача резца прекращается. После измерения положения уступа в случае надобности последний обрабатывают обычным порядком.

Только при достаточно жестком резце поверхность уступа будет чистой, недробленой. Он получается правильным (перпендикулярным к оси отверстия), если резец был точно установлен и не сместился под действием усилия резания. Из сказанного очевидно, что рассмотренным способом можно обрабатывать только небольшие и неточные уступы.

При подрезке небольших, но точных уступов предварительную обработку их можно производить только что рассмотренным способом. Окончательная отделка таких уступов производится также

резцом, но установленным так, чтобы ось его была параллельна центральной линии станка. Режущая кромка установленного таким образом резца должна составлять с торцевой поверхностью детали (фиг. 175—*I*) угол в $8-10^\circ$. После проверки установки резца его подводят к предварительно обработанному уступу (фиг. 175—*II*), несколько углубляют в металл и поперечной подачей производят окончательную подрезку уступа (фиг. 175—*III*).

Большие уступы подрезают в несколько проходов резца (ступенями). Продольной подачей резца, установленного так, как это показано на фиг. 176—*I*, срезают часть уступа, расположенную ближе к оси отверстия, оставляя при этом припуск около $0,5-1$ мм для чистовой отделки. Далее несколькими такими же проходами срезают следующие части уступа (фиг. 176—*II* и *III*); при последнем проходе на боковой поверхности отверстия надо оставить припуск в $0,5-1$ мм. Для удаления последнего резец устанавливают



Фиг. 177. Резец для обработки внутренних канавок

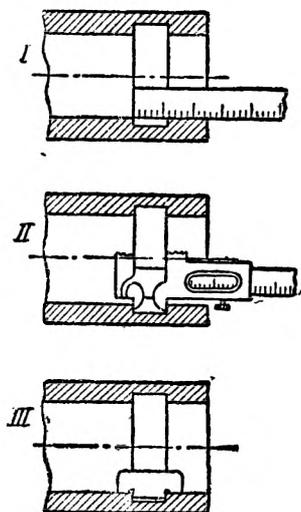
в соответствии с фиг. 176—*IV* и снимают припуск продольной подачей. В тот момент, когда резец займет положение, показанное на фиг. 176—*V*, продольную подачу его заменяют поперечной и производят окончательную отделку уступа.

Резцы для внутренних канавок. Резец для прорезки внутренних канавок изображен на фиг. 177. Ширина (точнее длина режущей кромки) его a делается или равной ширине обрабатываемой канавки или выбирается так, как это было указано выше (см. § 30), при описании резца для проточки наружных канавок. Размер l должен быть на $2-3$ мм больше глубины прорезаемой канавки. При слишком большом размере l рабочая часть резца получается непрочной.

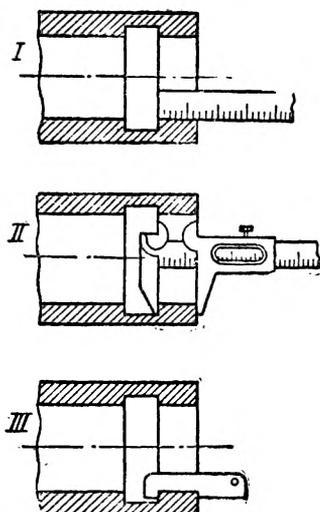
Измерение внутренних канавок. На фиг. 178 показано несколько способов измерения ширины канавки, расположенной в отверстии большого диаметра. Проверка расположения такой канавки (фиг. 179) также может быть выполнена линейкой (фиг. 178—*I*), штангенциркулем (фиг. 179—*I*) или шаблоном (фиг. 179—*III*).

Некоторые затруднения возникают при измерении глубины канавок, даже при большом диаметре отверстий, в котором они рас-

положены. Если канавка хорошо видна, глубину ее можно проверить шаблоном, как и при контроле глубины наружных канавок. Иногда измерение глубины канавок возможно следующим образом. Кронциркуль устанавливается на произвольный размер (для удобства желательнее установить на круглое и целое число миллиметров, например, 50, 60 и т. д.). После этого прижимают одну ножку кронциркуля к дну канавки (фиг. 180—I), а против второй устанавливают линейку с делениями, прижав конец ее к наружной поверхности детали, и смотрят, против какого деления оказалась верхняя ножка кронциркуля. Предположим, что это 42-е деление. Если кронциркуль был установлен на 50 мм, то толщина стенки



Фиг. 178. Измерение ширины внутренних канавок линейкой (I), штангенциркулем (II) и шаблоном (III)



Фиг. 179. Измерения при проверке расположения внутренних канавок линейкой (I), штангенциркулем (II) и шаблоном (III)

в данном сечении детали равна, очевидно, 8 мм. Если же, например, вся толщина этой стенки 10 мм, то глубина измеряемой канавки будет $10 - 8 = 2$ мм.

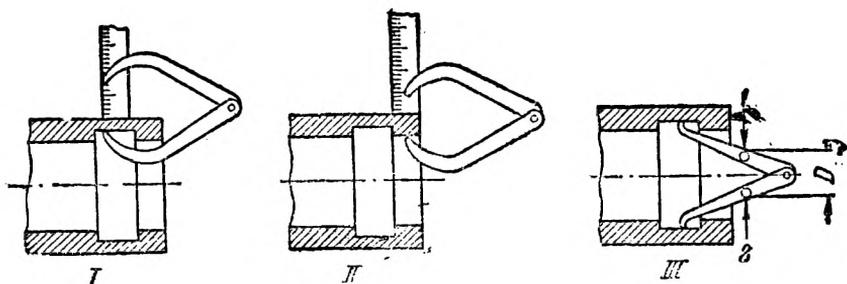
Можно, однако, этим способом определять глубину канавки и без таких подсчетов. Для этого следует заметить, с каким делением линейки совпадает верхняя ножка кронциркуля, установленного на произвольный размер, когда он находится в положении, показанном на фиг. 180—I. Затем, не меняя раствора кронциркуля, следует установить его и линейку так, как это изображено на фиг. 180—II, и снова заметить деление линейки, с которым совпадет верхняя ножка кронциркуля. Вычтя из первого отсчета второй, мы найдем глубину канавки. Так, например, если первый отсчет (фиг. 180—I) был 45 мм, а второй (фиг. 180—II) 35 мм, то глубина канавки будет $45 - 35 = 10$ мм.

Если наружная поверхность детали такова, что применить указанные способы измерения глубины канавки почему-либо нельзя, тогда можно измерить диаметр цилиндрической поверхности, образуемой дном этой канавки, посредством нутромера, на ножках которого закреплены цапфы 1 и 2 (фиг. 180—III). После установки нутромера в рабочее положение (фиг. 180—IV) кронциркулем измеряется расстояние D между наружными поверхностями цапф, затем нутромер выводят из отверстия (для чего необходимо уменьшить раствор его ножек) и устанавливают его по кронциркулю в прежнее положение (снова измеряя расстояние между наружными поверхностями цапф).

Определив по линейке с делениями раствор нутромера, вычтя из полученной величины диаметр отверстия и разделив разность пополам, найдем глубину измеряемой канавки. Так, если показание нутромера 80 мм, а диаметр отверстия 70 мм, то глубина канавки равна

$$\frac{80-70}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Измерение канавок, расположенных в отверстиях малых диаметров, обычно затрудняется плохой видимостью их. Очень часто



Фиг. 180. Измерение глубины внутренних канавок

единственным способом измерения ширины и глубины канавки, а также проверки расположения ее относительно торцевой поверхности детали является применение шаблонов. Для более удобного пользования такие шаблоны часто снабжают рукоятками.

Практика проточки внутренних канавок. Порядок обработки внутренних канавок устанавливается в зависимости от ширины ее и требуемой точности расположения. Порядок этот настолько сходен с применяемым при проточке наружных канавок, рассмотренных выше (§ 30), что останавливаться на нем нет надобности. Проточка внутренних канавок, конечно, значительно труднее и требует большего внимания ввиду малой жесткости применяемых для этой операции резцов и часто плохой видимости самих канавок.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КОНУСАХ И ИХ ЭЛЕМЕНТАХ. ИЗМЕРЕНИЕ КОНУСОВ

§ 36. Общие сведения о конусах

Понятие о конусах. Если прямоугольный треугольник ABC (фиг. 181— I) вращать вокруг катета AB , то образуется тело $ACDEF$, называемое полным конусом. Точка C при вращении треугольника ABC опишет окружность $CDEF$ и образует основание конуса. Точка A — вершина конуса, а прямая AC , вращением которой образован конус, называется его образующей. Неподвижная сторона AB называется осью конуса, или его высотой.

Если конус разрезать плоскостью, проходящей через вершину и центр основания его, т. е. через точки A и B , то в сечении получается равнобедренный треугольник EAC . Угол EAC называется углом при вершине конуса.

Отрезав верхнюю часть конуса плоскостью, параллельной его основанию, получим усеченный конус II с двумя основаниями: большим $CDEF$ и меньшим $cdef$. Прямая Cc в этом случае является образующей конуса, а прямая AB — его осью.

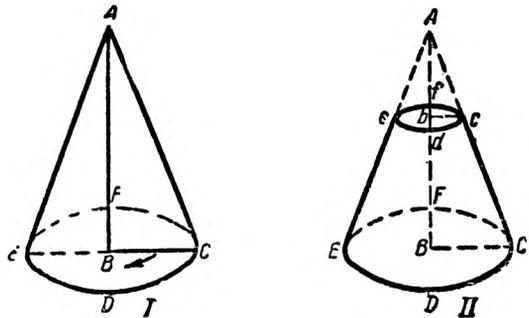
Детали, имеющие форму полного конуса, в машиностроении встречаются редко, и токарю приходится обрабатывать главным образом усеченные конусы.

Некоторые дополнительные определения элементов конуса. Помимо диаметра оснований конуса, его высоты и угла при вершине (или угла конуса), на чертежах конических деталей, а также деталей с коническими отверстиями указываются иногда угол уклона конуса, конусность или уклон его.

Угол уклона конуса равен половине угла конуса (т. е. угла при вершине). Поэтому, если угол конуса равен 2α , то угол уклона его составляет α .

Конусностью называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Так, если D_0 — больший, d_0 — меньший диаметры данного конуса, а L — длина его, то в данном случае конусность может быть найдена по формуле

$$k = \frac{D_0 - d_0}{L} \quad (6)$$



Фиг. 181. Полный (I) и усеченный (II) конусы

Пример 1. Дан конус, больший диаметр которого равен 80 мм, меньший 60 мм и длина 1200 мм. Определить конусность.

Имеем: $D_0 = 80$ мм, $d_0 = 60$ мм, $L = 1200$ мм. Поэтому по формуле (6)

$$k = \frac{D_0 - d_0}{L} = \frac{80 - 60}{1200} = \frac{20}{1200} = \frac{1}{60}.$$

Уклоном конуса называется половина конусности. Уклон конуса и его конусность обычно выражаются простой дробью, записываемой 1 : 20; 1 : 25; 1 : 60 и т. д. Вместо простой дроби на чертежах конусов уклон или конусность их указывают также десятичной дробью, например, 0,05, 0,04 и т. д., а иногда (сравнительно редко) в процентах, например 5%, 4%.

Если даны три конуса с уклонами: первый 1 : 20, второй 0,05 и третий 5%, то нетрудно убедиться, что все эти конусы имеют одинаковый уклон. В самом деле:

$$\frac{1}{20} = 0,05 = \frac{5}{100}.$$

Теперь нам известны все элементы конуса. При дальнейшем изложении вопроса об обработке конусов мы будем обозначать эти элементы следующими буквами:

Больший диаметр конуса	$\cdot D_0$
Меньший диаметр конуса	$\cdot d_0$
Длина конуса (или конусной части детали)	$\cdot L$
Вся длина детали, часть которой конус	$\cdot L_0$
Угол при вершине конуса	$\cdot 2\alpha$
Угол уклона конуса	$\cdot \alpha$
Конусность	$\cdot k$
Уклон конуса	$\cdot t$

Все эти условные обозначения следует твердо запомнить.

Связь между элементами конуса. На чертежах конусов далеко не всегда проставлены все размеры, необходимые для обработки его выбранным способом. Поэтому токарь должен хорошо знать, какая существует связь между элементами конусов, и по одним данным элементам находить другие, не указанные, пользуясь для этого табл. 6.

Поясним на примерах пользование этой таблицей.

Пример 2. Определить угол уклона конуса α , если $D_0 = 80$ мм, $d_0 = 60$ мм и $L = 120$ мм.

Согласно строке 1 табл. 6 имеем:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L}.$$

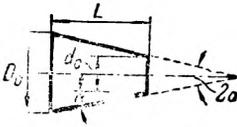
В данном случае

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d_0}{2L} = \frac{80 - 60}{2 \cdot 120} = 0,083.$$

По таблице тангенсов (см. приложения) находим:

$$\alpha \approx 4^\circ 45'.$$

Пример 3. Дан конус, у которого $d_0 = 40$ мм, $L = 150$ мм и $\alpha = 10^\circ$. Определить больший диаметр этого конуса D_0 .



Формулы для определения элементов конуса

№ п/п.	Данные элементы	Формулы для определения остальных элементов
1	D_0, d_0 и L	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L}; k = \frac{D_0 - d_0}{L}$
2	D_0, d_0, L и α	$k = 2 \operatorname{tg} \alpha$
3	D_0, d_0, L и k	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2} = \frac{D_0 - d_0}{2L}$
4	d_0, L и α	$D_0 = 2L \cdot \operatorname{tg} \alpha + d_0; k = 2 \operatorname{tg} \alpha$
5	d_0, L и 2α	$D_0 = 2L \cdot \operatorname{tg} \alpha + d_0; k = 2 \operatorname{tg} \alpha$
6	d_0, L и k	$D_0 = k \cdot L + d_0 = \frac{D_0 - d_0}{2} L + d_0; \operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}$
7	D_0, L и α	$d_0 = D_0 - 2L \cdot \operatorname{tg} \alpha; k = 2 \operatorname{tg} \alpha$
8	D_0, L и 2α	$d_0 = D_0 - 2L \cdot \operatorname{tg} \alpha; k = 2 \operatorname{tg} \alpha$
9	D_0, L и k	$d_0 = D_0 - k \cdot L = D_0 - \frac{D_0 - d_0}{2} L; \operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}$

В строке 4 табл. 6 находим формулу

$$D_0 = 2L \cdot \operatorname{tg} \alpha + d_0.$$

Подставляя в эту формулу данные значения d_0, L и α , получаем:

$$D_0 = 2L \operatorname{tg} \alpha + d_0 = 2 \cdot 150 \cdot \operatorname{tg} 10^\circ + 40.$$

По таблице тангенсов (см. приложения) находим:

$$\operatorname{tg} 10^\circ = 0,176.$$

Поэтому

$$D_0 = 2 \cdot 150 \cdot 0,176 + 40 = 92,9 \text{ мм.}$$

Пример 4. Дан конус, конусность которого $k = \frac{1}{30}$

Определить угол уклона его α .

В строке 9 табл. 6 находим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}.$$

В данном случае

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2} = \frac{1}{30} : 2 \approx 0,016.$$

По таблице тангенсов находим (приблизительно):

$$\alpha \approx 0^\circ 55'.$$

§ 37. Нормальные конусы, применяемые в машиностроении

Необходимость нормализации конусов. Широкое применение в машиностроении деталей с наружными конусами и коническими отверстиями обусловило необходимость нормализации¹ размеров конусов. Легко себе представить, сколько затруднений возникло бы, если бы инструментальные заводы не были связаны определенными условиями в отношении типов и размеров конических хвостов изготавливаемых ими сверл, отверстий в развертках и т. д. Тогда каждому машиностроительному заводу, приобретающему такие инструменты, пришлось бы переделывать их конические части применительно к конусам своих станков. Мало того, спиральное сверло, годное для одного станка, в одной и той же мастерской могло бы оказаться негодным для другого и т. д.

Много затруднений и непроизводительной затраты средств возникало бы и в том случае, если бы были установлены строго определенные размеры конусов, но количество этих размеров было бы чрезмерно велико. Для обработки конусов на инструментальных заводах тогда потребовалось бы большое количество режущих и измерительных инструментов, а на машиностроительных заводах пришлось бы иметь много инструментов с одинаковыми рабочими размерами (например, сверл с одинаковыми диаметрами), но с разными размерами конических частей.

Поэтому уже с давних пор в машиностроении пользуются инструментами, конические хвосты и отверстия которых имеют только определенные размеры, причем количество размеров также невелико.

Современные типы инструментальных конусов. В настоящее время приняты следующие типы инструментальных конусов: Морзе и метрические — в европейских странах (СССР, Германия, Франция, и др.). Броун-Шарп (частично) — в Америке. В соответствии с этим все режущие инструменты (сверла, зенкеры, развертки и т. д.) снабжаются хвостами конус Морзе, или метрический, либо Броун-Шарп (в СССР очень редко). Точно так же все конические отверстия в шпинделях станков делаются согласно таблицам размеров этих конусов, что избавляет от указанных в начале этого параграфа затруднений. В инструментальном деле и общем машиностроении приняты также конусы с конусностью 1:30 и 1:50. Рассмотрим все эти типы конусов несколько подробнее.

Конусы Морзе изготавливаются 7 размеров, обозначаемых номерами 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Самый маленький из них — № 0, а самый большой — № 6.

Конусы Морзе изготавливаются с лапкой (фиг. 182—I) или без лапки (фиг. 182—II). Лапка у сверла, хвост которого показан на фиг. 182—I, облегчают выталкивание из конического гнезда шпинделя. Этот тип конуса обычно применяется в сверлах, зенкерах и развертках. В торце конического хвоста (фиг. 182—II) нарезается

¹ Нормализацией называется установление наименьшего допустимого количества типов и размеров деталей машин, сортов материалов, названий их и т. д.

отверстие с раззенковкой для затяжного болта. Посредством этого болта инструмент с таким хвостом (обычно фреза) прочно закрепляется в шпинделе. Конус Морзе делается и у переходных втулок как коротких (фиг. 182—II), так и длинных (фиг. 182—IV)

Первые конусы Морзе изготовлялись по дюймовой системе, поэтому размеры их при переводе на метрические меры выражаются дробными числами. Так, в конусе Морзе № 0 $D_0 = 9,045$ мм, $d_0 = 6,401$ мм и $L = 54,0$ мм; в конусе Морзе № 6 $D_0 = 63,35$ мм, $d_0 = 53,752$ мм и $L = 192,0$ мм.

Углы уклона у всех номеров конусов Морзе различны, хотя они колеблются в довольно узких пределах — от $1^\circ 25' 44''$ (конус № 1) до $1^\circ 30' 25''$ (конус № 5). Не одинакова также и конусность: она лежит в пределах от 0,04988 (конус № 1) до 0,052626 (конус № 5).

Метрические конусы изготовляются шести размеров, обозначаемых номерами 4, 6, 80, 100, 120 и 140. Самый маленький метрический конус № 4, самый большой — № 140. Номер конуса равен количеству миллиметров, содержащихся в большем диаметре данного конуса. Например, в метрическом конусе № 80 больший диаметр равен 80 мм.

Два первых номера (4 и 6) метрических конусов меньше самого малого конуса Морзе, а четыре последних (80, 100, 120 и 140) — больше последнего конуса типа Морзе.

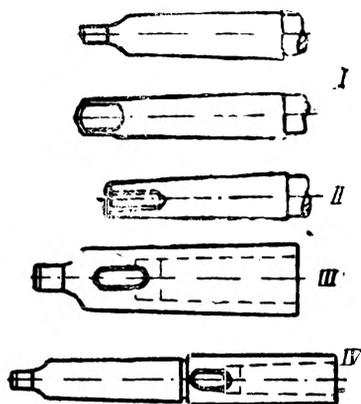
Все сказанное выше о типах конусов Морзе и областях их применения в полной мере относится и к метрическим конусам.

Углы уклона метрических конусов всех размеров и конусность их постоянны, а именно $\alpha = 1^\circ 25' 56''$; $k = 1 : 20 = 0,05$.

Конусы Броун-Шарп имеются главным образом у шпинделей фрезерных станков, изготовлявшихся в Америке до 1927 г.

Конусы с конусностью 1:30. Отверстия в насадных развертках и зенкерах делаются конусными для лучшего центрирования их и прочности посадки на оправках. В СССР для таких конусов принята почти на всех заводах конусность 1:30. Само собой разумеется, что такую же конусность имеют и рабочие концы оправок для этих инструментов. Угол уклона при конусности 1:30 $\alpha = 0^\circ 55'$.

Конусы с конусностью 1:50. Для того чтобы две детали машины, скрепленные болтами, не могли перемещаться одна относительно другой (например, фартук супорта и его продольные сани), применяются так называемые установочные штифты, которые входят в отверстия, высверленные и развернутые в обеих деталях (после их сборки), одновременно. Конусность таких штифтов на заводах СССР принята равной 1:50, что соответствует углу уклона $\alpha = 0^\circ 34'$.



Фиг. 182. Типы конусов для инструментов

§ 38. Измерение наружных конусов и конических отверстий

Измерение конусов калибрами. Измерение конусов, обрабатываемых на токарных станках, в большинстве случаев производится при помощи калибров, изображенных на фиг. 183.

Калибры. К а л и б р - п р о б к а, показанная на фиг. 183—*I*, служит для измерения конических отверстий, а к а л и б р - в т у л к а, изображенная на фиг. 183—*II*, — для наружных конусов. В последнем калибре имеется коническое отверстие с размерами обрабатываемого наружного конуса.

При проверке конического отверстия калибр, показанный на фиг. 183—*I*, так же как и проверяемое отверстие, тщательно очищается от грязи, стружек и масла, и на поверхности его вдоль образующих конуса наносятся мелом, а еще лучше карандашом две-три риски. После этого вводят калибр в отверстие и поворачивают его, слегка нажимая вдоль оси. Вынув калибр, смотрят, где и как стерлись карандашные линии. Если они стерлись по всей длине, — значит отверстие обработано правильно; если они стерлись только у меньшего диаметра калибра, — угол конусности от-



Фиг. 183. Калибр-пробка (*I*) и калибр-втулка (*II*) для проверки конусов

верстия велик, и, наоборот, при слишком малом угле конусности отверстия карандашные линии окажутся стертими у большего основания конуса.

Проверка наружных конусов производится точно так же посредством калибра, изображенного на фиг. 183—*II*, причем меловые или карандашные линии в этом случае наносятся на обрабатываемый конус.

На рабочей поверхности калибра-пробки часто наносится круговая риска (у большего диаметра; фиг. 183—*I*), до которой калибр должен входить в правильно обработанное отверстие. Если риска калибра не доходит до торца детали, в которой обрабатывается коническое отверстие, последнее надо расточить или развернуть дополнительно. Когда же риска ушла в глубь отверстия, деталь в большинстве случаев идет в брак.

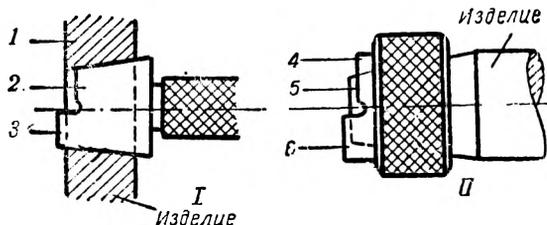
Иногда на калибрах-пробках наносят две риски на некотором расстоянии одну от другой. В этом случае риски указывают допустимые пределы посадки калибра в отверстие. Обрабатываемая деталь считается годной, если калибр входит в нее так, что торец детали располагается между двумя рисками.

На фиг. 184 показаны калибр-пробка и калибр-втулка, на торцах которых сделаны ступенчатые срезы. Высота ступени (изображенная на чертеже для ясности в увеличенном виде) сделана и в этом случае в соответствии с допустимыми колебаниями посадки ка-

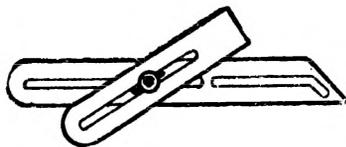
либра-пробки в отверстиях (или калибра-втулки на детали). При правильно обработанном отверстии (фиг. 184—I) торец 1 детали должен располагаться между ступенями 2 и 3 калибра, а торец 5 наружного конуса (фиг. 184—II) — между ступенями 4 и 6 калибра-втулки.

Малки и угломеры. Если требуется обработать конус по образцу, то для сравнения конусности образца и изделия пользуются так называемой малкой (фиг. 185). Она состоит из двух линеек, снабженных прорезами, соединенными между собой винтом. Освободив гайку винта, можно поставить линейки под любым углом друг к другу.

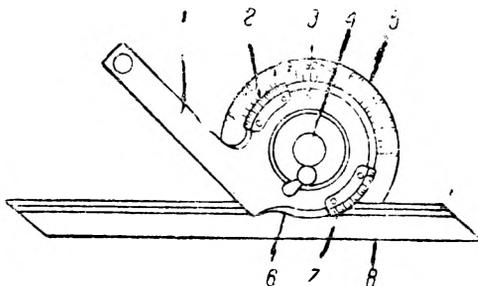
Для измерения угла уклона конуса и вообще углов конических деталей пользуются угломерами. Один из таких угломеров, показанный на фиг. 186, состоит из круга 5 с градусными делениями. Линейка 8 перемещается вдоль своей оси по пазу, сделанному в круге 5, и может быть соединена с ним винтом 6. Вторая линейка 1 представляет собой одно целое с кругом 3, который небольшим цилиндрическим выступом входит в выточку, сделанную в круге 5. После установки линеек 1 и 8 под требуемым углом они скрепляются между собой винтом 4.



Фиг. 184. Измерение наружного конуса и конического отверстия предельными калибрами



Фиг. 185. Малка



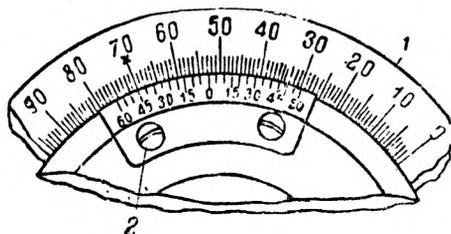
Фиг. 186. Точный угломер

Отсчет показаний угломера производится по шкале, нанесенной на круге 5, и по одному из нониусов 2 и 7 следующим образом. После того как угол измерен и линейки скреплены между собой так, что их нельзя сдвинуть с установленного положения, производят отсчет количества градусов и минут, заключающихся в данном угле. Для этого смотрят прежде всего, какой штрих шкалы, нанесенной на диске 1 (фиг. 187), уже прошла нулевая черта дуги 2. На фиг. 187 это 52-е деление, следовательно, данный угол равен 52° . Но остается определить количество минут. Для этого смотрят, какое деление дуги 2 точно совпадает с каким-либо штрихом шкалы 1. На нашем чертеже — это 45-е деление. Значит, сверх 52° измеряемый угол имеет еще $45'$, т. е. равняется 52° и $45'$.

Описанный угломер позволяет производить отсчеты с точностью до 5'.

Линейки угломера можно устанавливать под любым углом. Кроме того, одна из них подвижная, что еще больше расширяет пределы его применения.

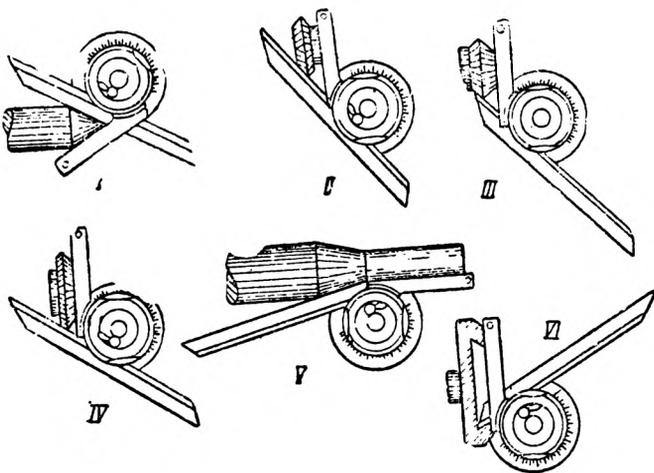
Примеры пользования таким угломером показаны на фиг. 188. Измерение угла конуса центра токарного станка изображено на фиг. 188—I, а измерение углов конической шестерни — на фиг. 188—II, III и IV. Фиг. 188—V показывает проверку угла конуса валика с конической частью, а фиг. 188—VI — измерение угла конической выточки. По этой же фигуре можно представить себе и способ пользования рассмотренной выше малкой.



Фиг. 187. Отсчет по шкале угломера, изображенного на фиг. 186

Фиг. 188—I, а измерение углов конической шестерни — на фиг. 188—II, III и IV. Фиг. 188—V показывает проверку угла конуса валика с конической частью, а фиг. 188—VI — измерение угла конической выточки. По этой же фигуре можно представить себе и способ пользования рассмотренной выше малкой.

Приборы для проверки конусов. Проверка точных конусов (калибров, особо ответственных деталей и т. д.) производится посредством специальных приборов; один из них, так называемая с и н у с н а я л и н е й к а, показан на фиг. 189.



Фиг. 188. Примеры применения угломера

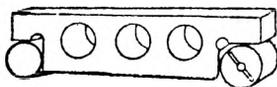
Верхняя и нижняя плоскости линейки строго параллельны. На обоих концах ее, точно на одинаковом расстоянии от нижней плоскости, сделаны два прямоугольных выреза, в которых закреплены две цилиндрические шайбы с одинаковыми диаметрами; расстояние между центрами этих шайб равно 100 мм. Отверстия в линейке сделаны только для уменьшения ее веса.

Проверка конусов (угла при вершине) при помощи синусной линейки производится следующим образом. Проверяемый конус (фиг. 190) укладывается на точную плиту. С обеих сторон его на

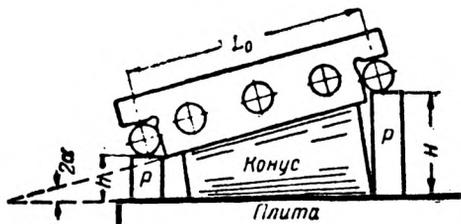
плиту кладут измерительные плитки P , набирая их с каждой стороны столько, чтобы, после того как на них будет положена линейка, между нижней плоскостью линейки и конусом не было просвета. Если общая высота правого набора плиток H , а левого — h и расстояние между центрами шайб линейки L_0 , то угол 2α (угол конуса) определяется по формуле

$$\sin 2\alpha = \frac{H-h}{L_0}. \quad (7)$$

Пример. При измерении угла конуса синусной линейкой оказалось, что под правый конец линейки подло-



Фиг. 189. Синусная линейка



Фиг. 190. Проверка конуса синусной линейкой

жен набор измерительных плиток с общим размером $H = 45,25$ мм, а под левый — $h = 26,926$ мм. Расстояние между центрами шайб линейки $L_0 = 100$ мм. Подсчитать угол измеряемого конуса.

По формуле (7) имеем:

$$\sin 2\alpha = \frac{H-h}{L_0} = \frac{45,25 - 26,926}{100} = 0,183.$$

По таблице синусов (см. приложения) находим: $2\alpha = 10^\circ 33'$.

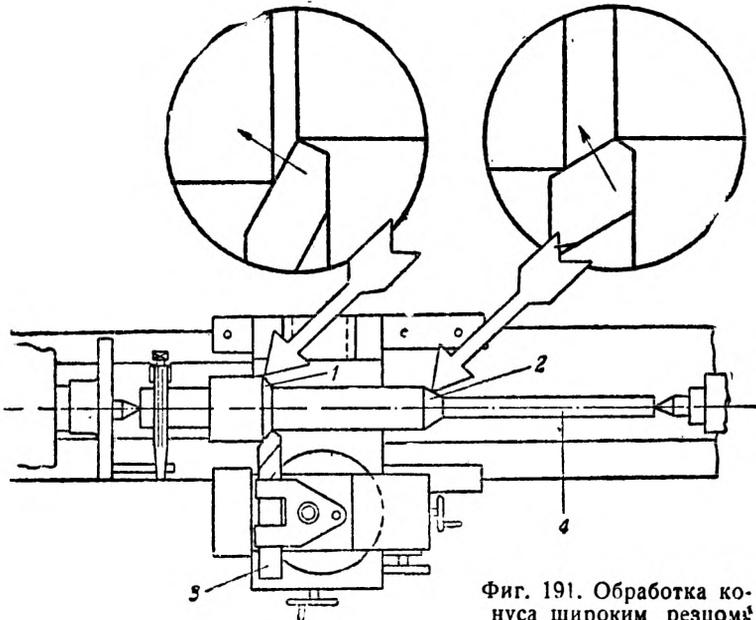
ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНУСОВ И КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

§ 39. Обработка конусов широким резцом и при повернутых верхних салазках супорта

Обработка конусов широким резцом. Самый простой способ обработки конусов — посредством широкого резца — показан на фиг. 191. Переходы от одной ступени обрабатываемой детали к соседней — конусы. Обработка последних может быть выполнена посредством резца 3 с достаточно длинной режущей кромкой, установленной соответствующим образом в резцедержателе станка. Необходимо, чтобы режущая кромка резца составляла с осью детали угол, равный углу уклона данного конуса. Для такой установки резца пользуются шаблоном, показанным на фиг. 192, на которой 4 — часть обрабатываемой детали, 5 — шаблон и 3 — резец. Закрепив последний в правильном положении, можно приступить к обработке конуса продольной или поперечной подачей.

При обточке конуса, длина образующей которого больше 10-15 мм, довольно часто возникает дрожание, исключая возможность получения чистой поверхности. Это дрожание тем сильнее, чем больше длина обрабатываемой детали, чем меньше ее диаметр, чем меньше угол уклона конуса и, наконец, чем ближе конус расположен к середине детали. Сопоставляя работу резцов при обточке конусов 1 и 2 (фиг. 191), мы видим, что первый из них работает в более благоприятных условиях, чем второй. Действительно, угол уклона первого конуса больше угла уклона второго конуса; в то же время длина образующей второго конуса больше, чем первого. Вследствие этого сила, изгибающая деталь и вызывающая дрожание, при обточке первого конуса будет меньше, чем при



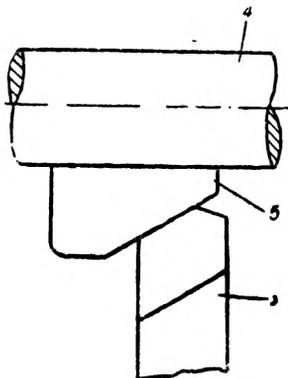
Фиг. 191. Обработка конуса широким резцом

обточке второго. И, наконец, первый конус расположен у конца детали, в то время как второй почти в середине ее, что также увеличивает дрожание при обточке второго конуса.

Но если дрожания и не будет (что возможно при обработке жесткой детали с короткой образующей и большим углом уклона, прочно закрепленной в патроне), то следует ожидать смещения резца под действием усилия резания. Такое смещение особенно вероятно при большом вылете резца и недостаточно жестком закреплении его. В результате той или другой причины (либо обеих вместе) не будет выдержан требуемый угол уклона конуса. Наконец, точно установить резец довольно трудно ввиду сравнительно небольшой длины режущей кромки его.

Из сказанного вытекает, что широким резцом можно обрабатывать только неточные конусы с короткими (не больше 10—15 мм) образующими в достаточно жестких деталях.

Обработка конусов при повернутых верхних салазках супорта. Верхние салазки супорта всякого токарного станка делаются поворотными. Это дает возможность устанавливать их таким образом, что направляющие их могут быть расположены или параллельно осевой линии станка, или перпендикулярно, или, наконец, под некоторым углом к ней. Последняя установка салазок схематически изображена на фиг. 193, на которой 1 — обрабатываемая деталь (передняя часть ее — конус), 2 — верхние салазки супорта, 3 — рукоятка винта подачи этих салазок и 4 — резец. Вращая рукоятку 3, мы сообщим резцу 4 подачу, и он обрабатывает коническую часть детали 1. Для того чтобы угол уклона обрабатываемого конуса равнялся требуемому, необходимо установить направляющие верхние салазки супорта под углом к осевой линии станка, равным углу уклона данного конуса. Другими словами, угол поворота салазок должен равняться углу уклона обрабатываемого конуса. Если на чертеже детали угол уклона конической части ее не указан, а даны какие-либо другие элементы его, то этот угол уклона можно найти по одной из формул, приведенных в табл. 6. Таким образом, например, если на чертеже конуса даны диаметры его оснований и длина, то, согласно строке 3 табл. 6,



Фиг. 192. Установка по шаблону резца для обточки конуса

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L}. \quad (8)$$

Пример 1. Большой диаметр конической части детали, изображенной на фиг. 193, равен 200 мм, а меньший — 160 мм. Длина этой части — 20 мм.

Имеем: $D_0 = 200$ мм, $d_0 = 160$ мм, $L = 20$ мм. По формуле (8) находим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L} = \frac{200 - 160}{2 \cdot 20} = 1.$$

По таблице тангенсов (см. приложения) находим:

$$\alpha = 45^\circ.$$

Супорт надо повернуть на 45° (фиг. 193).

Если на чертеже детали указана конусность, то угол поворота салазок находят по строке 3 табл. 6:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}. \quad (9)$$

Пример 2. Настроить станок для обработки поворотом супорта конического установочного штифта, конусность которого $k = 1 : 50$. Из формулы (9) имеем:

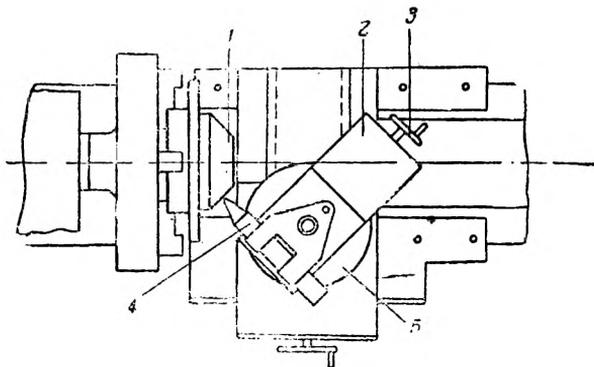
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2} = \frac{1}{50} : 2 = 0,01.$$

По таблице тангенсов (см. приложения) находим (приблизительно):

$$\alpha \approx 0^\circ 35.$$

Если, наконец на чертеже указан угол при вершине конуса, то угол поворота салазок равен половине этого угла.

Отсчет угла поворота супорта производится по делениям, нанесенным на круглом опорном фланце его 5 (фиг. 193). Каждое такое деление обычно соответствует 1° , так что более мелкие деления ($1/2$, $1/4^\circ$) приходится брать на глаз.



Фиг. 193. Обточка конуса при повернутых верхних салазках

У старых токарных станков таких делений часто не бывает. В этих случаях для определения угла поворота супорта пользуются формулой

$$b = \frac{a \cdot \pi \cdot B}{360} \text{ мм}, \quad (10)$$

где b — длина окружности фланца поворотной части в мм, на которую должен быть повернут супорт; a — угол уклона конуса в градусах; B — диаметр фланца поворотной части в мм.

Пример 3. Дан конус, у которого угол уклона $\alpha = 19^\circ$. Фланец поворотной части супорта делений не имеет. Диаметр фланца — 150 мм. Настроить станок для обработки этого супорта.

Имеем: $\alpha = 19$, $B = 150$ мм. Поэтому по формуле (10)

$$b = \frac{a \cdot \pi \cdot B}{360} = \frac{19 \cdot 3,14 \cdot 150}{360} \approx 25 \text{ мм.}$$

Это значит, что супорт нужно повернуть настолько, чтобы риска, нанесенная на его фланце, отошла от своего первоначального положения на 25 мм. Данное расстояние и следует измерить по окружности фланца, лучше всего посредством гибкой стальной линейки.

Рассмотренный способ обработки конусов при повернутых салазках супорта обычно применяется для обточки наружных конусов и расточки конических отверстий небольшой длины. Этот спо-

соб особенно пригоден в том случае, если обрабатываемый конус имеет большой угол уклона. Недостаток его состоит в том, что вся обработка производится при ручной подаче резца. Такая подача обычно бывает неравномерной, вследствие чего обрабатываемая поверхность конуса получается неудовлетворительной. Кроме того, работа при ручной подаче в длинных конусах утомительна для рабочего.

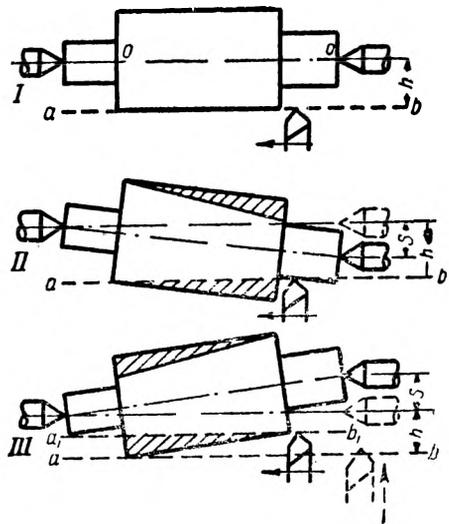
§ 40. Обработка наружных конусов смещением задней бабки

Предварительные сведения. Рассматривая способы проверки положения задней бабки токарного станка, мы видели, что корпус ее перемещается по основной плите в направлении, перпендикулярном центральной линии станка. Такое устройство дает возможность производить обточку конических частей деталей, обрабатываемых в центрах.

Если корпус бабки установлен точно в среднем положении, то ось шпинделя ее совпадает с центральной линией станка. В этом случае деталь (фиг. 194—I), установленная в центрах станка и обработанная резцом, перемещающимся по стрелке параллельно центральной линии станка, получит цилиндрическую форму. На фиг. 194—I показано именно такое положение бабки, причем пунктирная линия ab изображает направление пути вершины резца, а линия oo — центральную линию станка. Очевидно, что линии эти параллельны, и расстояние h между ними равно половине диаметра обработанного цилиндра.

Передвинув корпус задней бабки по основной плите на некоторую величину S в сторону токаря, мы поставим ее в положение, показанное схематически на фиг. 194—II. Пунктирная линия ab и в этом случае показывает путь, проходимый вершиной резца. Так как и теперь эта линия расположена на расстоянии h от центральной линии станка, то при перемещении резца по стрелке он срежет с цилиндра, обработанного при такой установке, некоторую часть его (на фиг. 194—II она заштрихована), в результате чего деталь получит форму конуса с вершиной, обращенной в сторону задней бабки.

При передвижении корпуса бабки в направлении от токаря и перемещении резца вперед получится положение, показанное на



Фиг. 194. Различные виды поверхностей, получаемые при разных установках задней бабки

фиг. 194—III. При перемещении резца (продольной подачей) он срежет с цилиндра обработанную в процессе первой установки некоторую часть его (на фиг. 194—III она заштрихована), в результате чего получится конус с вершиной, обращенной в сторону передней бабки.

Таким образом, на токарном станке можно обрабатывать конические детали, смещая со среднего положения верхнюю часть задней бабки. Если при этом бабка передвинута в сторону токаря, то конус получится с вершиной, обращенной к задней бабке. Если же бабка смещена в противоположную от токаря сторону, то получится конус с вершиной, обращенной к передней бабке.

Определение величины смещения задней бабки при обработке деталей с конусной частью. На фиг. 195 показано положение центра задней бабки и обрабатываемой детали, часть которой представляет собой конус с вершиной, обращенной в сторону задней бабки. Из чертежа видно, что величина S смещения бабки равна

катету bc прямоугольного треугольника abc . Из этого треугольника имеем:

$$bc = ac \sin \alpha.$$

Из фиг. 195 следует, что $bc = S$, где S — смещение бабки; кроме того, угол $bac = \alpha$, т. е. углу уклона конуса; наконец, $ac = L_0$, где L_0 — вся длина детали. Подставляя все эти величины

в только что приведенную формулу, получим:

$$S = L_0 \sin \alpha. \quad (11)$$

Это и есть основная формула для определения величины смещения задней бабки при обработке конусов.

Пример. Дана деталь, вся длина которой равна 400 мм и угол уклона конической части которой 3° . Определить смещение. Имеем: $L_0 = 400$ мм, $\alpha = 3^\circ$. По формуле (11)

$$S = L_0 \cdot \sin \alpha = 400 \sin 3^\circ.$$

По таблице синусов (см. приложения) находим:

$$\sin 3^\circ = 0,052.$$

Поэтому

$$S = 400 \cdot 0,052 = 20,9 \approx 21 \text{ мм}$$

Так как угол уклона конуса иногда не указывается на чертежах и, кроме того, токарь не всегда имеет под руками тригонометрические таблицы, на практике для определения величины смещения бабки часто пользуются другой формулой, к выводу которой мы и переходим. На практике редко удается обрабатывать смещением задней бабки конусы с углом уклона, большим 10° , потому что это смещение должно быть слишком большим и во многих случаях невозможно.

Обращаясь к таблицам тангенсов и синусов (см. приложения), мы видим, что даже при этом наибольшем значении угла уклона конуса (т. е. при $\alpha = 10^\circ$) $\operatorname{tg} \alpha$ и $\sin \alpha$ отличаются между собой весьма незначительно. В самом деле, так как $\operatorname{tg} 10^\circ = 0,1763$ и $\sin 10^\circ = 0,1736$, то

$$\operatorname{tg} 10^\circ - \sin 10^\circ = 0,1763 - 0,1736 = 0,0027$$

При меньших значениях α разность между $\operatorname{tg} \alpha$ и $\sin \alpha$ получится еще меньшей и не имеет практического значения.

Из сказанного вытекает, что в пределах значения α , допускаемых при обработке конусов смещением задней бабки, величины $\operatorname{tg} \alpha$ и $\sin \alpha$ можно принимать одинаковыми (приблизительно), т. е. считать, что

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha.$$

Это равенство дает нам право в формуле (11) заменить $\sin \alpha$ равным ему (приблизительно) $\operatorname{tg} \alpha$. Поэтому

$$S = L_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (12)$$

Из формулы (8) мы имеем:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L}.$$

Подставляя это значение $\operatorname{tg} \alpha$ в равенство (12), получаем:

$$S = \frac{L_0 (D_0 - d_0)}{2L}. \quad (13)$$

Формула эта чаще применяется в таком виде:

$$S = \frac{L_0}{L} \cdot \frac{D_0 - d_0}{2}. \quad (14)$$

Величина смещения задней бабки, определенная по формуле (14), получается теоретически неточной (потому что выше мы приняли $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$, что, строго говоря, неверно). Однако эта неточность невелика и в большинстве случаев не имеет практического значения. Поэтому на практике обычно пользуются формулой (14), а не (11).

Пример. Определить смещение задней бабки при обработке детали, вся длина которой равна 600 мм, длина конической части — 300 мм и диаметры этой части — 68 и 60 мм.

Имеем: $L_0 = 600$ мм, $L = 300$ мм, $D_0 = 68$ мм и $d_0 = 60$ мм. Из формулы (14) вытекает:

$$S = \frac{L_0}{L} \cdot \frac{D_0 - d_0}{2} = \frac{600}{300} \cdot \frac{68 - 60}{2} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ мм.}$$

В том случае, если на чертеже детали, часть которой конус, указана среди других размеров и конусность, величину смещения бабки лучше всего производить по формуле

$$S = \frac{L_0 \cdot k}{2} \quad (15)$$

Для того чтобы доказать справедливость этой формулы, вспомним, что по формуле (9) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{2}$. Подставляя это значение $\operatorname{tg} \alpha$ в формулу (12), получим:

$$S = \frac{L_0 \cdot k}{2},$$

т. е. формулу (15).

Пример. Определить смещение задней бабки при обработке детали, вся длина которой равна 600 мм и некоторая часть ее представляет собой конус с конусностью 1 : 30.

Имеем: $L_0 = 600$ мм, $k = 1/30$. Поэтому по формуле (15) получаем:

$$S = \frac{L_0}{2} \cdot k = \frac{600}{2} \cdot \frac{1}{30} = \frac{600}{60} = 10 \text{ мм.}$$

Если на чертеже конуса указан угол его уклона α , то для определения величины смещения задней бабки следует пользоваться формулой (12).

Пример. Определить смещение задней бабки при обработке детали, вся длина которой равна 400 мм, а угол уклона конической части — 3° .

Имеем: $L_0 = 400$ мм, $\alpha = 3^\circ$. По формуле (12) получаем:

$$S = L_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 400 \cdot \operatorname{tg} 3^\circ.$$

По таблице тангенсов (см. приложения) находим:

$$\operatorname{tg} 3^\circ = 0,052,$$

поэтому

$$S = 400 \cdot 0,052 = 20,92 \approx 21 \text{ мм.}$$

Если на чертеже конуса дан его угол, то для определения смещения бабки следует пользоваться той же формулой (12), в которой α , как мы знаем, равна половине угла конуса.

Совершенно очевидно, что если бы производилась обработка конуса с вершиной, обращенной в сторону передней бабки, то для определения величины смещения задней бабки можно было бы пользоваться всеми выведенными выше формулами.

Определение смещения задней бабки при обработке деталей, имеющих форму сплошного конуса. Обработка таких деталей рассматриваемым способом производится сравнительно редко. В данном случае длина конусной части равна длине всей детали, т. е. $L_0 = L$. Пользуясь этим равенством, нетрудно написать формулы для определения смещения задней бабки, если даны диаметры и длины конуса или его конусности и т. д.

В самом деле, при $L = L_0$ формула (14) принимает такой вид:

$$S = \frac{D_0 - d_0}{2}. \quad (16)$$

Рассуждая точно таким же образом, мы можем написать, если дан угол уклона конуса (по формуле 11):

$$S = L \sin \alpha. \quad (17)$$

Имея в виду, что при допустимых для данного способа обработки конусов величинах угла α (до 10°) значения $\sin \alpha$ и $\operatorname{tg} \alpha$ почти одинаковы, можно пользоваться формулой

$$S = L \operatorname{tg} \alpha. \quad (18)$$

Если дана конусность конуса, то по формуле (15)

$$S = \frac{Lk}{2}, \quad (19)$$

Отсчет смещения бабки обыкновенно производится по небольшой шкале, нанесенной на опорной плите бабки (со стороны маховика). Цена одного такого деления обычно равна 1 мм.

При отсутствии шкалы с делениями для отсчета величины смещения бабки используют лимб винта поперечной подачи или индикатор. В первом случае поступают следующим образом. Поперечной подачей супорта к шпинделю задней бабки, установленной в среднее положение, подводят резец, закрепленный в резцедержателе задним концом вперед (фиг. 196—/), прижимая его к шпинделю так, чтобы полоска бумаги, положенная между концом резца и шпинделем, не вывалилась, но вместе с тем могла быть извлечена без особого усилия. После этого отодвигают резец назад на величину смещения задней бабки, пользуясь делениями на втулке рукоятки поперечной подачи. Затем передвигают бабку в сторону токаря настолько, чтобы полоска бумаги была снова зажата между резцом и шпинделем бабки так же плотно, как и при первом положении задней бабки.

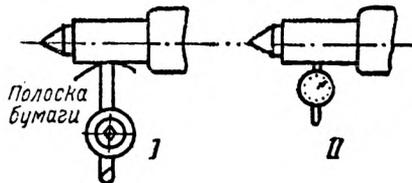
Если необходимо сдвинуть бабку от токаря, то прижимают резец к шпинделю так же, как и в рассмотренном выше случае, и затем смещают бабку (в сторону от токаря) немного больше, чем требуется. Далее перемещают резец вперед на величину смещения бабки и после этого передвигают ее обратно (к себе), пока шпиндель не коснется резца. Плотность прилегания шпинделя к резцу и в этом случае проверяется полоской бумаги.

Если можно пользоваться индикатором, то при настройке станка для обработки конуса с вершиной, обращенной в сторону задней бабки, кнопка индикатора прижимается к шпинделю бабки (фиг. 196—/). Шкала индикатора, если она подвижная, устанавливается в нулевое положение; при неподвижной шкале замечается показание индикатора. Теперь шпиндель бабки может быть смещен в сторону токаря, и величину смещения его покажет стрелка индикатора. Примерно в таком же порядке производится установка бабки при обточке конуса, вершина которого обращена к передней бабке станка.

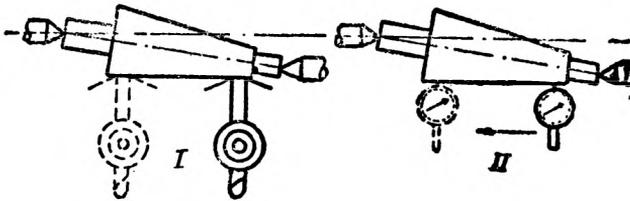
Если обработка конуса производится по образцу, то, пользуясь последним, можно настроить станок, не прибегая к каким-либо подсчетам. Сместив бабку (приблизительно), устанавливают в центры образец (фиг. 197—/), а в резцедержатель супорта закрепляют резец, повернув его задним концом вперед. После этого подводят резец к одному из концов образцового конуса (например, к правому; фиг. 197—/), пользуясь полоской бумаги, как при установке

задней бабки. Заметив деление на втулке рукоятки поперечной подачи, которое в этот момент совпадает с риску на супорте, немного отводят резец назад, перемещают его влево до положения, показанного на фиг. 197—*I* пунктиром, и снова подводят (пользуясь полоской бумаги) к образцовому конусу. Если при этом против нулевой риски окажется то же деление втулки рукоятки поперечной подачи, что и при первой установке резца, настройка станка произведена правильно. В противном случае надо изменить ее соответствующим образом.

Более точная проверка настройки станка по образцовому конусу возможна при помощи индикатора (фиг. 197—*II*), закрепленного вместо резца. Кнопка индикатора при этом прижимается к образцовому конусу, а супорт медленно перемещается в продольном



Фиг. 196. Установка задней бабки при обточке конуса



Фиг. 197. Настройка токарного станка для обработки конусов по образцу

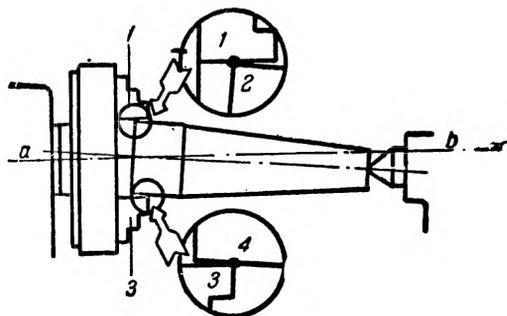
направлении. При правильной настройке станка стрелка индикатора во время перемещения супорта не должна давать отклонения.

Однако результаты такой настройки будут совершенно правильными лишь в том случае, если расстояния между вершинами конусов, образующих центровые углубления во всех обрабатываемых деталях (в данной партии), одинаковы и соответственно равны расстояниям в образцах.

Рассмотренный способ настройки станка требует очень мало времени. Во многих хорошо организованных мастерских имеются специальные конусы с общепринятыми размерами конусности (Морзе, метрический и т. д.).

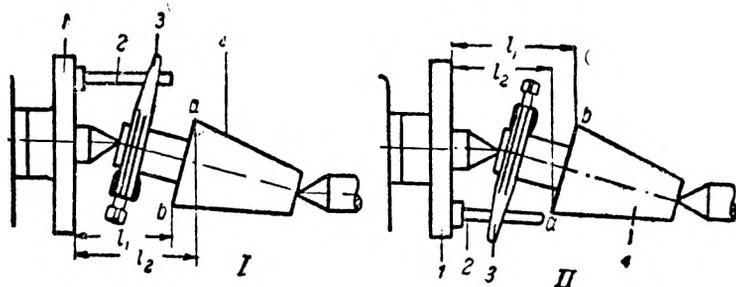
Некоторые особенности закрепления деталей при обработке конической части их смещением задней бабки. На фиг. 198 показано положение детали, коническая часть которой обрабатывается смещением на величину S задней бабки, причем изделие закреплено в патроне. Совершенно очевидно, что так как ось изделия не совпадает с центральной линией станка, то соприкосновение кулачков патрона с цилиндрической частью изделия будет происходить не-

правильно. Кулачок 1 коснется изделия в точке 2, а кулачок 3 — в точке 4, несколько удаленной от торцевой поверхности его. При повороте патрона на пол оборота кулачки 1 и 2 поменяются местами, а положение оси изделия не изменится. Теперь соприкосновение кулачка 1, оказавшегося на месте кулачка 3, произойдет в точке, удаленной от торца, а не лежащей на нем (как это было до поворота и как это показано на фиг. 198). В то же время, очевидно, должно измениться и положение точки соприкосновения с изделием кулачка 3, а после полного оборота относительное положение изделия и кулачка окажется снова таким, каким оно изображено на чертеже.



Фиг. 198. Условия обработки конуса (смещением задней бабки) в изделии, закрепленном в патроне

Из сказанного вытекает, что если левый конец изделия закреплен в кулачковом патроне, а правый конец его поддерживается центром, смещенным с правильного положения, то при вращении шпинделя происходит перемещение изделия относительно патрона. Совершенно очевидно, что при кулачках, зажатых с усилием, необходимым для обработки изделия, такое перемещение невозможно, и, следовательно, при обработке конуса смещением задней бабки закреплять изделие в патроне нельзя.



Фиг. 199. Работа хомутика при обточке конуса

На фиг. 199 показан другой случай — изделие, коническая часть которого обрабатывается смещением задней бабки, закрепленной в центрах. На шпиндель станка накрут поводковый патрон 1 с поводком 2, а на обрабатываемую деталь 4 надет хомутик 3. Ведущий конец этого хомутика находится у правого конца поводка (фиг. 199—I). Из чертежа видно, что расстояние l_2 точки *a* от торцевой плоскости патрона 1 больше, чем расстояние l_1 точки *b* от той же плоскости. После поворота обрабатываемой детали на 180° точки *a* и *b* поменяются местами и займут положение, пока-

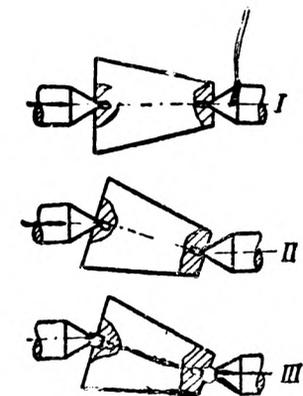
занное на фиг. 199—II. В этот момент расстояние l_2 меньше l_1 . После поворота еще на 180° точки a и b займут исходное положение, показанное на фиг. 199—I.

Таким образом, точка a , точка b и все другие точки детали в разные моменты ее поворота находятся на разных расстояниях от торцевой плоскости патрона. Но хомутик 3 жестко соединен с деталью, поэтому после поворота последней на 180° он займет положение, показанное на фиг. 199—II. В этот момент рабочий конец его опирается на левый конец поводка 2. После поворота детали еще на 180° хомутик снова окажется в положении, в каком находился до поворота (фиг. 199—I).

Из сказанного очевидно, что при вращении ведущий конец хомутика все время перемещается по поводку. Для того чтобы это перемещение могло происходить свободно, поводок должен быть цилиндрическим. Кроме того, поводок должен быть настолько длинным, чтобы при положении хомутика, показанном на фиг. 199—II, конец его не упирался в торцевую плоскость патрона или даже утолщенную часть самого поводка.

Такое свободное перемещение хомутика затруднительно, если ведущий конец его загнут и входит в паз поводкового патрона. Поэтому пользоваться хомутиком с загнутым ведущим концом при обработке конусов смещением бабки не следует.

Достоинства и недостатки способа обработки конусов смещением задней бабки. Рассмотренный способ находит широкое применение в наших мастерских, так как не требует специальных приспособлений и может быть осуществлен на любом токарном станке. Основ-



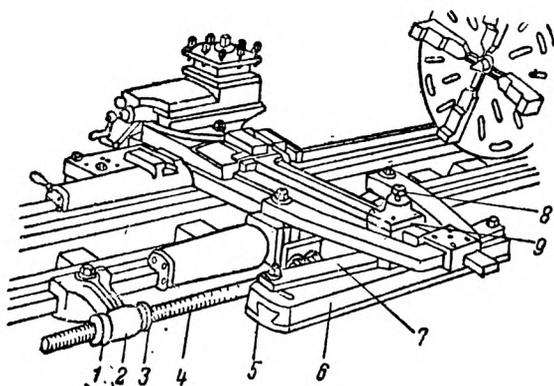
Фиг. 200. Разработка центровых углублений и шаровые центры

ной недостаток его состоит в том, что центры станка при смещении задней бабки располагаются в центровых углублениях детали не так, как при обычной установке бабки (фиг. 200—I), а как показано на фиг. 200—II, вследствие чего центровые углубления и центры срабатываются неправильно.

Если деталь после обработки конуса смещением задней бабки поставить на нормально установленные центры (фиг. 200—I) и производить обработку ее цилиндрической части, то оси этой части и ранее обработанной конической не совпадут. Во избежание этого при обработке детали, часть которой представляет собой конус, необходимо обтачивать последний после предварительной обдирки конической части (снимая при этом возможно больше материала) и окончательной отделки всей цилиндрической части при нормально установленной задней бабке. Неправильная разработка центровых углублений несколько умень-

устройства поддерживается дугообразным кронштейном 10, прикрепленным к продольным салазкам супорта. Тяга свободно проходит через отверстие в кронштейне 10. Слева от кронштейна расположен ползунок 4, который нижней своей частью обхватывает линейку и может перемещаться по ней, как по направляющим. Тяга 2 проходит сквозь ползунок 4 и связывается с ним болтом 3 после того как поперечные салазки установлены в требуемом положении.

Предположим, что поперечный винт станка вынут, линейка 9 установлена наклонно по отношению к центральной линии станка, а болт 3 зажат, т. е. линейка 9 жестко связана с ползунком 4. Если мы сообщим супорту станка продольную подачу, то ползунок 4, перемещаясь по линейке 9, приведет в движение поперечные салазки, и резец обточит коническую поверхность, образуя



Фиг. 202. Конусная линейка современных станков

щая которой параллельна линейке. Угол, составляемый образующими конуса, является углом его уклона, поэтому если он в обрабатываемом конусе равен α , то и линейку следует повернуть на угол α по отношению к линии, параллельной центральной линии станка.

Устройство конусной линейки в современных станках. В некоторых современных станках конусная линейка (фиг. 202) располагается на плите 6, которая может двигаться по другой плите 5. Последняя укреплена на угольнике, прикрепленном на кронштейнах, привертнутых к супорту станка. Винт 4, связанный с плитой 6, проходит сквозь втулку 2 кронштейна, который может быть закреплен в требуемом положении на станине. На винте 4 по обе стороны втулки 2 имеются гайки 1 и 3. Такое устройство позволяет обрабатывать детали, в которых одна часть цилиндрическая, а другая конусная, без перестройки станка. Если мы затянем гайки 1 и 3 и сообщим супорту продольный самоход, то плита 5 будет двигаться вместе с супортом, а плита 6 и, следовательно, линейка 7 окажутся неподвижными; ползунок же 9 станет пере-

мещаться по неподвижной линейке 7 и сообщит верхним салазкам супорта поперечное движение. В результате мы получим конус.

Предположим теперь, что гайка 1 установлена не вплотную к втулке 2, а на некотором расстоянии от нее. В этом случае в начале работы плита 6, а вместе с ней и линейка 7 будут перемещаться с плитой 5; поэтому ползунок 9 не будет перемещаться по линейке, и резец начнет обтачивать цилиндр. Но как только гайка 1 упрется во втулку 2, плита 6 остановится, ползунок 9 начнет двигаться вследствие этого по линейке 7, и резец пойдет по конусу.

Определение поворота конусной линейки при обработке конусов. Отсчет угла поворота конусной линейки производится по градусным делениям, нанесенным на торце ее, относительно неподвижной риски, имеющейся на плите 7 (фиг. 201) или 6 (фиг. 201). В некоторых станках на торце линейки нанесены не градусные, а миллиметровые деления и иногда (сравнительно редко) деления, соответствующие 1 мм конусности при длине конуса в 100 мм.

Рассмотрим, как определяется число делений шкалы линейки, на которое она должна быть повернута в зависимости от данных размеров конуса.

Определение угла поворота линейки, если нанесенные на ней деления — градусы. Выше мы установили, что угол поворота линейки должен быть равен углу уклона конуса. Поэтому, если на чертеже конуса дан угол уклона его, равный 6° , то и линейку следует повернуть также на 6° . Очевидно, что если линейку установить так, как показано на фиг. 201, то получится конус, вершина которого обращена в сторону передней бабки. При обработке конуса с вершиной, обращенной к задней бабке, токарь должен правый конец линейки переместить от себя, а левый — к себе.

Если на чертеже указан угол конуса, то угол поворота линейки должен быть равен половине этого угла. В том случае, когда известна конусность или даны диаметры и длина обрабатываемого конуса, угол поворота линейки находится по соответствующим формулам табл. 6.

Пример. Определить угол поворота конусной линейки при обработке конуса, диаметры которого равны 90 и 80 мм, а длина — 400 мм.

Имеем: $D_0 = 90$ мм, $d_0 = 80$ мм, $L = 400$ мм. По табл. 6 находим:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D_0 - d_0}{2L} = \frac{90 - 80}{2 \cdot 400} = 0,0125.$$

По таблице тангенсов находим:

$$\alpha = 0^\circ 43'.$$

Все эти формулы справедливы и тогда, когда палец, на котором поворачивалась линейка, расположен не в середине, а на конце ее.

Определение угла поворота линейки с миллиметровыми делениями. На фиг. 203 линия ab (параллельная центральной линии OO станка) условно показывает ось конусной линейки до ее поворота и линия ac — ось этой же линейки после поворота ее около точки a на угол α . Так как угол α обычно не велик и длина линейки бывает значительна, фигуру abc можно считать прямоугольным треугольником (с прямым углом abc). Он подобен треугольнику $a_1b_1c_1$, поэтому

$$\frac{bc}{b_1c_1} = \frac{ab}{a_1b_1}$$

откуда

$$bc = b_1c_1 \cdot \frac{ab}{a_1b_1}.$$

$$\text{Но } bc = S; \quad b_1c_1 = \frac{D_0 - d_0}{2}; \quad ab = A; \quad a_1b_1 = L,$$

поэтому

$$S = \left(\frac{D_0 - d_0}{2} \right) \frac{A}{L}. \quad (20)$$

В этой формуле величина A — расстояние от оси вращения линейки, на которой нанесена шкала с делениями, до торца ее.

По формуле (20) можно найти величину поворота линейки путем отсчета этого поворота по миллиметровым делениям шкалы.

Пример. Определить смещение конусной линейки по миллиметровой шкале, если обрабатывается конус с диаметром в 60 и 50 мм и длиной в 500 мм. Расстояние от оси линейки до шкалы 500 мм.

Имеем: $D_0 = 60$ мм, $d_0 = 50$ мм, $L = 500$ мм и $A = 500$ мм. По формуле (20) находим:

$$S = \left(\frac{D_0 - d_0}{2} \right) \frac{A}{L} = \frac{60 - 50}{2} \cdot \frac{500}{500} = 5 \text{ мм.}$$

Если известна конусность конуса, то величина смещения линейки определяется по формуле

$$S = \frac{A \cdot K}{2}. \quad (21)$$

Формула (21) легко может быть получена из формулы (20), если последнюю написать так:

$$S = \left(\frac{D_0 - d_0}{L} \right) \frac{A}{2}$$

и заменить в ней $\frac{D_0 - d_0}{L}$ буквой k , выражающей конусность.

Если дан угол уклона конуса α , то величину смещения линейки можно найти из треугольника abc (фиг. 203).

Имеем:

$$S = bc = ab \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

но $ab = A$ и $\angle cab = \alpha$, поэтому

$$S = A \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (22)$$

Определение смещения конусной линейки, если деление ее шкалы соответствует 1 мм конусности при длине конуса 100 мм. Этот случай встречается в практике довольно редко.

Каждое деление шкалы линейки здесь соответствует 1 мм конусности при длине конуса, равной 100 мм. Следовательно, если мы повернем линейку на одно деление, то при обработке конуса длиной 100 мм разность его диаметров будет равна 1 мм.

Для того чтобы обработать конус с разностью диаметров в 1 мм, но длиной L мм, число делений линейки надо взять во столько раз больше, сколько раз длина L укладывается в 100 мм, т. е. в $\frac{100}{L}$ раз.

Если же необходимо получить разность диаметров конуса не в 1 мм, а $D_0 - d_0$, то число делений надо взять в $(D_0 - d_0)$ раз больше ранее взятого, т. е.

$$S = \frac{100}{L} (D_0 - d_0). \quad (23)$$

Справедливость этой формулы легко доказать и таким образом: при обработке конуса с разностью диаметров в 1 мм (т. е. при $D_0 - d_0 = 1$) и длиной 100 мм смещение линейки должно быть (по формуле 23)

$$S = \frac{100}{L} (D_0 - d_0) = \frac{100}{100} \cdot 1 = 1,$$

т. е. равно одному делению, что вполне соответствует определению деления шкалы линейки.

Пример. Требуется обточить конус, диаметры которого равны 22 и 20 мм, а длина 400 мм.

Имеем: $D_0 = 22$ мм, $d_0 = 20$ мм, $L = 400$ мм. По формуле (23) находим:

$$S = \frac{100}{L} (D_0 - d_0) = \frac{100}{400} (22 - 20) = \frac{100 \cdot 2}{400} = 0,5 \text{ деления.}$$

Устранение мертвого хода при обработке конусов с помощью конусной линейки. В некоторых станках вследствие плохой пригонки или износа ползунок 4 (фиг. 201) не совсем плотно обхватывает линейку, т. е. получается мертвый ход. На таких станках при обработке конусов получается следующее явление. При включении продольного самохода, в то время когда резец установлен против начала конуса, ползунок оказывается слабо прижатым к линейке. Вследствие этого он в начале работы резца не будет иметь поперечного перемещения (необходимо для по-

лучения конуса), и некоторая часть длины детали получится цилиндрической. Только после того как ползунок плотно прижмется одной своей стороной к линейке, резец пойдет по конусу. Во избежание этого при обработке конуса продольную подачу следует включать несколько раньше того момента, когда резец окажется против начала конуса.

Сравнение рассмотренного способа обработки конусов с другими. Обработка конусов при помощи линейки имеет ряд достоинств, из которых главными являются следующие:

1. Центры во время работы станка остаются в нормальном положении и поэтому не изнашиваются.

2. Имеется возможность производить расточку внутренних конусов.

3. Можно обрабатывать детали с большой конусностью, чего нельзя делать путем смещения задней бабки.

Комбинированный способ обработки конусов. Выше было сказано, что обработка конусов с большим углом уклона не всегда возможна ввиду ограниченности как смещения задней бабки, так и угла поворота линейки. Такие конусы обрабатываются путем смещения задней бабки при одновременном повороте линейки.

Поясним сущность этого способа на примере. Предположим, что требуется обработать коническую часть вала общей длиной 200 мм при угле уклона конуса $\alpha = 16^\circ$. Ни одним из рассмотренных выше способов этот конус обработать нельзя, поэтому разбиваем угол α на два: $\alpha_1 = 12^\circ$, $\alpha_2 = 4^\circ$. Находим смещение бабки при данной длине детали ($L_0 = 200$ мм) и угле уклона конуса $\alpha_2 = 4^\circ$. По формуле (12) имеем:

$$S = L_0 \operatorname{tg} \alpha.$$

Но $L_0 = 200$ мм, $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 4^\circ = 0,070$. Поэтому

$$S = 200 \cdot 0,070 = 14 \text{ мм}.$$

Если мы повернем конусную линейку на угол $\alpha_1 = 12^\circ$, а заднюю бабку одновременно с этим сместим на 14 мм, то угол уклона конусной части обрабатываемого вала получится равным $\alpha_1^\circ + \alpha_2^\circ = 12^\circ + 4^\circ = 16^\circ$, что и требуется.

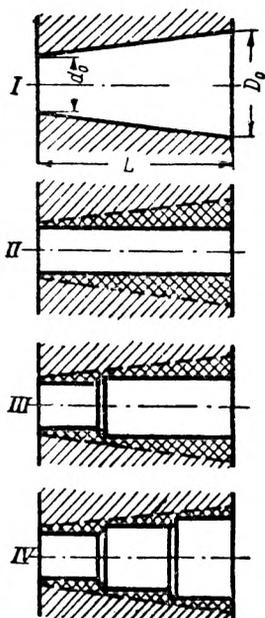
§ 42. Обработка конических отверстий

Расточка конических отверстий. Обработка конических отверстий на токарном станке посредством расточки их резцами осуществляется или при повернутом супорте или при помощи конусной линейки. Все подсчеты, связанные с настройкой станка, производятся так же, как и рассмотренные выше (см. стр. 147 и 150), поэтому останавливаться на них мы не будем.

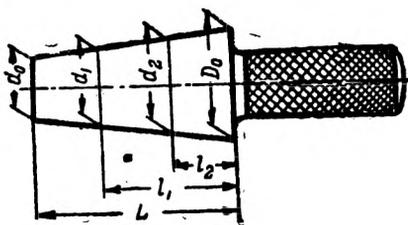
Как и при обработке наружных конусов, перед окончательной отделкой конических отверстий следует срезать возможно больше металла обычными приемами и инструментами, применяемыми при обработке отверстий. Если производится расточка кониче-

ского отверстия в сплошном материале, то оно предварительно просверливается, причем диаметр сверла должен быть несколько меньше меньшего диаметра конуса. Полученное отверстие расверливается или растачивается уступами. Способ этот требует некоторого навыка, и применение его можно рекомендовать только в том случае, если под руками имеется деталь (или образцовый конус) с наружным конусом, одинаковым с обрабатываемым внутренним.

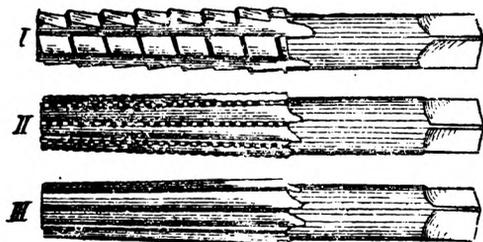
Так, например, если обрабатываемое коническое отверстие должно иметь диаметры D_0 и d_0 при длине L (фиг. 204—I) и



Фиг. 204. Предварительная обработка отверстия под развертку



Фиг. 205. Образцовый конус



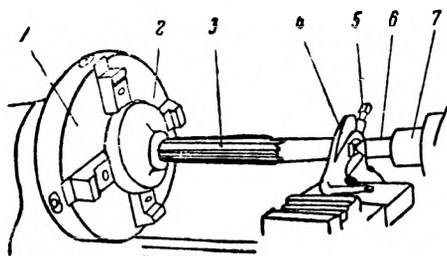
Фиг. 206. Конические развертки

имеется образцовый конус (фиг. 205) с такими же размерами, то предварительную обработку производят следующим образом. Разделив длину образцового конуса, например, на три части, измеряют диаметры d_2 и d_1 и расстояния l_2 и l_1 от правого торца до сечений, в которых измерены эти диаметры. После того как обрабатываемое отверстие просверлено сверлом, диаметр которого на 2—3 мм меньше d_0 (фиг. 204—II), рассверливают его на глубину немного меньше l_1 сверлом с диаметром немного меньшим d_1 (фиг. 204—III), затем на глубину немного меньше l_2 сверлом, диаметр которого меньше d_2 (фиг. 204—IV). Таким образом получается форма отверстия, показанная на фиг. 204—IV.

При предварительной обработке сверлением больших конических отверстий на мощных станках диаметры сверл следует

брать в обратном порядке, т. е. начинать с большего и сверлить им на глубину, меньшую l_2 , затем сверлом меньшего диаметра обрабатывать второй уступ и т. д. Окончательная обработка (удаление заштрихованных в клетку припусков) такого отверстия значительно легче и может быть выполнена много быстрее, чем в том случае, если бы отделка конуса производилась сразу же после первого сверления (фиг. 204—II), когда припуск на обработку гораздо больше.

Подготовив таким образом отверстие, растачивают его обыкновенным расточным резцом, причем получение конуса достигается или поворотом супорта или посредством конусной линейки. Задний угол резца надо выбирать с осторожностью: этот угол, достаточный в начале работы, когда растачивается больший диаметр конуса, может оказаться недостаточным в конце работы резца (при уменьшении диаметра растачиваемого отверстия).



Фиг. 207. Развертывание отверстия

Обработка конических отверстий развертками. Конические отверстия нормализованных размеров (внутренние конусы в переходных втулках, в насадных развертках, зенкерах и т. д.) следует обрабатывать развертками (фиг. 206), комплект которых для каждого типа и размера обрабатываемого конического

отверстия (например, Морзе № 4) состоит из трех штук. Каждая из таких разверток имеет коническую часть, соответствующую размерам отверстия, для обработки которого она предназначена, и цилиндрический хвост, заканчивающийся квадратом. На конической части профрезерованы канавки, образующие зубцы. В первой (обдирочной) развертке (фиг. 206—I) число зубцов обычно невелико (в развертке для конуса Морзе № 4 имеется 6 зубцов). Они сделаны ступенчатыми с расположением ступеней по винтовой линии. Вторая развертка (фиг. 206—II) имеет значительно большее число зубцов, чем первая; кроме того, на режущих кромках ее зубцов сделаны поперечные канавки (для отделения снимаемой стружки на части). И, наконец, третья (чистовая) развертка (фиг. 206—III) имеет прямые ровные зубцы; количество их немного больше, чем во второй развертке.

Предварительно просверленное отверстие (сверлом диаметром на 0,5—1,5 мм больше меньшего диаметра первой развертки) проходят обдирочной разверткой. Благодаря ступенчатой форме зубцов этой развертки и расположению их по винтовой линии развернутое отверстие получается ступенчатым. После прохода второй развертки ступени уменьшаются по величине, но количество их возрастает. Последняя (чистовая) развертка снимает эти ступени, и обрабатываемое отверстие получается с гладкими стенками.

Комплект, предназначенный для обработки конических отверстий с малыми уклонами конуса, иногда состоит из двух разверток. Обработка очень пологих конусов часто производится сразу чистовой разверткой.

Установка развертки во время работы показана на фиг. 207. Рабочий конец 3 развертки вводится в обрабатываемое отверстие детали 2, закрепленной в патроне 1, а правый поддерживается центром 6, вставленным в шпindel 7 задней бабки станка. На квадратный конец развертки надет хомутик 4, конец которого опирается на верхнюю площадку 5 супорта. По мере перемещения развертки влево шпindel задней бабки подается также влево непрерывным вращением ее маховика. Если конец хомутика приближается к левой кромке площадки 5, то следует переместить влево весь супорт.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

РАЗДЕЛЕНИЯ О РЕЗЬБАХ И ИХ УГОЛЬНЫХ РЕЗЬБ

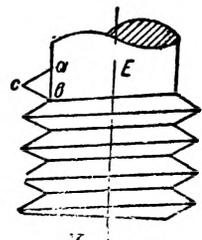
Заказ № 1081.
Milmet 28117 65



Жилплощадь предоставляется.
 ОБРАЩАТЬСЯ: г. Шахты, пос. ГРЭС,
 в отдел кадров. 0167-2.

Шахтинской ГРЭС
 имени Артема
ТРЕБУЮТСЯ
 НА ПОСТОЯННУЮ РАБОТУ
 токари по металлу

о резьбах
 круглый цилиндр *E*
 прямоугольный треуголь-
 кружности цилиндра, т. е.



образование винтовой линии (*I*) и
 винтовой поверхности (*II*)

Винтовая поверхность. Если, давая, взять какую-либо плоскую фигуру, например треугольник *abc* (фиг. 218—*II*), и, расположив ее в плоскости, проходящей через ось цилиндра, заставить перемещаться по боковой поверхности цилиндра *E* так, чтобы одна сторона этой фигуры (в данном случае сторона *ab*) все время касалась боковой поверхности цилиндра, а одна из вершин ее (в рассматриваемом примере — *b*) скользила по винтовой линии, то из боковой поверхности цилиндра *P* образуется наружная винтовая резьба.

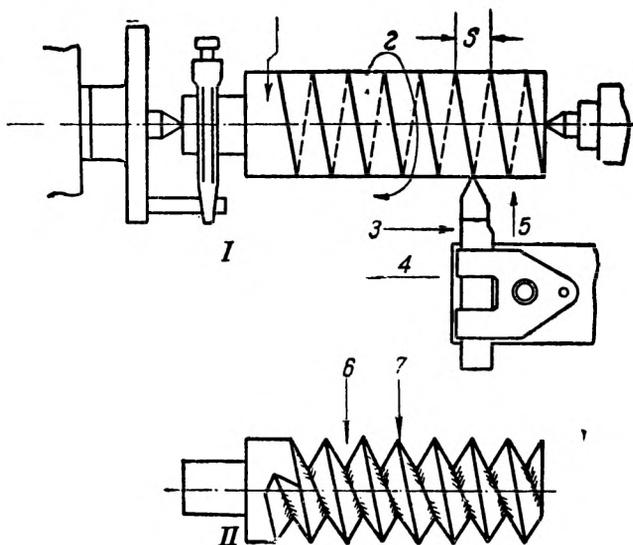
Образование винтовой поверхности (резьбы) на токарном станке. На токарном станке винтовая поверхность образуется

в результате двух движений: вращения детали 1 (фиг. 209—I) по стрелке 2 и перемещения резца 3 по стрелке 4.

После нескольких проходов резца (при этом перед каждым проходом резец подается немного вперед по стрелке 5) на обрабатываемой детали получают винтовую канавку 6 (фиг. 209—II), называемая впадиной, и винтовой выступ 7, называемый витком или ниткой.¹ Впадина и выступ образуют винтовую резьбу.

Винтовая резьба в данном случае образована на наружной поверхности цилиндра и поэтому называется наружной.

Винтовая резьба называется внутренней, если она расположена на стенках цилиндрического отверстия. Образование такой



Фиг. 209. Образование винтовой поверхности (резьбы) на токарном станке

резьбы при помощи резца ничем не отличается от только что рассмотренного порядка получения наружной резьбы.

Диаметры резьбы. У резьбы различают три диаметра:

1) наружный d_0 (фиг. 210), равный диаметру цилиндра, на котором нарезана резьба;

2) внутренний d_1 , соответствующий диаметру цилиндра, на котором как бы намотана нитка резьбы;

3) средний $d_{ср}$, на определении которого мы остановимся позднее, после того как установим некоторые другие элементы резьбы.

Шаг резьбы. Шагом резьбы называется расстояние между двумя одноименными точками двух соседних ниток, измеренное параллельно оси резьбы. На фиг. 210 одноименными точками являются точки a и a_1 , b и b_1 , c и c_1 и т. д. Расстояние ме-

¹ На чертеже впадина и выступ резьбы показаны для ясности в большем по сравнению с диаметром масштабе.

жду этими точками, измеренное параллельно линии OO (т. е. оси резьбы), и есть шаг резьбы. Он обозначается буквой s .

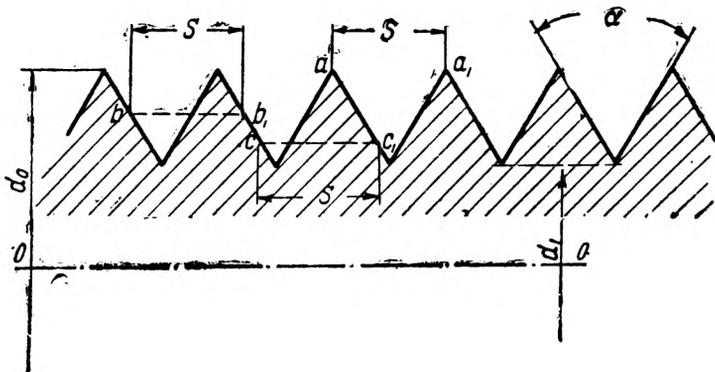
Угол подъема винтовой линии. Угол α , образуемый винтовой линией и основанием цилиндра, называется углом подъема винтовой линии (фиг. 208). Он определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{s}{\pi \cdot D}. \quad (24)$$

При определении угла подъема резьбы в эту формулу следует подставить значения среднего диаметра ее, т. е. пользоваться формулой

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d_{\text{cp}}}, \quad (25)$$

где s — шаг резьбы; $\pi = 3,14$; d_{cp} — средний диаметр резьбы.



Фиг. 210. Элементы треугольной резьбы

Правая и левая резьбы. По направлению нитки различаются правая и левая резьбы. Если при наложении нарезанного стержня на ладонь правой руки с несколько отведенным в сторону большим пальцем (фиг. 211—*I*) направление пальца и резьбы совпадают, то резьба называется правой. Совпадение направления несколько отогнутого большого пальца левой руки (фиг. 211—*II*) с направлением нитки резьбы указывает, что в данном случае имеется левая резьба.

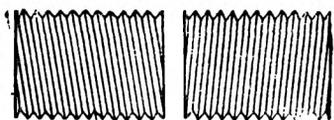
На винт с правой резьбой гайка наворачивается при вращении ее вправо (по часовой стрелке), на винт с левой резьбой — при вращении ее влево (против часовой стрелки).

Многоходовые резьбы. Резьба, представляющая собой одну нитку, как бы намотанную на стержень, называется одноходовой (фиг. 212—*I*). Резьбы с двумя (фиг. 212—*II*), тремя (фиг. 212—*III*) и четырьмя нитками называются соответственно двух-, трех- и четырехходовыми. Резьбы с числом ниток свыше одной называются многоходовыми.

Определение количества ходов резьбы как у винта, так и у гайки производится путем подсчета концов ниток на торце винта или гайки.

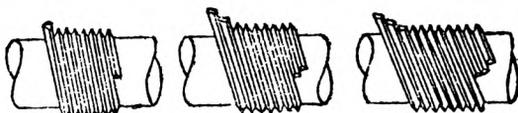
Ход резьбы. Ходом резьбы называется расстояние между одноименными точками одной и той же нитки резьбы после полного оборота ее, измеренное параллельно оси резьбы.

Из фиг. 213—I видно, что шаг и ход одноходовой резьбы одинаковы. При многоходовой резьбе шаг и ход ее различны; так, при двухходовой нарезке (фиг. 213—II) ход резьбы вдвое больше шага ее. Это следует твердо помнить, потому что, как мы увидим дальше, все элементы резьбы (высота ее, профиль



I II

Фиг. 211. Правая и левая резьбы



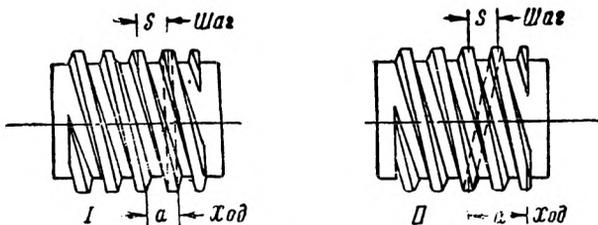
I II III

Фиг. 212. Одноходовая (I) и многоходовая (II) резьбы

резца для ее образования и пр.) определяются по величине шага резьбы; настройка же станка (подсчет сменных шестерен и пр.) производится по ходу винта.

Общепринятые выражения шага резьбы: 1) шаг в дюймах; 2) шаг в миллиметрах; 3) число ниток на 1 дюйм; 4) модульный шаг; 5) питчевый шаг.

Первые три выражения шага общеизвестны, поэтому ниже дается лишь краткое определение модульного и питчевого шагов.



Фиг. 213. Шаг и ход резьбы

Модульный шаг обычно имеют червяки, являющиеся одним из элементов червячной передачи. За единицу измерения шага зубчатых колес вообще и червячных, в частности, в европейском машиностроении принят модуль, который равен шагу зубцов шестерни, измеренному по делительной окружности и разделенному на π , т. е.

$$M = \frac{s}{\pi} \text{ мм}, \quad (26)$$

где M — модуль в мм; s — шаг зубцов в мм, измеренный по делительной окружности; $\pi = 3,14$.

Из формулы (26) очевидно, что

$$s = M \cdot \pi \text{ мм}. \quad (27)$$

Но если шаг червячной шестерни $s = M\pi$, то и шаг червяка, который работает с этой шестерней, должен быть также равен $M\pi$. Таким образом, и червяк должен иметь модульный шаг.

Из формулы (27) вытекает, что модульной называется резьба, шаг которой кратен π , т. е. в него входит π целое или дробное число раз.

В СССР приняты следующие модули: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5 и т. д.

Питчевый шаг. Питч (единица измерения шага зубцов шестерен, принятая в Америке) представляет собой число зубцов шестерни на 1" диаметра ее делительной окружности. Питч принято обозначать буквой P .

Модуль и питч связаны между собой следующей простой зависимостью:

$$P = \frac{25,4}{M}. \quad (28)$$

Пользуясь формулами (27) и (28) и зная питч шестерни, легко найти соответствующий ему модуль и шаг, и обратно.

Пример. $P = 4$. Найти модуль.

По формуле (28)

$$M = \frac{25,4}{P} = \frac{25,4}{4} = 6,35 \text{ мм},$$

а по формуле (27)

$$s = M\pi = 6,35 \cdot 3,14 = 19,94 \text{ мм}.$$

Итак, шестерня питч 4 имеет шаг $s = 11,94 \text{ мм}$.

Вполне понятно, что шаги червяков, работающих с червячными шестернями, изготовленными по питчевой системе, должны иметь питчевый шаг.

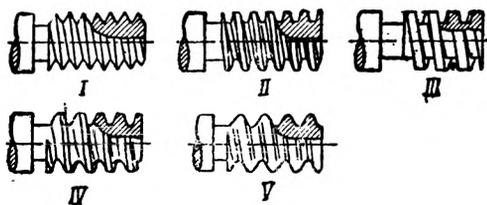
Профили и системы резьб. Сечение витка резьбы плоскостью, проходящей через ось цилиндра (т. е. диаметральной) на котором образована резьба, называется ее профилем. Профили резьб, изображенных на фиг. 214—I, II, III, IV и V, видны вполне отчетливо, так как на всех этих фигурах неполные сечения (вырывы) деталей, снабженных резьбой, заштрихованы.

На этой фигуре показаны профили наиболее часто встречающихся резьб: треугольной (фиг. 214—I), трапециoidalной (фиг. 214—II), прямоугольной (фиг. 214—III), пилообразной (фиг. 214—IV) и круглой (фиг. 214—V).

Резьбы, шаг которых находится в определенной зависимости от наружного диаметра при неизменной величине угла профиля, объединяются в одну систему. Таких систем несколько: ряд метрических, дюймовая Витворта, трапециoidalная и т. д.

По характеру соединения гайки и винта различают резьбы без зазора и с зазором. В первых профиль резьбы гайки соприкасается с профилем резьбы винта целиком по всему очертанию. Резьбы с зазором соприкасаются только боковыми сторонами профиля.

Треугольные резьбы являются самыми распространенными и применяются во всех областях машиностроения. Естественно поэтому, что имеется целый ряд систем треугольных резьб, из которых каждая охватывает в большинстве случаев несколько отраслей машиностроения, а иногда только одну (например производство часов).

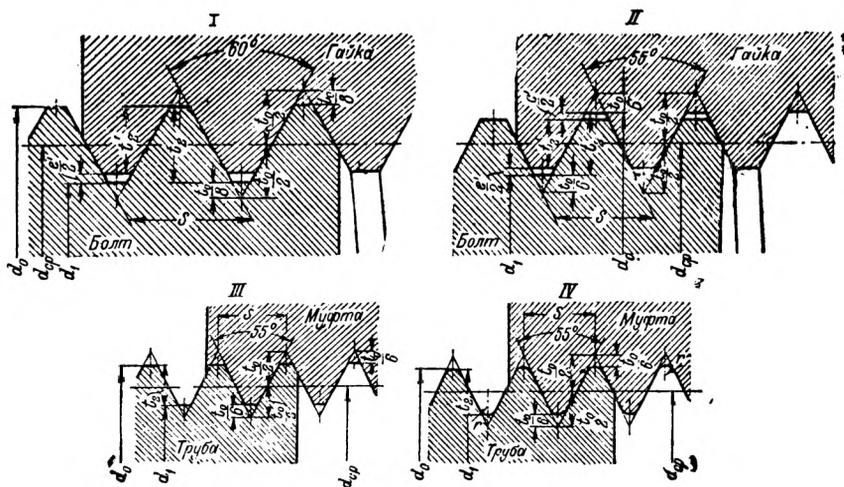


Фиг. 214. Основные профили резьбы

Треугольной резьбой снабжаются болты, гайки, винты, шпильки и т. д., предназначенные для соединения машин и сооружений. Треугольной резьбой пользуются так же, как способом непосредственного соединения машин (посадка на резьбе различных рукоя-

ток, масленок и т. д.). Такая же резьба делается и на частях машин, соединяемых промежуточными нарезанными деталями (пример — соединение двух газовых труб посредством муфты).

Метрические резьбы. В нашем машиностроении приняты шесть метрических резьб: основная (крепежная) и мелкие 1-я, 2-я, 3-я, 4-я и 5-я, отличающиеся между собой размерами шага



Фиг. 215. Профили метрической (I), дюймовой (II) и трубных резьб (III и IV)

и других элементов. У всех этих резьб (фиг. 215—I) угол профиля равен 60° , причем вершиной витка и дном впадины являются (в разрезе резьбы диаметральной плоскостью) прямые линии. Между дном впадины резьбы болта и вершиной витка гайки всегда имеется зазор. Имеется зазор и между вершиной витка болта и дном впадины гайки, хотя на фиг. 215—I он не показан. В действительности он получается за счет разнонапра-

вленных допусков на обработку наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки. Таким образом, метрические резьбы относятся к группе резьб с зазорами.

Дюймовая резьба. Профиль дюймовой резьбы показан на фиг. 215—II. Угол профиля этой резьбы равен 55° ; вершина витка и дно впадины (в разрезе диаметральной плоскостью) — прямые, как и у метрических резьб. Дюймовая резьба, как это видно из фиг. 215—III, также относится к резьбам с зазорами.

Трубная резьба имеет угол профиля 55° с плоскими (фиг. 215—III) или с закругленными (фиг. 215—IV) вершинами и впадинами. Резьба эта зазоров не имеет и применяется в случаях, когда детали сравнительно больших диаметров должны иметь резьбу с мелким шагом (газовые и водопроводные трубы, детали для их соединения и т. д.).

Элементы треугольной резьбы. Всем элементам треугольной резьбы присвоены вполне определенные названия и обозначения (фиг. 215):

Наружный диаметр резьбы болта	$\cdot d_0$
Внутренний диаметр резьбы болта	$\cdot d_1$
Средний диаметр резьбы болта .	$\cdot d_{\text{ср}}$
Наружный (больший) диаметр гайки	$\cdot d_0'$
Внутренний (мельший) диаметр гайки	$\cdot d_1'$
Средний диаметр гайки .	$\cdot d_{\text{ср}}$
Шаг резьбы	$\cdot s$
Число ниток на 1"	$\cdot n$
Высота нарезки (теоретическая) ¹	t_0
Высота притупления (среза) нитки . .	$\cdot h_1$
Высота притупления (среза) у впадины .	$\cdot h_2$
Высота нарезки болта (гайки) .	$\cdot t_1$
Рабочая высота нарезки . .	$\cdot t_2$
Зазор при вершинах нарезок .	$\cdot z$
Угол профиля резьбы	$\cdot \alpha$
Радиус закругления вершины нитки и дна впадины нарезки r	

Примечание. В таблицах ОСТ высоты притупления нитки и впадины резьбы специального обозначения не имеют, и здесь введены лишь для удобства измерения.

Рассмотрим несколько подробнее элементы метрической резьбы, как наиболее распространенной в общем машиностроении. Отметим, однако, что все приведенные ниже определения элементов этой резьбы относятся и к другим треугольным резьбам (дюймовой, трубной), но формулы для подсчета величин элементов резьб дюймовой и Витворта имеют несколько иной вид по сравнению с приведенными ниже.

Теоретической высотой нарезки называется полная высота остро нарезанной резьбы, т. е. высота треугольника, который взят в качестве профиля нарезки. Теоретическую высоту, как и многие другие элементы резьбы, принято выражать в долях шага. Так, в метрических резьбах

$$t_0 = 0,866 s. \quad (29)$$

¹ До острого края.

Высота притупления нитки и впадины берется в долях t_0 и s . В метрических резьбах высота притупления нитки (у болта по наружному диаметру, а у гайки — по внутреннему):

$$h_1 = \frac{1}{8} t_0 = 0,108 s. \quad (30)$$

Высота притупления впадины (у болта по внутреннему диаметру, а у гайки — по наружному) в этих же резьбах:

$$h_2 = \frac{1}{14} t_0 = 0,0631 s. \quad (31)$$

Высота нарезки болта (гайки) t_1 (фиг. 215—I) равна разности между теоретической высотой резьбы и суммой высот притупления нитки и впадины, т. е.

$$t_1 = t_0 - (h_1 + h_2).$$

Подставив в это равенство значения t_0 , h_1 и h_2 по формулам (29), (30) и (31), получим:

$$t_1 = 0,695 s \quad (32)$$

Рабочей высотой нарезки¹ называется

высота соприкасающихся боковых поверхностей нарезок болта и гайки. В метрических резьбах

$$t_2 = 0,650 s. \quad (33)$$

Зазор при вершинах нарезок равен половине разности между наружными (или внутренними) диаметрами болта и гайки. При метрической резьбе величину зазора можно также находить по формуле

$$z = 0,0451 s. \quad (34)$$

Средним диаметром называется расстояние между боковыми сторонами профиля резьбы (фиг. 216—I), измеренное перпендикулярно к ее оси. Для того чтобы отчетливо представить себе средний диаметр метрической резьбы, предположим, что нам дана резьба, профиль которой (фиг. 216—II) — полный треугольник (т. е. без притупления вершины ниток и дна впадины), наружный диаметр — D_0 и внутренний — D_1 . Средний диаметр такой нарезки:

$$d_{\text{ср}} = \frac{D_0 + D_1}{2}. \quad (35)$$

Таким образом, у нарезки, профиль которой полный треугольник, средний диаметр равен полусумме наружного и внутреннего диаметров, и линия AA, параллельная оси нарезки и соответ-

¹ Относится только к резьбам с зазорами.

ствующая среднему диаметру ее, располагается на одинаковом расстоянии от дна впадины и вершины ниток ее.

В метрической резьбе вершина нитки срезана, а дно впадины закруглено, причем высота среза нитки и впадины разные [формулы (30) и (31)]. Вследствие этого линия, соответствующая среднему диаметру такой резьбы, располагается ближе к вершинам ниток, чем ко дну впадины ее.

Для определения величины среднего диаметра метрической резьбы рассуждаем так: из фиг. 216—II очевидно, что

$$D_1 = D_0 - 2t_0.$$

Подставив это значение D_1 в формулу (35), получаем:

$$d_{cp} = \frac{D_0 + D_0 - 2t_0}{2} = \frac{2D_0 - 2t_0}{2},$$

т. е.

$$d_{cp} = D_0 - t_0. \quad (36)$$

Но при метрической нарезке (фиг. 216—II) $D_0 = d_0 + 2h_1$, где h_1 — высота притупления нитки, причем по формуле (30) $h_1 = 0,108 s$ (s — шаг резьбы), так что

$$D_0 = d_0 + 2h_1 = d_0 + 2 \cdot 0,108 s = d_0 + 0,216 s.$$

Кроме того, по формуле (29)

$$t_0 = 0,866 s.$$

Подставив эти значения D_0 и t_0 в формулу (36), получаем:

$$d_{cp} = D_0 - t_0 = d_0 + 0,216 s - 0,866 s,$$

поэтому

$$d_{cp} = d_0 - 0,650 s. \quad (37)$$

Зная наружный диаметр и шаг какой-либо резьбы, нетрудно найти по этой формуле ее средний диаметр.

Пример. $d_0 = 20$ мм, $s = 2,5$ мм.

Имеем по формуле (37):

$$d_{cp} = d - 0,650 s = 20 - 0,650 \cdot 2,5 = 18,375 \text{ мм.}$$

В дюймовой (фиг. 215—II) и трубной (фиг. 215—III) резьбах высота среза нитки и впадины одинакова, поэтому средний диаметр этих резьб можно найти по формуле

$$d_{cp} = \frac{d_0 + d_1}{2}.$$

Трапецидальная резьба. Профиль трапецидальной резьбы с углом в 30° или 29° обычно образуется прямыми линиями без закругления углов трапеции (фиг. 217—I), а иногда и с закруглениями их (фиг. 217—II).

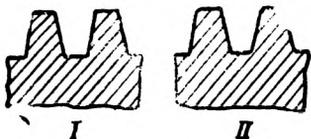
Нарезка червяков и червячных фрез имеет закругленные углы верха нитки и дна впадины (фиг. 217—II).

Шаг резьбы винтов с трапецидальной резьбой измеряется в миллиметрах или числом ниток на 1". Червяки и червячные фрезы для нарезки шестерен имеют шаги модульный, питчевый

или выраженный в частях дюйма. В СССР принята трапециодальная резьба с углом профиля 30° .

Имеются три размера трапециодальных резьб: крупная, нормальная и мелкая.

Винты токарных, фрезерных и других станков иногда изготавливаются по американской системе трапециодальной резьбы с углом профиля $\alpha = 29^\circ$. Система эта носит название «Акме. Стандарт».



Фиг. 217. Профили трапециодальных резьб

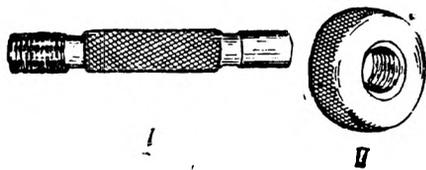
Прямоугольная резьба (фиг. 214—III). Прямоугольная резьба, называемая также ленточной и квадратной, делается на винтах, передающих движение. Она постепенно вытесняется трапециодальной, имеющей многие преимущества перед ней: трапециодальная резьба проще нарезается; на ней легче, чем на прямо-

угольной, можно сомкнуть разъемную гайку; на винтах, не допускающих мертвого хода, гайка с трапециодальной резьбой может быть изготовлена сжимной.

Прямоугольная резьба — резьба без зазора, т. е. наружный и внутренний диаметры гайки должны быть одинаковы с диаметром винта. Это требование удовлетворяется лишь при изготовлении резьбовых калибров; нарезка же обыкновенных винтов и гаек пригоняется только боковыми сторонами, образуя зазоры у вершин ниток и во впадинах. Высота нарезки обычно делается равной половине шага, но встречаются нарезки с большей и меньшей высотой.

Пилообразная или упорная резьба (фиг. 214—IV) применяется в тех случаях, когда винт должен принимать на себя сильное давление и при этом всегда в одном направлении. В частности, она делается на муфтах трубопроводов, соединяющих компрессоры с резервуарами со сжатым под сильным давлением воздухом, а также на винтах гидравлических прессов, домкратов и т. п.

Круглая резьба (фиг. 214—V) применяется для таких соединений деталей, которые соприкасаются с известковой водой, засоренной песком, или же для деталей, резьба которых быстро изнашивается (соединительные гайки пожарных рукавов, шпиндели арматурных клапанов, водопроводная арматура, части автомобильных радиаторов, детали железнодорожных стяжек и т. д.).



Фиг. 218. Резьбовые калибры

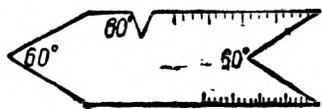
§ 44. Измерение треугольной резьбы¹

Измерение резьбы нормальными калибрами. Размеры всех элементов резьбы нормальных резьбовых калибров (фиг. 218), как

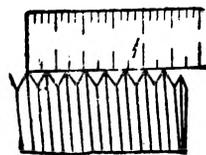
¹ Здесь рассматриваются только основные способы измерения неточных резьб. Более совершенные способы измерения элементов резьбы см. ниже § 44.

пробки (фиг. 218—I), так и кольца (фиг. 218—II), соответствуют теоретическим размерам резьбы. Правый конец пробки (гладкий) служит для проверки внутреннего диаметра гайки.

Проверка резьбы детали нормальными калибрами производится путем навинчивания кольца на деталь или ввинчивания пробки в гайку, причем определение доброкачества детали при обнаружении слабины (качки) между калибром и деталью



Фиг. 219. Шаблон для заточки и установки резов



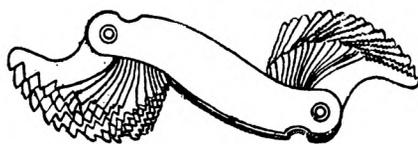
Фиг. 220. Подсчет числа ниток резьбы

затрудняется невозможностью определить величину разницы размеров резьбы детали и калибра.

Измерение угла профиля нарезки производится еще на резце, предназначенном для ее нарезания. Для проверки правильности заточки простого резьбового резца употребляются шаблоны с наружными и внутренними углами, равными углу изготавливаемой резьбы (фиг. 219).

Измерение шага. Для простейшего измерения шага применяют масштабную линейку и резьбомер.

На фиг. 220 показано определение числа ниток резьбы, проходящих на определенную длину винта, например, на 1". Масштабная линейка при этом должна быть расположена так, чтобы конец ее или какое-либо деление (для более удобного отсчета, например 2" или 3") точно совпадали с вершиной нарезки. Число вершин резьбы, находящееся в данной длине (например 1"), уменьшенное на единицу, дает число ниток, которое приходится на эту длину. На фиг. 220 против штриха 1 находится 7-я вершина. Это значит, что измеряемая нарезка имеет 6 ниток на 1".



Фиг. 221. Резьбомер

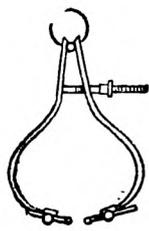
Если величина шага определяется масштабной линейкой, то следует измерить не один шаг, а несколько. Например, предполагается, что винт имеет шаг в 2 мм. Следует взять на линейке 40 мм и, убедившись, что на этом расстоянии укладывается целое число ниток резьбы, сосчитать, сколько их уложилось. При определении дюймового шага устанавливают приближенное расстояние между соответствующими соседними сторонами нарезок,

а затем, взяв это расстояние, увеличенное раз в 5—10, проверяют, верно ли определен шаг.

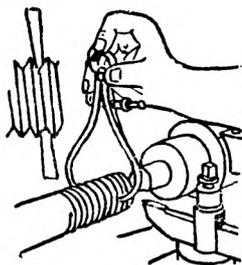
Вместо такого подсчета лучше пользоваться резьбомером (фиг. 221). Для определения шага нарезки (или числа ниток на 1") подбирают одну из пластинок резьбомера, которая точно соответствует измеряемой резьбе. Надпись на этой пластинке укажет шаг резьбы (или число ниток на 1").

Измерение наружного диаметра производится при помощи уже описанных выше инструментов, применяемых для измерения наружных диаметров гладких (не нарезанных) деталей. Такими инструментами являются кронциркуль с широкими губками для измерения грубых резьб и штангенциркуль типа «Колумбус» — для более точных.

При измерении наружного диаметра резьбы надо особенно внимательно следить за тем, чтобы мерительный инструмент располагался точно в плоскости, перпендикулярной к оси детали.



Фиг. 222. Кронциркуль для измерения среднего диаметра резьбы



Фиг. 223. Измерение внутреннего диаметра резьбы при помощи кронциркуля с острыми ножками

Если одна из ножек инструмента окажется не против нитки резьбы, а против впадины ее (что обычно бывает при измерении резьб с крупным шагом), то под эту ножку надо подложить пластинку, толщина которой точно измерена. Толщину этой пластинки следует вычесть из показания измерительного инструмента.

Измерение среднего диаметра. На фиг. 222 показан специальный кронциркуль со сменными шариковыми наконечниками, применяемый для проверки среднего диаметра резьбы. Диаметры этих шариков лучше брать такими, чтобы они касались боковых сторон резьбы на среднем диаметре ее, но можно применять шарики и других диаметров. Необходимо, однако, чтобы они не лежали на дно впадины резьбы.

Установка такого кронциркуля производится по имеющемуся точному болту или, что еще лучше, по резьбовому калибру. Таким образом, в данном случае производится не измерение среднего диаметра резьбы, а сравнение его с другим, заведомо правильным.

Измерение внутреннего диаметра резьб средней точности производится кронциркулем с острыми ножками (фиг. 223). И в этом случае кронциркуль устанавливается по образцовому болту или по резьбовому калибру, т. е. и здесь имеет место не измерение, а только проверка внутреннего диаметра нарезаемой резьбы.

Измерение внутренних резьб. Точность профиля внутренних резьб обычно достигается применением правильно заточенного резца и соответствующей установкой его. Только в особых случаях такую проверку производят посредством снятия слепка с проверяемой резьбы. Для этого нарезанное отверстие заливают каким-либо легкоплавким металлом; после остывания слепок вывертывают из гайки и проверяют наиболее совершенными способами.

Шаг или число ниток на 1" у внутренних резьб определяют резьбомером, если только он сможет войти в гайку. Если же резьбомер не подходит к измеряемой резьбе, прибегают к получению отпечатка вершин ниток внутренней резьбы на мягком материале — дереве, воске, фибре и др., чтобы можно было полученный отпечаток измерить, как наружную резьбу, масштабной линейкой.

Для получения отпечатка при малых отверстиях гайки необходимо ввертывать в нее граненую палочку (в форме спички) и затем определить число ниток по получившимся на ней отпечаткам.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

НАСТРОЙКА СТАНКА ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ

§ 45. Основные правила подсчета сменных шестерен

Предварительные замечания. Для выполнения резьбы 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 сделает один оборот, супорт (а вместе с ним и резец) должен переместиться ровно на 10 мм. Точно так же при нарезании винта, резьба которого имеет 8 ниток на 1", шпиндель должен сделать 8 оборотов за то время, когда супорт пройдет ровно 1".

Эта связь шпинделя с супортом осуществляется посредством двух или нескольких зубчатых шестерен. Последние должны иметь вполне определенное в каждом отдельном случае число зубцов и располагаться в известном порядке. Из сказанного очевидно, что для каждой новой резьбы, выполняемой на токарном станке, необходимо заменять одни шестерни, связывающие шпиндель с супортом, другими или изменять порядок их расположения. Поэтому все эти шестерни называются сменными.

Прежде чем перейти к разбору правила подсчета сменных шестерен, посмотрим, как работают шестерни вообще.

Простая передача. Предположим, что мы имеем две находящиеся в зацеплении шестерни 1 и 2 (фиг. 224—1). Одна из них (например, шестерня 1) является ведомой, другая (например, ше-

стерня 2) — ведущей; происхождение этих названий ясно само собой. Предположим далее, что число зубцов шестерни 1 вдвое больше, чем шестерни 2. Очевидно, что в то время, когда шестерня 1 сделает один оборот, шестерня 2 сделает 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 изменением числа зубцов шестерни 2 (при одном и том же числе зубцов шестерни 1) число оборотов ее также изменяется.

Из сказанного следует, что изменение числа оборотов ведомой шестерни находится в зависимости от того, как изменяется отношение числа зубцов ведущей и ведомой шестерен.

Отношение числа зубцов ведущей шестерни к числу зубцов ведомой называется передаточным числом и обозначается буквой i .

В одном из рассмотренных нами случаев (фиг. 224—I) шестерня 1 имеет 100, а шестерня 2 — 20 зубцов. Если в этой паре ведущей является шестерня 1, то передаточное число будет:

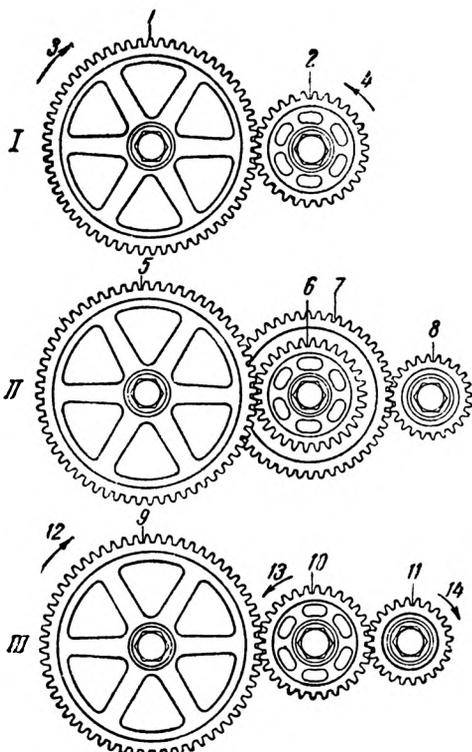
$$i = \frac{100}{20} = 5;$$

если же, наоборот, шестерня 1 ведомая, то передаточным числом явится:

$$i = \frac{20}{100} = \frac{1}{5}.$$

Из этих двух примеров мы видим, что передача окажется ускоренной, когда передаточное число больше единицы, и замедленной, когда оно меньше единицы. При равных числах зубцов обеих шестерен ни ускорения, ни замедления передачи не произойдет.

Сложная передача. Более сложный случай передачи вращения от одного вала к другому показан на фиг. 224—II. Здесь мы имеем две пары шестерен 5, 6 и 7, 8, причем шестерни 6 и 7 насажены на один вал и связаны между собой. В этой системе



Фиг. 224. Схемы зацепления шестерен.

шестерни 5 и 7 являются ведущими, а шестерни 6 и 8 — ведомыми. Предположим, что шестерня 5 имеет 100 зубцов, шестерня 6 — 50 зубцов, шестерня 7 — 80 зубцов и шестерня 8 — 20 зубцов. Передаточное число первой пары шестерен (5, 6):

$$i_1 = \frac{100}{50} = 2.$$

Это значит, что в то время как шестерня 5 сделает один оборот, шестерня 6 сделает два полных оборота. Передаточное число второй пары шестерен (7, 8):

$$i_2 = \frac{80}{20} = 4.$$

Другими словами, шестерня 8 вращается в четыре раза быстрее шестерни 7 и, очевидно, в восемь раз быстрее шестерни 5 (потому что шестерня 7 делает столько же оборотов, сколько и шестерня 6, а эта последняя, как мы видели выше, вращается вдвое скорее шестерни 5). Отсюда получаем $4 \cdot 2 = 8$.

Записывая эту передачу в виде дробей, у которых числители — ведущие шестерни, а знаменатели — ведомые, получим:

$$\frac{100}{50} \text{ и } \frac{80}{20}.$$

Перемножим эти дроби:

$$\frac{100}{50} \times \frac{80}{20} = \frac{100 \cdot 80}{50 \cdot 20} = 8.$$

Отсюда вытекает следующее правило:

Для того чтобы найти передаточное число системы шестерен, нужно перемножить передаточные числа всех пар шестерен, входящих в эту систему. В рассматриваемом случае имеем:

$$i = i_1 \times i_2 = \frac{100}{50} \times \frac{80}{20} = \frac{100 \cdot 80}{50 \cdot 20} = 8,$$

что подтверждает правильность соотношения числа оборотов шестерен 5 и 8, полученного выше.

Число пар, входящих в систему, сходную с показанной на фиг. 224—II, может быть как угодно велико. Передаточное число таких систем всегда подсчитывается по следующему правилу:

Для того чтобы найти передаточное число системы шестерен, надо написать дробь, в которой числитель — произведение чисел зубцов всех ведущих, а знаменатель — всех ведомых шестерен. Произведя все сокращения и умножения в этой дроби, получим передаточное число системы шестерен.

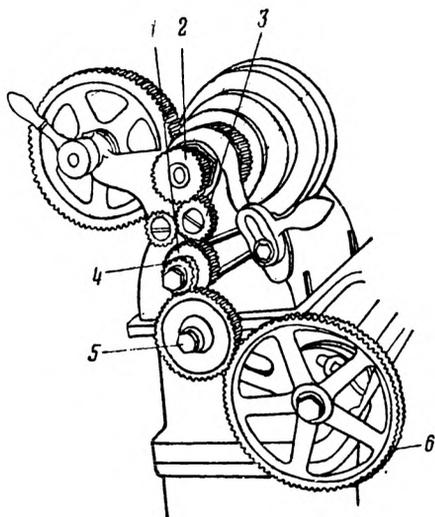
Паразитная шестерня. На фиг. 224—III показан еще один случай сложной передачи, когда в зацеплении находятся три шестерни — 9, 10 и 11. Очевидно, что здесь мы имеем как бы две пары шестерен: 9, 10 и 10, 11, причем в первой паре ведущей является шестерня 9, а ведомой 10, а во второй — ведущей шестерня 10 и ведомой 11. Если предположить, что шестерня 9

имеет 100 зубцов, шестерня 10 — 50 зубцов и шестерня 11 — 20 зубцов, то передаточным числом рассматриваемой системы согласно приведенному выше правилу будет:

$$i = \frac{100}{50} \times \frac{50}{20} = 5.$$

Мы получили то же передаточное число, что и выше, когда рассматривали передачу, изображенную на фиг. 224—I (при 100 зубцах в шестерне 1 и 20 зубцах в шестерне 2).

Таким образом, введение между двумя шестернями промежуточной (фиг. 224—III) не изменяет передаточного числа передачи.



Фиг. 225. Установка на токарном станке одной пары сменных шестерен.

Но такая шестерня, обычно называемая паразитной, тем не менее имеет важное значение, так как введение ее в передачу изменяет направление ведомой шестерни на обратное при постоянном направлении вращения ведущей. Действительно, если шестерня 1 (фиг. 224—I) вращается вправо, по стрелке 3, то шестерня 2 вращается влево, по стрелке 4. На фиг. 224—III мы видим, что при том же направлении ведущей шестерни 9 (вправо по стрелке 12) шестерня 11 вращается также вправо, по стрелке 14, а не влево, как шестерня 2 на фиг. 224—I. Паразитная шестерня 10 вращается при этом влево, по стрелке 13.

Нетрудно убедиться, что если бы мы между шестернями 9 и 11 (фиг. 224—III) ввели бы одну, а две паразитные шестерни, то при правом вращении шестерни 9 шестерня 11 имела бы левое вращение.

Отметим, наконец, что паразитные шестерни вводят еще в тех случаях, когда шестерни, составляющие пару, невозможно по каким-либо причинам соединить непосредственно.

Перейдем теперь к разбору использования шестерен для связи шпинделя и супорта токарного станка при нарезании резьбы.

Установка сменных шестерен на токарных станках. На фиг. 225 показана простая установка шестерен на токарном станке. Нетрудно убедиться, что, несмотря на наличие большого количества шестерен, соотношение чисел оборотов шпинделя (на котором насажена шестерня 2) и ходового винта (на котором закреплена шестерня 6) зависит только от шестерен 4 и 6. В самом деле, составляя передаточное число всей системы и приняв при этом обозначения шестерен, указанных на фиг. 225, за числа зубцов их, получим:

$$i = \frac{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5}{3 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 6}.$$

Приняв во внимание, что числа зубцов шестерен 2 и 1 в большинстве случаев одинаковы, и произведя сокращение, будем иметь:

$$i = \frac{4}{6}.$$

Более сложная установка шестерен (в две пары) показана на фиг. 226. И в этом случае числа зубцов шестерен, соединяющих шпиндель и ходовой винт станка, выбираются без учета шестерен 1 и 2 . Но не во всех станках шестерни эти одинаковы; кроме того, в некоторых станках между шпинделем и ходовым винтом имеются промежуточные шестерни, закрытые кожухами. В таком случае при подсчете шестерен нужно учитывать эти отклонения от нормальной передачи.

Основные правила подсчета сменных шестерен. Выше мы говорили, что получение резьбы на токарном станке возможно только при наличии постоянной связи между скоростями вращения шпинделя и перемещения супорта.

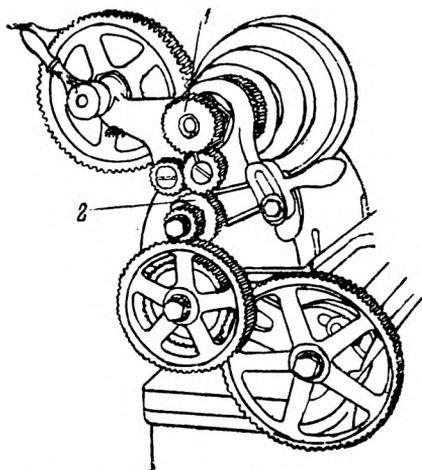
Скорость перемещения супорта зависит, вполне понятно, от скорости вращения ходового винта и от шага его резьбы. Так как этот шаг для каждого отдельного станка величина постоянная, то весь подсчет сменных шестерен сводится к тому, чтобы обеспечить необходимую скорость вращения ходового винта.

Подсчет сменных шестерен во всех случаях производится по следующему простому правилу:

Передачное число сменных шестерен равно шагу нарезаемого винта, деленному на шаг ходового винта, причем разделение шестерен на ведущие и ведомые всегда идет от шпинделя.

Если шаг нарезаемого винта есть s , шаг ходового винта — S и передаточное число сменных шестерен — i , то это правило можно выразить формулой

$$i = \frac{s}{S}. \quad (38)$$



Фиг. 226. Установка на токарном станке двух пар сменных шестерен.

Пример 1. Требуется нарезать болт с шагом резьбы 5 мм на токарном станке, шаг ходового винта которого равен 10 мм. Найти передаточное число сменных шестерен, необходимых для выполнения этой резьбы. Имеем: $s = 5$ мм; $S = 10$ мм. По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}.$$

Пример 2. Требуется нарезать болт шагом $1/4''$ на станке, ходовой винт которого имеет шаг $1/2''$. Дано: $s = 1/4''$, $S = 1/2''$. По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = \frac{1}{4} : \frac{1}{2} = \frac{2}{4}$$

Из полученного выражения передаточного числа мы видим, что числитель его равен числу ниток на 1'' ходового винта (шаг $1/2''$) нашего станка, а знаменатель — числу ниток на 1'' нарезаемого болта (шаг $1/4''$). Отсюда очевидно, что подсчет шестерен можно производить и по другому правилу:

Передаточное число сменных шестерен равно числу ниток на 1'' ходового винта, деленному на число ниток на 1'' нарезаемого винта.

Если обозначить число ниток на 1'' нарезаемого винта буквой n , а число ниток на 1'' ходового винта буквой N , то данное правило можно представить в виде формулы

$$i = \frac{N}{n} \quad (39)$$

Формула (38) и выражаемое ею первое правило имеют более общий характер, поэтому все дальнейшие подсчеты шестерен будут производиться по этим формуле и правилу.

Определив передаточное число, нетрудно найти 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. Последнее следует брать так, чтобы в результате получились числа зубцов шестерен, имеющих при станке.

К большинству токарных станков прилагается следующий набор сменных шестерен: 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 100, 120 зубцов.

В более полный набор, кроме того, входят также шестерни с количеством зубцов: 85, 95, 105, 110, 115 и 127.

Если мы имеем передаточное число $2/4$, то, умножая числитель и знаменатель на 10, 15 или 20, получим шестерни 20 и 40, 30 и 60, 40 и 80 и т. д.

Когда подсчитанные таким образом шестерни, поставленные на станок, не сцепляются, следует ввести между ними одну или две промежуточные, которые, как известно, на величину передаточного числа не влияют. Если, наоборот, шестерни эти получились при подсчете настолько большими, что не могут быть уста-

новлены на станке, надо одну пару шестерен заменить двумя парами. Такую замену приходится делать и в тех случаях, когда после умножения передаточного числа на какое-либо число получаются шестерни, которых нет при станке.

Разбивка сменных шестерен на две пары производится следующим образом. Пусть требуется нарезать винт в 15 ниток на 1" на станке, ходовой винт которого имеет 2 нитки на 1". В данном случае $s = \frac{1''}{15}$ и $S = \frac{1''}{2}$.

По формуле (38) находим:

$$i = s \quad S = \frac{1}{15} \quad \frac{1}{2} = \frac{2}{15}.$$

При умножении числителя и знаменателя этой дроби на число, меньшее 10, получим очень малую ведущую шестерню. Если, например, мы возьмем множителем цифру 6, то получим:

$$i = \frac{2 \cdot 6}{15 \cdot 6} = \frac{12}{90}.$$

Шестерни в 12 зубцов в наборе не бывает.

С другой стороны, если умножим числитель и знаменатель нашей дроби на число, большее 10 (например, 15), то получим:

$$i = \frac{2 \cdot 15}{15 \cdot 15} = \frac{30}{225}.$$

Теперь ведомая шестерня получается слишком большой (шестерни в 225 зубцов в наборе также нет).

Поэтому поступаем так. Заменяем наше передаточное число двумя такими дробями, перемножив которые, мы снова получим передаточное число. В рассматриваемом случае последнее будет равняться

$$i = \frac{2}{15} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{5} = \frac{1 \cdot 2}{3 \cdot 5}.$$

Правильность такой замены следует каждый раз проверять.

После этого умножаем числитель и знаменатель первой дроби на какое-либо число, а числитель и знаменатель второй — на то же или какое-либо другое число. Умножив, например, числители и знаменатели обеих дробей на 20, получим.

$$i = \frac{1 \cdot 20}{3 \cdot 20} \cdot \frac{2 \cdot 20}{5 \cdot 20} \quad \text{или} \quad \frac{20 \cdot 40}{60 \cdot 100}.$$

Цифры, стоящие в числителе, обозначают числа зубцов ведущих шестерен, в знаменателе — ведомых. Это правило нужно твердо помнить.

Данный пример можно решить и иначе. Умножив, например, числитель и знаменатель первой дроби на 20, а второй — на 15, мы получили бы:

$$i = \frac{1 \cdot 20}{3 \cdot 20} \cdot \frac{2 \cdot 15}{5 \cdot 15} = \frac{20 \cdot 30}{60 \cdot 75}.$$

Так как величина дроби не изменяется от умножения или деления числителя и знаменателя на одно и то же число, мы можем изменять числа зубцов шестерен. Например, при наличии

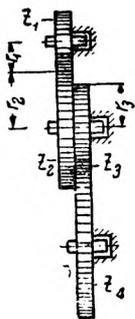
сменных шестерен $\frac{20 \cdot 30}{60 \cdot 75}$, умножив первую дробь на два, мы получим шестерни $\frac{40 \cdot 30}{120 \cdot 75}$.

Нетрудно убедиться, что передаточные числа в обоих наборах шестерен одинаковы.

Точно так же, не изменяя величины передаточного числа, мы можем менять шестерни местами, но только ведущую заменять ведущей, а ведомую — ведомой. Так, если мы имеем шестерни $\frac{20 \cdot 30}{60 \cdot 75}$, то такое же передаточное число мы получим и при следующем расположении шестерен:

$$\frac{30 \cdot 20}{60 \cdot 75}$$

Проверка возможности сцепления шестерен. Из фиг. 227 видно, что сумма радиусов r_1 и r_2 шестерен z_1 и z_2 должна быть больше радиуса r_3 шестерни z_3 . В самом деле, если это условие не будет выполнено, то установить на станок шестерни с такими размерами не представится возможным, так как шестерня z_3 упрется в палец шестерни z_1 . Таким образом, для возможности установки сменных шестерен сумма радиусов первой пары сменных шестерен должна быть больше радиуса второй ведущей шестерни. Правило это можно записать так:



$$r_1 + r_2 > r_3$$

или (умножив все члены на два)

$$2r_1 + 2r_2 > 2r_3.$$

Фиг. 227. Условия сцепляемости шестерен

Теперь в нашу формулу входят диаметры сменных шестерен, а так как диаметры шестерен пропорциональны числам зубцов их (при одном и том же модуле), то, заменив в последнем неравенстве диаметры шестерен соответствующими числами зубцов, получаем:

$$z_1 + z_2 > z_3. \quad (40)$$

Точно так же (фиг. 227) очевидно, что для сцепления шестерен следующей пары необходимо, чтобы было выполнено условие

$$z_3 + z_4 > z_2. \quad (41)$$

Формулы (40) и (41) можно выразить следующим правилом:

Для сцепления шестерен необходимо, чтобы сумма чисел зубцов первой пары (z_1 и z_2) шестерен была больше числа зубцов второй ведущей шестерни (z_3), а сумма чисел второй пары шестерен (z_3 и z_4) должна быть больше числа зубцов первой ведомой шестерни (z_2).

Проверка сменных шестерен. Закончив подсчет сменных шестерен и установив возможность их сцепления, 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 нарезаемого винта.

Пример 3. Выше мы нашли, что при нарезании винта с 15 нитками на 1" на станке, ходовой винт которого имеет 2 нитки на 1", мы должны поставить шестерни

$$\frac{20 \cdot 40}{60 \cdot 100}.$$

Для проверки умножим шаг ходового винта ($1/2''$) на выражение, показывающее, какие должны быть взяты шестерни:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{20 \cdot 40}{60 \cdot 100} = \frac{1}{15}.$$

Полученное произведение покажет шаг нарезаемого винта. Таким образом, подсчет шестерен был сделан правильно.

§ 46. Примеры подсчета сменных шестерен

Общие замечания о подсчете сменных шестерен. Подсчет сменных шестерен значительно упростился бы, если бы шаги ходовых и нарезаемых винтов всегда выражались в одной мере. В действительности это не так: ходовые винты станков имеют и дюймовую и миллиметровую резьбу, а шаги нарезаемых винтов еще более разнообразны. Выше мы видели, что шаги нарезаемых винтов еще более разнообразны. Выше мы видели, что шаги могут быть выражены: 1) в долях английского дюйма; 2) числом ниток на 1"; 3) в миллиметрах; 4) шаг может быть кратным числу π (модульный шаг) и 5) шаг может быть выражен в долях π английского дюйма (диаметральный шаг).

Таким образом, на практике могут встретиться 10 различных случаев подсчета шестерен (5 при дюймовом винте и столько же при миллиметровом).

Нарезание резьбы с пичевым шагом производится редко, поэтому мы не будем на нем останавливаться и разберем на примерах 8 случаев подсчетов сменных шестерен. Условимся при этом называть ходовой винт станка «винтом» и нарезаемый винт (во всех случаях) — «болтом»

Подсчет сменных шестерен при дюймовом ходовом винте.

Пример 1. Подсчитать сменные шестерни для нарезки болта с шагом, равным $1/8''$, на станке, в котором винт имеет шаг $1/4''$

Имеем: $s = \frac{1''}{8}$; $S = \frac{1''}{4}$. По формуле (38)

$$i = \frac{s}{S} = \frac{1}{8} : \frac{1}{4} = \frac{1}{2}.$$

Умножив числитель и знаменатель дроби на 20, получим для ведущей шестерни 20, для ведомой 40 зубцов.

Между этими шестернями придется поставить паразитную, число зубцов которой безразлично.

Проверка:

$$\frac{20}{40} \cdot \frac{1}{4} = \frac{20 \cdot 1}{40 \cdot 4} = \frac{1}{8}.$$

Шестерни подсчитаны правильно.

Пример 2. Требуется нарезать болт в 24 нитки на 1". Винт станка имеет 5 ниток на 1". Подсчитать сменные шестерни.

Имеем:

$$s = \frac{1''}{24} : S = \frac{1''}{5}.$$

По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = \frac{1}{24} : \frac{1}{5} = \frac{5}{24}.$$

Одной парой шестерен не обойтись.

Разлагаем дробь $\frac{5}{24}$ так:

$$\frac{5}{24} = \frac{2,5}{4} \cdot \frac{2}{6}.$$

Умножая числитель и знаменатель первой и второй дроби на 10, получим:

$$i = \frac{2,5 \cdot 10}{4 \cdot 10} \cdot \frac{2 \cdot 10}{6 \cdot 10} = \frac{25 \cdot 20}{40 \cdot 60}.$$

Проверка:

$$\frac{25 \cdot 20}{40 \cdot 60} \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{24}.$$

Подсчет был сделан правильно.

Проверим принятые шестерни на сцепляемость по формулам (40) и (41). В данном случае

$$z_1 = 25; z_2 = 40; z_3 = 20; z_4 = 60.$$

Подставляя эти значения z_1, z_2, z_3 и z_4 в формулы (40) и (41), получаем:

$$25 + 40 > 20,$$

$$60 + 20 > 40.$$

Разность между суммой чисел зубцов первой пары шестерен, т. е. $25 + 40 = 65$, превышает число зубцов первой ведомой шестерни на $65 - 20 = 45$ зубцов, что вполне достаточно.

Достаточна и разность между суммой чисел зубцов второй пары ($60 + 20 = 80$) и первой ведомой шестерней, равная $80 - 40 = 40$ зубцам.

Пример 3. Нарезать болт с шагом 10 мм на станке, винт которого имеет 5 ниток на 1". Подсчитать сменные шестерни.

Шаг болта и ходового винта даны в разных мерах (болт — в миллиметрах, винт — в дюймах). Необходимо прежде всего привести их к одной, миллиметровой мере: $1'' = 25,4 \text{ мм}$, или

$$\frac{254}{10} = \frac{127}{5}.$$

Шаг ходового винта данного станка равен $\frac{1''}{5}$, или

$$\frac{1}{5} \cdot \frac{127}{5} = \frac{127}{25} \text{ мм}.$$

Таким образом, $s = 10 \text{ мм}$, $S = \frac{127}{25} \text{ мм}$.

По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = 10 : \frac{127}{25} = \frac{250}{127}.$$

Разлагаем дробь $\frac{250}{127}$ так:

$$\frac{5}{1} \cdot \frac{50}{127}.$$

Умножив числитель и знаменатель первой дроби на 20, получим шестерни:

$$\frac{100 \cdot 50}{20 \cdot 127}.$$

Пример 4. Требуется нарезать болт с шагом 5 мм на станке, ходовой винт которого имеет 2 нитки на 1". Подсчитать сменные шестерни при условии, что шестерни в 127 зубцов в наборе нет.

В таких случаях вместо того, чтобы брать $1'' = \frac{127''}{5}$ можно брать другие его выражения в миллиметровом измерении, менее точные, чем $\frac{127}{5}$, но вполне допустимые для рядовых (неточных) работ. Это дает возможность обойтись и без шестерни 127.

Можно пользоваться одним из следующих переводов английского дюйма в миллиметры:

$$1'' = \frac{1600}{63} = \frac{40 \cdot 40}{7 \cdot 9} = (25,39683);$$

$$1'' = \frac{432}{17} = \frac{18 \cdot 24}{17} = (25,41176);$$

$$1'' = \frac{330}{13} = \frac{11 \cdot 30}{13} = (25,38461).$$

В скобках показаны действительные значения дюйма в миллиметрах, получающиеся при приведенных заменах. Пользуясь одним из этих выражений, мы можем обойтись без шестерни в 127 зубцов.

В рассматриваемом случае винт станка имеет 2 нитки на 1", т. е. шаг $1/2''$. Приняв приближенное значение 1" равным $\frac{1600}{63}$, находим, что

$$S = \frac{1}{2} \times \frac{1600}{63} = \frac{1600}{2,63} = \frac{1670}{126}.$$

Так как $s = 5$ мм, то по формуле (38)

$$i = \frac{s}{S} = 5: \frac{1600}{126} = \frac{5 \cdot 126}{1600} = \frac{630}{1600} = \frac{63}{160}.$$

Разлагаем дробь $\frac{63}{160}$ на две:

$$\frac{7}{16} \cdot \frac{9}{10}.$$

Умножив числитель и знаменатель первой дроби на 5, а второй на 10, берем шестерни

$$\frac{35 \cdot 90}{80 \cdot 100}.$$

Проверяем принятые шестерни на сцепляемость:

$$\begin{aligned} 35 + 80 &> 90, \\ 90 + 100 &> 80. \end{aligned}$$

Такое сцепление возможно.

Пример 5. Нарезать болт, шаг которого 1 модуль, на станке с ходовым винтом 4 нитки на 1". Подсчитать сменные шестерни.

Напомним, что модульный шаг бывает выражен числом миллиметров, кратным π . В рассматриваемом случае шаг ходового винта выражен в дюймах. Поэтому в числитель дроби, выражающей передаточное число, будет входить π , а в знаменатель ее — 1". Таким образом, в передаточное число обязательно войдет дробь $\frac{3,14}{25,4}$. Она не может быть разложена, поэтому вместо нее приходится брать другую, приблизительно ей равную; получающаяся при этом ошибка лежит в пределах допустимого. Можно брать следующие величины:

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{3,14}{25,4} = \frac{95}{768} \text{ мм};$$

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{3,14}{25,4} = \frac{47}{380} \text{ мм};$$

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{3,14}{25,4} = \frac{12}{97} \text{ мм};$$

$$\frac{\pi}{1''} = \frac{3,14}{25,4} = \frac{22}{7 \cdot 25,4} \text{ мм};$$

Переходим к решению примера. Имеем: $s = 1$ модулю = $\pi = 3,14$ мм;

$$S = \frac{1''}{4} = \frac{25,4}{4} \text{ мм. Поэтому по формуле (38)}$$

$$i = \frac{s}{S} = \pi: \frac{25,4}{4} = \frac{\pi}{25,4} \cdot 4 = \frac{3,14}{25,4} \cdot 4.$$

Заменяя дробь $\frac{3,14}{25,4}$ дробью $\frac{95}{768}$, получаем:

$$i = \frac{95 \cdot 4}{768} = \frac{95}{192} = \frac{5 \cdot 19}{8 \cdot 24}.$$

Умножив числитель и знаменатель первой дроби на 10, второй на 5, находим:

$$\frac{50 \cdot 95}{80 \cdot 120}.$$

Проверяем принятые шестерни на сцепляемость:

$$\begin{aligned} 50 + 80 &> 90, \\ 95 + 120 &> 80. \end{aligned}$$

Сцепление осуществимо.

Подсчет сменных шестерен при миллиметровом ходовом винте.

Пример 6. Нарезать болт с шагом 1,5 мм на станке, шаг винта которого равен 12 мм. Подсчитать сменные шестерни.

Дано: $s = 1,5$ мм, $S = 12$ мм. По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = \frac{1,5}{12} = \frac{15}{120}.$$

Шестерни 15 на станке нет. Поэтому представим наше передаточное число в таком виде:

$$\frac{15 \cdot 30}{30 \cdot 120}.$$

Умножив числитель и знаменатель первой дроби на 3, находим сменные шестерни:

$$\frac{45 \cdot 30}{90 \cdot 120}.$$

Пример 7. Шаг винта станка — 6 мм. Нарезается болт с шагом $\frac{1}{12}$ " Подсчитать сменные шестерни.

Так как $1'' = \frac{127}{5}$ мм, то $s = \frac{1''}{12} = \frac{127}{5 \cdot 12}$ мм. Кроме того, $S = 6$ мм. По формуле (38) находим:

$$i = \frac{s}{S} = \frac{127}{5 \cdot 12} : 6 = \frac{127}{5 \cdot 12 \cdot 6} = \frac{127}{60 \cdot 6}.$$

Разлагаем эту дробь так:

$$i = \frac{127}{60} \cdot \frac{1}{6}.$$

Умножив числитель и знаменатель второй дроби на 20, находим сменные шестерни:

$$\frac{127 \cdot 20}{60 \cdot 120}.$$

Пример 8. Нарезать болт в 8 ниток на 1" на станке, ходовой винт которого имеет шаг в 10 мм. Подсчитать сменные шестерни. Шестерни в 127 зубцов в наборе нет. Принимаем 1" = $\frac{1000}{63}$ т. е. шаг нашего болта, равным

$$s = \frac{1600}{63 \cdot 8} = \frac{200}{63} \text{ мм.}$$

Так как $S = 10$ мм, то по формуле (38)

$$i = \frac{s}{S} = \frac{200}{63} : 10 = \frac{200}{630} = \frac{20}{63} = \frac{4}{7} \cdot \frac{5}{9}.$$

Берем шестерни

$$\frac{40 \cdot 50}{70 \cdot 90}.$$

Пример 9. Нарезать болт, шаг которого 8 модулей, т. е. равен 8π мм, на станке, ходовой винт которого имеет шаг в 12 мм. Подсчитать сменные шестерни.

Прежде чем приступить к решению примера, отметим, что при подсчете сменных шестерен для нарезания резьбы с модульным шагом в выражение передаточного числа всегда будет входить величина $\pi = 3,14$. Иногда оказывается более удобным вместо общепринятого значения этой величины ($\pi = 3,14$) брать одно из следующих приближенных значений ее:

$$\frac{22}{7}; \quad \frac{32 \cdot 27}{25 \cdot 11}; \quad \frac{19 \cdot 21}{127}; \quad \frac{25 \cdot 47}{32 \cdot 17}; \quad \frac{8 \cdot 97}{13 \cdot 19}; \quad \frac{13 \cdot 29}{4 \cdot 30}; \quad \frac{5 \cdot 71}{113}.$$

Возвращаемся к решаемому примеру. Примем $\pi = \frac{22}{7}$. Поэтому $s = 8\pi = \frac{8 \cdot 22}{7}$. Кроме того, $S = 12$ мм. По формуле (38) находим

$$i = \frac{s}{S} = \frac{8 \cdot 22}{7} : 12 = \frac{8 \cdot 22}{7 \cdot 12} = \frac{8}{7} \cdot \frac{11}{6}.$$

Умножив числители и знаменатели обеих дробей на 5, получим:

$$\frac{40 \cdot 55}{35 \cdot 30}.$$

Проверяем принятые шестерни на сцепляемость:

$$\begin{aligned} 40 + 35 &> 55, \\ 55 + 30 &> 35. \end{aligned}$$

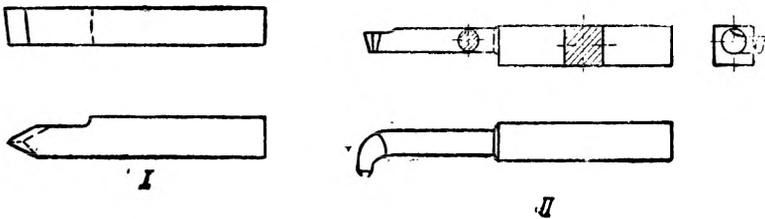
Такое сцепление осуществимо.

НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ

§ 47. Нарезание треугольной резьбы резцами

Резцы для треугольной резьбы. Простейший резьбовой резец для наружной треугольной резьбы показан на фиг. 228—I. Угол профиля его равен 60° при метрической и 55° при дюймовой резьбе. Вершина резца делается с плоским или закругленным срезом, в соответствии с формой дна впадины нарезаемой резьбы. Так как величина среза и радиус закругления его выбираются в зависимости от шага резьбы, то каждый такой резец пригоден для нарезания резьбы только определенного шага.

Дно впадины при работе таким резцом получается сразу в окончательном виде, а вершина нитки — с плоским срезом. Таким образом, если нарезаются резьбы с закругленными вершинами ниток



Фиг. 228. Простые резьбовые резцы.

(например, трубная), то обработка их производится при помощи особых резцов.

Угол резания у резьбовых резцов обычно берется в 90° , чтобы профиль их возможно меньше изменялся при заточке, но если такой большой угол дает нечистую, шероховатую поверхность (в особенности при мягких и вязких металлах), то его следует уменьшить до $75-80^\circ$.

От величины заднего угла резца зависит качество его работы и изготавливаемой резьбы. Так, при увеличении заднего угла резец легко отделяет стружку, оставляя чистой боковую поверхность нарезки, но быстро тупится. Резец с уменьшенным задним углом более устойчив.

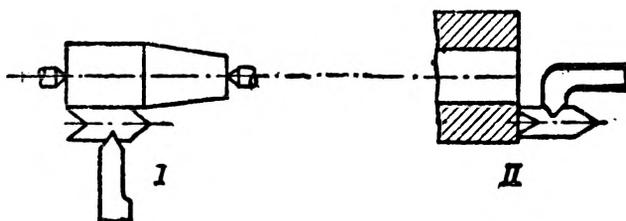
Опытом установлено, что в резце для грубых резьб задний угол надо брать от 5 до 10° , а для более точных — от 10 до 15° .

Боковые задние углы резца должны быть на $3-4^\circ$ больше угла подъема винтовой линии для того, чтобы грани этих резцов не терлись о нарезаемую резьбу.

Внутренние цельные простые резьбовые резцы (фиг. 228—II), мало отличаясь друг от друга по форме, иногда очень значительно разнятся между собой размерами отдельных частей, выбираемых в зависимости от диаметра, длины и шага резьбы, для которой данный резец предназначается.

Задний угол внутренних резьбовых резцов делается не менее $15-18^\circ$. Большая, чем в наружных резцах, величина заднего угла объясняется трудностью установки их по углу подъема резьбы, а также тем, что последняя при резании подходит под резец и этим уменьшает задний угол, в особенности при его отклонении книзу под давлением стружки.

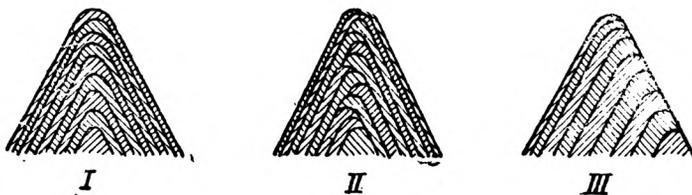
Существенный недостаток резьбовых резцов рассмотренного типа состоит в том, что профиль их искажается при заточке. Это



Фиг. 229. Проверка установки резца

искажение иногда настолько велико, что исключает возможность дальнейшего использования резца.

Установка резцов. Правильность установки резьбовых резцов проверяется теми же шаблонами, которыми пользуются для проверки их профиля (фиг. 219). Применение этого шаблона при установке наружного резьбового резца показано на фиг. 229—*I*, а при нарезании внутренней резьбы — на фиг. 229—*II*. При несоблюдении этого правила резьба получается сваленной на бок («пьяная»).



Фиг. 230. Образование впадины резьбы в зависимости от способа углубления резца

Образование резьбы. Форма резьбовых резцов говорит о том, что они 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 разделяют. Достигается это тем, что при каждой новой стружке, кроме углубления резца, его несколько передвигают в сторону, так что он работает одной стороной и только при последних стружках работает всем профилем.

На фиг. 230—*I* схематически показана последовательность образования впадины при поперечной подаче резца, на фиг. 230—*II* — при разводе резца в обе стороны верхним супортом с поперечной

подачей, а на фиг. 230—III — при подаче резца только верхним супортом.

Величина подачи резца при углублении резьбы определяется по лимбу винта, имеющемуся на поперечной подаче супорта.

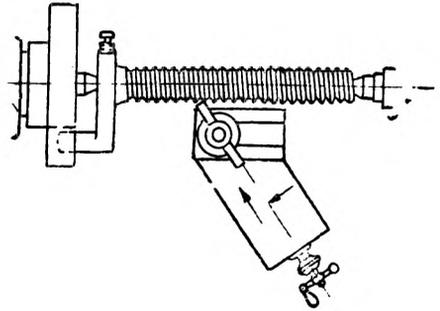
При большом количестве обрабатываемых деталей практикуется поворачивание супорта под углом, равным половине угла профиля, по отношению к оси нарезаемой детали (фиг. 231).

После прохода со стружкой резец отводится от обрабатываемой детали поперечным супортом, верхний же супорт не трогают. По возвращении продольного супорта в исходное положение поперечный супорт устанавливается всегда на одном месте, а резец для прохода со следующей стружкой подается верхним супортом.

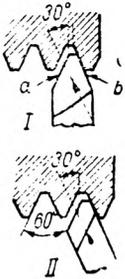
При таком способе подачи резца всегда работает одна

сторона режущей кромки (фиг. 232—I), что быстро вызывает ее притупление. Для того чтобы вторая сторона резца (фиг. 232—II) не соприкасалась с боковой стороной нарезки, она затачивается по отношению к оси детали под углом, меньшим, чем половина угла профиля нарезки. Иногда резцу, работающему при такой подаче, придают форму, показанную на фиг. 232—II.

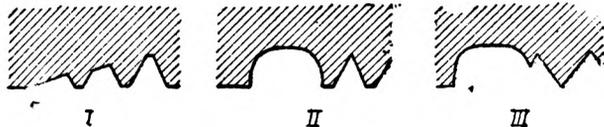
Канавки для выхода резца. В том месте, где нарезанная часть детали переходит в гладкую, необходимо делать канавки для выхода резца. Очень часто, в особенности при нарезке грубых винтов (например, болтов), как только резец подходит к концу нарезки, его быстро отводят назад. Получаю-



Фиг. 231. Нарезание резьбы с поворотом верхних салазок супорта.



Фиг. 232. Резцы для нарезания резьбы с поворотом верхних салазок супорта



Фиг. 233. Выход резьбы (сбег и проточка)

щийся при этом конец резьбы показан на фиг. 233—I.

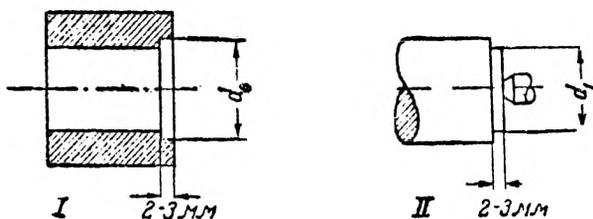
Иногда, однако, для выхода резца в конце нарезанной части детали протачивается канавка полукруглой (фиг. 233—II) или фасонной (фиг. 233—III) формы.

Первая нитка резьбы. При нарезании резьбы, в особенности пружинными резцами, первая нитка часто получается толще последующих. Это объясняется тем, что при нарезании первой нитки резец испытывает давление только с левой стороны, вследствие чего

он несколько отгибается вправо. Это обстоятельство следует учитывать при проверке резьбы калибром. Лучше всего длину заготовки для нарезаемого винта брать немного большей, с тем, чтобы излишек срезать по окончании нарезания.

Таким образом, первой ниткой винта будет вторая, получившаяся при нарезании.

Выточки и заточки для измерения наружного диаметра внутренней и наружной резьбы. Рассматривая способы измерения резьбы, мы указывали на неудобства, возникающие при измерении внутреннего диаметра наружной резьбы. Еще большие затруднения получаются при измерении наружного диаметра внутренней резьбы. Поэтому при нарезании гаек длину их следует делать на 2—3 мм больше требуемой и после расточки отверстия под резьбу протачивать небольшую выточку (фиг. 234—I). Диаметр выточки должен равняться наружному диаметру резьбы. При последней стружке резец подводит к поверхности выточки и получают таким образом правильный внутренний диаметр резьбы.



Фиг. 234. Выточка и заточка для измерения внутреннего диаметра резьбы.

Пользоваться таким способом для измерения внутреннего диаметра следует и при наружной резьбе. Для этого перед началом нарезания на конце детали протачивается поясok шириной 2—3 мм, диаметр которого равен внутреннему диаметру резьбы (фиг. 234—II). Способ использования этого пояса понятен из предыдущего. По окончании нарезки поясok отрезается.

Установка резца после заточки. Всякая установка резца должна производиться по шаблону (фиг. 229). Если же она производится после того как пройдено несколько стружек, резец, кроме того, нужно ставить в правильное положение относительно уже начатой нарезки. Резец необходимо устанавливать так, чтобы он «попал в нитку» и не перерезал резьбы. В большинстве случаев это легко достигается перемещением верхних салазок супорта. Для установки резца можно поступать и так: отпустить прижимной болт хомутика и повернуть нарезаемую деталь настолько, чтобы резец точно вошел в середину канавки, и после этого вновь закрепить хомутик. Третий способ установки резца состоит в том, что ставят трензель в среднее положение и таким образом разъединяют ходовой винт и шпиндель; это позволяет повернуть деталь вперед настолько, чтобы резец оказался против нитки.

Нарезание левой резьбы. При нарезании левой резьбы необходимо изменить направление вращения ходового винта при том же направлении вращения шпинделя. Супорт в этих условиях будет перемещаться от передней бабки к задней. Нарезка начинается в данном случае от левого конца детали, для чего используется канавка, проточенная на детали (фиг. 233—II, III).

При нарезке внутренней левой резьбы удобно пользоваться левым (обратным) вращением шпинделя, сообщая резцу подачу в направлении от задней бабки к передней. При таком способе токарь может наблюдать заход резца в материал и производить предварительные измерения резьбы. В обычных условиях работы этой возможности он не имеет. Недостаток предлагаемого способа — свертывание патрона, в котором закреплено нарезаемое изделие, что, впрочем, возможно только при нарезании резьбы с крупным шагом.

Попадание резцом в нитку нарезки после возврата супорта. При нарезании винтов после прохода каждой стружки супорт приходится возвращать в исходное положение путем обратного хода станка или перемещением вручную. При нарезке винтов небольшой длины выгоднее пользоваться автоматическим возвратом супорта, так как обратный ход его в этом случае совершается быстро. Если же нарезается длинный винт, обратный автоматический ход требует много времени, и поэтому в данных условиях лучше применять возврат супорта вручную.

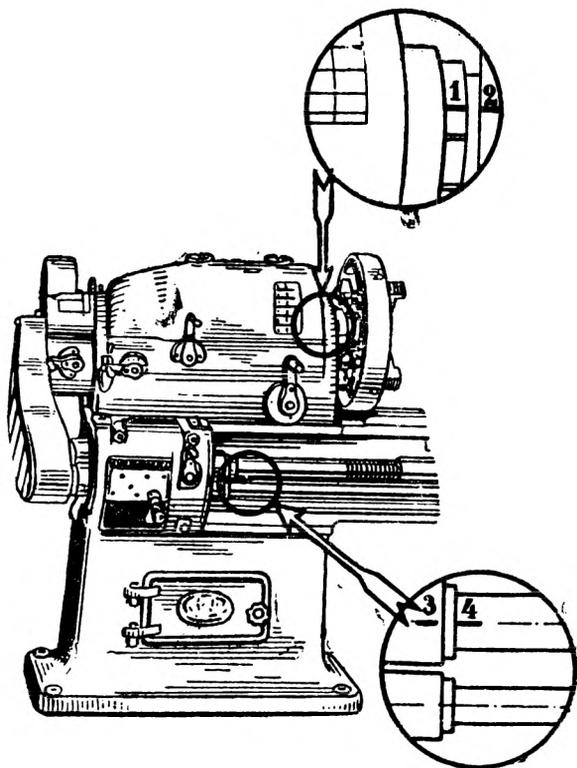
Возврат супорта автоматической подачей производят без открывания разъемной гайки, так что относительное положение ходового и нарезаемого винтов не нарушается. При перемещении супорта в исходное положение вручную разъемную гайку приходится открывать и вновь закрывать, как только супорт будет достаточно отведен. Разъемную гайку можно включить в любой момент только в том случае, если шаг нарезаемой резьбы и шаг ходового винта кратны между собой (т.е. шаг нарезаемого винта делится на шаг ходового без остатка или, наоборот, шаг ходового винта делится на шаг нарезаемого без остатка). В этих случаях резец всегда будет попадать в нитку. Такая резьба, называется четной.

Нечетной называется такая резьба, при которой указанное выше деление не получается без остатка. Так, например, когда требуется нарезать винт с 8 нитками 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 в остатке 2.

При нарезании нечетной резьбы включать гайку самохода можно только при определенном положении ходового винта относительно нарезаемого, в противном случае резец попадет не в нитку, и резьба окажется перерезанной. Для предотвращения этого поступают так: устанавливают супорт в то положение, при котором должна быть начата нарезка, и отмечают это положение (например, чертой мелом на супорте и такой же чертой против нее на станине станка). После этого пускают станок в ход. Как только резец пройдет первую стружку, то, не выключая самохода, отво-

дят резец и останавливают станок. Затем делают пометки 4 и 3 мелом (фиг. 235) на ходовом винте и его подшипнике, а также 2 и 1 на шпинделе и на подшипнике передней бабки. Возвратив супорт в исходное положение вручную, включают гайку самохода в тот момент, когда все пометки займут первоначальное положение.

Если количество ниток в 1" на ходовом и нарезаемом винтах четное, то совпадение пометок мелом будет происходить после числа оборотов шпинделя, равного $n : 2$, где n — число ниток в 1"



Фиг. 235. Пометки на ходовом винте и шпинделе при нарезании нечетной резьбы.

нарезаемого винта. Если, например в 1" ходового винта 4 нитки и нарезаемого — 14 ниток, то пометки совпадут после $14 : 2 = 7$ оборотов винта. В таком случае шпиндель повернется 7 раз, в то время как ходовой винт 2 раза.

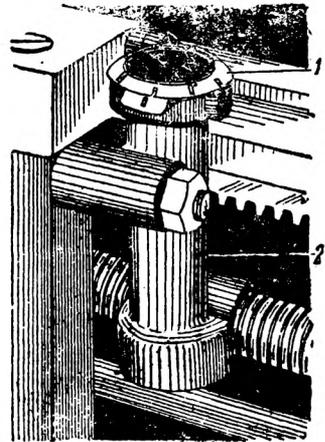
Если на 1" ходового и нарезаемого винтов приходится нечетное количество ниток, то совпадение пометок произойдет после числа оборотов шпинделя, равного числу ниток на 1" нарезаемого винта. Например, если на 1" ходового винта 4 нитки, а нарезаемого — 13 ниток, то пометки совпадут после числа оборотов шпинделя, равного целому числу ниток нарезаемого винта на нескольких дюймах. Пусть, например, число ниток на 1" ходового винта — 4,

а нарезаемого — $4\frac{1}{2}$, тогда пометки совпадут после 9 оборотов шпинделя, так как целое число ниток (9) в нарезаемом винте приходится на $2''$. В таком случае шпиндель повернется 9 раз, а ходовой винт — 8 раз. При том же ходовом винте при нарезании $7\frac{1}{4}$ нитки на $1''$ пометки совпадут после 29 оборотов шпинделя, так как целое число ниток (29) в нарезаемом винте получается на $4''$. В таком случае шпиндель повернется 29 раз, в то время как самоходный винт сделает 16 оборотов.

На станке с метрическим ходовым винтом совпадение пометок произойдет в тот момент, когда несколько оборотов нарезаемого винта (несколько шагов его) составят число миллиметров, без остатка делящееся на шаг ходового винта. Например, если шаг ходового винта — 6 мм, а шаг нарезаемого — 4 мм, то 3 оборота (3 шага) нарезаемого винта составляют 12 мм — число, которое делится на 6. В таком случае шпиндель повернется 3 раза, а ходовой винт — 2 раза.

При нарезании резьбы со сложным метрическим шагом (с сотыми и тысячными долями), например модульного, питчевого и др., на станке с метрическим ходовым винтом пометки вовсе не совпадут (вернее, совпадение произойдет через очень большое число оборотов шпинделя). В таких случаях принято возвращать супорт в исходное положение обратным вращением шпинделя.

Резьбоуказатель. Современные токарные станки снабжаются особым приспособлением, называемым счетчиком или резьбоуказателем, значительно ускоряющим нарезание винтов. Устройство резьбоуказателя (фиг. 236) состоит в следующем. К боковой стенке фартука супорта прикреплен кронштейн 2, внутри которого расположен вертикальный валик (на фиг. 236 не виден). На верхнем конце валика имеется циферблат 1 с делениями, а на нижнем конце его закреплена червячная шестерня (на фиг. 236 не видна), находящаяся в постоянном зацеплении с ходовым винтом. Число зубцов шестерни делится без остатка на число ниток на $1''$ ходового винта. Так, если ходовой винт имеет 4 нитки на $1''$, а шестерня — 16, 24 или 32 зубца, то циферблат в таком случае будет иметь столько основных делений (фиг. 236), сколько раз число ниток на $1''$ ходового винта содержится в числе зубцов шестерни. Так при 4 нитках в $1''$ ходового винта и 16 зубцах шестерни основных делений будет 4, при 24 зубцах — 6 и при 32 зубцах — 8. Между основными делениями на циферблате имеются промежуточные.



Фиг. 236. Резьбоуказатель.

В некоторых станках резьбоуказатель находится внутри супорта, так что виден только циферблат. В этом случае последний расположен в одной плоскости с верхней поверхностью продольных салазок.

Нарезание винтов с применением резьбоуказателя производится таким образом. Если нарезаемый винт имеет четное число ниток в 1", то включение гайки для прохода как первой стружки, так и последующих производится при совпадении любого деления циферблата с риской 4 на неподвижной части резьбоуказателя. После прохода реза со стружкой, не останавливая вращения станка, вручную отводят супорт в исходное положение и, наблюдая за вращением циферблата резьбоуказателя, включают гайку в момент прохождения любого деления его мимо риски 4. Гайка может включаться и в тот момент, когда риска 4 будет находиться против свободного места на циферблате — между основными и промежуточными делениями.

При нарезании нечетного числа ниток на 1" надо включать гайку при совпадении риски 4 лишь с основными делениями циферблата. При нарезании нецелого числа ниток на 1" (например, 12¹/₂) включать гайку следует при совпадении риски 4 лишь с четными (2, 4, 6, 8) или нечетными (1, 3, 5, 7) основными делениями циферблата.

Режимы резания. Скорости резания при черновых проходах во время нарезания резьбы выбираются не только в зависимости от материала детали, но и от ее жесткости, диаметра резьбы и ее расположения на детали. Поэтому в таб. 7 указаны два предела скоростей резания при черновых проходах. Меньшие скорости применяются при нарезании резьб небольших диаметров, расположенных по всей длине малоустойчивой детали. Большие скорости применяются тогда, когда резьба имеет сравнительно крупный диаметр и расположена на конце жесткой детали. При нарезании внутренних резьб можно принимать скорости резания, указанные в табл. 7, но умножать табличные данные на 0,8.

Таблица 7

Скорости резания при нарезании резьбы

Материал обрабатываемой детали		Проходы	Скорость резания в м/мин
Машиноподельная сталь	$\sigma_b = 30-40 \text{ кг/мм}^2$	Черновой	18-25
	$\sigma_b = 50-60$	Чистовой	55
	$\sigma_b = 70-80$	Черновой	15-22
		Чистовой	45
		Черновой	13-20
		Чистовой	40
Чугун серый	$H_B = 100-140 \text{ кг/мм}^2$	Черновой	10-15
	$H_B = 140-180$	Чистовой	30
		Черновой	8-12
		Чистовой	25
		Черновой	6-10
	$H_B = 180-220$	Чистовой	17

Некоторые особенности нарезания особо чистых резьб. Чистота поверхности резьбы в значительной степени зависит и от того, насколько тщательно и остро заточен резец. Режущее лезвие резца должно быть чистым, без зазубринок, что лучше всего достигается шлифованием резца на кружке из красной меди при помощи мелкого наждачного порошка с маслом.

Применение охлаждающих жидкостей при нарезании винтов улучшает чистоту поверхности нарезки. При нарезании винтов из стали резец поливают эмульсией или сурепно-льняным маслом. Чугунные, бронзовые и латунные детали можно нарезать всухую.

Поверхность резьбы должна быть чистой и гладкой, что достигается применением пружинных резцов или пружинных державок. Преимущество такой державки заключается в том, что, когда резец встречает на своем пути более твердую часть материала, он слегка отходит от детали, а не врезается в нее и не рвет нарезку (не заедает).

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 либо просто тряпкой; это также уменьшает дрожание резца. Поверхность резьбы получается гладкой, а не волнистой.

§ 48. Нарезание треугольной резьбы метчиками и прогонками

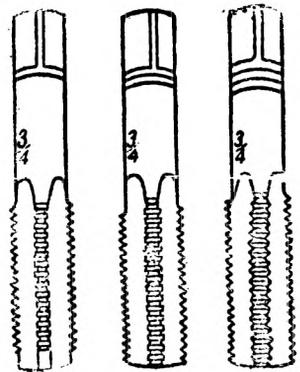
Метчики. Нарезание на токарных станках отверстий не очень большого диаметра часто производят при помощи метчиков (фиг. 237). Гладкая часть метчика называется шейкой; диаметр ее делается несколько меньше внутреннего диаметра нарезки. Конец шейки имеет четыре грани для воротка или ключа.

Работа облегчается, если одно отверстие нарезается последовательно тремя метчиками, образующими комплект. Метчик № 1 имеет одну риску, № 2 — две и № 3 — три, нанесенные около квадратного хвоста.

На фиг. 238 изображен метчик, причем указаны названия элементов его.

Резьба нарезается режущими зубцами метчика, расположенными по винтовой линии на его боковой поверхности. Процесс резания металла осуществляется конической (заборной) частью метчика, цилиндрическая же часть служит только для направления метчика, калибровки и зачистки резьбы.

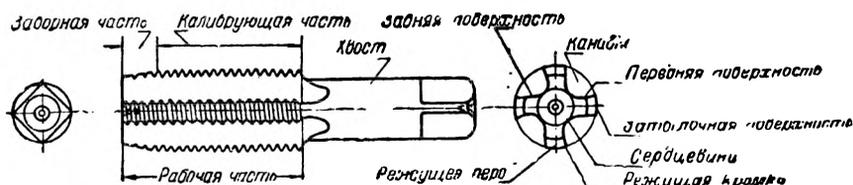
Удаление метчиком срезаемого материала производится иначе, чем при работе резцом. В то время как резец, снимая при первой стружке узкую канавку, оставляет широкой будущую нитку резьбы, причем только последующие проходы его расширяют впадину, метчик с самого начала срезает стружку сразу во всю ши-



Фиг. 237. Метчики

рину впадины. Дальнейшее удаление материала из впадины производится так, как показано на фиг. 239, из которой видно, что каждый зубец метчика снимает плоскую стружку. Толщина этих стружек постоянна, а ширина уменьшается по мере приближения ко дну впадины. Чем длиннее приемный конус, тем больше зубцов участвует в выбирании стружки и тем она тоньше.

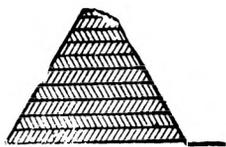
Число канавок метчика устанавливается в зависимости от материала детали, в которой метчик нарезает отверстие, и от требований в отношении точности его работы. Метчик для нарезания отверстий в мягких и вязких металлах (медь, алюминий), при об-



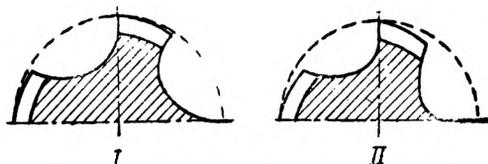
Фиг. 238. Части и элементы метчика.

работке которых получается длинная завивающаяся стружка, должен иметь широкие и глубокие канавки, обычно не больше 3—4, иначе метчик окажется очень непрочным. При обработке более хрупких, но и более прочных материалов, дающих короткие стружки, сечения канавок могут быть меньше, но число их надо увеличить.

Чем больше канавок в метчике, тем больше он имеет опор в отверстии и тем точнее получается резьба. Вследствие этого метчики, предназначенные для нарезания неточных отверстий, де-



Фиг. 239. Последовательность образования резьбы при работе метчиком.



Фиг. 240. Формы канавок метчиков.

лают с меньшим числом канавок, чем метчики для точных работ.

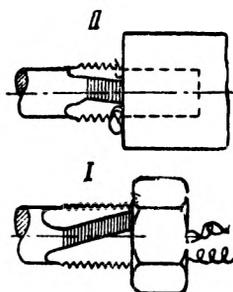
Размеры канавок метчика выбираются также в соответствии с характером работы. Черновые метчики, снимающие крупную стружку, должны иметь большие канавки, чем чистовые, снимающие небольшие стружки.

Формы (профиль) канавок чрезвычайно разнообразны, но наиболее употребительными являются показанные на фиг. 240. Полу-круглые канавки (фиг. 240—I) делаются у метчиков для глухих отверстий, так как при вывертывании метчика с такими канавками стружка не заклинивается, нарезка не портится и устраняется опасность поломки метчика. Недостаток такой формы заключается

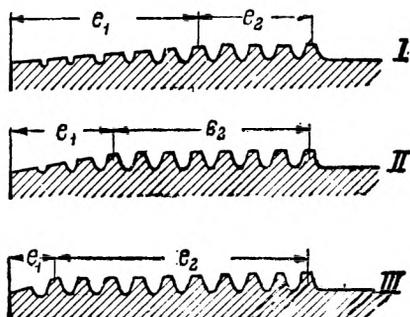
в том, что задняя грань пера метчика при вывинчивании его может резать, т. е. разрабатывать нарезанное отверстие (это, впрочем, имеет значение только при нарезании точных резьб). С данной точки зрения предпочтительнее форма канавки, показанная на фиг. 240—II, потому что задняя грань в этих условиях не участвует в резании. Метчик с такими канавками прочнее, чем с полукруглыми, но мало пригоден для нарезания глухих отверстий ввиду заклинивания стружки, которое происходит при вывертывании метчика со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Канавки в метчиках обычно бывают прямыми; в метчиках же для точных работ их делают иногда спиральными, причем направление спирали должно быть перпендикулярно направлению винтовой линии нарезки.

Левое направление спирали канавки особенно выгодно для нарезания сквозных отверстий, так как при этом стружка отводится



Фиг. 241. Работа метчиков со спиральными канавками.



Фиг. 242. Профили рабочей части метчиков для нарезания сквозных отверстий.

вперед, в направлении подачи метчика (фиг. 241—I), и не портит ни поверхности нарезки, ни режущих кромок. Правая спираль не дает особенно чистой резьбы, но способствует отводу стружки назад (фиг. 241—II) и поэтому выгоднее для глухих отверстий.

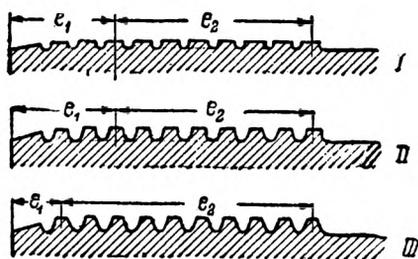
Для того чтобы метчик мог работать, необходимо срезать заднюю поверхность так, как показано на фиг. 240. Срез этот иногда делают плоским (опиливанием метчика перед закалкой), но лучше, если он сделан по кривой, близкой к окружности. В последнем случае необходимая форма задней грани достигается обработкой метчика на токарно-затыловочном станке. Чем более пологим является приемный конус, тем меньше может быть снят затылок.

При нарезании отверстий на токарных станках обычно пользуются слесарными метчиками (фиг. 237). В комплект входят три метчика: первый — обдирочный, черновой, снимающий большую стружку в гладком отверстии; второй или средний — полукристальной, снимающий меньшую стружку; и, наконец, третий, — срезающий самую тонкую стружку и калибрующий нарезаемое отверстие.

Существуют два вида слесарных метчиков: один применяется для нарезания сквозных отверстий, другой — для глухих. Первые

делаются коническими на большой длине (для облегчения резания), вторые — цилиндрическими, с небольшими приемными частями (ввиду необходимости нарезать полную резьбу возможно ближе ко дну отверстия).

На фиг. 242 показаны части разрезов трех метчиков (из одного комплекта), предназначенных для нарезания сквозных отверстий. Первый метчик (фиг. 242—I) имеет длинную заборную часть l_1 и сравнительно короткую калибрующую l_2 , причем на участке l_2 сделана полная резьба. Во втором метчике (фиг. 242—II) заборная часть l_1 короче, а калибрующая часть l_2 длиннее, чем в первом: и в этом случае на участке l_2 получается полная резьба. Третий метчик (фиг. 242—III) почти на всей своей длине (за исключением очень короткой заборной части l_1) имеет полную резьбу.



Фиг. 243. Профили рабочей части метчиков для нарезания глухих отверстий.

Совершенно иначе распределяется работа между метчиками при нарезании глухих отверстий (фиг. 243). Заборная часть l_1 первого метчика (фиг. 243—I) в этом случае небольшая, но зато вершины всех ниток калибрующей части l_2 срезаны. У второго метчика (фиг. 243—II) заборная часть делается почти такой же длины, но нитки его калибрующей части l_2 срезаны меньше, чем в первом метчике. Третий метчик (фиг. 243—III) имеет полную резьбу на калибрующей части l_2 и короткую заборную часть l_1 .

Кроме слесарных метчиков, при работе на токарных станках применяются гаечные метчики (фиг. 244). Они изготовляются по



Фиг. 244. Гаечный метчик.

одному для каждого диаметра резьбы и нарезают гайку за один проход. Поэтому рабочая часть их получается значительно длиннее, чем у слесарных метчиков.

Практика нарезания резьбы метчиками. Небольшие отверстия под резьбу, к которым не предъявляется высоких требований в отношении точности (например, обыкновенные гайки), просверливаются сверлом и сразу же нарезаются метчиком. Такое сверло как будто должно иметь диаметр, равный внутреннему (меньшему) диаметру резьбы. В действительности это не так, и резьба в отверстии, диаметр которого перед вводом в него метчика точно равнялся внутреннему диаметру резьбы, в большинстве случаев оказывается сорванной. Это происходит потому, что при нарезании резьбы материал детали выдавливается («течет»). Высота ниток

нарезки при этом увеличивается, и впадины в метчике настолько плотно заполняются материалом нарезаемой нитки, что вращение его становится затруднительным. При этом непрочные метчики ломаются, а мелкая резьба срывается.

Во избежание этого отверстие под метчик должно иметь диаметр, несколько больший внутреннего диаметра нарезки, тогда во впадинах метчика как бы получится запас для увеличивающихся в объеме ниток резьбы. Чем больше вязкость нарезаемого материала, тем больше он «течет» при нарезании резьбы и поэтому тем крупнее следует брать сверло при подготовке отверстия для нарезания его метчиком.

Выбор диаметра сверла при нарезании метрической резьбы можно производить по табл. 8.

Таблица 8

Спиральные сверла под основную метрическую резьбу

Диаметр резьбы в мм	Диаметр сверла в мм		Диаметр резьбы в мм	Диаметр сверла в мм	
	при чугуне	при стали		при чугуне	при стали
5	4,1	4,1	11	9,3	9,4
6	4,9	5,0	12	10,0	10,1
7	5,9	6,0	14	11,7	11,9
8	6,6	6,7	16	13,7	13,9
9	7,6	7,7	18	15,1	15,3
10	8,3	8,4	20	17,1	17,3

При нарезании метчиком точного отверстия, после того как оно пройдено сверлом, следует расточить отверстие резцом для придания ему правильного диаметра.

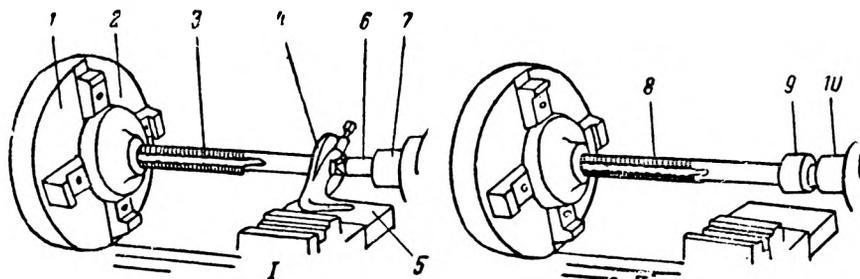
Если нарезается крупное отверстие, часто поступают так: сначала его сверлят (или растачивают), затем нарезают резьбу резцом и только после этого проходят метчиком; этим достигаются правильная форма резьбы (профиль) и требуемые размеры ее. Такой прием иногда называют калиброванием. И в этом случае отверстие под резьбу должно быть несколько больше внутреннего диаметра ее.

Сквозные отверстия нарезаются без особых затруднений. Очередной метчик вставляется в отверстие (левой рукой), затем гаечным ключом или специальным воротком метчик подхватывается (правой рукой) за квадратный хвост, после чего станок пускается в ход, метчик ввинчивается в отверстие и нарезает резьбу. Ось метчика должна совпадать с центральной линией станка. Если метчик будет стоять косо, то и нарезка получится косая.

Способ этот очень распространен на практике, но тем не менее для крупных резьб не может быть рекомендован, как опасный и для станка и для рабочего. Если диаметр отверстия под резьбу мал, то метчик будет ввинчиваться в отверстие с большим уси-

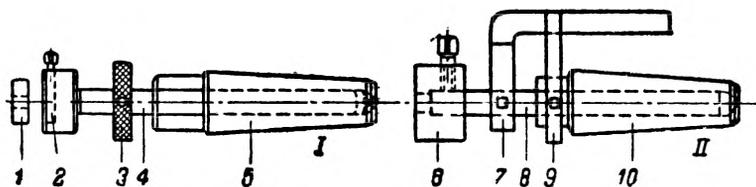
лием (это может происходить и по другим причинам). Гаечный ключ или вороток может быть вырван из рук рабочего, тогда в лучшем случае ключ упадет под станок, но может быть и хуже — рабочий получит увечье.

Поэтому целесообразнее устанавливать метчик так, как показано на фиг. 245—*I*. Нарезаемая деталь 2 закреплена в патроне 1. Левый конец метчика 3 введен в нарезаемое отверстие, а правый поддерживается центром 6, вставленным в шпindel 7 задней



фиг. 245. Установка метчика на станке при нарезании резьбы.

бабки. На квадратный конец метчика надет хомутик 4, конец которого опирается на верхнюю площадку 5 суппорта. По мере перемещения метчика влево шпindel задней бабки подается также влево непрерывным вращением ее маховика. Подачу шпинделя бабки следует производить с большой осторожностью, отнюдь не быстрее перемещения метчика в осевом направлении. Если конец хомутика приближается к левой кромке площадки 5, то следует переместить влево весь супорт.



Фиг. 246. Способы закрепления метчиков, предложенные токарем-стахановцем тов. Сторонкиным.

Другой способ установки метчика показан на фиг. 245—*II*. В этом случае в шпindel 10 задней бабки вместо центра вставлен патрон 9. Патрон имеет конический хвост с размерами, соответствующими размерам конического гнезда шпинделя задней бабки, а в основной части его сделано квадратное углубление, в которое входит квадратный конец метчика 8.

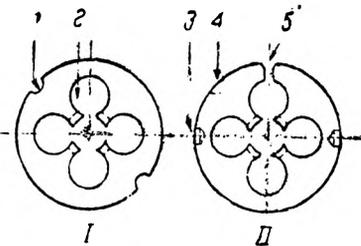
Очень удобный и продуктивный способ закрепления метчиков на токарном станке предложил на основе своего многолетнего опыта токарь-стахановец тов. Сторонкин (фиг. 246—*I*). Во втулке 5, точно пригнанной к конусу шпинделя задней бабки, двигается шток 4 с накатанным кольцом 3. В выточку 2 левого,

утолщенного конца штока 4 закладывается сменное кольцо 1 с квадратным (по метчику) отверстием. За накатанное кольцо 3 удерживают шток от вращения во время работы метчика.

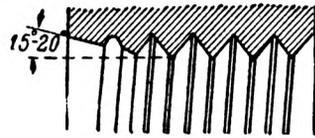
Более крупные метчики удерживаются изогнутым поводком 7 (фиг. 246—II), горизонтальный конец которого расположен в вырезе хомута 9, закрепленного на втулке 10. На фиг. 246—II цифрой 8 обозначено подвижное, а цифрой 6 — сменное кольца (с разными квадратными отверстиями).

Несквозные отверстия нарезаются так же, как и сквозные, но пускать станок в ход в этом случае нельзя, а следует левой рукой вращать рабочий шкив станка за ремень. Это, конечно, не всегда удобно (например, при одноступенчатом шкиве, расположенным далеко от рабочего), а иногда (в станках, работающих от отдельных электромоторов с закрытой передачей) и совсем невозможно.

Прогонки (фиг. 247) применяются при нарезании наружной резьбы. Прогонка имеет вид круглой гайки, резьба которой прорезана отверстиями, образующими режущие кромки и служащими



Фиг. 247. Обыкновенные прогонки.



Фиг. 248. Приемный конус прогонки.

вместе с тем для выхода стружки. Прогонки бывают постоянные (фиг. 247—I) и регулируемые (фиг. 247—II). Постоянные, или цельные, прогонки дают более чистую резьбу, но применение их вследствие трудности изготовления (изменение размеров при закалке) и быстрого износа сравнительно ограничено. Регулируемые, или разрезные, прогонки можно устанавливать на данный диаметр (например, по калибру); при правильном использовании они дают вполне удовлетворительную резьбу.

Отверстия 2 (фиг. 247—I) в прогонках обоих типов делаются в большинстве случаев круглыми. Число и размеры их, а также расположение относительно центра инструмента выбираются таким образом, чтобы прогонка получилась достаточно прочной и легко резала металл. Последнее достигается тем, что в правильно изготовленной прогонке режущие части имеют передние (около 12°) и задние ($5-7^\circ$) углы. Для получения чистой и точной резьбы призмная и заборная части прогонки делаются конусными (фиг. 248) длиной в 2—2½ нитки. Угол наклона зубцов к оси берут в $15-20^\circ$. Если необходимо, чтобы прогонка нарезала резьбу до упора, наклон приемных зубцов делают больше ($35-40^\circ$), а длину приемной части — в 1 нитку.

Для непосредственного закрепления прогонок в кольцах клупсов предусмотрены полукруглые шпоночные канавки 1 (фиг. 247—I) или отверстия 3 (фиг. 247—II) для стопорных болтов. Отверстие 4 в регулируемой прогонке служит для винта, посредством которого ее можно сжимать. Винт для расширения прогонки входит в разрез 5.

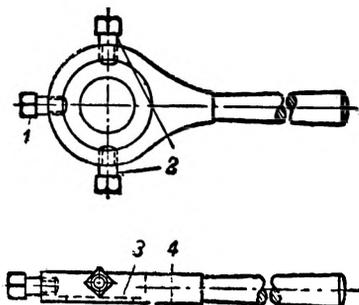
Практика нарезания резьбы прогонками. При нарезании резьбы прогонкой последняя устанавливается в специальном держателе (фиг. 249) и закрепляется винтами 2, которые входят в углубления, сделанные в боковой поверхности прогонки. Иногда, впрочем, прогонки устанавливаются не сразу в держатель, а в промежуточное кольцо, в свою очередь закрепляемое в держателе.

Прогонки применяются для нарезания, а также для калибрования резьбы, нарезанной резцом. Качество резьбы при работе прогонкой зависит от качества и состояния прогонки и держателя, формы и размеров заготовки детали и от самого процесса нарезания. Резьба прогонки должна иметь общую ось с ее наружной поверхностью, т. е. верх прогонки и бока ее не должны бить. В противном случае ось прогонки, точно установленной в держателе или в приспособлении, будет направлена не по оси приготовленной к нарезанию детали (зажатой в патроне). В результате прогонка, врезаясь в деталь, одним боком приемного конуса пойдет не по оси, а в сторону, вследствие чего нарезка будет иметь с противоположных сторон разную высоту. Если такая прогонка во все время прохода по нарезаемой детали сохраняет постоянное положение по отношению к направляющему ее предмету (приспособлению или шпинделю задней бабки), то средний диаметр изготавливаемой резьбы получится меньше, чем он был бы в том случае, когда прогонка сейчас же после начала нарезания займет (автоматически) правильное положение.

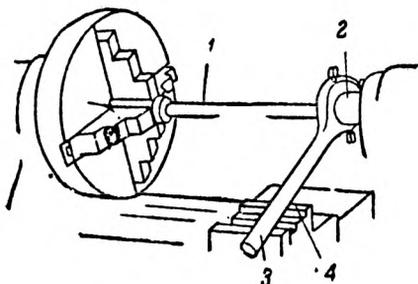
Получение удовлетворительной резьбы зависит от состояния и качества держателя для прогонки. Дно выточки, куда вставляется прогонка 3 (фиг. 249), должно быть параллельно плоскости 4, в противном случае резьба пойдет не по оси цилиндра. То же самое может получиться, если выточка или плоскость 4 будут загрязнены стружками, засохшим маслом или иметь забоины. Для плотного прижатия прогонки к дну выточки при закреплении ее в держателе углубления для винтов на наружной части прогонки должны быть расположены на таком расстоянии от ее торца, прилегающего к дну выточки держателя, чтобы винты при закреплении прогонки прижимали ее к дну этой выточки.

Резьба нарезается прогонкой следующим образом. Прогонка, укрепленная в держателе 3 (фиг. 250) приемным конусом, направляется на конец детали и прижимается к ней шпинделем 2 задней бабки, торец которого должен быть чистым и без забоин. Рукоятку держателя кладут на площадку 4 супорта или на стержень закрепленного в супорте резца. Обильно смазав деталь 1 и резьбу прогонки и пустив станок в ход (или вручную), приводят деталь во вращение. Одновременно с этим нажимают шпинделем на держатель, непрерывно смазывая части нарезаемой детали. Пока про-

гонка еще не испытана, следует, нарезав несколько ниток на первой детали, свернуть прогонку и проверить, удовлетворительная ли по чистоте и размерам получается резьба, можно ли продолжать работу этой прогонкой и не надо ли увеличивать или уменьшать диаметр приготавливаемой под резьбу детали. При обнаружении несоответствия между размерами полученной резьбы и заданной нерегулируемую прогонку сменяют. Регулируемую прогонку в начале работы следует разжать и затем постепенно сжимать до получения правильных размеров нарезки.



Фиг. 249. Держатель для прогонки.



Фиг. 250. Установка прогонки на станке при нарезании резьбы.

В качестве смазочного вещества при нарезании прогонкой стальных деталей употребляется вареное масло (чистое или смешанное с керосином).

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

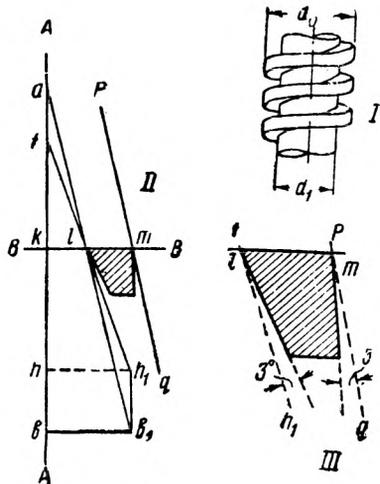
НАРЕЗАНИЕ ТРАПЕЦОИДАЛЬНОЙ, ПРЯМОУГОЛЬНОЙ И МНОГОХОДОВОЙ РЕЗЬБ

§ 49. Нарезание трапецидальной и прямоугольной резьб

Резцы для трапецидальной и прямоугольной (квадратной) резьб. Профиль этих резцов выбирается в соответствии с профилем нарезаемой резьбы, так что каждый резец годен только для одной какой-либо резьбы и шага. Передний угол резцов обычно берется равным нулю. Задний угол резцов у передней режущей кромки принимается в $10-12^\circ$, а у боковых граней $3-5^\circ$, с учетом угла подъема нарезаемой резьбы.

Определение величины этих углов проще всего производить графически следующим образом. Пусть требуется установить боковые углы резца для нарезки винта (фиг. 251—I). Для этого проводим вертикальную линию *AA* (фиг. 251—II) и горизонтальную *BB*. От точки *k* пересечения этих линий откладываем вверх и вниз отрезки *ka* и *kb*, равные половине развернутой наружной окружности винта. Таким образом, если наружный диаметр этого винта d_0 , то

отрезок ka (а также и отрезок kb) равен $\frac{\pi d_0}{2}$ и расстояние от точки a до точки b равно πd_0 . Затем в точке b проводим прямую, перпендикулярную к прямой AA , и откладываем на ней отрезок bb_1 , равный шагу винта. Точку b_1 соединяем с точкой a . Точно таким же образом откладываем от точки k отрезки kh и kf , равные $\frac{\pi d_1}{\pi}$



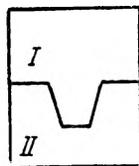
Фиг. 251. Задние боковые углы реза для прямоугольной резьбы.

где d_1 — внутренний диаметр винта. Восстанавливаем в точке h перпендикуляр, откладываем на нем шаг винта и полученную точку h_1 соединяем с точкой f . Затем откладываем от точки l вправо отрезок lm , равный половине шага, и через точку m проводим прямую pq , параллельную линии ab_1 .

Теперь нетрудно видеть, что линии fh_1 и pq определяют сечение реза, если в нем не делать боковых задних углов. Но так как эти углы необходимы, то сечению реза придают трапециoidalную форму с наклоном боковых сторон в 3° . Это построение показано на фиг. 251—III в увеличенном виде (по сравнению с фиг. 251—II). Полученное сечение реза для ясности заштриховано.

Измерение трапециoidalной и квадратной резьбы. Трапециoidalные резьбы винтов, гаек к ним и червяков относятся к резьбам с зазором. При изготовлении их обращают внимание главным образом на средний диаметр. Контроль его ведется от наружного диаметра детали, причем измеряется преимущественно не расстояние между диаметрально противоположными боковыми поверхностями резьбы, а толщина нитки или ширина впадины. Высота нарезки строго не выдерживается, и для определения ее измеряется расстояние от впадины резьбы до наружного диаметра.

Профиль трапециoidalной резьбы обычно проверяется шаблоном (фиг. 252), изготовляемым для каждого шага резьбы. Шаблон-вкладыш служит для одновременной проверки угла профиля резьбы, расположения его относительно оси детали, ширины впадины и глубины резьбы. При измерении вкладыш устанавливается во впадине перпендикулярно к боковым поверхностям резьбы. Трапециoidalные резьбы, а еще чаще резьбы других профилей изготовляются многоходовыми, с большими и вследствие этого с значительными углами подъема. Ширина нитки и впадины, измеренная в направлении, перпендикулярном к боковым поверхностям витков



Фиг. 252. Шаблон для проверки профиля трапециoidalной резьбы.

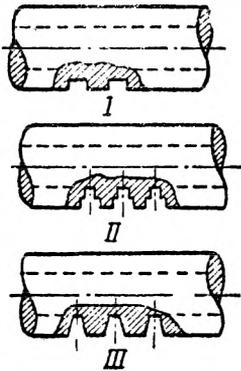
резьбы, у таких резьб значительно разнится от ширины их, измеренной по оси резьбы. Поэтому шаблоны для контролирования профиля трапециoidalных резьб изготавливаются из расчета размеров ширины нитки и впадины в сечении, перпендикулярном к боковым поверхностям резьбы.

Для определения правильности профиля квадратной резьбы пользуются шаблонами, подобными изображенным на фиг. 252, но с измененной соответствующим образом рабочей частью. Этими шаблонами контролируются ширина и глубина впадины, а также прямолинейность и параллельность ее сторон между собой. И в этом случае шаблон следует устанавливать перпендикулярно к нитке резьбы.

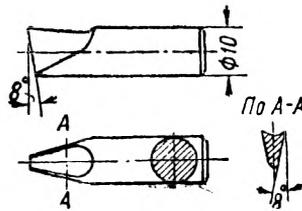
Толщину нитки неточных резьб можно проверять и штангенциркулем, если, конечно, ножки его входят во впадину резьбы.

Нарезание трапециoidalных резьб.

Токари-стахановцы одного московского завода разработали новый способ нарезания трапециoidalной резьбы, значительно повышающий производительность труда



Фиг. 253. Порядок образования трапециoidalной резьбы.



Фиг. 254. Резец для нарезания трапециoidalной резьбы.

Сущность этого способа мы покажем на частном примере — нарезании винта с трапециoidalной нарезкой, шаг которой равен 6 мм.

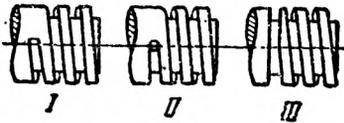
Прежде всего производится предварительная проточка впадины резьбы (фиг. 253—I) прорезным резцом из быстрорежущей стали на глубину 1,5 мм (несколько выше среднего диаметра). Ширина резца на 0,3—0,4 мм меньше ширины впадины на среднем диаметре резьбы. После этого углубляют впадину вторым прорезным резцом (фиг. 253—II) до внутреннего диаметра резьбы (глубина — 3,5 мм). Ширина этого резца берется на 0,2 мм больше ширины впадины на внутреннем диаметре, чтобы при окончательной отделке профиля резец не оставлял закруглений в углах впадины. Зачистка дна впадины производится этим же резцом в один проход (глубина 0,1 мм). При таком понижении дна профильный резец, применяемый для отделки резьбы, будет снимать материал только на боковых сторонах профиля, не задевая дна.

Отделка профиля (фиг. 253—III) производится последовательно двумя резцами. Первый резец — круглого сечения (фиг. 254), за-

крепляемый в пружинной державке. Характерная особенность его — форма передней грани, которая сделана вогнутой; это обеспечивает легкость схода стружки, чистоту поверхности резьбы, плавность работы станка и возможность применения высоких режимов резания. Окончательная зачистка боковых сторон резьбы (профиллирование) производится в два прохода резцом, закрепленным в такой же пружинной державке. Так как резец этот должен иметь чистые, без зазубрин режущие кромки, передняя грань его сделана плоской; это повышает также его износоупорность.

Токари-стахановцы завода шлифовальных станков достигли высокой производительности при нарезании винтов с трапециoidalной резьбой путем широкого применения установки резцов на гребину по лимбу винта супорта.

Токарь-стахановец тов. Улузас должен был нарезать партию винтов с трапециoidalной резьбой. Вместо того, чтобы нарезать резьбу двумя проходами резца (черновая нарезка и чистовая), тов. Улузас изготовил специальную прогонку и после черного прохода резцом нарезал ею винты. Это дало ему возможность перекрыть свою норму в 7,5 раз.



Фиг. 255. Форма выходных канавок при нарезании наружной прямоугольной резьбы.

Тот же тов. Улузас значительно повысил производительность своей работы при нарезании гаек с трапециoidalной резьбой, изготовив для этого специальный метчик (раньше такие гайки нарезались двумя резцами — черновым и чистовым).

Канавки и отверстия для выхода резца. В том месте, где нарезанная часть детали переходит в гладкую, резец так же, как и при нарезании треугольной резьбы, быстро отводит назад как только он подходит к концу резьбы. Получающийся при этом конец резьбы изображен на фиг. 255—I.

Иногда для выхода резца высверливают в детали отверстие (фиг. 255—II), диаметр которого должен быть немного больше ширины резца. При таком способе окончания резьбы безопаснее останавливать станок перед тем как резец должен войти в отверстие, и остающийся кусок нарезки сделать, вращая станок за ремень вручную.

Лучший способ окончания резьбы показан на фиг. 255—III. В этом случае для выхода резца сделана узкая канавка. При нарезании внутренней резьбы выходная канавка для резца условно необходима.

Нарезание прямоугольных резьб. Прямоугольная резьба нарезается или сразу мерным резцом или с предварительным проходом черновым резцом. Ширина последнего делается на 0,5 мм меньше окончательной ширины впадины. Дно впадины обрабатывается при этом также с припуском на зачистку.

Чистовое нарезание производится двумя способами. В первом случае употребляется резец с мерной шириной. Как и при предварительном нарезании, он проходит бока впадины, начиная от на-

ружного диаметра. Чем меньше углубление резца при каждом новом проходе, тем чище резьба.

Второй способ состоит в том, что бока резьбы проходятся под разными резцами, а дно впадины — канавочным резцом. Этот способ дает более чистую резьбу, так как в данном случае последние две-три стружки можно взять вновь заправленным резцом.

Резьбы до 8 ниток на 1" можно нарезать сразу. При соответствующей скорости резания (в зависимости от крепости материала) и углублении резца можно и без предварительного нарезания и с меньшей затратой времени получить удовлетворительные по качеству бока ниток.

Неровности боковых поверхностей ниток вызываются тем, что резец при следующей стружке получает боковые отклонения вследствие неодинакового при каждом новом проходе натяга шестерен, колебания разъемной гайки в своем гнезде, различной плотности охватывания винта гайкой при ее включении и др.

Таким образом, на прямоугольной резьбе неудовлетворительное состояние станка сказывается особенно сильно. Иногда у резьб с крупным шагом широкий резец рубит нарезку. В таких случаях помогает установка резца режущей кромкой вниз. Подобная установка допускает применение резца даже без пружинной оправки. Если резец закрепляется в пружинной оправке, последняя должна быть установлена пружинной вниз, иначе резец будет врезаться в резьбу.

Чистовое нарезание прямоугольной резьбы необходимо доводить до конца без перерыва в работе. Остановка станка вызывает ослабление детали на центрах, а укрепление их для продолжения работы влечет за собой смещение впадины резьбы относительно резца.

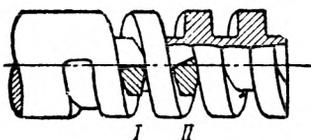
Правильность установки резца проверяется шаблонами, сходными с применяемыми при установке резцов для нарезания трапециoidalных и треугольных резцов. Режущая кромка резца должна быть расположена при этом не горизонтально (фиг. 256—I), а перпендикулярно к боковым стенкам нарезки (фиг. 256—II). Ширину чистового резца следует определять с учетом угла подъема винтовой линии; ее можно брать по формуле

$$T = \frac{s}{2} \cos \alpha, \quad (42)$$

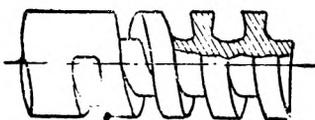
где T — искомая ширина резца; s — шаг резьбы; α — угол подъема резьбы.

При пользовании резцом, режущая кромка которого установлена перпендикулярно к боковым сторонам резьбы, а ширина берется по формуле (42), ширина впадины у дна получается больше, чем у наружной поверхности винта (фиг. 257). Это объясняется тем, что по мере уменьшения диаметра резьбы угол подъема ее увеличивается, в чем нетрудно убедиться, подсчитав углы подъема для какого-либо винта и подставив в формулу (24) сначала наружный, а потом внутренний диаметры нарезки этого винта. Но с изменением угла подъема винтовой линии ширина резца, вы-

численная по формуле (42), уменьшается. Следовательно, для получения правильной нарезки надо брать резец, ширина которого уменьшалась бы по мере приближения резца к центру детали. Практически это, конечно, невозможно — поэтому ширина прорезаемой впадины будет постепенно увеличиваться (фиг. 257).

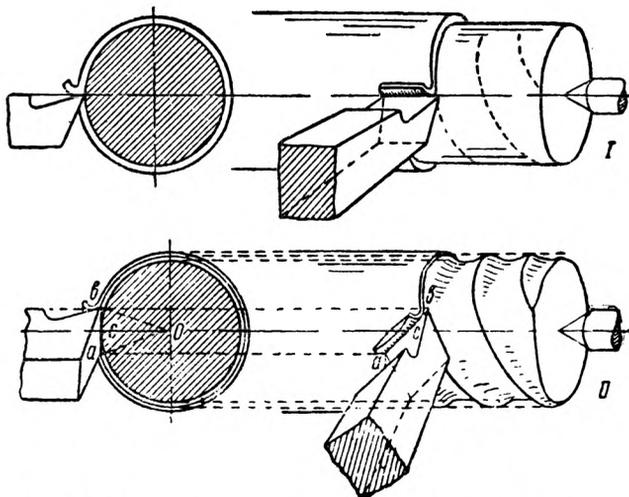


Фиг. 256. Установка резца при нарезании наружной прямоугольной резьбы.



Фиг. 257. Форма впадины прямоугольной резьбы, получающаяся при наклонной установке резца.

Дно канавки получается при такой установке резца не прямой, а вогнутым. Это объясняется тем, что режущая кромка резца в данном случае располагается не параллельно оси детали (фиг. 258—I), а под углом к ней, вследствие чего крайние точки ее a и b (фиг. 258—II) находятся на больших расстояниях от



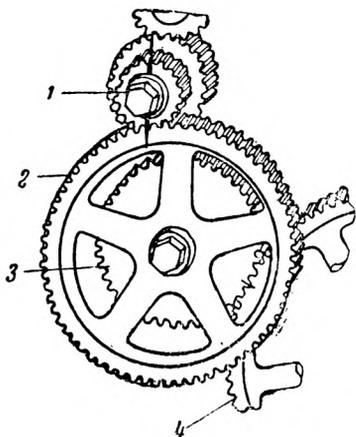
Фиг. 258. Дно впадины прямоугольной резьбы, получающейся при наклонной установке резца.

центра O детали, чем средняя точка c . Диаметр детали в частях дна канавки, обработанных точками a и b режущей кромки, получится большим, чем диаметр канавки в середине длины ее, обработанной средней, более близкой к центру точкой c режущей кромки (из фиг. 258—II очевидно, что $Ob > Oc$, а также $Oa > Oc$). При небольших углах подъема резьбы такое искажение профиля ее во многих случаях практического значения не имеет.

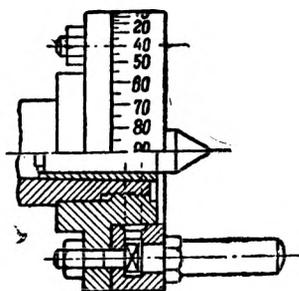
§ 50. Нарезание многоходовой резьбы

Деление резьбы на заходы по сменным шестерням. Из всех способов деления резьбы на заходы наиболее простым и самым распространенным является способ деления при помощи шестерен. Для этого необходимо, чтобы число зубцов первой ведущей шестерни делилось без остатка на число заходов резьбы.

На фиг. 259 изображена установка шестерен для нарезания двухзаходной резьбы. Из чертежа видно, что в первой ведущей шестерне 1 число зубцов разделено пополам и пометка сделана на зубце. Первая ведомая шестерня 2 имеет пометку на впадине, в которую входит помеченный зубец первой ведущей шестерни. Вторая ведущая шестерня 3 имеет пометку на зубце, а вторая ведомая 4 — на впадине, в которую входит зубец второй ведущей.



Фиг. 259. Установка сменных шестерен при нарезании двухзаходной резьбы.



Фиг. 260. Делительный патрон для нарезания многоходовых резьб.

гается с пальца гитары до полного разъединения с первой ведущей, и поворотом шпинделя следующий помеченный зубец первой ведущей шестерни ставится против помеченной впадины первой ведомой. После этого первая ведомая шестерня сдвигается на свое место при условии совпадения помеченных зубца и впадины первых ведущих и ведомой шестерен. Положение помеченного зубца второй ведущей шестерни и помеченной впадины второй ведомой шестерни должно оставаться без изменения.

Деление резьбы на заходы при помощи специального патрона. Следующий способ деления резьбы на заходы заключается в применении делительных патронов, один из которых изображен на фиг. 260. Он состоит из двух дисков, на одном из которых нанесены деления (360 делений), на другом диске сделан нулевой штрих. Скрепление дисков производится при помощи болтов. Деление резьбы на заходы в этом случае производится путем проворачивания диска с поводком относительно неподвижного диска, накрученного на шпинделе. Угол поворота подвижного поводко-

вого диска отсчитывается по нанесенной на нем шкале. Для нарезания внутренней многоходовой резьбы применяются делительные патроны, у которых вместо диска с поводком имеется диск с патроном или только с кулачками для закрепления детали.

Деление на заходы при помощи верхних салазок супорта. При этом способе верхние салазки супорта устанавливаются точно параллельно оси станка и перемещаются при переходе от одной нитки к другой на величину шага резьбы. Отсчет перемещения салазок производится по лимбу винта их.

Применение многолезцовых державок. В резцедержателе устанавливается не один резец, а специальная державка, в которой закреплены два или три резца (по числу заходов нарезаемой резьбы). Резцы должны быть точно расположены один относительно другого, в соответствии с размером профиля резьбы. В этом случае нарезается несколько канавок одновременно, что в значительной степени повышает производительность труда.

Практика нарезания многоходовой резьбы. Одним из главных и частых дефектов многоходовой резьбы является различная толщина ниток. Этот дефект вызывается неналаженностью станка или недостаточной внимательностью токаря, а иногда и низкой его квалификацией.

Станок должен быть в полном порядке. Перед началом работы необходимо проверить, плотно ли ходит поперечный супорт, и если обнаружится слабина, надо подтянуть его клин. Поперечный супорт должен ходить по своим направляющим очень плотно, а в некоторых случаях его следует закреплять намертво.

Разъемная гайка не должна выключаться сама собой при перемещении супорта. Шестерни надо установить аккурратно, с нормальным соединением их между собой и надежным закреплением на своих местах, при полной исправности шпонок.

Резцы для многоходовых резьб должны быть надежными, очень тщательно изготовленными, так как замена резца во время нарезания легко может испортить резьбу.

Резьба с шагом более 10 мм требует предварительного прорезания прорезным резцом, а резьбу с меньшим шагом можно нарезать сразу.

При отделке боковых сторон впадины резьбы мерным резцом, заточенным по шаблону, после прорезного резца или резцом для отделки одной стороны ее углублять резцы необходимо лишь в поперечном направлении (без развода малым супортом) до получения окончательных размеров резьбы.

Опытом установлено, что чем чаще при нарезании переходят с одного захода на другой, тем больше вероятности получения одинаковых ниток у всех заходов.

Искажение профиля резьбы (фиг. 257 и фиг. 258) при нарезании многоходовых резьб ввиду большого угла подъема винтовой линии их иногда достигает значительных размеров

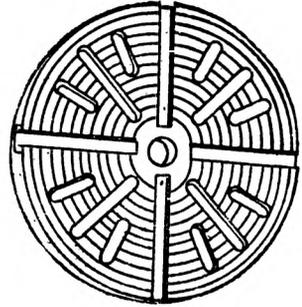
НЕКОТОРЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ПОМОЩИ ОСОБЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ

§ 51. Обработка на планшайбе

Планшайба (фиг. 261), так же как и основная часть четырех кулачкового патрона, представляет собой диск с утолщенной средней частью, усиленный с обратной стороны ребрами. В утолщенной части планшайбы сделана нарезка по шпинделю станка. Крепление деталей производится при помощи болтов, пропущенных сквозь прорезы, сделанные в планшайбе, или входящих в имеющиеся на ней Т-образные пазы.

Требования, предъявляемые к планшайбе. Несмотря на то, что в четырехкулачковом патроне могут быть закреплены для обработки самые разнообразные детали, иногда более удобно обрабатывать их на планшайбе.

Рабочая (т. е. обращенная к задней бабке станка) сторона планшайбы должна представлять собой плоскость. В крайнем случае допускается некоторая конусность: центр планшайбы может быть ниже краев, но не больше чем на 0,02 мм на каждые 300 мм диаметра планшайбы. Выпуклость планшайбы ни в коем случае не допускается. Поэтому планшайбу следует время от времени протачивать, снимая при этом возможно меньше материала.



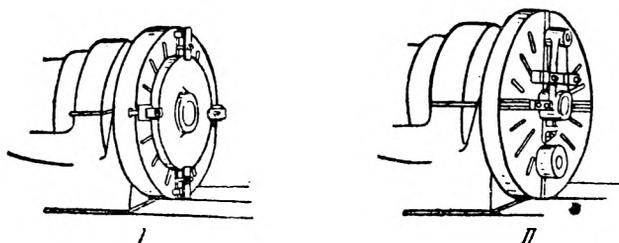
Фиг. 261. Планшайба.

Закрепление деталей на планшайбе. Для закрепления деталей 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 слишком сильно затягивать эти болты во избежание пережимания детали и планшайбы. Пример закрепления детали на планшайбе планками (показан на фиг. 262—I. Если обрабатываемая деталь располагается на планшайбе не в центре, а сбоку, то она обязательно должна быть уравновешена грузом, для чего можно использовать любые куски металла. На фиг. 262—II показан второй пример закрепления детали на планшайбе — с противовесом.

Закрепление деталей на планшайбе допускает очень точную проверку правильности установки. Грубая проверка производится рейсмусом, а более точная — индикатором. При немного отжатых гайках крепежных болтов деталь может быть передвинута в любую сторону легкими ударами молотка.

§ 52. Обработка на угольниках

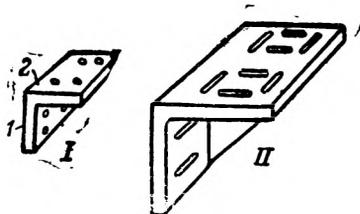
Общие замечания. Очень часто приходится обрабатывать на токарном станке такие детали, у которых: 1) одна сторона должна составлять определенный, заданный чертежом угол с другой стороной, например угольник с фланцами для трубопровода; 2) ось растачиваемого отверстия должна быть строго параллельна подошве детали, например подшипники, маточные гайки, и, наконец, 3) ось эта расположена под некоторым углом к подошве детали.



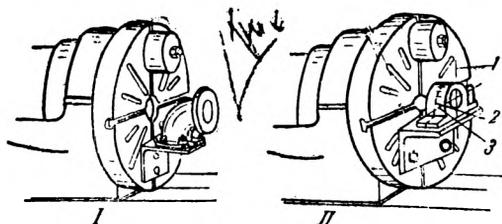
Фиг. 262. Примеры закрепления на планшайбе деталей.

Обработку таких деталей, в особенности при работе партиями, всегда следует производить на планшайбе с помощью угольника — обыкновенного (с прямым углом) либо специального.

Конструкции угольников. Угольник для обработки небольших деталей на станках средней величины показан на фиг. 263—I. Полки 1 и 2 этого угольника должны составлять между собой



Фиг. 263. Угольники, применяемые при работе на токарных станках.



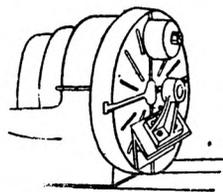
Фиг. 264. Примеры закрепления деталей на угольнике.

угол ровно в 90° . Круглые отверстия в одной из полок (вертикальной) сделаны для болтов, посредством которых угольник крепится к планшайбе, и такие же отверстия в другой полке — для болтов, прикрепляющих обрабатываемую деталь к угольнику. Для закрепления больших деталей на крупных станках пользуются более солидными угольниками (фиг. 263—II), полки которых для большей жесткости соединены ребрами. Продолговатые отверстия в полках этого угольника имеют такое же назначение, как и круглые в угольниках небольших размеров.

Специальные угольники отличаются от изображенных на фиг. 263 или формой (большая длина, более узкие полки) или углом, который образуют его полки.

Работа на обыкновенных угольниках. На фиг. 264—I показан способ закрепления патрубк трубопровода, фланцы которого должны составлять прямой угол. На планшайбе обыкновенными прижимными болтами укрепляется чугунный угольник, рабочие стороны которого простроганы точно под прямым углом. Обрабатываемую деталь ставят не обработанным еще фланцем на угольник и обтачивают первый фланец. После этого деталь снимают и снова ставят на угольник, но уже только что обточенным фланцем, и обрабатывают второй фланец. В этом случае, так же как и при обычной обработке детали на планшайбе, угольник и закрепленную на нем деталь необходимо уравновесить противовесом.

При расточке на угольнике подшипника (фиг. 264—II) необходимо, чтобы рабочая плоскость угольника находилась на строго определенном расстоянии от центральной линии станка, равном 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 гребется. Проверка правильности установки первого подшипника производится рейсмусом по рискам 1, 2 и 3, проверка же всех следующих — только по рискам 1 и 2.

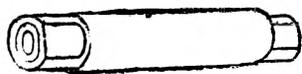


Фиг. 265. Обработка на специальном угольнике.

Работа на специальных угольниках. В заключение остановимся на способе крепления кронштейна, отверстие которого должно быть расположено под углом в 60° к подошве. Угольник, к которому крепится этот кронштейн, простроган под углом в 30° (фиг. 265).

§ 53. Обработка на оправках

Порядок обработки на оправках. Очень много деталей, обрабатываемых на токарных станках, имеют в центре отверстия, которые должны быть строго концентричны с наружной поверхностью.



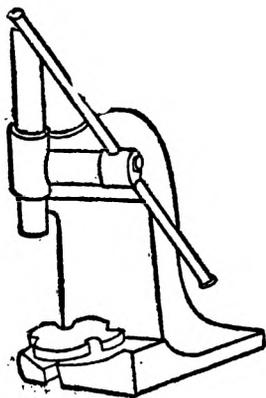
Фиг. 266. Простая оправка.

Примерами таких деталей могут служить всевозможные втулки, шкивы, шестерни и т. д. Обработку таких деталей следует производить на оправках. Самая простая оправка (фиг. 266) представляет собой валик, средняя часть которого — очень пологий конус. Размеры этой части оправки выбираются в соответствии с размерами отверстия в обрабатываемой детали.

Пустотелые детали обрабатываются на оправке следующим образом. Деталь тем или иным способом закрепляется в патроне, и в ней растачивается отверстие. После этого деталь насаживается на оправку. Вместе с оправкой она обычным способом ставится на

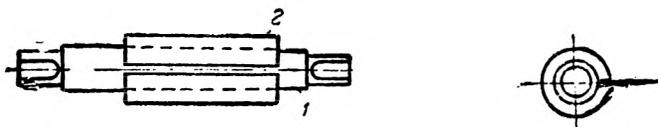
центры станка и обрабатывается со всех сторон начисто. Деталь вместе с оправкой можно перевернуть, если окажется, что так удобнее обрабатывать ту сторону, которая при первой установке была обращена к передней бабке. Это можно сделать потому, что работа происходит в центрах и, следовательно, точность установки сохраняется.

Простые центровые оправки. Простая центровая (так как устанавливается в центрах станка) оправка изображена на фиг. 266. Средняя часть ее (прошлифованная) делается немного на конус (около 0,03 мм на 100 мм длины). Концы оправки тоньше середины и имеют лыски для более удобного закрепления хомутика. В торцах ее сделаны центровые углубления, которыми она насаживается на центры станка. Обрабатываемая деталь держится на такой оправке только силой трения и поэтому должна быть насажена на нее достаточно плотно. Оправка загоняется в деталь ударами молотка (медного или свинцового, но ни в коем случае не стального) или же при помощи специального пресса (фиг. 267). Перед заколачиванием в деталь оправку следует слегка смазать маслом, чтобы не испортить деталь.



Фиг. 267. Пресс для посадки и обработки вазимой детали на оправку.

Рассмотренная оправка пригодна для обработки деталей с одинаковыми диаметрами отверстий, причем последние должны быть обработаны достаточно точно, в противном случае оправка или не войдет в деталь или же провалится сквозь нее, и закрепление изделия на ней окажется невозможным. Поэтому вместо простых оправок часто пользуются так называемыми разжимными. Всякая разжимная оправка может быть использована для обработки деталей с разными диаметрами отвер-



Фиг. 268. Оправка с разрезной втулкой.

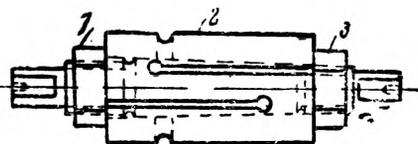
стий, но не на много отличающимися один от другого. Тем не менее пределы применения такой оправки гораздо шире, чем изображенной на фиг. 266.

Разжимные оправки. Одна из самых простых разжимных оправок (фиг. 268) 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 втулки в сторону большего диаметра валика 1 она расширяется и увеличивает свой наружный диаметр. Деталь, надета

на эту втулку, закрепляется довольно прочно. Недостаток втулок с одним разрезом состоит в том, что они могут расширяться только в небольших пределах. Кроме того, ось их несколько смещается ввиду того, что они имеют только один разрез. Для более точных работ употребляются втулки с несколькими разрезами, чаще всего с шестью.

Изображенная на фиг. 269 разжимная оправка имеет втулку с шестью разрезами. Три из них выходят к одному концу втулки и три — к другому. Такое расположение разрезов обеспечивает равномерное расширение втулки.

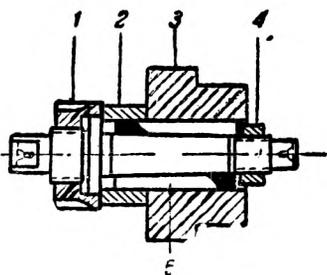
На оправке, изображенной на фиг. 269, с обеих сторон разрезной втулки 2 имеются гайки 1 и 3. Навертывая гайку 3, мы заставим втулку 2 перемещаться по оправке влево. При этом втулка расширяется и закрепляет деталь. Посредством гайки 1 втулка 2 может быть перемещена вправо настолько (после того как гайка 3 освобождена), что деталь без труда снимается с оправки.



Фиг. 269. Оправка с разрезной втулкой улучшенной конструкции.

Применение разжимных оправок подобной конструкции ограничивается тем, что закрепляемые на них изделия располагаются на разных расстояниях от концов оправки; это лишает возможности работать на отрегулированном станке (по упорам).

Разжимная оправка (фиг. 270) не имеет этого недостатка, так как закрепляемое на ней изделие 3 устанавливается в определенное положение по отношению к левому концу оправки посредством кольца 2, упирающегося в заплечик оправки. При заворачивании гайки 4 разрезная втулка 5, а вместе с ней и изделие 3 перемещаются



Фиг. 270. Разжимная центровая оправка для работы по упорам.



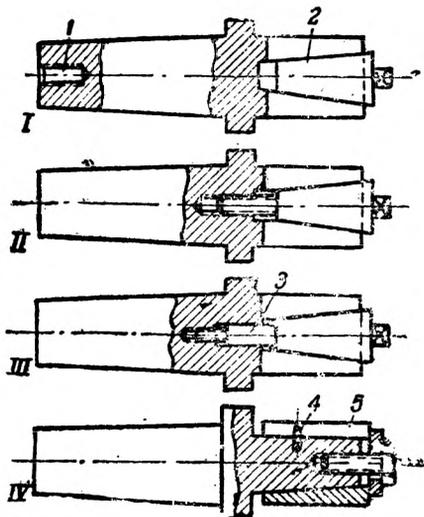
Фиг. 271. Патронная оправка для обработки гаек.

влево. Как только изделие 3 упрется в кольцо 2 перемещаться будет только втулка 5. С помощью гайки 1 изделие снимается.

Концевые оправки. На практике часто оказываются полезными оправки другого типа, так называемые концевые, или патронные. Они закрепляются в патроне станка или наворачиваются на шпиндель его. В некоторых случаях такая оправка вставляется прямо в шпиндель станка, для чего хвост ее делается коническим (по гнезду в шпинделе). Большая часть патронных

оправок изготовляется самим токарем в порядке текущей работы. Пример оправки, зажимаемой в патрон, дается на фиг. 271. Оправка эта предназначена для обработки верха гаек: Гайки извертываются на оправку.

На фиг. 272 показаны оправки, вставляемые в гнездо шпинделя. На фиг. 272—I, в частности, изображена разжимная оправка. Передний конец ее разрезан на четыре части. После того как деталь насажена на оправку, она разжимается легким ударом молотка или ключа по квадратному концу конической пробки 2. По окончании обработки детали пробку повертывают гаечным ключом, вследствие чего она выходит из оправки; последняя при этом сжимается настолько, что обработанная деталь снимается без труда.



Фиг. 272. Оправки, закрепляемые в коническом гнезде шпинделя.

В коническом хвосте таких оправок полезно делать нарезанное отверстие 1, чтобы можно было закрепить оправку в шпинделе станка посредством затяжного болта.

Коническая пробка оправки, показанной на фиг. 272—II, имеет нарезанный конец, что делает оправку более удобной. Точность ее, однако, ниже точности оправки, показанной на фиг. 272—I, так как пробка, направляемая в этом случае своей нарезанной частью, неравномерно разжимает оправку. Точность такой оправки значительно повысится, если пробку снабдить цилиндрической направляющей частью 3, как это показано на фиг. 272—III. Оправка, изображенная на фиг. 272—IV, имеет разжимную втулку 5. Штифт 4

исключает возможность поворота втулки на оправке, что способствует сохранению точности оправки.

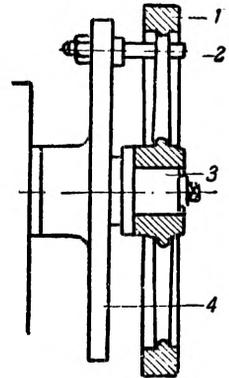
Выбор оправки. Чем проще конструкция оправки, тем точнее получатся обработанные с ее помощью детали.

Оправки с разжимными втулками для работ, требующих большой точности, не пригодны, так как 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, отшлифовать один конец, затем переставить хомут и отшлифовать другой конец. Таким образом можно получить втулку, точную только в том положении, в каком она была отшлифована. Продвинутая по валику немного дальше или повернутая на нем, она будет бить. При работе с та-

кими оправками трудно предупредить попадание стружек под втулку. Поэтому самой точной следует считать оправку, показанную на фиг. 266.

Патронные оправки, так же как и центровые, дают наибольшую точность работы только при условии, если они цельные. Применение разжимных оправок (фиг. 268 и 269) или разжимных втулок, подобных показанной на фиг. 272—IV не обеспечивает точности работы. Такие оправки быстро теряют точность, и в результате получается брак.

Применение при работе на оправке поводкового патрона. При обработке на оправке детали большого диаметра, в особенности при большом сечении снимаемой стружки, возможно повертывание детали на оправке. Во избежание этого следует пользоваться приемом, изображенным на фиг. 273, где 1—обрабатываемая деталь (шестерня), 2—поводок патрона, касающийся одной из спиц шестерни, 3—оправка и 4—поводковый патрон. В этом случае вращение шпинделя передается обрабатываемой детали не за счет трения ее на оправке, а поводком патрона, вследствие чего повертывание шкива на оправке исключается.



Фиг. 273. Обработка изделия на оправке с использованием поводкового патрона.

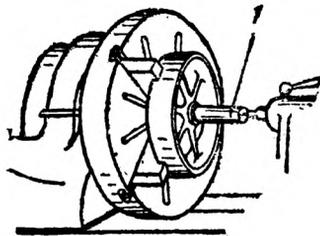
§ 54. Особые случаи обработки в патроне с поддержкой задним центром

Закрепление в патроне с упором. При закреплении некоторых деталей, в особенности тонкостенных, их нельзя зажать кулачками с такой силой, которая необходима в данном случае, без риска деформировать (пережать) их. В этих случаях полезно прибегать к поддержке детали задним центром, пользуясь в случае надобности вспомогательными упорами. Пример такой установки показан на фиг. 274.

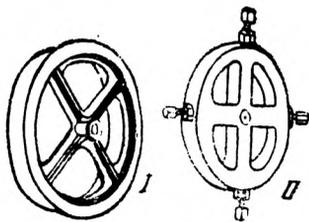
Закрепление с поддержкой задним центром пустотелых деталей. При обработке длинных пустотелых деталей пользуются муфтами, которые дают возможность поддерживать деталь задним центром. Две конструкции таких муфт показаны на фиг. 275, причем муфта, изображенная на фиг. 275—I, применяется тогда, когда внутренняя поверхность отверстия в детали обработана, а представленная на фиг. 275—II служит для необработанных деталей.

Наружная поверхность обода у муфты, показанной на фиг. 275—I, сделана слегка на конус, которым она входит в отверстие обрабатываемой детали (фиг. 276—I и II). Положение муфты после установки ее надо проверить при помощи рейсмуса. Наружная торцевая поверхность этой муфты не должна иметь боя, иначе деталь будет обработана неправильно (наружная поверхность ее будет не концентрична с внутренней). Левый конец

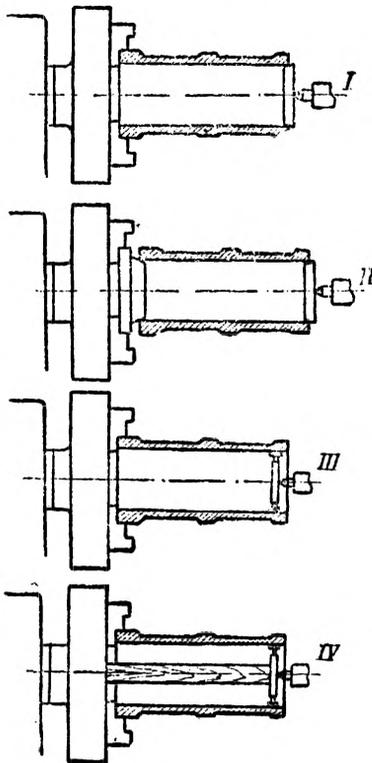
детали закрепляется в патроне (фиг. 276—I) или насаживается на такую же коническую муфту (фиг. 276—II), зажатую в кулачках патрона. Второй способ лучше, так как он автоматически обеспечивает concentricity внутренней и наружной поверхностей, но обычно он не пригоден при обдирке наружной поверхности, потому что вращение шпинделя в этом случае передается детали только трением между деталью и муфтой и под давлением резания часто происходит проворачивание детали. Положение несколько улучшается, если у конца отверстия детали сделана



Фиг. 274. Обработка в патроне с упором.



Фиг. 275. Муфты для закрепления деталей, обрабатываемых в патроне, с поддержкой задним центром.



Фиг. 276. Установки пустотелых деталей, закрепляемых в патроне с поддержкой задним центром.

фаска под углом, равным углу конуса муфты. Данный способ очень ценен при чистовой отделке наружной поверхности втулки, когда стружки снимаются небольшие и опасаться проворачивания втулки нет оснований, так как можно обработать всю наружную поверхность, что иногда необходимо и чего нельзя сделать при установке детали по фиг. 276—I, когда часть детали находится в кулачках.

Муфта, показанная на фиг. 275—III, имеет четыре болта, вывертывая которые можно закреплять эту муфту в детали достаточно прочно и притом так, что ось центрального углубления, сде-

ланного в торце муфты, будет точно совпадать с заданной осью обрабатываемой детали. Для проверки этого надо грубо установить муфту на место, закрепить деталь на станке, как показано на фиг. 276—III, и проверить установку ее. Для этого регулируют положение детали, ввертывая одни болты и вывертывая другие (так же, как это делается при закреплении детали в четырехкулачковом патроне).

Для большей уверенности в том, что муфта не сдвинется под давлением заднего центра, внутрь детали иногда закладывается деревянный брус (фиг. 276—IV), один конец которого упирается в патрон, а другой служит опорой для муфты.

Центровые углубления следует делать не непосредственно в муфтах, а в промежуточных втулках (стальных и закаленных или из твердой бронзы), запрессованных в муфту. Форма центрального углубления должна быть по фиг. 52—II.

§ 55. Обработка в люнетах

Общие сведения. Длинные и тонкие детали, обрабатываемые на токарных станках, прогибаются как под действием собственного веса, так и от давления резца. В результате обработка таких деталей или совершенно не удается (резец подхватывает и вал вылетает из центров) или очень замедляется, если для уменьшения давления резца работа производится при очень небольших стружках. Деталь, обработанная даже при пониженном режиме резания, получается овальной, с неодинаковыми диаметрами в разных местах длины и с дробленой (вследствие дрожания) поверхностью.

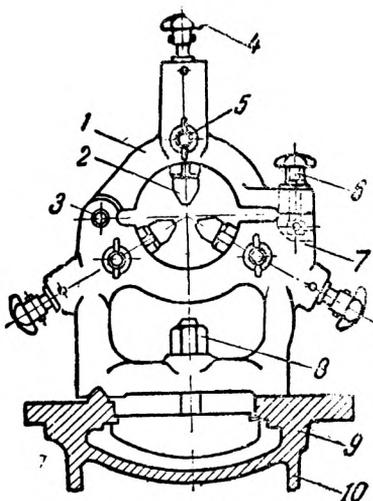
Если деталь зацентрирована неправильно, заготовка имеет некруглое сечение или, наконец, материал ее не одинаков по своей твердости, то давление резания получается непостоянным, и указанные выше недостатки обработки выступают с еще большей силой. Условия работы и качество ее несколько улучшаются, когда деталь закреплена не в центрах, а в патроне с поддержкой задним центром.

Практика показывает, что если длина детали в 10—12 раз больше диаметра ее, то удовлетворительная обработка на токарном станке с применением обычных способов закрепления (в центрах или в патроне с поддержкой задним центром) не удастся, и для выполнения ее необходимо добавочное закрепление детали. Такое закрепление осуществляется при помощи так называемых люнетов. Люнет (или стойки) бывают неподвижные и подвижные.

Неподвижные люнеты и работа с ними. Неподвижный люнет (фиг. 277) устанавливается на станине 10 станка и закрепляется на ней посредством болта 8 и планки 9 (т. е. так же, как задняя бабка станка). Люнет состоит из двух частей — нижней 7 и верхней 1, — соединенных шарниром 3. Для закрепления верхней части в рабочем положении служит откидной болт 6 с фасонной головкой. У люнета имеются три совершенно одинаковых кулачка (один из которых обозначен цифрой 2), причем два кулачка распо-

ложены в нижней части люнета, а третий — в верхней. Эти кулачки при помощи регулировочных болтов 4 могут перемещаться в отверстиях, сделанных в корпусе люнета. Для закрепления кулачков в выбранном положении служат винты 5.

Кулачки люнетов обычно изготавливаются из чугуна. Если есть основание опасаться, что поверхность изделия вследствие трения о кулачки может быть испорчена, следует пользоваться бронзовыми кулачками или стальными с бронзовыми наконечниками. В некоторых случаях из этих же соображений применяют кулачки, рабочие поверхности которых залиты баббитом. Если, наоборот, возможен чрезмерно быстрый износ кулачков, рабочие поверхности наплавляют твердым сплавом (сормайт) или пользуются люнетами, кулачки которых снабжены роликами.

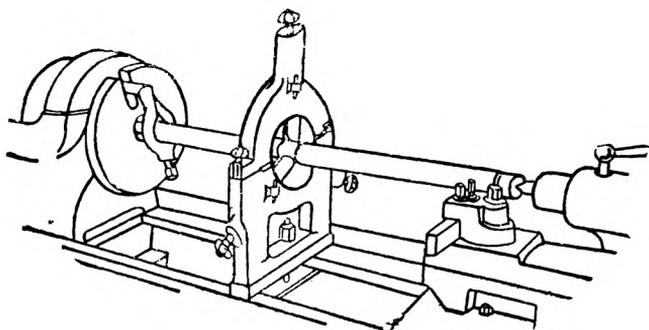


Фиг. 277. Неподвижный люнет.

удобной установки детали перед началом работы верхнюю часть люнета можно откинуть.

Только тогда, когда заготовка детали была обработана раньше или изготовлена из чистотянутого материала, установка ее в лю-

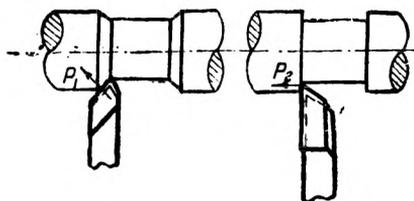
Установка неподвижного люнета на токарном станке показана на фиг. 278. Обрабатываемая деталь (длинный и тонкий вал) установлена в центрах, а середина ее поддерживается тремя соответствующим образом отрегулированными кулачками люнета. Для более



Фиг. 278. Установка неподвижного люнета.

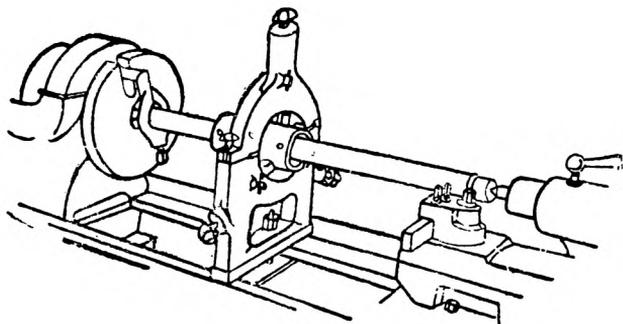
нете удастся без предварительной проточки шейки в том месте заготовки, в котором будут расположены кулачки люнета. В противном случае в том месте детали, которым она будет касаться кулачков люнета, должна быть проточена шейка.

Проточка шейки (длина ее должна быть немного больше ширины кулачков люнета) возможна несколькими способами. Если заготовка не очень тонка, то ее устанавливают в центрах и протачивают шейку в требуемом месте, например в середине заготовки. Подача и глубина резания должны быть при этом возможно меньшими, чтобы избежать прогиба вала. Главный угол в плане у резца для этой же цели должен быть возможно большим; лучше всего пользоваться подрезными резцами. В самом деле, из фиг. 279 видно, что при проточке шейки обыкновенным обдирочным резцом с углом в плане 45° возникает сила P_1 , направленная перпендикулярно к режущей кромке резца и изгибающая заготовку. При подрезном резце такая же сила P_2 направлена параллельно оси заготовки и не изгибает ее, что нам в данном случае и требуется.



Фиг. 279. Значение главного угла в плане при проточке под люнет.

Если обрабатываемая заготовка настолько длинна и тонка, что проточка шейки сразу в середине ее, даже с соблюдением всех правил, о которых мы говорили



Фиг. 280. Установка неподвижного люнета с муфтой.

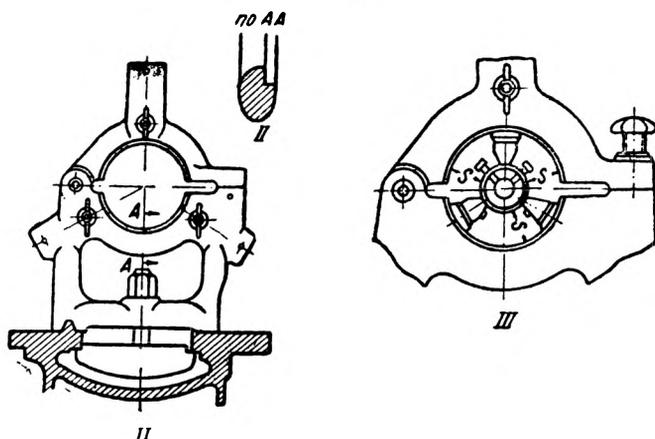
выше, не удастся, приходится протачивать дополнительные шейки (одну или две), расположенные ближе к опоре заготовки.

Проточив такую шейку на расстоянии, равном, например, одной четверти всей длины заготовки от переднего центра, устанавливают против этой шейки люнет и протачивают следующую (дополнительную или требуемую) шейку.

Если проточка шейки под люнет не удастся и этим способом, что часто бывает при длинных и тонких заготовках, пользуются промежуточными муфтами. Установка люнета с применением такой муфты показана на фиг. 280. Внутренний диаметр этой муфты несколько больше диаметра заготовки. Муфта закрепляется на заготовке восемью болтами, по четыре на каждом конце ее. Затем

проверяется положение ее по наружной поверхности рейсмусом или индикатором, после чего окончательно закрепляются все болты муфты.

Установка люнета производится также различными способами. Устанавливать кулачки люнета непосредственно по заготовке можно только в том случае, если она из чистотянутого материала или предварительно проточена. Этим способом следует пользоваться только при грубых работах, причем если заготовка прогибается под действием собственного веса, то сначала к ней равномерно подводят два нижних кулачка и только после этого закрепляют верхний кулачок. При чистовых и точных работах устанавливать люнет таким способом нельзя, так как при нецентральной установке его (что очень вероятно) обрабатываемая деталь получится с неодинаковыми диаметрами по всей ее длине.



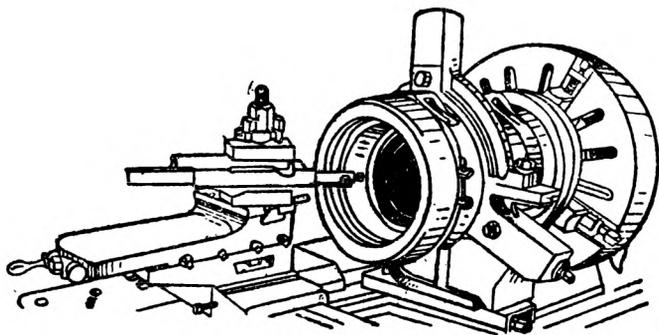
Фиг. 281. Неподвижный люнет с выточкой для проверки установки кулачков.

Если деталь имеет обработанную поверхность, то установку люнета лучше всего производить при помощи короткой оправки (цилиндрического валика) диаметром, равным диаметру заготовки в том ее месте, в котором будет расположен люнет. Один конец такой оправки закрепляется в патроне, а по другому, предварительно проверенному при помощи рейсмуса или индикатора, устанавливают кулачки люнета. Люнет в это время находится вблизи передней бабки и после установки кулачков передвигается вдоль станины до требуемого положения.

Другой способ установки кулачков люнета состоит в следующем. Люнет (фиг. 281—I) с вынутыми кулачками устанавливают на станине станка и посредством борштанги, закрепленной в центрах станка, в корпусе люнета делают выточку произвольного диаметра (фиг. 281—II). При помощи люнета с такой выточкой производят регулировку его кулачков путем измерения расстояния α (фиг. 281—III) штихмасом. Этот способ пригоден для самых разнообразных работ, выполняемых с люнетом, и даже для очень неустойчивых валов, а также при промежуточной втулке,

применяемой, когда производится установка в лунете необработанных изделий. В таком случае по выточке лунета проверяют положение как поверхности обрабатываемого изделия, так и самой втулки.

Оба рассмотренных способа обеспечивают правильность установки изделия только при том положении лунета, при котором была произведена установка кулачков (первый способ) или обра-

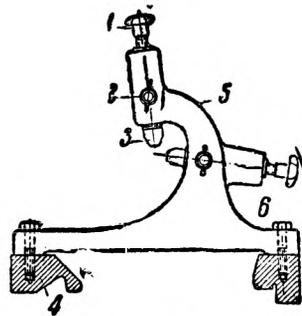


Фиг. 282. Расточка отверстия с поддержкой обрабатываемой детали лунетом.

ботка выточки (второй способ). При других положениях лунета установка изделия получается точной, если станина станка правильна по всей ее длине.

Неподвижный лунет применяется при обработке не только длинных и тонких деталей, но и при обточке торцов, а также при расточке отверстий в коротких деталях больших диаметров. Пример такой работы показан на фиг. 282, изображающей расточку большой втулки, один конец которой закреплен в четырехкулачковом патроне, а другой поддерживается лунетом.

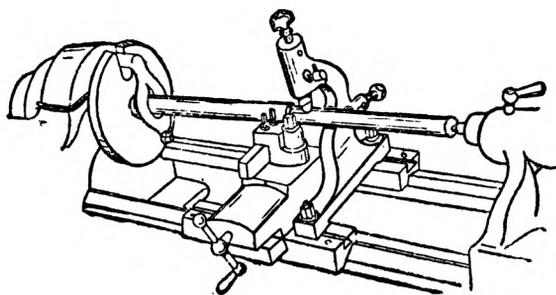
Подвижные лунеты и их применение. Подвижной лунет (фиг. 283) закрепляется на продольных салазках 4 суппорта. В корпусе 5 лунета в этом случае расположены только два кулачка, один из которых обозначен цифрой 3. Кулачки закрепляются винтами 2.



Фиг. 283. Подвижный лунет.

При правильной установке резца и лунета кулачки последнего поддерживают деталь несколько правее резца (при перемещении суппорта влево), как это и показано на фиг. 284. Кулачки лунета, таким образом, прикасаются к обрабатываемой поверхности детали и поддерживают ее вблизи резца, т. е. недалеко от точки приложения силы, изгибающей деталь. Благодаря тому, что лунет перемещается вместе с суппортом, относительное положение резца и кулачков лунета остается неизменным.

Сравнивая работу неподвижного и подвижного люнетов, мы видим, что при неподвижном люнете возможна обработка только



Фиг. 284. Установка подвижного люнета.

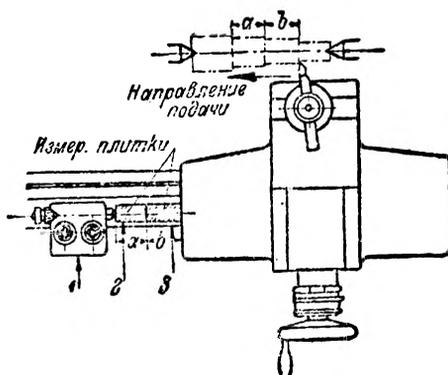
правой части детали. Как только супорт придет до люнета, нужно или перевернуть деталь или переменить место установки люнета. Этого недостатка не имеет подвижный люнет, который дает возможность производить обточку детали по всей ее длине, но не обеспечивает такой хорошей поддержки, какую дает неподвижный люнет.

Поэтому неподвижным люнетом обыкновенно пользуются при обдирочных работах, а подвижным — при чистовых и нарезании длинных винтов.

§ 56. Обработка ступенчатых валов и отверстий

Простой упор. При обработке на токарном станке больших партий ступенчатых валов и других деталей с уступами, длина которых должна быть постоянна, чрезвычайно полезно пользоваться так называемыми упорами для ограничения продольного перемещения супорта.

Применение продольного упора простейшей конструкции показано на фиг. 285. Упор 1, устройство которого мы рассмотрим ниже, прикреплен к станине станка. Справа от него на станину положены две или несколько измерительных плиток. Длина первой правой ступени вала, установленного на центрах станка, получается постоянной, так как перемещение супорта



Фиг. 285. Работа по продольным упорам.

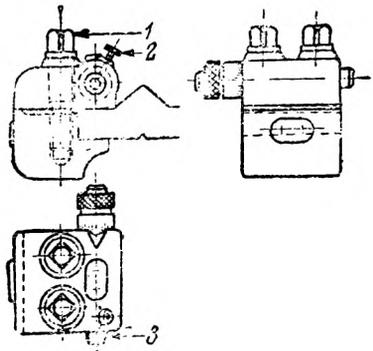
влево ограничивается отрегулированным упором 1 и измерительными плитками. При обработке второй шейки следует убрать плитку 3 и подать супорт влево до упора в плитку 2. Длина второй шейки получается при этом, очевидно, равной b . При обработке следующей шейки валика необходимо убрать плитку 2 и подать супорт до упора.

Собственно упор (фиг. 286) представляет собой винт 3 с накатанной головкой и с кольцом, снабженным делениями, что дает

возможность точно устанавливать его. После установки в требуемое положение винт 3 закрепляется болтом 2. Колодка упора прикручивается к станине станка зажимными болтами 1.

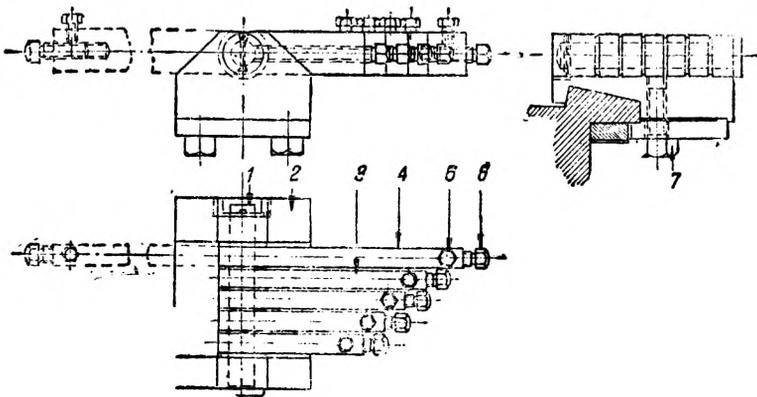
Вполне понятно, что при наличии такого упора перемещение супорта (влево) возможно только до тех пор, пока левая стенка его не упрется в торец винта 3, чем и достигается постоянная величина длины обрабатываемых уступов. В некоторых современных станках винт 3 упора действует на деталь супорта, выключающую его автоматическую продольную подачу.

Откидные упоры. В некоторых случаях целесообразно применение так называемых откидных упоров (фиг. 287). В колодке 2, прикрепленной к станине станка болтами 7, на пальце 1



Фиг. 286. Упор для токарного станка.

вращается несколько (на фиг. 287 пять) пластин 4, 3 и т. д. В торец каждой из них ввернут регулировочный винт 6, закрепляемый в выбранном положении винтом 5. После обработки первого уступа, при которой супорт доводится до самого длинного упора 4, супорт отводят немного назад вправо, повертывают упор 4 на 180°



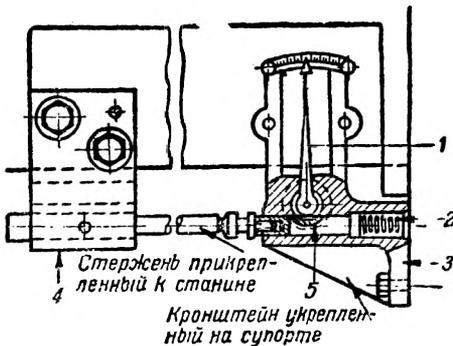
Фиг. 287. Откидные продольные упоры для токарного станка.

(новое положение его показано на фиг. 287 пунктиром), обрабатывают второй уступ по упору 3 и т. д.

Упоры для обработки валов с точной длиной ступеней. При пользовании упорами, изображенными на фиг. 286 и 287, непременным условием точного соблюдения длины обрабатываемых уступов (или шеек) является постоянная сила нажатия супорта на упор. Достигнуть этого, однако, не всегда легко, так как усилии,

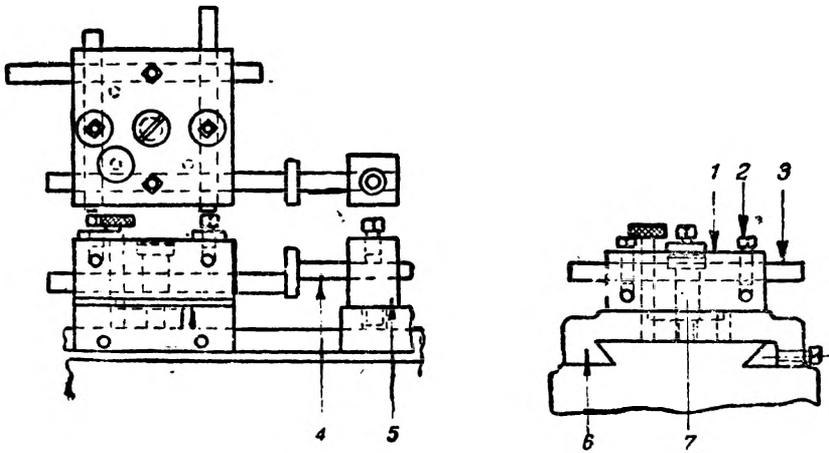
приложенное токарем к маховику или рукоятке продольной подачи, действует на упор через зубчатые передачи.

Для увеличения точности длины обрабатываемых уступов (шеек) целесообразно применять специальные (иногда очень простые) устройства, обеспечивающие постоянную величину силы нажатия на упор. Одно из таких устройств изображено на фиг. 288, на которой цифрой 4 обозначен обыкновенный упор, а цифрой 3 — кронштейн, прикрепленный к левой стенке супорта. В этом кронштейне расположен стержень 5, который под действием пружины 2 занимает крайнее левое положение. Когда при перемещении супорта влево головка регулировочного винта, ввернутого в торец стержня 5, упрется в винт упора 4,



Фиг. 288. Упор с рычажным индикатором.

стержень 5 будет перемещаться вправо; при этом сила нажатия супорта на упор контролируется по стрелке 1, связанной со стержнем 5 зубчатой передачей. В этом случае неопределенность силы нажатия супорта на упор почти полностью исключается.



Фиг. 289. Поперечный упор для токарного станка.

При более точных работах вместо стрелки применяется индикатор.

Общий недостаток рассмотренных упорных устройств — необходимость пользования ручной подачей, что утомительно для рабочего и связано с опасностью порчи изделия, а иногда и поломки станка. Значительно лучше применять устройство для автоматического выключения подачи супорта.

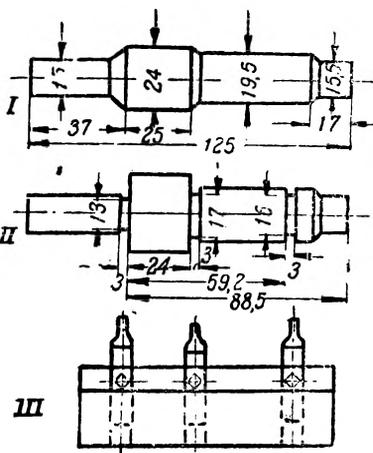
Поперечные упоры. Для ограничения перемещения супорта в поперечном направлении также полезно во многих случаях пользоваться упорами. Одна из конструкций таких упоров показана на фиг. 289. Деталь 6 закреплена на поперечных направляющих супорта и снабжена выточкой, в которую входит выступ головки 1. Последняя имеет квадратную форму и удерживается на месте болтом 7. В головке 1 расположены четыре упорных стержня 3, каждый из которых может быть закреплён в выбранном положении нажимным винтом 2. Во всех четырех рабочих положениях головка 1 фиксируется штифтом с накатанной головкой. В колонке 5, прикрепленной к поперечному супорту, расположен стержень 4 с фланцем, в который и упирается один из стержней 3.

Обработка ступенчатых валиков при помощи многолезвовой державки. Значительное ускорение обработки ступенчатых валиков может быть достигнуто посредством использования многолезвовой державки. Приведем пример такой работы, предложенный и осуществленный токарем-стахановцем тов. Сергиенковым. Валик коробки скоростей мотоцикла после обдирки имел форму и размеры, показанные на фиг. 290—I. В этом валике надо было проточить три канавки (фиг. 290—II). Проточка производилась одним резцом, причем указанные размеры — 88,5, 59,2 и 24 мм — приходилось измерять в отдельности и для этого каждый раз останавливать станок. Измерялась и глубина канавок под размеры 13, 17 и 16 мм.

Рационализируя обработку этих валиков, тов. Сергиенков применил трехлезвовую державку (фиг. 290—III) и упоры, что дало возможность обрабатывать все три канавки одновременно.

Шаблоны для измерения длины ступеней. В целях уменьшения количества шаблонов, необходимых для измерения длины ступеней валов, подобных изображенному на фиг. 291—I, несколько шаблонов соединяются в один. На фиг. 291—II и III изображены два шаблона, которыми можно измерять длину всех четырех ступеней (шеек) вала, показанного на фиг. 291—I.

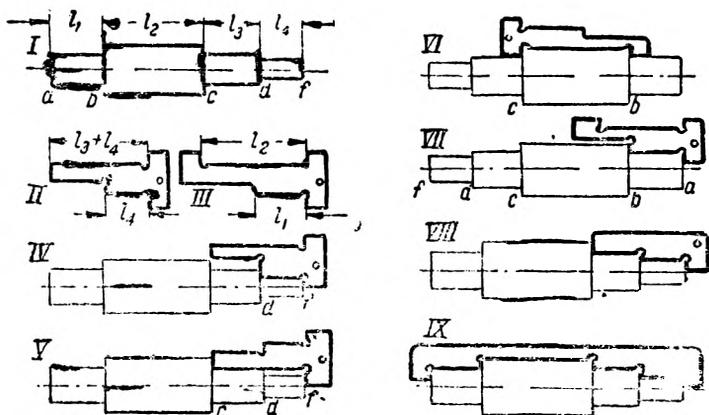
В самом деле, подрезав торец f вала и первый уступ, можно измерить шейку его df длиной l_4 посредством шаблона, изображенного на фиг. 291—II, прикладывая его к валу (фиг. 291—IV). После подрезки второго уступа вала следует измерить длину $l_3 + l_4$, т. е. длину его второй шейки cd , прикладывая шаблон к валу (фиг. 291—V). При такой установке шаблона измерится, строго говоря, не длина шейки cd , а расстояние уступа c от торца f . Если бы измерения шейки cd производить не от торца f , а от



Фиг. 290. Применение трехлезвовой державки при обработке ступенчатых валиков.

уступа d , то может случиться (при неверной длине шейки df), что правильная (по длине) шейка cd окажется неправильно расположенной по отношению к торцу вала; во многих случаях это имеет существенное значение. Поэтому при обработке вала, подобного изображенному на фиг. 291—I, следует измерять длину его шеек по возможности от одного торца.

После поворота вала и подрезки уступа b шаблоном (фиг. 291—III) измеряется длина l_2 шейки bc (фиг. 291—VI). И здесь следовало бы измерения производить от торца f , но это



Фиг. 291. Шаблоны и их применение при измерении длины обрабатываемых деталей.

в большинстве случаев не удастся по ряду причин (слишком большая длина шаблона, мешает хомутик, закрепленный на шейке, и т. д.).

Шейка ba (фиг. 291—VII) измеряется обратной стороной шаблона, изображенного на фиг. 291—III. И в этом случае правильнее было бы не измерять длину шейки ba , а проверить расстояние от торца a до уступа c , тогда ошибка в длине шейки bc не отразится на общей длине вала.

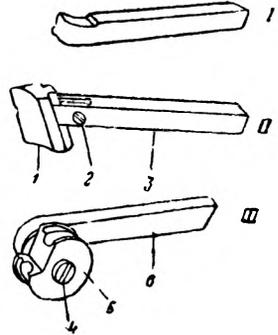
Для проверки длины шеек готового вала пользуются шаблонами, которые охватывают сразу несколько шеек вала (фиг. 291—VIII) и даже одновременно все его шейки (фиг. 291—IX).

Обработка ступенчатых отверстий. При расточке ступенчатых отверстий полезно применение продольных и поперечных упоров, конструкции которых мы только что рассмотрели. Широко пользуясь упорами при обработке таких отверстий и тем самым уменьшая количество обмеров обрабатываемых деталей, токари-стахановцы одного из ленинградских заводов тт. Дралинский и Нишкин значительно повысили производительность своих станков.

ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЭКСЦЕНТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

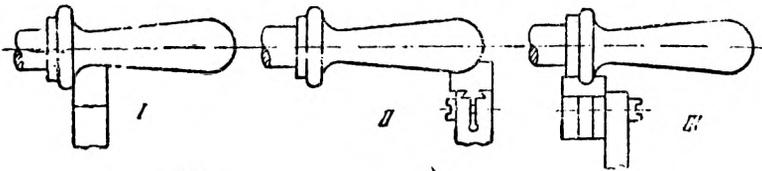
§ 57. Обточка фасонных поверхностей фасонными резцами

Фасонные резцы. Три наиболее употребительных вида фасонных резцов показаны на фиг. 292. Резец, показанный на фиг. 291—*I*, называется простым или обыкновенным. Пример применения такого резца (обработка вогнутой поверхности) приведен на фиг. 293—*I*. Нетрудно себе представить простой фасонный резец, который был бы пригоден для обработки какой-либо выпуклой поверхности, например правого конца рукоятки, показанной на фиг. 293. Достоинство рассматриваемых фасонных резцов — их простота, а значит, сравнительно низкая стоимость их изготовления. Существенный недостаток их заключается в том, что после нескольких (а иногда и после одной) переточек профиль их изменяется, и резец становится негодным для дальнейшей работы. Поэтому такими резцами пользуются преимущественно в том случае, когда работа не имеет массового характера и заточка их производится редко.



Фиг. 292. Наиболее употребительные типы фасонных резцов: простой (*I*), призматический (*II*) и дисковый (*III*).

Призматический фасонный резец показан на фиг. 292—*II*. Он изготавливается из стального бруска; передней гранью его является торец этого бруска. Необходимый задний угол получается сам собой, благодаря наклонному положению резца в державке. При затуплении резца заточка его производится по передней грани, почти до полного использования всего бруска, что имеет существенное значение с точки зрения расходования дорогой быстрорежущей стали,



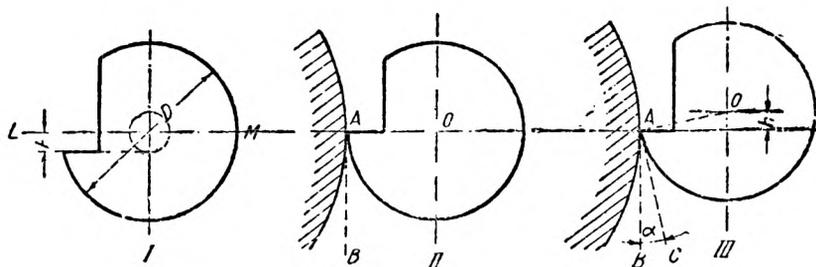
Фиг. 293. Примеры применения фасонных резцов: простого (*I*), призматического (*II*) и дискового (*III*).

из которой в большинстве случаев изготавливаются фасонные резцы. Второе достоинство такого резца — простота измерения его профиля и углов при его изготовлении и заточке. Недостаток его — сложность изготовления, которое иногда требует применения дорогостоящих вспомогательных инструментов. Кроме того, в некоторых случаях сильно затрудняется доводка

резца после закалки, неизбежная при изготовлении резцов для обработки точных фасонных поверхностей.

На фиг. 292—II показано закрепление резца в державке. Резец 1 по всей своей длине (с задней стороны) имеет выступ в форме ласточкина хвоста, который входит в такой же паз державки 3. Державка надрезана, поэтому при затягивании винта 2 она сжимается, и резец удерживается в ней достаточно прочно. Пример применения призматического фасонного резца показан на фиг. 293—II.

Фасонный резец третьего типа, так называемый круглый или дисковый, изображен на фиг. 292—III. Передняя грань и режущая кромка его получают путем вырезки части резца. Вырез следует делать таким образом, чтобы передняя грань резца была расположена ниже горизонтальной плоскости LM (фиг. 294—I), проходящей через центр резца, на некоторую величину h . Если при изготовлении резца это правило не выполнено и передняя грань



Фиг. 294. Положение передней грани дискового резца относительно его оси.

резца совпадает с горизонтальной диаметральной плоскостью (фиг. 294—II), то такой резец не имеет заднего угла. В самом деле, в то время как задняя грань обыкновенного резца представляет собой прямую линию, при изготовлении резца в разрезе (фиг. 41—I), эта же грань круглого резца является частью окружности радиуса, равного половине диаметра данного резца (фиг. 294—I). Участок дуги данной окружности вблизи точки резания A можно рассматривать, как прямую линию AB (фиг. 294—II), перпендикулярную к линии AO . Но линия AB изображает собой плоскость резания; следовательно, в данном случае направления задней грани рассматриваемого резца и плоскости резания совпадают, поэтому угол между ними (т. е. задний угол резца) равен нулю. Такой резец работает неудовлетворительно: задняя грань его трется о деталь, что вызывает быстрый нагрев, размягчение и затупление резца.

Если же передняя грань круглого резца расположена ниже его горизонтальной диаметральной плоскости, то задний угол такого резца не равен нулю; величина этого угла зависит от диаметра резца и величины снижения передней грани.

На фиг. 294—III изображен резец, передняя грань которого расположена ниже горизонтальной плоскости, проходящей через

центр O , на величину h . Линия AC в данном случае изображает направление задней грани (в точке A)¹, а линия AB — плоскость резания. Угол CAB , очевидно, является задним углом α данного резца.

На практике принято брать величину снижения передней грани круглого резца равной 0,1 диаметра его. Таким образом, если резец имеет диаметр 60 мм, то размер h (фиг. 294—*I*) должен равняться 6 мм. Задний угол этого резца при таком понижении передней грани получается около 12°.

В затупившихся дисковых резцах режущая плоскость стачивается так, чтобы она оставалась касательной к окружности, описанной из центра резца радиусом, равным понижению режущей кромки относительно горизонтального диаметра (т. е. размеру h ; (фиг. 294—*I*)). На фиг. 294—*I* эта окружность, показана пунктиром.

Передний угол фасонных резцов делается чаще всего равным 0°. Для облегчения резания следовало бы брать его большим 0°, но при этом получается искажение профиля резца (правда, незначительное). При работе фасонными резцами с передним углом, равным 0°, резец не затягивает в деталь, и поверхность ее получается чистой, недробленой.

Преимущество дискового фасонного резца в сравнении с призматическим — это возможность доводить профиль его после заковки без особых затруднений.

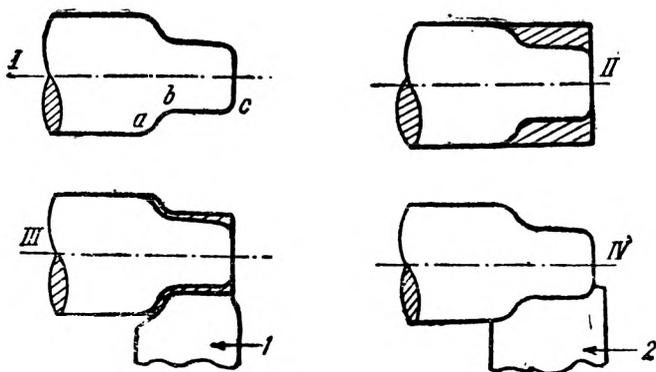
Обдирочные фасонные резцы. Высокая стоимость фасонных резцов обязывает принимать все меры к тому, чтобы, не снижая производительности при обработке фасонной поверхности, добиться наиболее медленного износа резца и, значит, максимального удлинения срока его службы. Одним из способов такой экономии является применение так называемых обдирочных фасонных резцов.

Пусть, например, требуется обработать фасонную поверхность детали, показанной на фиг. 295—*I*. Обработка этой поверхности фасонным резцом, профиль которого точно соответствует криволинейному участку abc детали, очевидно, нецелесообразна, так как тогда придется снимать большой слой металла (на фиг. 295—*II* он заштрихован). Можно, однако, большую часть этого слоя удалить обдирочным (или предварительным) фасонным резцом 1, подобным показанному на фиг. 295—*III*, и лишь после этого снять оставшийся слой чистовым (окончательным) фасонным резцом 2 (фиг. 295—*IV*).

Из сопоставления фиг. 295—*III* и *IV* видно, что обдирочный фасонный резец имеет очень простой профиль; это значительно удешевляет стоимость его изготовления. С другой стороны, искажение профиля такого резца при переточке не имеет большого значения. Поэтому для обдирочных фасонных резцов всегда берут передний угол больше нуля. Это в свою очередь обеспечивает возможность работы такими резцами с подачами выше допускаемых при сложном (дорогом) фасонном резце, т. е. большую производительность.

¹ Линия AC — касательная к окружности радиуса OA в точке A .

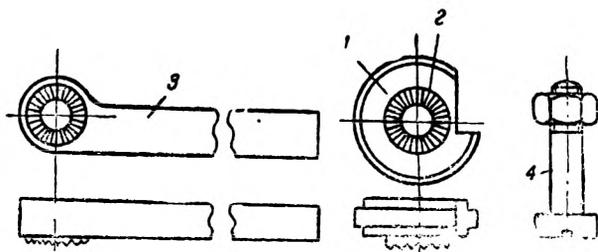
Для закрепления дисковых фасонных резцов пользуются державками, одна из конструкций которых показана на фиг. 296. Сбоку резца 1 сделаны радиальные зубцы 2. Такие же зубцы имеются и на державке 3. Благодаря этим зубцам резец, прижа-



Фиг. 295. Примеры применения обдирочного фасонного резца.

тый к державке 3 болтом 4, не будет провертываться во время работы. Чем мельче зубцы, тем точнее будет установка резца после переточки.

Работа фасонным резцом. Для получения точного профиля обрабатываемой детали фасонный резец необходимо устанавливать



Фиг. 296. Обыкновенная державка для круглого фасонного резца.

точно на высоте центральной линии. Подача его должна быть очень небольшой во избежание дрожания. Применение охлаждающей жидкости, содержащей в себе маслянистые вещества, сильно способствует получению гладких и даже блестящих обработанных поверхностей.

§ 58. Обработка фасонных поверхностей одновременно продольной и поперечной подачами

Пример обработки крупной детали со сложным профилем. Обработка криволинейного участка штока двигателя Дизеля может быть выполнена следующим образом. Шток устанавливается

на станок и обычными приемами обрабатывается его цилиндрическая часть. После этого шток имеет вид, показанный на фиг. 297—I¹, причем необходимая форма криволинейной части изображена сплошными линиями, а пунктирными показано очертание штока до обработки. Расстояние между этими линиями является припуском на обработку (довольно большим ввиду сложности поковки данной детали).

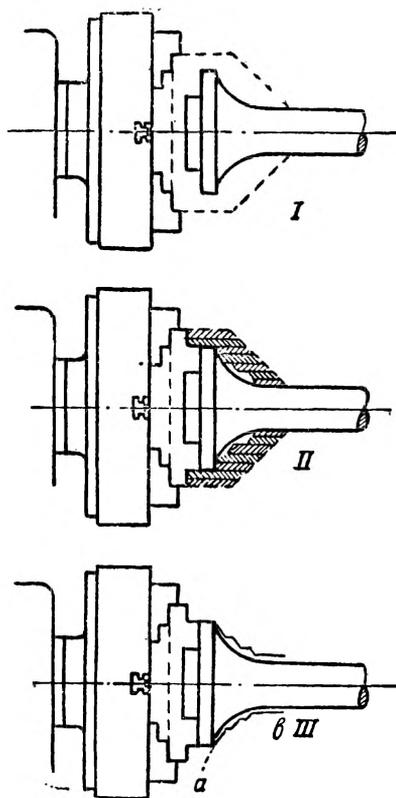
Предварительная обдирка криволинейного участка штока производится автоматической продольной подачей, причем постепенно снимаются слои металла, заштрихованные на фиг. 297—II в разные стороны.

После этих проходов надо оставить необходимый припуск для окончательной обработки штока, что проверяется прикладыванием к обрабатываемому участку специального шаблона (см. ниже). На фиг. 297—III изображен шток после предварительной обдирки; ступенчатая линия показывает припуск, который следует снять при окончательной отделке.

Для удаления этого припуска перемещают продольные салазки супорта влево и в то же время верхние салазки его отводят поперечной подачей назад. В результате этих двух движений режущая кромка резца пройдет по некоторой кривой *ab* (фиг. 297—III) и срежет вершины ступеней, оставшихся после обдирки штока. За несколько проходов все ступени будут срезаны, и шток получит требуемую форму.

Для выполнения этой работы нужен большой навык. Опытные токари при чистовых проходах пользуются автоматической продольной подачей, перемещая одновременно с этим поперечный супорт вручную.

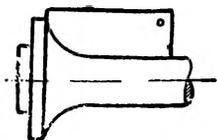
Правильность получаемой формы криволинейного участка штока проверяется шаблоном (фиг. 298). При правильной обработке штока шаблон должен лежать и на цилиндрической и на криволинейной частях его плотно, без просвета.



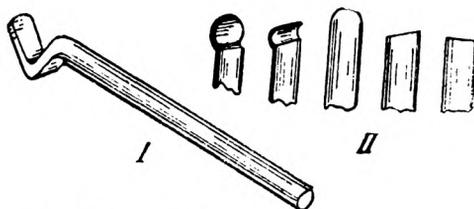
Фиг. 297. Последовательность обработки криволинейного участка детали.

¹ На этой фигуре правый конец штока, поддерживаемый задним центром, обрван.

Чистовая отделка криволинейных участков обрабатываемых поверхностей (закруглений, галтелей и т. д.) стальных деталей, а особенно различных деталей из цветных металлов (латуни, алюминий и т. д.) может производиться с большим успехом грабштихелем. Грабштихель (фиг. 299—I) изготавливается из куска круглой стали, один конец которого несколько оттягивают

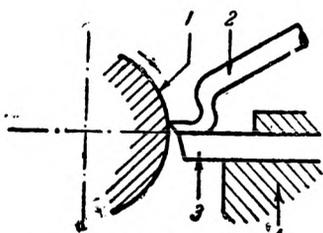


Фиг. 298. Шаблон для проверки криволинейного участка детали.



Фиг. 299. Грабштихель.

и загибают, обычно придавая ему закругленную форму. Хороший токарь должен иметь набор грабштихелей разных очертаний, размеров и форм (фиг. 299—II). На фиг. 300 показана установка грабштихеля во время работы. Чем ближе к детали придвинута подкладка 3, тем меньше опасность, что грабштихель будет затянут в деталь и испортит ее поверхность. Режущая кромка грабштихеля должна быть расположена на 1—2 мм выше центра детали.



Фиг. 300. Работа грабштихелем;

1 — обрабатываемая деталь; 2 — грабштихель; 3 — подкладка, зажатая вместо резца (а иногда и сам резец) в суппорте; 4 — суппорт.

§ 59. Обработка фасонных деталей по копирам

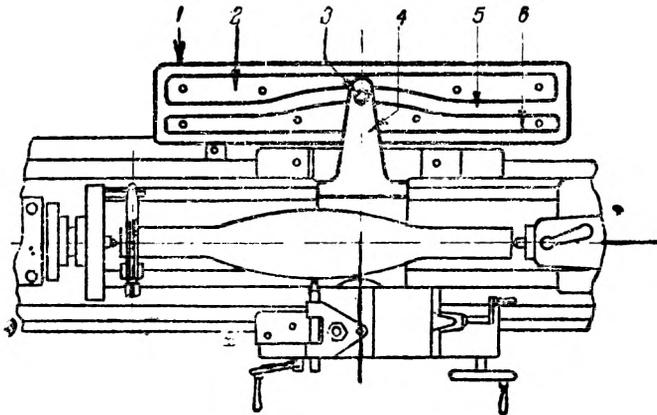
Общие замечания. Обработка деталей, некоторые участки которых имеют криволинейное очертание, производится, как мы уже видели выше (§ 57), фасонными резцами (при небольших размерах криволинейных участков), а при обработке крупных

деталей — одновременным использованием продольной и поперечной подачи (§ 58). Последний способ требует у токаря большой опытности и совершенно недопустим, если деталь изготавливается в значительных количествах. В таких случаях полезно применять так называемые копировальные приспособления.

Простейшим копировальным приспособлением является конусная линейка, применяемая при обточке конусов. Устройство и работа ее нам уже известны. Совершенно понятно, что, заменяя прямую линейку криволинейной, мы можем обрабатывать детали сложных очертаний.

Копировальное приспособление для работы при продольной автоматической подаче. На фиг. 301 показана обработка детали, средняя часть которой имеет бочкообразную форму, плавно переходящую в цилиндрические участки. Деталь установлена обыч-

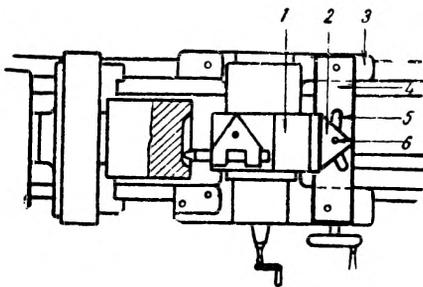
ным способом, в центрах. Винт поперечных салазок выключен, и к заднему торцу их прикреплен болтами кронштейн 4. В последнем закреплен вертикальный палец 3, на который надет (под кронштейном 4) и свободно вращается цилиндрический ролик (на фиг. 301 не виден). Ролик расположен в криволинейном пазу 5, образованном боковыми сторонами двух пластин 2 и 6,



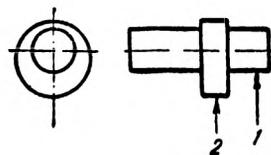
Фиг. 301. Обработка детали по копиру при продольной подаче.

прикрепленных к угольнику 1, который в свою очередь прикреплен болтами к задней стенке станины станка.

Форма паза выбрана в соответствии с очертаниями детали, и ширина его равна диаметру ролика. Совершенно очевидно, что при продольной автоматической подаче супорта поперечные салазки под действием ролика будут то приближаться к центральной линии станка, то отходить



Фиг. 302. Обработка детали по копиру при поперечной подаче.



Фиг. 303. Обточка эксцентрикового валика в центрах.

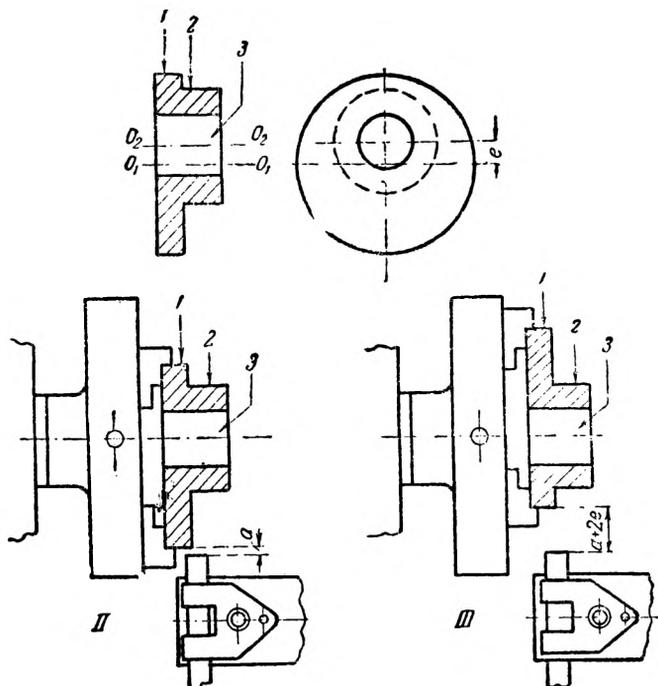
от нее. А так как все эти движения вместе с поперечными салазками сообщаются и резцу, то обрабатываемая деталь получит требуемую форму.

Копировальные приспособления для работы при поперечной автоматической подаче. На фиг. 302 показан еще один пример копировального устройства. В этом случае производится обработка фасонной выемки в торце детали. Кронштейн 2 с роли-

ком 6 прикреплен к боковой стенке верхних поперечных салазок 1. Ролик 6 перемещается по криволинейному пазу 5, сделанному в пластинке 4, закрепленной на продольных салазках 3 супорта. При перемещении нижних поперечных салазок (ручной подачей или автоматической от ходового валика) верхние салазки (вент их вынут) будут перемещаться вдоль станины. В результате этих двух движений выемка в детали получится требуемой формы.

§ 60. Обработка эксцентричных деталей и коленчатых валов

Обработка эксцентричных деталей в центрах. На фиг. 303 показан пример часто встречающейся в практике обточки эксцентрикового валика. Сама по себе такая обточка ничем не отли-



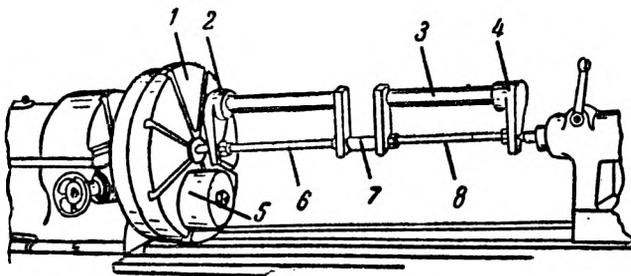
Фиг. 304. Обработка эксцентричной детали в патроне.

чается от обыкновенной работы в центрах. Центровых углублений на этом валике должно быть сделано по два на каждом торце. Одна пара углублений служит для обработки поверхности 1, а другая — для обточки поверхности 2. Разметка центров делается на разметочном столе и только при массовом производстве эксцентриковых валиков — с помощью специальных приспособлений (кондукторов).

При обработке детали, сходной с изображенной на фиг. 303, всегда следует начинать с обточки эксцентрика. Обработав его

(или, лучше, сделав только обдирку), переставляют валик и производят обточку его шеек. Если обработку вести в обратном порядке, то эксцентрик придется обтачивать медленнее, так как обточенный валик будет тоньше, а это увеличивает возможность дрожания. Прибегать к помощи обыкновенных люнетов в данном случае нельзя.

Обработка эксцентричных деталей в патроне. У детали, изображенной на фиг. 304—I, должны быть обработаны поверхности 1 и 2 и отверстие 3, причем поверхность 1 имеет ось O_1O_1 , а поверхность 2 — ось O_2O_2 , не совпадающую с первой и отстоящую от нее на расстоянии e . Кроме того, должны быть обработаны все торцевые поверхности. Детали, подобные этой, можно обрабатывать несколькими способами. Можно, например, закрепить деталь в четырехкулачковом патроне за поверхность 1, обработать поверхность 2, отверстие 3 и торцы, доступные для обработки. После этого деталь надевается на оправку, центро-



Фиг. 305. Обточка шейки коленчатого вала.

вые углубления которой смещены относительно ее наружной поверхности на величину e . Установив оправку на центры, обрабатывают поверхность 1 детали и последний торец.

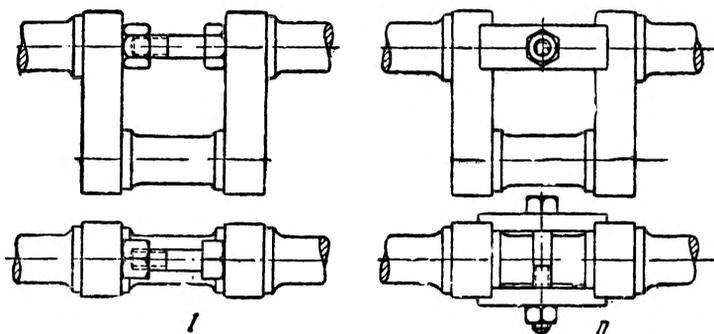
При отсутствии оправки можно воспользоваться четырехкулачковым патроном, закрепив деталь за обработанную ранее поверхность 1 эксцентрично (фиг. 304—II). Проверка необходимого при этом смещения детали на величину e возможна следующим способом. Подведя к поверхности 1 детали резец, установленный задним концом вперед, измеряют величину просвета a . В этот момент деталь должна быть установлена так, чтобы против торца резца находилась самая «высокая» точка поверхности 1. После первого измерения деталь поворачивают вместе с патроном на 180° так, чтобы против торца резца оказалась самая «низкая» точка поверхности 1, и снова измеряют просвет между этой поверхностью и торцом резца (фиг. 304—III). Если просвет оказался равным $a + 2e$, можно приступить к обточке поверхности 2 и обработке отверстия 3. В большинстве же случаев приходится несколько раз смещать деталь и столько же раз производить указанные выше измерения.

Для определения самой «высокой» точки поверхности 1 можно воспользоваться куском мела, как при проверке установки детали в рассмотренном выше четырехкулачковом патроне. При

медленном вращении детали мел коснется ее и сделает отметку на самом высоком участке поверхности в виде линии, в середине которой и находится самая «высокая» точка этой поверхности. Самая «низкая» точка ее лежит, очевидно, на противоположной стороне.

При небольшой величине e смещение детали, установленной по фиг. 304—II, можно производить с помощью индикатора, закрепленного в резцедержателе. Кнопка индикатора прижимается к поверхности 1 медленно вращающейся детали, и по колебаниям стрелки его можно судить о величине смещения этой поверхности относительно оси вращения шпинделя станка.

Обработка коленчатых валов. На фиг. 305 показан способ закрепления коленчатого вала 3 при обработке его шатунной шейки 7. Для установки вала на обработанные концы его насажены бугели 2 и 4, на которых имеются центровые углубления.



Фиг. 306. Распорки для обработки коленчатых валов.

Обрабатываемый вал установлен в центрах, причем к планшайбе 1 прикреплен противовес 5. Для передачи валу вращения шпинделя служит поводок (болт), закрепленный в одном из пазов планшайбы 1, расположенной сзади бугеля 2 (поэтому он не виден на фиг. 305). Распорки 6 и 8 служат для того, чтобы предупредить искривление вала, которое возможно при установке его в центрах.

Вместо такой распорки иногда используют болт с гайкой (фиг. 306—I) или боковые накладные, стянутые болтом (фиг. 306—II).

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

ОТДЕЛОЧНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

§ 61. Чистовая отделка наружных поверхностей

Зависимость качества поверхности, обрабатываемой резцом, от его формы и подачи. На фиг. 307 показана (в увеличенном масштабе) поверхность детали при обработке ее резцом с за-

кругленной вершиной. Из чертежа видно, что поверхность детали (в разрезе) получается не в виде прямой линии, а состоит из ряда соединяющихся между собой гребешков, размеры которых зависят от радиуса закругления вершины резца и от подачи. Наличие этих гребешков лишает поверхность необходимой в некоторых случаях чистоты и, кроме того, препятствует точному измерению детали. Так, например, если деталь была бы обработана резцом, радиус закругления вершины которого был бы равен $0,4 \text{ мм}$, при подаче тоже $0,4 \text{ мм/об}$, то высота гребешков получилась бы $0,05 \text{ мм}$; следовательно, диаметр детали, измеренный по вершинам гребешков, был бы больше диаметра, измеренного по впадинам, на $0,1 \text{ мм}$.

Если, не изменяя радиуса закругления вершины резца, уменьшить подачу до $0,2 \text{ мм}$, то высота гребешков получится только $0,0125 \text{ мм}$, что соответствует разности диаметров, измеренных по вершинам и впадинам, в $0,025 \text{ мм}$.

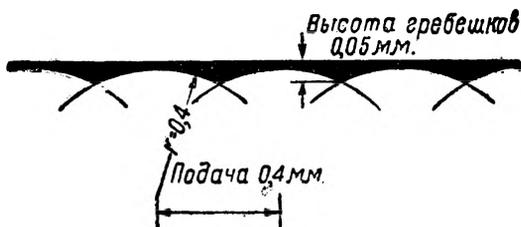
Если мы поступим наоборот (т. е., не изменяя подачи, увеличим вдвое радиус закругления вершины резца, взяв его равным $0,8 \text{ мм}$), то получим гребешки высотой $0,025 \text{ мм}$, и тогда разность тех же диаметров составит уже $0,05 \text{ мм}$, т. е. будет больше, чем в предыдущем случае.

Из этого следует, что для получения гладкой поверхности с малыми высотами гребешков выгоднее работать малыми подачами. После обточки детали с подачей около $0,2 \text{ мм/об}$ достаточно снять слой $0,005—0,015 \text{ мм}$, чтобы получить совершенно гладкую поверхность. На токарных станках это достигается после опиловки полированием наждачной бумагой или посредством так называемого жимка с наждаком.

При очень малой подаче производительность станка иногда настолько низка, что для повышения ее увеличивают радиус закругления вершины резца и подачу. При этом следует избегать появления дрожания вследствие которого обрабатываемая поверхность получается негладкой (дробленой). Из этих соображений чистовую обточку длинных и тонких валиков производят резцами с малыми радиусами закругления, а при обработке жестких деталей радиусы увеличивают.

Уменьшение подачи снижает производительность станка иногда настолько значительно, что для увеличения ее чистовую обточку деталей производят широкими или пружинными резцами.

Работа широкими резцами. При широких резцах подача может быть очень большой, но все же несколько меньше ширины резца. Скорость резания здесь обычно берется много ниже, чем при мелкой подаче, и все-таки производительность станка иногда



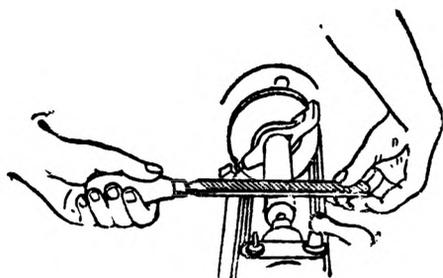
Фиг. 307. Вид обработанной поверхности.

повышается очень значительно. Широкие резцы обычно вызывают дрожание и, кроме того, иногда втягиваются в материал обрабатываемой детали, в результате чего поверхность ее получается негладкой.

На практике в большинстве случаев широкими резцами обрабатывают чугунные детали, а остrokонечными (при мелкой подаче) — стальные.

Работа пружинными резцами. Пружинные резцы обычно дают очень гладкую поверхность, так как не могут произвольно углубляться в материал детали. С другой стороны, при пружинении резца форма и размеры детали часто получаются неточными даже на хорошем, исправном станке. Пружинным резцом можно получить хорошие результаты, если снимать несколько стружек одну за другой, как это и делают опытные токари.

Опиловка. На фиг. 308 показан один из способов чистовой отделки наружных поверхностей деталей, обрабатываемых на токарных станках. Не следует слишком сильно нажимать на напильник, так как тогда стружки задержатся в насечках его и будут царапать обрабатываемую деталь. Очень полезно натирать напильник мелом и возможно чаще чистить его стальной щеткой.



Фиг. 308. Опиловка деталей, обрабатываемых на токарном станке.

Большим недостатком этого способа является связанная с ним опасность повреждения рук рабочего. Дело в том, что такой способ обычно применяется для отделки небольших, быстро вращающихся изделий, обычно устанавливаемых в центрах. Если хомутик имеет слишком длинный ведущий конец, а поводковый патрон — выступающие части, то или хомутик или какая-либо деталь патрона могут зацепиться за рукав рабочего, и тогда перелом руки почти неизбежен.

Поэтому при таких работах надо пользоваться закрытыми поводковыми патронами, а для обыкновенных патронов выбирать хомутик подходящих размеров.

Необходимо привыкнуть держать рукоятку напильника в левой руке, а свободный конец его поддерживать правой. Вообще при выполнении этой работы токарь должен быть очень внимательным и постоянно помнить об угрожающей ему опасности.

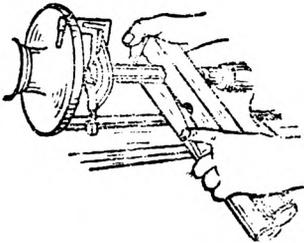
Шкурение. Мелкие штрихи, оставшиеся на поверхности детали после ее отливки, могут быть до известной степени устранены шкурением. Этот способ чистовой отделки наружной поверхности состоит в том, что на вращающуюся деталь накладывается листок бумажной или полотняной шкурки, прижимается к детали рукой и медленно перемещается взад и вперед. Полезно при отделке стальной детали покрыть поверхность ее тонким слоем

масла. Надо внимательно следить за тем, чтобы шкурка не наматалась на изделие, так как при этом может получиться перелом руки.

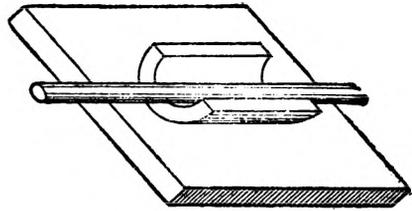
Шкурение посредством жимка показано на фиг. 309. Жимок плотно охватывает отделяемую деталь и прижимает к поверхности ее шкурку.

Особые замечания. Опиловка и шкурение производятся при быстро вращающейся детали, иногда значительно нагревающейся от давления на нее шкурки, в особенности, когда применяется жимок. Поэтому нужно внимательно следить за тем, чтобы не заел задний центр, постоянно смазывать его и время от времени проверять, насколько туго он зажат. Туго зажимать центр при этих ручных работах нет никакой надобности.

Притирка. Втулка из чугуна или из бронзы, выточенная по размеру обрабатываемой детали, разрезается на две половинки. Внутренняя поверхность каждой половинки втулки (притира) насыщается шлифующим материалом (измельченным корундовым или наждачным порошком). Для этого покрывают поверхность



Фиг. 309. Полировка деталей, обрабатываемых на токарном станке.



Фиг. 310. Насыщение притира.

притира маслом (парафиновым, деревянным, оливковым), если материал притира бронза, и керосином или бензином при чугунном притире, затем посыпают наждачную поверхность притира (по возможности равномерно) шлифующим порошком и вдавливают зерна его стальным закаленным валиком (фиг. 310), перекатывая его по поверхности притира. После насыщения обе половинки притира закладывают в жимок (фиг. 309) и приступают к притирке.

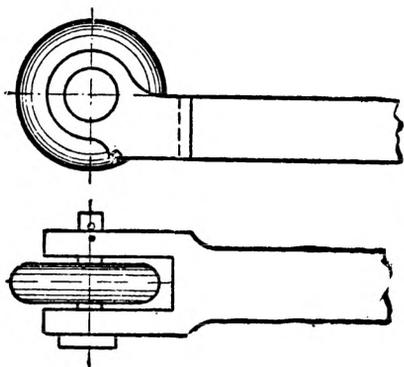
Притир охватывает обрабатываемую деталь, вращающуюся со скоростью 10—30 м/мин. При очень точной притирке во избежание нагрева детали скорость вращения ее снижают до 5 м/мин и даже ниже. Притир следует все время равномерно перемещать вперед и назад вдоль детали.

Материал для притира во всех случаях должен быть мягче, чем обрабатываемой детали. Если надо снимать значительные слои металла, часто пользуются притирами из свинца, красной меди или латуни. При точной притирке изделий из закаленной стали берут притиры из мягкого чугуна.

Припуски на притирку должны быть очень небольшими: около 0,015 мм при диаметре детали 10—15 мм и около 0,025 при диаметре до 75 мм.

Обкатывание. Для получения гладкой поверхности детали и одновременного уплотнения поверхностного слоя металла (что повышает износостойкость его) применяют обкатывание с помощью ролика (фиг. 311), вращающегося на пальце, закрепленном в державке. В обкатках наиболее совершенных конструкций ролик вращается на шариковых подшипниках. Закрепив обкатку в резцедержателе, применяют ролик (без большого усилия), к обкатываемой поверхности и небольшой подачей ($1 \div 1,5$ мм/об) перемещают его вперед и назад вдоль детали, пока поверхность ее не получится достаточно гладкой. Скорость вращения детали при обкатывании — около $20 \div 30$ м/мин.

Поверхность обкатываемой детали следует обильно смазать маслом.



Фиг. 311. Обкатка.

§ 62. Чистовая отделка отверстий

Притиры для обработки отверстий (фиг. 312). Оправка притира 2 имеет конусность $\frac{1}{30}$ (угол уклона конуса — около 2°). Сам притир выполняется в виде надрезанной втулки 1 из красной меди или латуни (при диаметре до 15 мм), либо чугуна (при больших диаметрах).

При притирке отверстий сравнительно небольшой длины длина втулки должна быть несколько больше длины отверстия, так как короткие притиры дают уширение в середине отверстия. Для длинных отверстий пользуются короткими притирами.

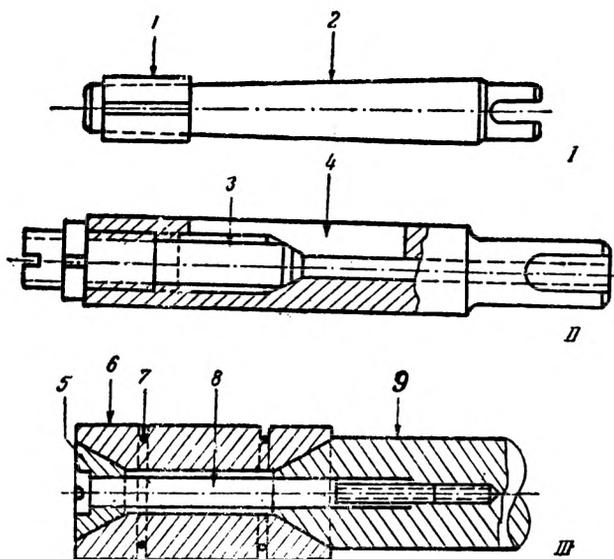
Диаметр притира должен быть меньше диаметра притираемого отверстия приблизительно на 0,15 мм при черновой и на 0,05 мм при чистовой притирке.

Изменение диаметра притира, показанного на фиг. 312—I, достигается перемещением его по оправке (толщина стенок притира должна равняться $\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$ его диаметра).

Более удобную регулировку диаметра имеет притир, показанный на фиг. 312—II. Он надрезан в трех местах (один из надрезов на фиг. 312—II обозначен цифрой 4) и разжимается при ввертывании в него винта с коническим хвостом 3. Существуют притиры, состоящие из отдельных брусков, раздвигаемых посредством винта с коническим участком. Один из таких притиров показан на фиг. 312—III, где 9 — оправка притира, 6 — бруски его, 5 — коническая втулка, 8 — регулировочный винт и 7 — пружинное кольцо, стягивающее бруски 6.

Практика притирки отверстий. Насыщение притира шлифующим материалом производится до начала работы его. Для этого чугунную или стальную закаленную плиту покрывают толстым слоем масла или керосина (в каких случаях надо брать масло и в каких керосин — было сказано выше), равномерно посыпают

шлифующим порошком и затем перекачивают притир по плите, пока втулки или бруски его не будут насыщены в достаточной степени. После этого вводят притир в обрабатываемое отверстие

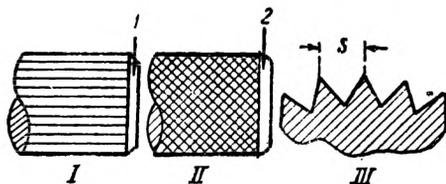


Фиг. 312. Простейший притир для отделки отверстий.

и при вращении детали перемещают притир вперед и назад вдоль отверстия.

§ 63. Накатывание

Виды накаток. Те части (поверхности) различных инструментов, которые охватываются рукой рабочего (рукоятки калибров, головки винтов и т. д.), для более удобного пользования ими снабжаются так называемой накаткой. Накатка бывает прямая (фиг. 313—*I*) и перекрестная (фиг. 313—*II*). Шаг накатки s (фиг. 313—*III*) делается от 0,5 до 1,2 мм — при прямой накатке и от 0,5 до 2 мм — при перекрестной. Чем тверже деталь и чем больше ее диаметр, тем крупнее должен быть шаг накатки. Накатываемые поверхности следует изготовлять с прямыми 1 или закругленными 2 фасками.



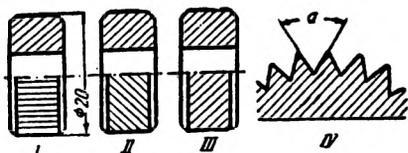
Фиг. 313. Виды накаток.

Ролики для накатывания. Ролик для получения прямой накатки показан на фиг. 314—*I*. Для получения перекрестной накатки необходимо иметь два ролика — с левой (фиг. 314—*II*) и с правой (фиг. 314—*III*) нарезкой. Диаметр роликов обычно принимается около 20—25 мм, ширина — 10 мм. Угол α между сторонами нарезки (фиг. 314—*IV*) следует брать острее для накатки

твердых материалов (например, при машиноподелочной стали $\alpha = 70^\circ$) и более тупым, если материал накатываемой детали мягок (при латуни $\alpha = 90^\circ$).

Державки для роликов. Державка для ролика, применяемого при образовании прямой накатки, показана на фиг. 315—I. Ролик 1 расположен в прорези 2, сделанной в державке, и вращается на пальце 3. Такие же державки делаются и для роликов с наклонной нарезкой.

Перекрестная накатка производится за два приема — сначала роликом с левой, а потом с правой нарезкой или наоборот. Для

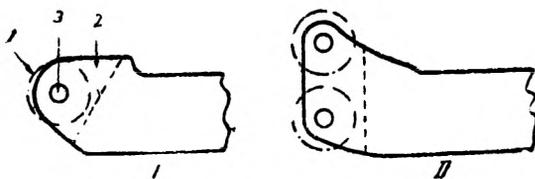


Фиг. 314. Ролики для накатывания

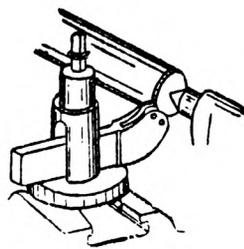
ускорения накатывания следует пользоваться державкой, изображенной на фиг. 315—II, с двумя роликами — правым и левым. В этом случае накатывание производится одновременно обоими роликами.

Практика накатывания. На фиг. 316 показано накатывание правого конца валика. Державка с двумя роликами (фиг. 315—II) закреплена в резцедержателе станка. Деталь вращается в обычном направлении. Скорость вращения зависит от материала детали и принимается около 10 м/мин, если обрабатывается машиноподелочная сталь средней твердости, и около 45 м/мин — при накатывании латунной детали.

Накатка требуемой глубины получается после нескольких проходов ролика. Чем крупнее накатка и чем тверже материал, тем больше должно быть сделано проходов. Так, например, накатка с шагом 1,2 мм на стальной детали может быть получена



Фиг. 315. Державки для роликов.



Фиг. 316. Накатывание.

за 6—8 проходов, а на латунной — за 4—6 проходов ролика.

Подача роликов в продольном направлении колеблется от 1 до 3 мм на оборот детали, в зависимости от ее диаметра. Чем меньше этот диаметр, тем медленнее должна быть продольная подача роликов.

Во время накатывания шпиндель задней бабки следует выдвинуть как можно меньше, а задний центр возможно плотнее прижать к детали (поэтому его надо смазывать чаще обыкновенного). Накатка получается чище и ровнее, если накатываемое место поливать машинным маслом.

После того как накатывание закончено, на концах накатанной поверхности следует проточить фаски 1 и 2 (фиг. 313).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

§ 64. Погрешности при измерении деталей

Предварительные замечания. Несмотря на всю тщательность измерения детали, результаты всегда получатся не вполне точные вследствие несовершенства как измерительных инструментов, так и способов измерения.

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 равен 25 мм, и при этом получены два результата — 25,0 мм и 25,5 мм, то степень точности измерения равна 0,5 мм ($25,5 \text{ мм} - 25 \text{ мм} = 0,5 \text{ мм}$). Когда говорят, что степень точности измерения 0,5 мм, то это значит, что разность между действительным размером детали и полученным измерением ее не превышает 0,5 мм в ту или другую сторону.

Совершенно очевидно, что чем точнее надо измерить обрабатываемую деталь, тем лучше должен быть измерительный инструмент. Поэтому для низких степеней точности применяются грубые инструменты, а для точных работ пользуются более совершенными измерительными инструментами.

Во время работы резца образуется теплота, часть которой переходит в обрабатываемую деталь. Последняя нагревается, вследствие чего все размеры ее увеличиваются. Если произвести измерение этой детали до ее остывания, снятые (может быть, очень правильно) размеры могут оказаться значительно больше тех, которые будут получены после измерения остывшей детали, и в результате получится брак.

Есть еще одна причина неточности обработки, связанная с неточностью измерения. Дело в том, что поверхности, обработанные резцом, получаются не гладкие, а с небольшими выступами, которые при нажатии на них зубцами измерительных инструментов сминаются, и снятые при этом размеры не будут совпадать с действительными. Остановимся на этих причинах несколько подробнее.

Влияние на точность измерений температуры обрабатываемых деталей. При точных измерениях деталей, обрабатываемых на токарных станках, необходимо учитывать температуру, при которой производится измерение.

Все металлы от теплоты расширяются. Единицей для измерений увеличения размеров металлических деталей от нагревания является коэффициент расширения. Коэффициентом расширения от нагревания называется то удлинение, которое получает тело на

длину 1 м при повышении его температуры на 1°. Приводим некоторые коэффициенты расширения:

Сталь .	9,5 — 1,35 ¹ μ
Чугун	9 "
Бронза .	18 "
Алюминий	. 24 "

Таким образом, если чугунная деталь диаметром 250 мм обрабатывалась без охлаждения и измерение ее произведено в то время, когда температура детали была 60°, вместо действительного размера получится другой, который можно заранее подсчитать. Если в мастерской, например, 20° (летом), то и температура измерительного прибора будет 20°, а разность между температурой среды и болванки составит 60° — 20° = 40°. Из сказанного выше мы знаем, что при повышении температуры чугунной детали длиной в 1 м, т. е. 1000 мм, длина ее увеличится на 9 μ. Размер данной детали не 1000, а 250 мм, т. е. в 4 раза меньше, поэтому и увеличение его при повышении температуры на 1° составит:

$$\frac{9}{4} = 2,25 \mu,$$

а при нагревании (по условию) на 40°:

$$2,25 \cdot 40 = 90 \mu \cong 0,1 \text{ мм.}$$

Если бы температура детали была не 40, а 30°, то и ошибка измерения оказалась бы другой. Следовательно, для того чтобы снять точный размер детали, необходимо знать температуру, при которой она измерялась.

Точно так же совершенно необходимо, чтобы все калибры и другие измерительные инструменты имели свой номинальный размер при какой-то одной определенной температуре.

В СССР, в большинстве стран Европы и в Америке такой температурой для всех технических измерений условились считать 20° Ц, так что все размеры на чертежах, а также измерения относятся к этой так называемой нормальной температуре.

Кроме изменения размеров во время нагревания, детали, казавшиеся правильно обработанными в нагретом состоянии, после охлаждения часто могут оказаться овальными, конусными, покорбленными и т. д.

Влияние на точность измерений качества обработанной поверхности. На фиг. 307 показана в увеличенном виде поверхность, обработанная резцом, радиус закругления вершины которого равен 0,4 мм, при подаче 0,4 мм/об. Высота гребешков при этом получалась равной 0,05 мм, так что диаметр, измеренный по вершинам гребешков, больше диаметра, измеренного по впадинам, на 0,1 мм.

При большой подаче выступы и впадины на поверхности детали иногда бывают настолько велики, что, измеряя диаметр этой

¹ В зависимости от химического состава.

детали сначала по выступам, а затем по впадинам, можно получить разность до 1 мм. При чистовой обточке поверхности получаются глаже. Тем не менее следы инструмента всегда имеются на поверхности детали и влияют на точность измерения ее (правда, в разной степени).

§ 65. Точность измерения стальной линейкой, кронциркулем, нутромером и штангенциркулем

Стальные линейки, широко применяющиеся при измерении неточных диаметров и особенно часто при измерении длины обрабатываемых деталей, имеют деления, наносимые на автоматических делительных машинах, причем точность получается в пределах ± 1 мм на 1 мм длины линейки, т. е. в пределах $\pm 0,1\%$. Ширина штрихов точных линеек делается 0,08—0,12 мм, а более грубых 0,12—0,2 мм. Во многих случаях, однако, ширина штрихов линеек с делениями доходит до 0,3 мм. Для производства измерений линейкой конец ее прикладывается к торцу или уступу детали таким образом, чтобы ось нулевого штриха совпала с торцом линейки. Это, однако, понижает точность линейки по мере износа ее торца. Поэтому точные линейки имеют нулевой штрих, расположенный на некотором расстоянии от конца ее (обычно 10 мм).

При измерении детали непосредственным наложением на нее линейки необходимо внимательно следить за тем, чтобы линейка правильно располагалась относительно детали. Так, например, при измерении длины цилиндрических деталей линейка должна лежать точно по образующей цилиндра, так как при наклонном положении линейки будут получаться неправильные (увеличенные) размеры. Измерение диаметров требует такого положения линейки, чтобы кромка ее проходила через центр детали (иначе будет измеряться хорды, а не диаметры).

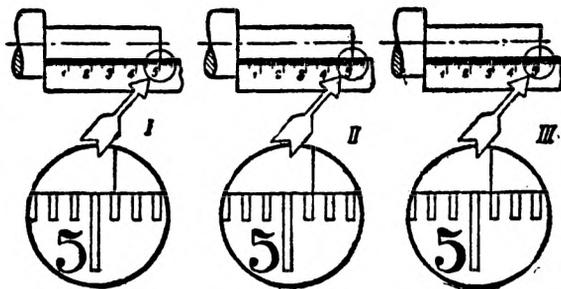
При определении размера по линейке надо внимательно следить за тем, как располагается относительно торца или уступа измеряемой детали ближайший штрих линейки, причем нужно правильно учитывать его ширину. Если при наложении линейки на деталь с торцом ее совпадет как раз середина штриха линейки 51 (фиг. 317—I), то можно считать, что измеренная длина равна 51 мм. При положениях штриха линейки, показанных на фиг. 317—II и III, необходимо учитывать ширину штриха. Если данная линейка средней точности, т. е. штрих ее равен около 0,2 мм, то отсчет по фиг. 317—II следует принять равным $51 + 0,1 = 51,1$ мм, а по фиг. 317—III равным $51 - 0,1 = 50,9$ мм.

При отсчете показания линейки глаз измеряющего, кромка детали и совпадающее с ней деление должны лежать на одной прямой во избежание значительных ошибок.

Кронциркули и нутромеры. Вращение ножек кронциркуля и нутромера около соединяющей их оси должно быть достаточно тугим, чтобы они могли удерживать придаваемые им при измерении положения. Для этого ось их должна быть правильно выточена и плотно пригнана к отверстию ножек. Чтобы движение но-

жек было плавным, между ними часто ставят шайбу из желтой меди толщиной 0,3—0,5 мм.

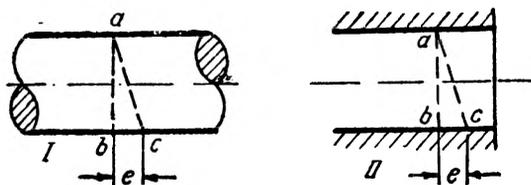
Губки кронциркуля должны прилегать друг к другу совершенно плотно, без просвета. Несоблюдение этого правила часто служит причиной неточности измерений таким кронциркулем (если, например, размер деталей взят одними концами губок, а отсчет по линейке сделан по другим концам). Измерение раствора кронциркуля или нутромера по линейке с делениями



Фиг. 317. Измерение по линейке с учетом ширины ее штриха.

обычно производится с точностью не выше 0,2—0,5 мм. При установке кронциркуля не по линейке, а по гладкому калибру точность измерения им может достигать 0,03—0,05 мм.

Значительные ошибки измерений кронциркулем и нутромером во многих случаях объясняются неправильной установкой их по отношению к измеряемой детали. Выше мы говорили, что при



Фиг. 318. Ошибка измерения, получающаяся при неправильной установке кронциркуля (I) и нутромера (II).

измерении наружных диаметров необходимо, чтобы ножки кронциркуля располагались в плоскости, перпендикулярной к оси детали. При измерении диаметров отверстий нутромер следует устанавливать так, чтобы ось его совпадала с осью измеряемого отверстия.

Пусть при измерении вала кронциркулем последний был установлен так, что ножки его коснулись поверхности вала не в точках a и b (фиг. 318—I), как это требуется для правильного измерения, а в точках a и c . Очевидно, что размер ac больше действительного диаметра вала. Ошибка измерения получится тем

значительней, чем больше было допущено отклонение (т. е. размер e) кронциркуля от правильного положения. В табл. 9 указаны ошибки измерений, получившиеся при некоторых диаметрах измеряемых валов и отклонениях кронциркуля от правильного положения.

Таблица 9

Ошибки измерений диаметра вала при неправильной установке кронциркуля

Диаметр вала в мм	Ошибки в установке кронциркуля в мм (размер e)			
	1	2	3	4
	Ошибка измерения в мм			
25	0,02	0,08	0,18	—
50	0,01	0,04	0,09	0,16
100	—	0,02	0,05	0,08

Из этой таблицы видно, например, что если при измерении вала диаметром 50 мм одна из ножек кронциркуля смещена на 3 мм, то ошибка измерения составит 0,09 мм, т. е. около 0,1 мм. Во многих случаях это недопустимо, а между тем такое отклонение кронциркуля от правильного положения на практике возможно.

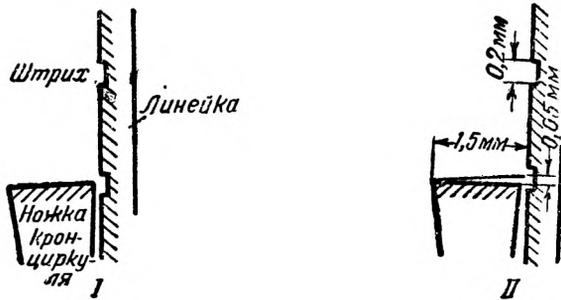
Если при измерении отверстия ось нутромера расположить не по оси отверстия (фиг. 318—II), так что ножка коснется поверхности отверстия не в точках a и b , а в точках a и c , то вместо действительного диаметра отверстия, равного ab , будет снят неправильный размер ac . Ошибка измерения и в этом случае, при некоторых диаметрах отверстия и отклонениях нутромера от правильного положения, может быть определена по табл. 9. При этом возможность неправильной установки нутромера больше, чем вероятность ошибки при установке кронциркуля.

При отсчете раствора кронциркуля или нутромера по линейке необходимо выполнять изложенные выше правила непосредственного измерения линейкой. В этом случае следует учитывать положение ножки измерительного инструмента относительно штриха линейки. Кроме того, при отсчетах надо смотреть на линейку по перпендикуляру к ней. В самом деле, если ножка кронциркуля расположена точно над серединой штриха (на фиг. 319 штрих линейки и другие детали показаны для наглядности в увеличенном масштабе), то отсчет будет правильным только в том случае, когда луч зрения направлен по перпендикуляру к линейке (фиг. 319—I). Если же этот луч направлен наклонно по отношению к ней (фиг. 319—II), то отсчет окажется неверным. Так, например, если ширина штриха линейки 0,2 мм, ножки кронциркуля — 1,5 мм, а глаз измеряющего находится на расстоянии 250 мм от линейки (обычное положение) и в 8 мм от перпендикуляра к ней, то получится ошибка в 0,05 мм (фиг. 319—II).

Штангенциркули обыкновенные. Точность измерения штангенциркулем равняется частному от деления одного деления линейки на число делений нониуса. В рассмотренном выше штангенциркуле (типа «Колумбус») эта точность равна

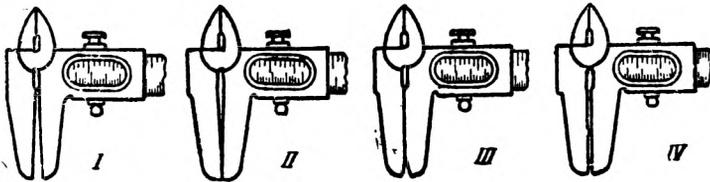
$$\frac{1 \text{ мм}}{10} = 0,1 \text{ мм.}$$

Ошибки при измерении штангенциркулем могут происходить прежде всего от неисправности самого штангенциркуля. Необходи-



Фиг. 319. Ошибка в отсчете по линейке при неправильной установке ее относительно глаза измеряющего.

димо, чтобы при плотно прилегающих одна к другой ножках нули основной линейки и нониуса совершенно точно совпадали. Прилегание ножек должно быть равномерным, без просвета по всей длине. На фиг. 320 показаны четыре возможных случая неправильности ножек штангенциркуля «Колумбус». В случае, изображенном на фиг. 320—I, прилегание ножек имеет место только



Фиг. 320. Неправильности штангенциркуля «Колумбус».

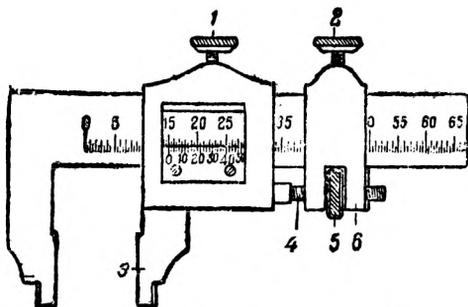
у верхних концов, в случае, показанном на фиг. 320—II,—только у нижних, что объясняется или общей неисправностью штангенциркуля или слишком большими зазорами между основной линейкой и движком. В исправном штангенциркуле движок должен перемещаться по линейке плавно, без всякой качки. На фиг. 320—III показаны губки, получающиеся при износе рабочих концов их, а на фиг. 320—IV изображены губки штангенциркуля, одна из которых имеет забоину.

При измерении штангенциркулем как наружных, так и внутренних диаметров следует соблюдать изложенные выше правила установки измерительных инструментов относительно детали.

§ 66. Точные инструменты для измерения гладких деталей

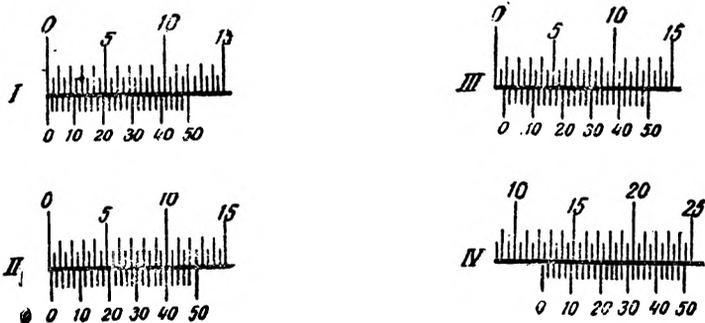
Точный штангенциркуль. Для измерения длины и диаметра деталей, обрабатываемых на токарных станках с большой точностью, пользуются штангенциркулями, которые отличаются от рассмотренных выше устройством нониуса, позволяющего производить более точные отсчеты. Область применения этих штангенциркулей при измерении диаметров ограничивается сравнительно небольшой длиной их ножек.

Один из таких штангенциркулей показан на Фиг. 321. Подвижная губка его состоит из двух частей — собственно губки 3 и добавочного ползунка 6, при помощи которого производится точная установка штангенциркуля. Освободив



Фиг. 321. Точный штангенциркуль.

винты 1 и 2, закрепляющие подвижную губку и ползунок на штанге штангенциркуля, грубо устанавливают штангенциркуль на требуемый размер; губка 3 и ползунок 6 перемещаются при этом вместе. Затем закрепляют ползунок 6 винтом 2 и при помощи микрометрического винта 4, вращая накатанную гайку 5, точно



Фиг. 322. Отсчет на точном штангенциркуле.

устанавливают штангенциркуль. Закрепив винт 1, читают полученный размер. В точных штангенциркулях деления нониуса настолько мелки, что при отсчете размеров пользуются лупой.

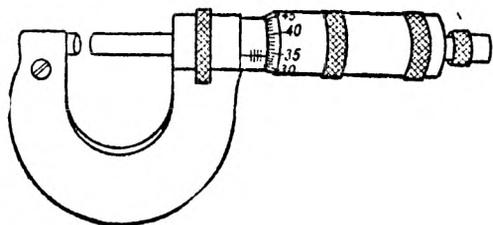
Шкала нониуса штангенциркуля разделена на 25 делений, каждое из которых принимается за два деления. Поэтому, например, у 5-го штриха нониуса поставлена цифра 10, обозначающая десять делений его, а у 15-го — цифра 30, так как этот штрих соответствует 30-му делению нониуса, и т. д. Точно так же первый штрих нониуса рядом (справа) с 10-м делением дает 12 делений нониуса, а 4-й штрих его, после обозначенного цифрой 30, соответствует 38-му делению его.

Полная длина нониуса — 12 мм (фиг. 322—I), так что каждая часть шкалы его (или два деления нониуса) равна

$$\frac{12}{25} = 0,48 \text{ мм.}$$

Особенность этого штангенциркуля состоит и в том, что нониус его отнесен не к целому миллиметру, а к половине его. В соответствии с этим каждое деление штанги равно 0,5 мм. Поэтому в тот момент, когда первый штрих нониуса точно совпадет с первым штрихом штанги, расстояние между ножками штангенциркуля составит $0,5 - 0,48 = 0,02$ мм.

Фиг. 322—I изображает положение нониуса относительно штанги, когда губки штангенциркуля плотно сдвинуты и инструмент показывает нуль. На фиг. 322—II нулевой штрих нониуса еще не прошел 1-го штриха штанги, соответствующего 0,5 мм, причем наиболее точно совпадает со штрихом штанги 3-й штрих нониуса после отмеченного цифрой 30. По вышеустановленному



Фиг. 323. Микрометр (общий вид).

правилу этот штрих нониуса соответствует 36-му делению его. Штангенциркуль показывает 0,36 мм. Если нулевой штрих нониуса прошел штрих штанги, соответствующий половине миллиметра, то к показаниям нониуса следует прибавить 0,5 мм. Таким

образом, на фиг. 322—III штангенциркуль показывает 0,86 мм. Показание штангенциркуля на фиг. 322—IV соответствует 12,28 мм.

Точность рассмотренного штангенциркуля составляет

$$\frac{1 \text{ мм}}{50} = 0,02 \text{ мм.}$$

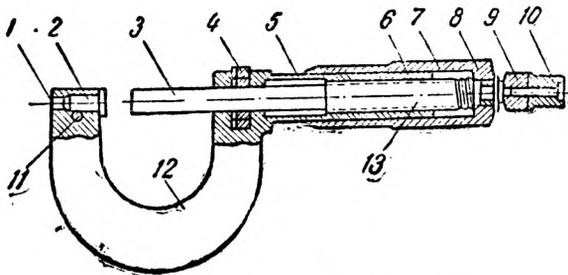
Микрометры для измерения длин и наружных диаметров. Рассматривая штангенциркули, мы видели, что вследствие незначительной длины ножек эти инструменты мало пригодны для измерения больших диаметров. Более удобен для этого другой точный измерительный инструмент — микрометр.

Обыкновенный микрометр для измерения длин и наружных диаметров показан на фиг. 323, разрез его — на фиг. 324. В левом конце дуги 12 имеется закаленная пятка 2, которая закрепляется в дуге 12 винтом 11. Посредством винта 1 пятку можно выдвинуть из дуги, что бывает необходимо при проверке микрометра. Другой конец дуги имеет хвост в виде цилиндрического стебля 5, в который вставлена нарезанная внутри трубочка 6. Правый конец трубочки нарезан на небольшой длине снаружи, причем резьба сделана на конусе так, что, наворачивая гаечку 7,

можно несколько сжимать трубочку. Шпиндель 3, правый конец которого нарезан точно по внутренней резьбе трубочки 6, при вращении за головку 9 перемещается вправо или влево. На шпинделе 3 закреплена гильза 8, охватывающая стебель 5. Шпиндель 3 может быть закреплён в требуемом положении накатанным кольцом 4.

Измеряемый предмет зажимается между пяткой 2 и концом (также закалённым) шпинделя 3. Для того чтобы этот зажим был всегда равномерным; микрометр снабжается так называемой трещоткой 10, установленной у головки 9 стержня 3. Как только стержень 3 упрётся в измеряемую деталь и достаточно плотно прижмётся к ней, перемещение его прекращается, потому что трещотка 10, за которую вращают стержень 3, будет про- скакивать.

Трещотка рассматриваемого микрометра изображена в увеличенном виде на фиг. 325, где 1 — часть гильзы 1, обозначенной на фиг. 324 цифрой 8, и 4 — конец шпинделя 3 (фиг. 324).



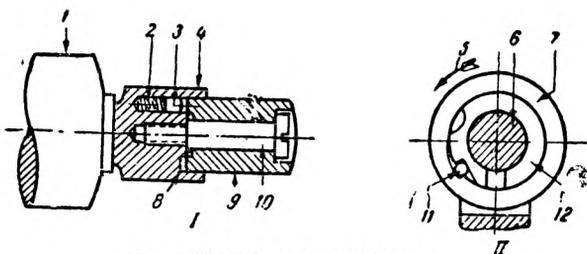
Фиг. 324. Разрез микрометра.

Головка 9 имеет на своем торце зубчики 8, во впадины между которыми входит штифт 3, находящийся под действием пружинки 2. Штифт и пружинка расположены в отверстии, сделанном в правом конце шпинделя 3. Винт 10 удерживает головку трещотки на своем месте. Вращая головку 9, мы будем вращать и шпиндель 3 (фиг. 325—I), а следовательно, перемещать его. Но как только конец шпинделя 3 (фиг. 324) упрётся в измеряемую деталь, прижмётся к ней достаточно плотно и всегда с одинаковой силой (это и обеспечивает точность измерения микрометром), перемещение его прекращается, несмотря на то, что вращение головки 10 продолжается. С этого момента зубчики 8 головки 10 будут отжимать влево штифт 3, и головка станет вращаться вхолостую.

На фиг. 325—II показано в разрезе (также в увеличенном масштабе) устройство накатанного кольца 4 (фиг. 324). Кольцо это состоит из наружного кольца 7, внутреннего пружинного кольца 12 и ролика 11. Цифрой 6 на фиг. 325—II обозначен шпиндель 3 (фиг. 324). Пружинное кольцо 12 (фиг. 325—II) закреплено в скобе микрометра, а наружное кольцо 7 может свободно поворачиваться. При повороте кольца 7 (как видно из

Фиг. 323, наружная поверхность его накатана) по стрелке 5 ролик 11, двигаясь по наклонному срезу внутреннего кольца 12, заставит сжаться это кольцо и закрепить шпindel 6. При повороте кольца 12 в обратном направлении (против стрелки 5) ролик 11 отходит в прежнее положение, кольцо 12 разжимается, и измерительный стержень микрометра получает возможность вращаться.

Для отсчета размеров микрометром на стебле 5 (фиг. 324) проведена продольная риска, по обе стороны которой (а иногда

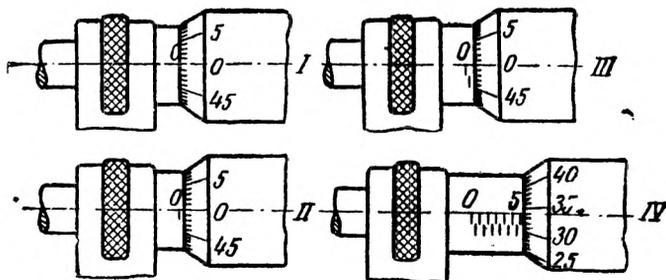


Фиг. 325. Детали микрометра.

и по одну) нанесены деления. Одно деление, отмеченное длинным штрихом, равно 1 мм, короткие штрихи дают 0,5 мм.

Резьба 13 шпинделя 3 сделана так, что за один полный оборот он перемещается на 0,5 мм, т. е. на одно маленькое деление.

Левый конец гильзы 8 сточен на конус, и на конусной части также нанесены деления. Таких делений сделано 50. Выше мы



Фиг. 326. Отсчет по микрометру.

сказали, что один полный оборот шпинделя 3 соответствует его перемещению на 0,5 мм. Понятно поэтому, что поворот гильзы 8 на одно деление дает перемещение шпинделя 3 на

$$\frac{0,5}{50} = \frac{1}{100} \text{ мм.}$$

Когда шпindel 3 подведен к пятке 2, микрометр должен показать нуль. В этот момент конец гильзы 8 совпадает с нулевым штрихом 5, и нулевое деление гильзы, нанесенное на скошенной части, совпадет с продольной риской (фиг. 326—I). Если мы по-

вернем гильзу 8 на один полный оборот, то получим положение ее, изображенное на фиг. 326—II. Микрометр показывает 0,5 мм. Сообщив гильзе еще один полный оборот, мы будем иметь расстояние между пяткой 2 и шпинделем 3 ровно в 1 мм (фиг. 326—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 8 не совпадет с продольной риской втулки 5. Деление гильзы 8, совпадающее в этот момент с продольной риской втулки 5, покажет, сколько сотых долей миллиметра прошел стержень 3 сверх целого миллиметра (напоминаем, что каждое деление скошенной части гильзы 8 соответствует перемещению стержня 3 на $\frac{1}{100}$ мм). На фиг. 326—IV изображено положение гильзы, при котором микрометр показывает 6,34 мм.

Изображенный на фиг. 323 микрометр служит для измерений в пределах от 0 до 25 мм, следующий размер микрометра — от 25 до 50 мм, затем — от 50 до 75 мм и т. д. Для измерения больших длин применяются микрометры, отличающиеся от показанного на фиг. 323 только размерами и конструкцией дуги 12 (фиг. 324).

Ошибки при измерении микрометрами получаются как от недостатков и неисправностей самого инструмента, так и вследствие неправильного использования его. Основной причиной ошибки первого вида является прежде всего неточность винта в пределах одного оборота (называемая неточностью шага резьбы винта, ее профиля и несоответствием размеров резьбы винта и гайки) или (в особенности) в пределах всей длины нарезанной части. В последнем случае, при наличии постоянной ошибки шага винта, направленной в одну сторону, общая ошибка может быть значительна.

Именно поэтому пределы применения каждого размера микрометра сравнительно невелики (от 0 до 25 мм, от 25 до 50 мм и т. д.); при большей длине нарезки винта общая ошибка резьбы, а, следовательно, и точности отсчета при крайних положениях измерительного стержня получаются чрезмерно большими.

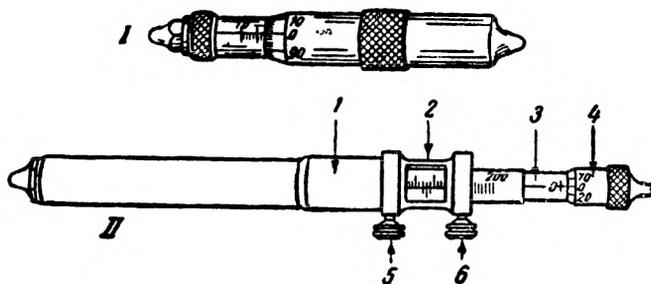
Следующие причины неточности микрометров — это наличие мертвого хода в винте и гайке, ошибки в делениях шкалы, по которым производится отсчет показания микрометра, и, наконец, непараллельность измерительных поверхностей неподвижной пяты и шпинделя микрометра.

У наиболее точных микрометров погрешности перемещения измерительного стержня при вращении винта обычно не превышают 3 м. Поэтому точность измерения микрометрами этих конструкций, без учета ошибок винта, при очень тщательном их изготовлении можно принимать (при чистой поверхности измеряемой детали) в 3 м. Такими микрометрами пользуются главным образом для шлифовальных работ, а для работ на токарных станках применяются микрометры, точность измерения которых ко-

леблется от 0,008 до 0,010 мм. Плохие микрометры часто дают ошибки в несколько сотых миллиметра.

Ошибки, которые получаются вследствие неправильной установки микрометра относительно измеряемой детали (см. сказанное выше по этому вопросу о кронциркулях и штангенциркулях), приобретают, ввиду высоких требований к точности измерений, особое значение. Поэтому установку микрометра относительно измеряемой детали следует производить с особой тщательностью.

Вследствие возможного мертвого хода микрометра шпindelъ его всегда следует подводить к детали с одной стороны. Таким образом, если изделие оказалось зажатым микрометром слишком сильно, надо отвести шпindelъ в сторону и после этого снова прижать его с правильным давлением. Пользуясь микрометром как скобой, не следует с силой надвигать его на деталь, так как при этом уменьшается точность отсчета и портится сам микрометр.



Фиг. 327. Штихмас обыкновенный (I) и раздвижной (II).

Микрометры для внутренних измерений. Микрометры для внутренних измерений часто называют штихмасами. Обыкновенный штихмас (на фиг. 327—I) снабжен таким же микрометрическим винтом, как и микрометр для наружных измерений, так что с его помощью можно производить измерение с точностью до $\frac{1}{100}$ мм.

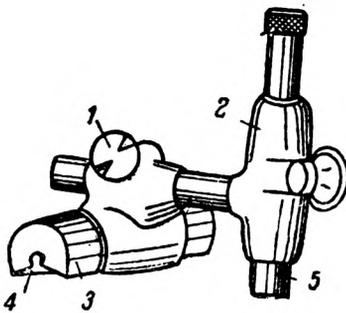
Отсчет снятого размера производится точно так же, как обыкновенным микрометром.

При измерении отверстий больших диаметров пользуются так называемыми раздвижными штихмасами (фиг. 327—II). Стержень 3, на котором нанесены миллиметровые деления, входит в другой пустотелый стержень 1, на левом конце которого имеется закаленный наконечник. На правом, утолщенном конце стержня 1 сделан прорез 2, на одной стороне которого нанесен штрих. С этим штрихом должно совпадать одно из делений стержня 3. Для закрепления стержня 3 служат винты 5 и 6. Стержень 3 заканчивается головкой 4, устройство которой не отличается от устройства обыкновенного штихмаса (фиг. 327—I). Грубая установка этого инструмента производится вдвижением и выдвиганием стержня 3, точная — головкой 4.

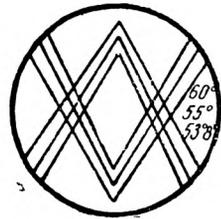
§ 67. Инструменты для измерения точных резьб

Измерение угла профиля резьбы. Угол профиля резьбы зависит от профиля и установки резьбового резца. Поэтому во многих случаях проверка профиля резьбы практически заменяется проверкой профиля и установки резьбового резца на станке.

Обе эти проверки осуществляются особым прибором, так называемой лупой Цейсса (фиг. 328). Оправка 3 лупы имеет вырез 4, которым она накладывается на нарезаемую деталь, а предварительно закрепленный резец подводится под трубу 5. В последней имеется стеклянная пластинка, на которой нанесены углы: 60° — для проверки резцов, применяемых при нарезании метрической резьбы, 55° — для дюймовой и $53^\circ 8'$ — для резьбы Левенгерца¹. Если профиль резца, видимый в лупу, полностью



Фиг. 328. Лупа Цейсса.



Фиг. 329. Пластинка с углами резцов в лупе Цейсса.

совместится с соответствующим углом, нанесенным на пластинке, — значит профиль резца правилен и установлен верно.

На фиг. 329 показана часть стеклянной пластинки, находящейся в трубе 5. Углы, обращенные вершинами вниз, предназначаются для проверки профиля и установки резцов, применяемых для нарезания внутренней резьбы. Для этой проверки освобождают винт 1 (фиг. 328), вынимают держатель 2 вместе с трубой 5 из оправки 3 и заменяют последнюю валиком, снабженным фланцем.

Фланец прижимают к проточенному торцу детали, закрепленной в патроне, и производят проверку профиля и установки резца.

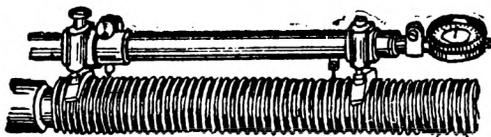
Измерения шага. Для точного измерения шага резьбы пользуются различными приборами; один из них изображен на фиг. 330. Установка вставок этого прибора (на концах их имеются шарики) на желаемую величину шага производится по эталону. Отклонение измеряемого шага при вводе вставок во впадины резьбы определяется по показаниям стрелки индикатора с точ-

¹ Резьба Левенгерца применяется в отечественном машиностроении только при изготовлении частей к старым машинам и приборам.

ностью до 0,01 мм на всю длину измеряемого участка резьбы. Чем больше этот участок, тем точнее определяется действительная величина шага на нем.

Измерение наружного диаметра точных резьб производится при помощи точного штангенциркуля или микрометра.

Измерение среднего диаметра осуществляется специальным микрометром с особыми сменными наконечниками. Для этой цели очень удобно использовать и обыкновенные микрометры применяя шариковые наконечники. Два таких наконечника показаны на фиг. 331. Наконечник, подобный изображенному на фиг. 331—I, удерживается на пятке и шпинделе микрометра только плотностью посадки. Более совершенный способ закреп-

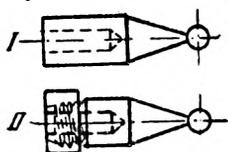


Фиг. 330. Прибор для определения шага резьбы.

пления получается при наконечнике по фиг. 331—II; в этом случае закрепление наконечника получается сжатием нарезанной части его посредством круглой гайки с внутренним конусом.

Рассмотренные выше кронциркуль и микрометр с шариковыми наконечниками, установленные по эталону, обычно работают по способу сравнительного измерения. В таких случаях при пользовании этими инструментами устанавливается только соответствие проверяемой нарезки эталону, но отклонения ее от правильного размера остаются не установленными.

Во многих случаях, однако, этими же инструментами пользуются и для измерения среднего диаметра данной резьбы, при-



Фиг. 331. Наконечники к микрометру для измерения среднего диаметра резьбы.

бегая при этом к ряду приемов и подсчетов, посредством которых определяется расстояние между крайними точками шариков. Для определения этого расстояния служит формула

$$M = d_0 - 1,6008 s + 1,1657 D, \quad (43)$$

где M — раствор микрометра (расстояние между точками шариков, лежащих на оси стержней микрометра); d_0 — наружный диаметр резьбы в мм, s — шаг резьбы в мм; D — диаметр шариков в мм.

Диаметр шариков в свою очередь определяется по формуле

$$D = \frac{s}{p}, \quad (44)$$

где s — шаг резьбы в мм, $p = 1,732$ при метрической и $p = 1,774$ при дюймовой резьбе.

Пример. Требуется установить микрометр с шариковым наконечником для среднего диаметра метрической резьбы, если $d_0 = 20$ мм, а шаг $s = 2,5$ мм.

По формуле (44) находим диаметр шарика, который будет касаться боковых сторон нарезки на ее среднем диаметре. Имеем:

$$D = \frac{s}{p} = \frac{2,5}{1,732} = 1,4433 \text{ мм.}$$

Поэтому по формуле (43) находим:

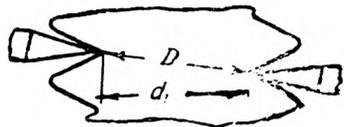
$$M = d_0 - 1,6008 s + 1,1657 D = 20 - 1,6008 \cdot 2,5 + 1,1657 \cdot 1,4433 \approx 17,68 \text{ мм.}$$

Измерения внутреннего диаметра. Одним из более совершенных способов измерения внутреннего диаметра следует считать применение микрометров с острыми наконечниками.

Наконечники делаются подобно показанным на фиг. 331, но с заменой шарика острием.

Конус наконечника не должен касаться боковых сторон резьбы, поэтому угол его берется меньше угла профиля резьбы на $15-20^\circ$; вместе с тем и притупление измеряющего острия должно быть меньше притупления дна впадины резьбы.

При измерении внутреннего диаметра резьбы измерительный инструмент (микрометр) располагается по отношению к оси резьбы не перпендикулярно, а под углом, равным углу ее подъема, поэтому показания его будут несколько большими по сравнению с истинным внутренним диаметром резьбы. Для определения величины внутреннего диаметра, измеряемого по перекосу или по диагонали, можно пользоваться следующей формулой (фиг. 332).



Фиг. 332. Измерение внутреннего диаметра резьбы по перекосу.

где

$$D = \sqrt{d_1^2 + \frac{s^2}{4}} \quad (45)$$

D — размер внутреннего диаметра по перекосу в мм,

d_1 — внутренний диаметр резьбы в мм;

s — шаг резьбы в мм.

Пример. Определить размер внутреннего диаметра по перекосу метрической резьбы 20 мм, если известно, что внутренний диаметр этой резьбы равен 16,527 мм, а шаг ее 2,5 мм.

Имеем $d_1 = 16,527$ мм, $s = 2,5$ мм. По формуле (45) находим:

$$D = \sqrt{d_1^2 + \frac{s^2}{4}} = \sqrt{16,527^2 + \frac{2,5^2}{4}} \approx 16,57 \text{ мм;}$$

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

§ 68. Точность размеров деталей, достигаемая при обработке их на токарном станке

Погрешности при обработке деталей на токарном станке. Токарные станки используются для обработки самых разнообразных деталей машин. Разнообразие это выражается как в материале, форме и размерах, так и в требованиях, предъявляемых к точности этих деталей. Требовать одинаковой точности от всех деталей, которые приходится обрабатывать на одном и том же станке, не следует. Например, нет никакой надобности, чтобы шпиндель задней бабки (который должен плотно, без качки входить в отверстие этой бабки) и рукоятка винта поперечной подачи супорта были обработаны с одинаковой точностью. Это станет еще более очевидным, если мы сопоставим требования, предъявляемые к деталям какой-либо сельскохозяйственной машины (например, молотилки) и некоторым частям точных измерительных инструментов (например, микрометров).

Вообще обрабатывать все детали с одинаковой точностью невозможно, так как, независимо от материала, формы, размеров и назначения деталей, сделать их совершенно точными нельзя. Размеры деталей после обработки всегда будут больше или меньше заданных. Разница между заданными размерами, т. е. проставленными на чертеже (или размерами образца), по которым обрабатывается данная деталь, и теми, которые будет иметь эта деталь после обработки, называется точностью обработки. Величина этой разницы определяет степень точности обработки: чем разница меньше, тем выше точность обработки, и наоборот. Степень точности обработки выбирается в каждом отдельном случае в зависимости от назначения детали.

Невозможность обработать на токарном станке какую-либо деталь совершенно точно объясняется рядом причин, главнейшими из которых являются:

- 1) неточность станка, на котором производится данная обработка;
- 2) ошибки, получающиеся вследствие неправильных размеров, установки и износа режущего инструмента;
- 3) неправильные установка и закрепление детали;
- 4) ошибки измерений, характер и происхождение которых мы уже рассмотрели (§ 64);
- 5) прочие причины, к которым относятся: а) изменение формы и размеров деталей после обработки (вследствие освобождения при снятии корки внутренних напряжений, возникших при остывании детали после ее отливки); б) индивидуальные ошибки рабочего, вызываемые недостаточной его квалификацией или невнимательностью.

Погрешности, получающиеся при обработке деталей и зависящие от точности станка и инструмента. Неточность станка отражается на правильности формы обрабатываемой на нем детали. Вместо цилиндрических поверхностей во многих случаях получаются овальные, вследствие чего измерение двух взаимно перпендикулярных диаметров детали в одном и том же сечении дает разные величины. Установлено, что овальность деталей, обрабатываемых на средних и малых станках (при высоте центров до 500 мм), не должна превышать 0,005—0,01 мм; в действительности же они нередко бывают больше.

Вторым, довольно частым отклонением от правильности формы цилиндрических (по чертежу) деталей является конусность их, получающаяся вследствие неправильной установки передней бабки (при обработке деталей в патроне) или задней бабки (если обрабатываемая деталь установлена на центрах). Наибольшим допустимым отклонением формы деталей от цилиндра при обработке их на средних и малых станках является конус 0,01—0,02 мм на длине 300 мм. Практически, однако, и это условие оказывается не всегда выполнимым. Если, наконец, направляющие поперечного супорта не перпендикулярны к центральной линии станка, то при торцевой обточке получается не плоскость, а вогнутая или выпуклая (коническая) поверхность.

Не меньшее значение имеют причины неточности обработки деталей, связанные с режущим инструментом. При чистовой обточке длинных деталей резец проходит по обрабатываемой поверхности длинный путь, по окончании которого настолько истирается, что диаметр детали у конца получается больше начального. Эта разница будет тем больше, чем длиннее деталь и чем мельче подача, т. е. чем больше путь, проходимый резцом.

Отверстие в детали, обработанное сверлом, закрепленным в шпинделе задней бабки, никогда не получается с диаметром, равным диаметру сверла, что иногда объясняется неправильной установкой его (вернее, задней бабки), а в большинстве случаев — неправильной заточкой сверла и неравномерной твердостью материала детали.

Даже при надлежащей установке деталь может быть обработана неправильно, если кулачки патрона были зажаты слишком сильно. Если, например, обрабатывается отверстие тонкостенной детали, сильно зажаты кулачками в патроне за наружную поверхность, то после съема детали со станка отверстие окажется нецилиндрическим. С другой стороны, при совершенно правильной установке детали, но при слишком слабом зажатии ее кулачками деталь во время обработки сместится, и обработанная поверхность получится неправильной.

§ 69. Сопряжения деталей и взаимозаменяемость

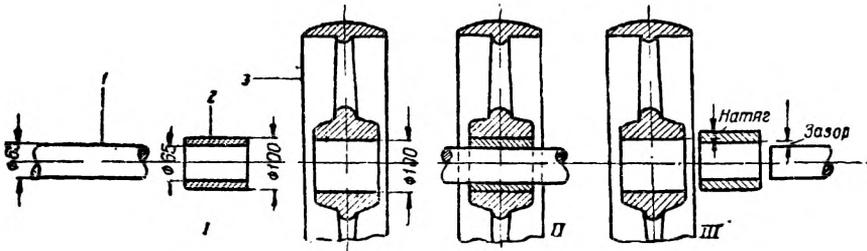
Сопряженные детали. Сопряженными называются две детали, одна из которых охватывает другую. Сопряжение деталей может быть подвижным и неподвижным. Холостой шкив и вал, на котором свободно вращается шкив, являются двумя сопряженными

деталими, причем в данном случае мы имеем подвижное сопряжение. Рабочий шкив, закрепленный на валу, и вал — также сопряженные детали, но это сопряжение неподвижное.

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю охватывающую и внутреннюю охватываемую поверхности. Для круглых тел охватывающая поверхность носит общее название отверстия, а охватываемая — вала, и соответствующие размеры называются диаметром отверстия и диаметром вала.

Обеспечение характера сопряжения деталей при их обработке. Предположим, что на токарном станке должны быть обработаны вал 1 (часть этого вала показана на фиг. 333—I), бронзовая втулка 2 и шкив 3. На фиг. 333—II все эти детали изображены в собранном виде — бронзовая втулка запрессована в шкив и свободно вращается вместе с ним на валу.

Предположим далее, что на чертежах всех этих деталей поставлены размеры (диаметры), указанные на фиг. 333—I. Из сопоставления данных размеров как будто вытекает, что диаметр от-



Фиг. 333. Примеры обработки сопряженных деталей на токарном станке.

верстия во втулке и диаметр вала одинаковы и что наружный диаметр втулки равен диаметру отверстия в ступице шкива.

Выше мы установили, что по ряду причин обработать все эти детали так, чтобы диаметры их были точными, невозможно. Но допустим, что, несмотря на все трудности, нам удалось обработать наши детали совершенно точно. Что получилось бы после этого при их сборке? По условиям работы шкива необходимо, чтобы бронзовая втулка (вместе со шкивом) свободно вращалась на валу и достаточно прочно сидела в ступице шкива. Между тем, если бы диаметры данных деталей (диаметр вала, внутренний и наружный диаметры втулки и диаметр отверстия ступицы) были совершенно точны, то очевидно, что насаживать втулку на вал и шкив на втулку нам пришлось бы с совершенно одинаковым усилием.

В результате получилось бы следующее. Если бы втулка на вал и шкив на втулку вошли свободно, то при работе шкива втулка вращалась бы на валу, а шкив на втулке. Это, очевидно, недопустимо. Если бы, наоборот, для сборки всех этих деталей потребовались значительные усилия (например, удары молотка), то и втулка на валу и шкив на втулке стали бы вращаться с трудом, а может быть, оказались бы насаженными намертво, что также неприемлемо.

Для обеспечения правильной сборки рассматриваемых деталей необходимо некоторое отступление от их номинальных размеров. Отступления эти должны обеспечивать бронзовой втулке (а с ней и шкиву) возможность вращения на валу и достаточно прочное соединение ее со шкивом. Для этого, очевидно, требуется, чтобы диаметр вала был несколько меньше внутреннего диаметра втулки, а наружный диаметр ее — больше диаметра отверстия в ступице шкива. Другими словами, при соединении втулки с валом необходим некоторый зазор, а при соединении ее со шкивом — натяг.

Из фиг. 333—III, на которой зазор между валом и втулкой, а также натяг между втулкой и ступицей шкива показаны для большей наглядности увеличенными и смещенными в одну сторону, видно, что зазор представляет собой разность между диаметрами отверстия и вала, обеспечивающую свободу их относительного движения. Натяг является разностью между диаметрами вала и отверстия (до сборки), создающей после сборки неподвижное соединение.

Взаимозаменяемость. В старину, когда способы обработки деталей и их измерения были очень несовершенными, нельзя было изготовлять взаимозаменяемые части машин. При существовавшем в то время методе сборки, сопровождавшемся пригонкой одной части к другой, качество пригонки в каждом отдельном случае определялось в самом процессе работы рабочим, руководившимся мускульным чувством и осязанием.

Номинальные (т. е. показанные на чертеже) размеры двух собираемых деталей при этом сохранялись, но каждый из них в процессе пригонки изменялся, правда, очень немного. Примитивность и малая точность измерительных инструментов того времени не давали возможности определять получавшиеся при этом отклонения действительных размеров собираемых деталей от номинальных. Отклонения эти не могли быть изучены настолько, чтобы их можно было делать еще до сборки, при обработке деталей на станках.

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 можно заменить другой, ей подобной, и эта деталь должна без дополнительной пригонки занять свое место в машине.

Желание уменьшить объем ручной работы при пригонке, ускорить процесс изготовления различных машин и их деталей, а также необходимость обеспечить 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.

§ 70. Основные сведения о посадках

Что такое посадка. Рассмотрев выше устройство холостого шкива, мы установили, что характер соединений вала с бронзовой втулкой и втулки со шкивом не одинаков. Другими словами, мы установили два типа соединений деталей.

Тип соединения двух вставленных одна в другую деталей, обеспечивающего в той или иной степени (за счет разности действительных размеров) свободу их относительного перемещения (в рассмотренном примере — втулка на валу) или прочность их соединения (втулка в ступице шкива), называют посадкой.

На практике оказалось необходимым иметь не два типа посадок, а значительно больше; от посадки, при которой вал вставляется во втулку под действием прессы, применяется целый ряд постепенных переходов к такой посадке, когда вал вращается во втулке с очень значительной слабиной.

Все посадки, в зависимости от характера соединения частей, можно разделить на следующие две группы:

1. Посадки неподвижные, которые характеризуются плотностью или прочностью при соединении двух деталей. Такого рода соединение получается тогда, когда диаметр вставляемой части превышает диаметр отверстия, в результате чего получается натяг. Пример такой посадки — втулка в ступице шкива.

2. Посадки для свободного движения — подвижные, при которых должно быть предусмотрено постоянное относительное движение соединяемых деталей во время их работы. В этом случае между деталями должен существовать некоторый зазор. К такому типу посадок следует отнести, например, посадку холостого шкива на валу, так как шкив должен свободно на нем вращаться.

Виды посадок. Продолжая деление посадок в каждой из этих групп, мы получим следующий перечень посадок, принятых в нашем машиностроении.¹

Неподвижные посадки:

1. Горячая (Гр).
2. Прессовая (Пр).
3. Легкопрессовая (Пл).
4. Глухая (Г).
5. Тугая (Т).
6. Плотная (П).
7. Напряженная (Н).

Подвижные посадки:

8. Скользящая (С).
9. Движения (Д).
10. Ходовая (Х).
11. Легкоходовая (Л).
12. Широкоходовая (Ш).

Последние четыре неподвижные посадки (Г, Т, П и Н) иногда называют переходными.

¹ В скобках указаны сокращенные обозначения.

§ 71. Основные сведения о допусках на обработку

Что такое допуск на обработку. Несмотря на высокую точность современных станков и измерительных инструментов, размеры обрабатываемых деталей не равняются в точности заданным: они больше или меньше номинальных (т. е. указанных на чертеже) размеров.

Полученные таким образом размеры называются действительными, а величина их определяется непосредственным измерением детали. 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 называются те размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них является наибольшим, другой — наименьшим.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском на неточность обработки.

В зависимости от характера посадки, наибольший и наименьший предельные размеры вала могут быть больше (фиг. 334—I) или меньше (фиг. 334—II) его номинального диаметра. Точно так же наибольший и наименьший предельные размеры отверстия могут быть больше (фиг. 335—I) или меньше (фиг. 335—II) его номинального диаметра.

Кроме только что перечисленных соотношений предельных и номинальных размеров валов и отверстий, возможны и другие случаи, например:

1. Наибольший предельный размер вала равен номинальному (фиг. 334—III), а наименьший — меньше номинального.

2. Наименьший предельный размер отверстия равен номинальному (фиг. 335—III), а наибольший — больше номинального.

3. Наибольший предельный размер отверстия равен номинальному (фиг. 335—IV), а наименьший — меньше номинального.

На фиг. 334 и 335 допуски на неточность обработки вала и отверстия показаны жирными линиями.

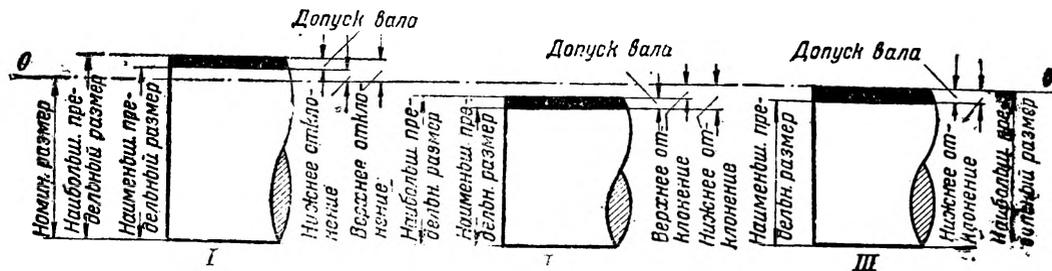
Отклонения. Разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называется **верхним отклонением**.

Разность между наименьшим предельным и номинальным размерами называется **нижним отклонением**.

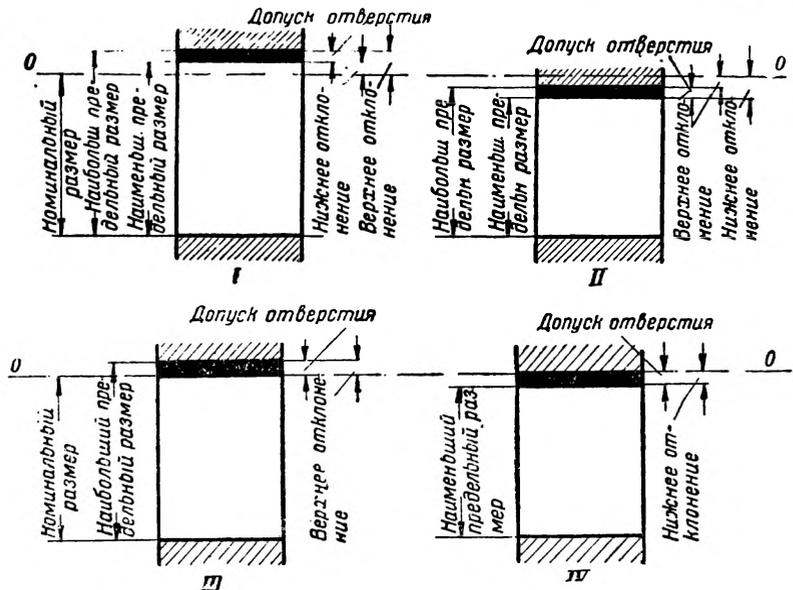
Верхнее и нижнее отклонения могут быть положительными, отрицательными или равными нулю. Так, на фиг. 334—I оба отклонения положительные, потому что наибольший и наименьший предельные размеры вала больше номинального. На фиг. 335—II оба отклонения отрицательные, так как и наибольший и наименьший предельные размеры отверстия в этом случае меньше номинального. На фиг. 335—IV нижнее отклонение отрицательное, а верхнее равно нулю, потому что наибольший предельный и номинальный размеры одинаковы.

Обозначения допусков на чертежах числовыми величинами отклонений. Допустимые отклонения размеров детали от номиналь-

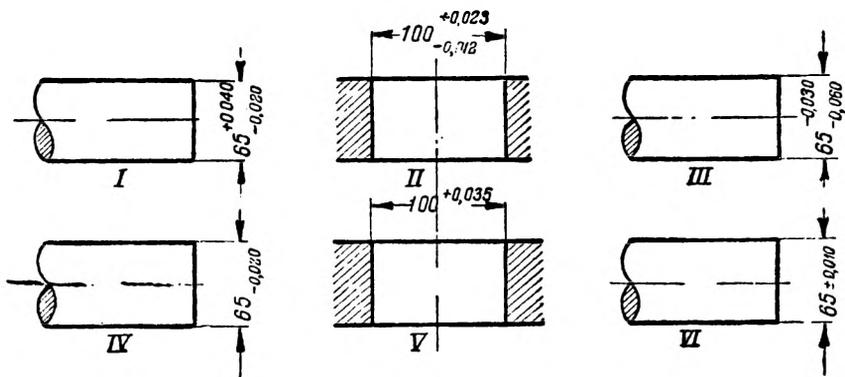
Фиг. 334. Номинальный, наибольший и наименьший размеры вала.



Фиг. 335. Номинальный, наибольший и наименьший размеры отверстия.



ных указываются на чертежах числовыми величинами, которые проставляются вслед за данным размером детали, причем плюс показывает положительное отклонение, а минус — отрицательное. Отклонение, равное нулю, на чертеже не обозначается. Верхнее и нижнее отклонения записываются одно над другим: верхнее — выше, нижнее — ниже. Примеры простановки отклонений на чертежах показаны на фиг. 336. На фиг. 336—I оба отклонения (верхнее $+0,040$ и нижнее $+0,020$) положительные. На фиг. 336—II верхнее отклонение ($+0,023$) положительное, а нижнее ($-0,012$) отрицательное. Случай, когда оба отклонения отрицательные, показан на фиг. 336—III. На фиг. 336—IV верхнее отклонение — нуль, а нижнее — отрицательное. Если нижнее отклонение равно нулю, а верхнее положительное, то это обозначается так, как показано на фиг. 336—V. На фиг. 336—VI одно отклонение положительное,



Фиг. 336. Обозначения допусков на чертежах предельными отклонениями размеров.

а другое отрицательное, причем числовые значения их одинаковы.

Понятие о нулевой линии. Линия $O—O$ на фиг. 334 и 335, соответствующая номинальному диаметру вала или отверстия, называется нулевой.

Часть допуска, расположенная выше нулевой линии, называется положительной, а ниже этой линии — отрицательной.

На фиг. 336—I весь допуск положителен, а на фиг. 336—III — отрицательный.

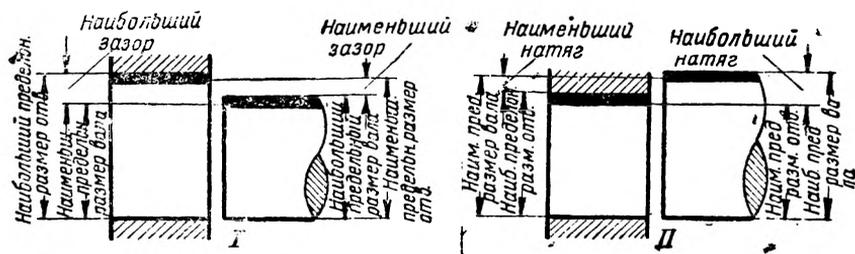
§ 72. Зазоры и натяги

Общие замечания. Рассмотрев два типичных соединения деталей, мы отметили, что для свободного движения (вращения) вала во втулке необходимо наличие зазора между ними. Посмотрим теперь, как велик должен быть этот зазор. Если он слишком мал, создается опасность, что шкив не сможет вращаться на валу. Если же он чрезмерно велик, то возможна значительная «игра» шкива на валу, которая обычно приводит к быстрому износу бронзовой втулки.

Зазоры. Из сказанного очевидно, что для правильной работы шкива на валу необходим определенный зазор — не малый и не большой, а допустимый для данной посадки. Но для этого требуется, чтобы и вал и отверстие во втулке (подвижная посадка) всегда изготовлялись с одинаковыми размерами, т. е. точно, а это, как мы уже неоднократно указывали, невозможно. Поэтому для каждой подвижной посадки устанавливаются крайние значения величин зазоров, при которых данная посадка еще сохраняет свой характер. Один из этих зазоров — наибольший, другой — наименьший.

Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.



Фиг. 337. Наибольшие и наименьшие зазоры (I) и натяги (II).

Графическое изображение наибольшего и наименьшего зазоров дано на фиг. 337—I. Жирные полосы на чертеже показывают допуски на неточность обработки отверстия и вала.

Натяги. Для прочности соединения втулки со ступицей шкива натяг между ними должен быть не меньше определенной величины, иначе возможно провертывание втулки. Вместе с тем этот натяг не должен превышать и другой определенной величины, в противном случае потребуется слишком большое усилие для того, чтобы осуществить рассматриваемое соединение.

Таким образом, и для неподвижных посадок надо знать предельные величины натягов, при которых каждая из этих посадок удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям. Один из этих натягов наибольший, а другой наименьший (фиг. 337—II).

Наибольшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Наименьшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

§ 73. Классы точности

Классы точности и область их применения. Для того чтобы удовлетворить требованиям самых разнообразных видов механи-

ческого 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 отечественном машиностроении принято десять классов точности: 1-й, 2-й, 2а, 3-й, 3а, 4-й, 5-й, 7-й, 8-й и 9-й.

1-й (высший) класс точности применяется очень редко, так как столь точная работа дорого стоит. Им пользуются преимущественно в точном машиностроении — при изготовлении деталей шарикоподшипников, некоторых деталей пневматических инструментов и т. д.

2-й класс распространен значительно больше. Он применяется главным образом в точном машиностроении, в станкостроении, иногда при изготовлении текстильных машин и т. д. В нашем машиностроении он является основным.

3-й класс применяется в тех случаях, когда требования к однородности посадки не так велики, как во 2-м классе, но характер посадки надо сохранить.

4-м и 5-м классами пользуются при обработке деталей, между которыми допустимы большие зазоры. Эти классы применяются в общем машиностроении, в паровозостроении и т. д.

Классы 7-й, 8-й и 9-й применяются главным образом для несопрягаемых размеров и для деталей, изготавливаемых штамповкой.

Классы 2а и 3а являются промежуточными между соответствующими классами.

Необходимость существования нескольких классов точности. Чем меньше допуски на обработку отверстия и вала, т. е. чем точнее обрабатываются эти детали, тем определенной и доброкачественней будет посадка. Но чем меньше допуски на обработку, тем труднее, а значит, и дороже обработка, тем более точный, и поэтому дорогой, требуется станок, тем выше процент брака. Из этого следует, что назначать малые допуски, т. е. требовать большой точности обработки двух соединяемых деталей, надо с большой осторожностью. Одинаковые по своему характеру посадки довольно часто применяются в разных по точности и важности механизмах машин, а также при соединении деталей разной степени важности в одной и той же машине. Таким образом очевидно, что при одном и том же номинальном диаметре и одинаковых по своему характеру посадках детали грубых машин (например, сельскохозяйственных) и грубые детали более точных машин (некоторых станков), с одной стороны, и детали точных машин (например, пневматических), с другой, должны изготавливаться с разными величинами допусков на обработку, т. е. по разным классам точности.

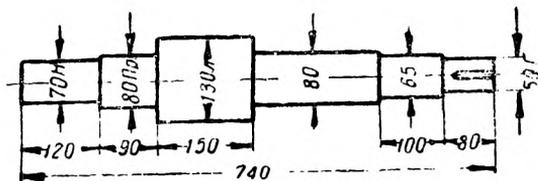
Классы точности при обработке деталей на токарных станках. Токари высокой квалификации при обработке наружных цилиндрических поверхностей на вполне исправных станках достигают (правда, со значительными усилиями) 2-го класса точности. Точность 3-го класса, в особенности при больших диаметрах, полу-

чается высококвалифицированными токарями значительно легче.

При обработке отверстий резцом достигаемая точность соответствует в основном 4-му классу; без особого труда может быть достигнут и 3-й класс.

При обработке отверстий развертками сравнительно легко достигается 2-й класс и даже 1-й. Но это требует особо тщательной работы.

Обозначения классов точности и посадок на чертежах. Сокращенные обозначения посадок и классов точности обычно представляются на чертежах сразу же за цифрой, указывающей размер. Так, если, например, после цифры 280, показывающей диаметр



Фиг. 338. Чертеж вала с проставленными посадками.

вала, мы видим C_3 , то это значит, что данная часть вала должна быть обработана с точностью, соответствующей скользящей посадке 3-го класса.

Посадка 2-го класса, как самого распространенного, обозначается только знаком посадки, без цифры. Так, отметка Ш обозначает широкоходовую посадку 2-го класса, С — скользящую 2-го класса и т. д.

На фиг. 338 дан примерный чертеж вала с проставленными посадками.

§ 74. Посадки в разных классах точности

Посадки 2-го класса. 2-й класс, как мы уже отметили, является основным, и в нем применяются все 12 посадок, перечисленных в § 70.

Рассмотрим вкратце области применения этих посадок.

Горячая посадка (Гр) употребляется в тех случаях, когда требуется соединение частей намертво. Для получения этой посадки диаметр отверстия делается меньше, чем вала. При нагревании детали с отверстием диаметр его вследствие расширения делается несколько больше диаметра вала, и деталь может быть свободно насажена на вал. При охлаждении отверстие уменьшается и плотно охватывает вал. Применяют эти посадки, например, при насадке бандажей на колеса в железнодорожных вагонах.

Прессовая посадка (Пр) применяется для соединения деталей, которые должны при всех обстоятельствах сохранить свое относительное положение. В этом случае диаметр отверстия делается также несколько меньше диаметра вала, и посадка производится при значительном давлении. Пример применения — зубчатые венцы на колесах, муфты.

Легкопрессовая посадка (Пл) употребляется для соединения деталей, если усилие, смещающее одну из них относи-

тельно другой, не слишком велико. Шпонки при легкопрессовой посадке обычно не применяются. Пример применения — вставные втулки в кронштейнах.

Глухая посадка (Г) применяется для частей, которые должны надежно сохранять свое относительное положение, причем между ними должен быть известный натяг. Для исключения возможности провертывания нужны особые приспособления (шпонки и пр.). Пример применения — неразъемные подшипниковые втулки.

Тугая посадка (Т) встречается при сборке частей, которые во время работы должны сохранять свое относительное положение, причем для сборки и разборки их требуются сравнительно большие усилия, например удары ручником. Примером применения являются составные зубчатые колеса в металлообрабатывающих станках.

Напряженная посадка (Н) имеет место в тех случаях, когда соединяемые детали должны сохранять свое относительное положение, но могут быть разобраны и собраны без больших усилий, например при помощи ударов свинцового молотка. Необходимо позаботиться о предотвращении проворачивания. Пример — зубчатые колеса на рабочих шпинделях у токарных станков.

Плотная посадка (П) применяется при сборке деталей, которые не должны смещаться сами собой, но для передвижения их достаточно усилия рук (с трудом) или легких ударов деревянного молотка. Необходимо принять меры против их проворачивания и продольного смещения. Пример — ручные маховички на винтах подачи.

Скользкая посадка (С) имеет место в тех случаях, когда части должны плотно входить одна в другую и тем самым обеспечить хорошее направление, но в то же самое время позволять передвижение от руки или рабочее движение с малой скоростью. Пример — шпиндель задней бабки токарного станка.

Посадка движения (Д) применяется тогда, когда детали должны двигаться одна относительно другой без заметного зазора. Пример — сдвигающиеся вдоль зубчатые колеса сменных передач токарных станков.

Ходовая посадка (Х) применяется при сборке частей, которые должны двигаться одна относительно другой с заметным зазором. Пример — подшипник шпинделя токарного станка.

Легкоходовая посадка (Л) имеет место тогда, когда детали должны легко двигаться одна относительно другой с наличием значительного зазора. Пример — холостые шкивы.

Широкоходовая посадка (Ш) требуется тогда, когда сборка производится с значительным зазором (весьма легкое движение частей).

На фиг. 339 показан пример нескольких посадок (часть коробки скоростей токарного станка). Цифрой 5 здесь обозначена посадка движения передвижных колес для изменения скоростей вращения шпинделя, 2 — тугая посадка зубчатого венца на втулку передвижной шестерни, 4 — глухая посадка бронзовой втулки подшип-

ника приводного валика, 1 — ходовая посадка приводного валика в подшипниковой втулке, 3 — напряженная посадка ременного рабочего шкива на валик.

Посадки в других классах точности. Количество посадок в 1-м, 3-м и других классах точности значительно меньше, чем во 2-м.

В 1-м классе применяются восемь посадок, а именно: прессовая 2-я (Пр₂), прессовая 1-я (Пр₁), глухая (Г₁), тугая (Т₁), напряженная (Н₁), плотная (П₁), скользящая (С₁) и посадка движения (Д₁).

В 3-м классе мы имеем шесть посадок: прессовую 3-ю (Пр₃), прессовую 2-ю (Пр₂), прессовую 1-ю (Пр₁), скользящую (С₃), ходовую (Х₃) и широкоходовую (Ш₃).

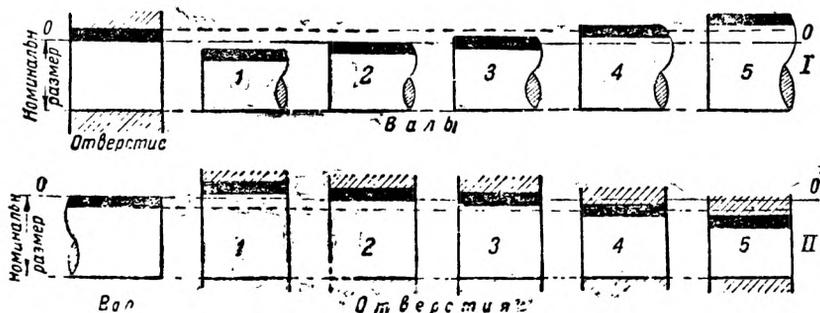
4-й класс содержит пять посадок: прессовую (Пр₄), скользящую (С₄), ходовую (Х₄), легкоходовую (Л₄) и широкоходовую (Ш₄).

В 5-м классе имеются всего две посадки — скользящая (С₅) и ходовая (Х₅).

Области применения посадок 1-го класса сходны с указанными выше для 2-го класса. Посадки 3-го, 4-го и 5-го классов имеют несколько иной характер.

§ 75. Системы допусков

Система отверстия. В системе отверстия диаметр отверстия остается один и тот же для всех типов посадок, а требуемая по-



Фиг. 340. Схематическое изображение разных посадок в системе отверстия (I) и в системе вала (II).

садка достигается за счет изменения размера вала. При этом, разумеется, и отверстие и вал имеют свои допуски на неточность обработки.

Схематическое изображение системы отверстия показано на фиг. 340—I. Из чертежа видно, что при одном и том же (номинальном) диаметре отверстия и постоянном допуске на неточность обработки его различные посадки достигаются за счет изменения размеров вала. В самом деле, вал 1 даже наибольшего предельного диаметра свободно войдет в наименьшее отверстие. Соединяя вал 2 при наибольшем предельном размере его с наименьшим отверстием, мы получаем зазор, равный нулю, но в общем случае и при этом соединении деталей получится подвижная посадка. Посадки валов 3 и 4 относятся к группе переходных, так как при одних величинах размеров валов 3 и 4 и отверстия будет иметь место зазор, а при других — натяг. В этом нетрудно убедиться путем сопоставления предельных размеров валов 3 и 4 и отверстия. Вал 5 при всех условиях войдет в отверстие с натягом, что обеспечит неподвижную посадку. У отверстия в системе отверстия наименьший предельный размер всегда равен номинальному. Поэтому допуск на неточность обработки положительный и направлен, как говорят, «в тело детали».

Система вала. В системе вала за основу принимается размер вала. Этот размер остается постоянным для всех типов посадок. Требуемая посадка получается путем изменения размера отверстия. Опять-таки и вал и отверстие имеют свои допуски на неточность обработки посадки.

Схематическое изображение системы вала приведено на фиг. 340—II, из которой видно, что при одном и том же номинальном диаметре вала и постоянных допусках на неточность обработки его могут быть получены различные посадки путем изменения предельных размеров отверстия. Действительно, соединяя отверстие 1 с данным валом, при всех условиях будем получать подвижную посадку. Такую же посадку мы получим и при сопряжении с данным валом отверстия 2. Соединения вала с отверстиями 3 и 4 относятся к группе переходных посадок. Соединяя вал с отверстием 5, мы при всех условиях будем иметь неподвижную посадку.

И в этом случае допуск на неточность обработки вала в системе вала направлен «в его тело», так как наибольший предельный размер вала равен его номинальному размеру. Поэтому допуск на неточность обработки будет отрицательным.

Необходимость двух систем. Каждая система имеет свои достоинства и недостатки, которые в разной мере сказываются в разных производствах. Система отверстия, прекрасно применяемая 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 можем установить ряд следующих положений:

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 уже было сказано, допуски для различного рода пригонок идут за счет изменения размеров отверстия. Поэтому при данной 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, режущий и измерительный инструменты при системе отверстия обходятся намного дешевле, чем при системе вала.

3. Система вала ценна для производства особо крупных машин, где удобнее исходить из размера какого-нибудь 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 посадки надеваемых на него деталей (шкивов, муфт, колец, подшипников) путем изменения их размеров. Система отверстия в этом случае при постоянных размерах отверстий надеваемых на вал деталей потребовала бы образования разных уступов на валу в тех местах, где на него надеваются детали.

Таким образом, нужно сказать, что одновременное существование системы отверстия и системы вала совершенно необходимо. Бывают случаи, когда обеими системами приходится пользоваться в одной и той же мастерской, так, например, точный станок для обработки металла выполняют по системе отверстия, а контрпривод для него — по системе вала.

Большее распространение получила система отверстия. Это объясняется главным образом тем, что, как мы уже говорили, при системе отверстия требуется значительно меньше режущих и измерительных инструментов. В самом деле, очень часто точные отверстия малых и средних диаметров обрабатываются развертками, причем для каждой посадки (в системе вала) всех классов и размеров требуются отдельные развертки и кольца для их установки. Точные валы обрабатываются шлифовкой одним и тем же кругом независимо от класса точности, посадки и размера вала.

К таким же выводам, хотя несколько менее убедительным, мы пришли бы, сопоставляя количество измерительных инструментов, которые требуются при системе отверстия и при системе вала.

Условные обозначения систем допусков. Систему отверстия принято обозначать буквой А, а систему вала — буквой В, причем к каждой из этих букв добавляются цифры, указывающие класс точности. Так, если на чертеже бронзовой втулки у размера, указывающего ее внутренний диаметр, стоит знак А₃, то это значит, что данный размер должен быть обработан по 3-му классу точности системы отверстия.

Для обозначений отверстий и валов, обрабатываемых по 2-му классу точности, после размера ставится буква А или В без цифр.

**§ 76. Понятие об единице допуска на обработку.
Таблицы предельных отклонений**

Единицы допуска на обработку. Чем больше диаметр обрабатываемой детали, тем больше влияние условий, снижающих точность обработки (большую деталь труднее измерять, ее размеры при нагревании увеличиваются значительно, чем малой детали, и т. д.).

Наоборот, при малых диаметрах деталей высокая точность обработки достигается много легче, чем при больших. Естественно, что и величина допуска на обработку какой-либо детали устанавливается в зависимости от ее диаметра. Величиной, характеризующей эту зависимость, является так называемая единица допуска.

Единицы допусков для некоторых диаметров таковы:

Диаметр в мм	8	14	24	40	65	100
Единицы допуска	2,0	2,4	2,9	3,4	4,0	4,6

Для определения полного допуска на обработку при принятой посадке соответствующая единица допуска умножается на коэффициент, особый для каждой посадки. Значения этих коэффициентов для отверстия и вала при некоторых посадках 2-го класса следующие:

Сопрягаемая деталь и посадка	Коэффициент, на который умножается единица допуска
Отверстие	7,5
Вал при посадках Г, Т, Н, П, С, Д	5,0
Вал при посадке Х .	7,5
Л .	10,0
" " " Ш	12,0

Пример 1. Определить допуск на обработку отверстия диаметром 65 мм при 2-м классе.

Имеем, по приведенным выше данным:

$$4,0 \times 7,5 = 30 \text{ м.}$$

Пример 2. Определить допуск на обработку вала диаметром 40 мм при посадке Л.

Имеем:

$$3,4 \times 10 = 34 \cong 35 \text{ м.}$$

Интервалы диаметров. Пользуясь формулой, на основании которой вычислены единицы допусков на обработку, и зная коэф-

циенты, на которые следует умножить единицу допуска во всех классах точности и при различных посадках, мы можем определить допуски на неточность обработки деталей всех диаметров, встречающихся на практике, и после этого составить таблицу этих допусков. Но такая таблица получилась бы чрезвычайно громоздкой и неудобной для пользования. Кроме того, числовые значения допусков для соседних диаметров при одних и тех же посадках в одном классе точности получились бы почти одинаковыми и во всяком случае с разницей, не имеющей практического значения. Поэтому все нормальные¹ диаметры объединены в 12 групп, или интервалов, а именно:

от	1 до 3 мм	свыше 50 до 80 мм
свыше	3 " 6	80 " 120 "
"	6 " 10	120 " 180 "
"	10 " 18	185 " 260 "
"	18 " 30	260 " 360 "
"	30 " 50	360 " 500 "

Диаметры свыше 500 мм, как сравнительно мало употребительные для сопрягаемых деталей, в таблицы допусков, принятые в отечественном машиностроении, не включены.

При составлении этих таблиц допуски для каждого интервала подсчитаны по его среднему диаметру. Так, например, для интервала «Свыше 50 до 80 мм» допуски подсчитаны по диаметру $\frac{50+80}{2} = 65$ мм.

При неподвижных посадках диаметры от 1 до 500 мм разбиты на 19 интервалов, что вызывается необходимостью более осторожного выбора допусков на неточность обработки сопрягаемых деталей.

Таблицы предельных отклонений по ОСТ. Все основные таблицы ОСТ предельных отклонений отверстий и валов при обеих системах для первых четырех классов точности составлены по одной форме, так что изучение любой таблицы дает возможность пользоваться и остальными. Несколько иной вид имеют таблицы ОСТ предельных отклонений в обеих системах для 5-го класса точности, для горячей, прессовой и легкопрессовой посадок 2-го класса, а также для прессовой 3-го и 4-го классов. В этих таблицах приведены некоторые дополнительные данные. Но разница в форме и содержании указанных таблиц по сравнению с основными настолько не велика, что, изучив какую-либо из основных таблиц ОСТ, мы легко сможем пользоваться и этими таблицами.

Рассмотрим, как построены таблицы ОСТ 1012 для 2-го класса при системе отверстия (табл. 10). Первая слева колонка содержит

¹ Для уменьшения количества размеров режущих и измерительных инструментов и по целому ряду других причин установлен ОСТ 6270 ограниченный перечень диаметров, которыми пользуются конструкторы при проектировании машин. Поэтому диаметры, указанные в ОСТ 6270, называются нормальными и в отличие от специальных, не предусмотренных в таблицах и применяемых только в крайних случаях.

Предельные отклонения отверстия и вала при системе отверстия и 2-м классе точности (по ОСТ 1012)

Номинальные диаметры в мм	Размеры в микронах (1 микрон = $1\mu = 0,001$ мм)									
	Отклонения отверстия А	П о с а д к и								
		Глухая Г	Тугая Т	Напряжённая Н	Плотная П	Скользящая С	Движущая Д	Холодовая Х	Легкоходов. Л	Широкоход. Ш
		О т к л о н е н и я в а л а								
	в н	в н	в н	в н	в н	в н	в н	в н	в н	в н
от 1 до 3	$+10$ 0	$+13$ $+6$	$+10$ $+4$	$+7$ $+1$	$+3$ -3	0 -6	-3 -9	-8 -18	-12 -25	-18 -35
св. 3 , 6	$+13$ 0	$+16$ $+8$	$+13$ $+5$	$+9$ $+1$	$+4$ -4	0 -8	-4 -12	-10 -22	-17 -35	-25 -45
„ 6 , 10	$+16$ 0	$+20$ $+10$	$+16$ $+6$	$+12$ $+2$	$+5$ -5	0 -10	-5 -15	-13 -27	-23 -45	-35 -60
„ 10 , 18	$+19$ 0	$+24$ $+12$	$+19$ $+7$	$+14$ $+2$	$+6$ -6	0 -12	-6 -18	-16 -33	-30 -65	-45 -75
„ 18 , 30	$+23$ 0	$+30$ $+15$	$+23$ $+8$	$+17$ $+2$	$+7$ -7	0 -14	-8 -22	-20 -40	-40 -70	-60 -95
„ 30 , 50	$+27$ 0	$+35$ $+18$	$+27$ $+9$	$+20$ $+3$	$+8$ -8	0 -17	-10 -27	-25 -50	-50 -85	-75 -115
„ 50 , 80	$+30$ 0	$+40$ $+20$	$+30$ $+10$	$+23$ $+3$	$+10$ -10	0 -20	-12 -32	-30 -60	-65 -105	-95 -145
„ 80 , 120	$+35$ 0	$+45$ $+23$	$+35$ $+12$	$+26$ $+3$	$+12$ -12	0 -23	-15 -38	-40 -75	-80 -125	-120 -175
„ 120 , 180	$+40$ 0	$+52$ $+25$	$+40$ $+13$	$+30$ $+4$	$+14$ -14	0 -27	-18 -45	-50 -90	-100 -155	-150 -210
„ 180 , 260	$+45$ 0	$+60$ $+30$	$+45$ $+15$	$+35$ $+4$	$+16$ -16	0 -30	-22 -52	-60 -105	-120 -180	-180 -250
„ 260 , 360	$+50$ 0	$+70$ $+35$	$+50$ $+15$	$+40$ $+4$	$+18$ -18	0 -35	-26 -60	-70 -125	-140 -210	-210 -290
„ 360 , 500	$+60$ 0	$+80$ $+40$	$+60$ $+20$	$+45$ $+5$	$+20$ -20	0 -40	-30 -70	-80 -140	-170 -245	-250 -340

Предельные отклонения отверстия и вала при системе отверстия и 3-м классе точности (по ОСТ 1913)

Номинальные диаметры в мм	Размеры в микронах (1 микрон = 1 μ = 0,001 мм)							
	Отклонения отверстия A_3	Посадки						
		скользящая C_3		ходовая X_3		широкоходовая Ψ_3		
		отклонения вала						
	н	в	в	н	в	н	в	н
От 1 до 3	0	+ 20	0	- 20	- 7	- 32	- 17	- 50
Свыше 3 до 6	0	+ 25	0	- 25	- 11	- 44	- 25	- 65
6 „ 10	0	+ 30	0	- 30	- 15	- 55	- 35	- 85
10 „ 18	0	+ 35	0	- 35	- 20	- 70	- 45	-105
18 „ 30	0	+ 45	0	- 45	- 25	- 85	- 60	-130
30 „ 50	0	+ 50	0	- 50	- 32	-100	- 75	-160
50 „ 80	0	+ 60	0	- 60	- 40	-120	- 95	-195
80 „ 120	0	+ 70	0	- 70	- 50	-140	-120	-235
120 „ 180	0	+ 80	0	- 80	- 60	-165	-150	-285
180 „ 260	0	+ 90	0	- 90	- 75	-195	-180	-330
260 „ 360	0	+100	0	-100	- 90	-225	-210	-380
360 „ 500	0	+120	0	-120	-105	-255	-250	-440

номинальные диаметры в миллиметрах, причем здесь указаны не все диаметры, а принятые их интервалы. В следующей колонке приведены (в микронах) отклонения отверстия — верхнее *v* и нижнее *n*. Из этой колонки следует: 1) данные отклонения одинаковы для одного и того же интервала, 2) они одинаковы для всех посадок при одном каком-либо номинальном диаметре и 3) допуск на обработку отверстия — положительный, т. е. направлен в «тело».

Для диаметра 65 мм (интервал «Свыше 50 до 80 мм») предельными отклонениями являются 0 и +30 мк. Таким образом, диаметр этого отверстия должен быть не менее 65 мм и не более 65,030 мм.

Далее идет ряд колонок, в которых указаны в микронах верхние *v* и нижние *n* предельные отклонения вала при посадках глухой, тугой, напряженной, плотной, скользящей, движения, ходовой, легкоходовой и широкоходовой. Так, например, при том же диаметре (65 мм) для легкоходовой посадки указаны предельные отклонения: верхнее — 65 мк и нижнее — 105 мк. Это значит, что диаметр данного вала при посадке Л должен быть не меньше 65—0,105=64,895 мм и не больше 65—0,065=64,935 мм. Для глухой посадки при диаметре 100 мм (интервал «Свыше 80 до 120 мм») мы находим предельные отклонения: верхнее +45 мк и нижнее +23 мк.

Точно таким же образом по этой и остальным таблицам ОСТ находятся допустимые отклонения и для других диаметров и посадок.

Для сопоставления предельных отклонений в одинаковых подвижных посадках 2-го и 3-го классов точности в табл. 11 указаны предельные отклонения и для 3-го класса (при системе отверстия).

§ 77. Краткие сведения о допусках на резьбу

Соединение болта и гайки в зависимости от точности их изготовления. Основными элементами всякой резьбы являются наружный, внутренний и средний диаметры, шаг резьбы и угол профиля.

Все резьбы, принятые в отечественном машиностроении (за исключением трубной), имеют зазоры по вершинам и впадинам, и при правильном исполнении резьбового соединения болт и гайка соприкасаются только боковыми сторонами, но не вершинами и впадинами. Лишь при этом условии резьбовое соединение может передавать значительные усилия, так как в противном случае происходит передача движения, получается слишком малой и легко сминается. Поэтому средний диаметр является первым важнейшим элементом резьбы, и точное соблюдение его важнее, чем правильность наружного и внутреннего диаметров.

Правильность шага необходимо соблюдать для того, чтобы усилие, передаваемое резьбовым соединением, воспринималось всеми нитками резьбы. При неверном шаге усилие это будет передаваться лишь несколькими нитками. При ошибочном угле профиля нарезки усилие распределяется не по всей поверхности ниток, а только вблизи наружного или внутреннего диаметров.

Все эти основные элементы резьбы (средний диаметр, шаг и профиль) тесно связаны между собой. Если болт и гайка имеют вполне точную резьбу, то свинчивание их произойдет по фиг. 341—I, и боковые стороны нарезки будут плотно прилегать друг к другу во всех точках и по всей длине гайки. При неверном шаге болта и гайки соединение невозможно и, для того чтобы накрутить гайку на болт, придется увеличить средний диаметр резьбы гайки или уменьшить средний диаметр болта. В результате свинчиваемые детали хорошо подойдут одна к другой, но практически соединение их окажется все же неудовлетворительным, так как прилегание будет происходить лишь на некоторых нитках (фиг. 341—II), а между остальными получится зазор. Точно так же



Фиг. 341. Соединения болта и гайки в зависимости от точности изготовления их.

при навинчивании на правильный винт гайки с верным шагом, но с большим, чем требуемый, углом профиля резьбы свинчивание возможно лишь при увеличении среднего диаметра гайки (фиг. 341—III). Соединение и в этом случае получается неудовлетворительным, так как резьба держит только вершинами.

Устранение влияния ошибки в шаге резьбы и в ее профиле. Ошибки в шаге резьбы могут являться одновременно и ошибками в угле ее профиля. Во всех случаях их можно компенсировать только одним способом — сделать средний диаметр болта меньше среднего диаметра гайки. Следует, однако, учитывать, что увеличение разницы между средними диаметрами болта и гайки может вызывать чрезмерное уменьшение поверхности соприкосновения их резьбы, что, очевидно, недопустимо.

Из всего сказанного вытекает, что, устанавливая зазор на среднем диаметре резьбы, мы тем самым создаем допуски на величину шага и правильность профиля ее. Чем больше ошибки в шаге и профиле, тем больше должен быть этот зазор, и наоборот. Но величина зазора на среднем диаметре резьбы зависит, очевидно, от допусков на этом диаметре у болта и гайки. Поэтому можно сказать, что если мы установили допуски на средний диаметр резьбы, то тем самым мы задали (правда, в скрытом виде) допуски на величину шага и правильность профиля ее.

По допуску, установленному для среднего диаметра, можно установить допуски для наружного и внутреннего диаметров резьбы с учетом значения точности этих диаметров (по сравнению со средним), о чем было сказано выше.

Допуски на резьбу. Именно таким образом и разрешен этот вопрос при составлении таблиц ОСТ допусков на резьбу, в которых указаны допуски на средний диаметр резьбы болта и гайки,

а также предельные отклонения наружных и внутренних диаметров их, но не приводятся допуски на шаг и угол резьбы.

Так же, как и при составлении таблиц допусков для гладких изделий, и в этом случае в основу всех расчетов была положена единица допуска (резьбовая единица допуска — РЕД), определяемая (в микронах) по формуле

$$1 \text{ РЕД} = 67\sqrt{s}, \quad (46)$$

где s — шаг резьбы в мм.

Установлены также классы точности резьбового соединения.

Для среднего диаметра приняты следующие допуски:

для 1-го класса $v_1 = 1,0 \text{ РЕД}$,

» 2-го » $v_2 = 1,5 \text{ РЕД}$,

» 3-го » $v_3 = 2,5 \text{ РЕД}$.

Из формулы (46) очевидно, что величина резьбовой единицы допуска зависит только от шага резьбы. Между тем у некоторых резьб с разными диаметрами может быть одинаковый шаг; так, например, у основной метрической резьбы при диаметрах ее от 72 до 600 мм (ОСТ 193) шаг сохраняется постоянным (6 мм). Таким образом, допуск для среднего диаметра, вычисленный по формулам (47), (48) и (49), получился бы одинаковым для всех диаметров, что, очевидно, не соответствует той разнице условий, при которых производится нарезка резьбы диаметром 72 и 600 мм.

Поэтому в формулы для определения допусков на средний диаметр вводят соответствующую поправку.

Не останавливаясь на определении величины допусков на наружные и внутренние диаметры болта и гайки, укажем, однако, что одни из них вычисляются в зависимости от резьбовой единицы допуска (например, допуск для наружного диаметра резьбы по ОСТ 32 во 2-м и 3-м классах принимается около 5 РЕД), другие же в зависимости от прочих элементов резьбы (при указанных выше классах точности резьбы ниже отклонение внутреннего диаметра гайки принято $e_1 = t_0$, где t_0 — теоретическая высота нарезки).

Обыкновенные болты с треугольной нарезкой являются сравнительно грубыми деталями, что видно из табл. 12. Приведенные в ней цифры показывают, что допуски 2-го класса для резьбы

Таблица 12

Сопоставление допусков для резьбы и гладких изделий

Диаметры в мм	Допуски в мм	
	на средний диаметр метрической резьбы при 2-м классе	для гладких изделий при 4-м классе
8	0,112	0,100
36	0,201	0,170
64	0,246	0,200
130	0,281	0,260
400	0,335	0,386

близки к допускам 4-го класса для гладких изделий и даже в среднем несколько превышают их. То же самое мы обнаружили бы, если бы сравнили допуски на резьбу 3-го класса (ОСТ 1252 и 1253) с допусками на гладкие изделия при 5-м классе.

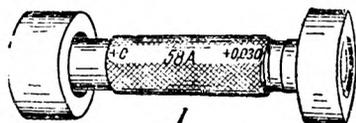
Из произведенного сопоставления, конечно, нельзя сделать вывод, что резьбовая работа является грубой по точности и поэтому простой по выполнению, так как при нарезании резьбы, кроме точности среднего диаметра, необходимо выдержать правильный шаг, получить правильный профиль, обеспечить соответствующее его расположение и т. д.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ

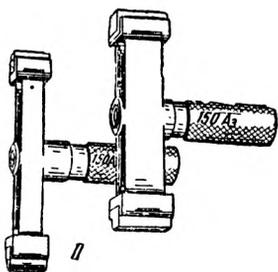
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

§ 78. Пределные инструменты для измерения гладких деталей

Конструкции предельных инструментов для измерения гладких деталей. Измерения обрабатываемых деталей, действительные размеры которых не должны выходить за пределы допускаемых, производятся при помощи измерительных инструментов: калибров для отверстий и скоб для наружных диаметров.



Пределный калибр (фиг. 342—I) имеет два рабочих конца, один из которых служит для измерения наибольшего, а другой — для наименьшего допустимых диаметров.



Измерение наружных диаметров производится при помощи предельных скоб, несколько конструкций которых показано на фиг. 343. На фиг. 343—I изображены две скобы, из которых одна служит для промера наибольшего, а другая — для наименьшего диаметров детали. Более совершенные скобы показаны на фиг. 343—II и III. Первая представляет собой соединение двух скоб, а вторая имеет двойные измерительные плоскости. Передние части губок этой скобы служат для измерения наибольшего, а задние — для наименьшего диаметров. Очень практи-

Фиг. 342. Пределные калибры.

чны так называемые предельные переставные скобы (фиг. 343—IV). Измерительные губки 4 и 5 таких скоб могут быть установлены на требуемый размер (в пределах 5—10 мм, в зависимости от размеров скобы), после чего закрепляются в корпусе скобы винтами 2 и 3; губки 4 устанавливаются по наибольшему, а губки 5 — по наименьшему допустимым размерам. Резиновые кольца 1 необходимы для того, чтобы скобу удобнее было держать в руке. Кроме того, кольца эти препятствуют передаче теплоты руки скобе.

С этой же целью сделаны утолщения (обычно деревянные) в верхних частях скобы (фиг. 343—*I* и *III*).

Конструкции предельных измерительных инструментов с увеличением размеров, для измерения которых они предназначаются, 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 и пользование ими. Поэтому при больших диаметрах вместо цилиндрических калибров пользуются плоскими калибрами (фиг. 342—*II*). Один из таких калибров имеет размер, равный наибольшему, а другой — наименьшему допустимым диаметром измеряемого отверстия.

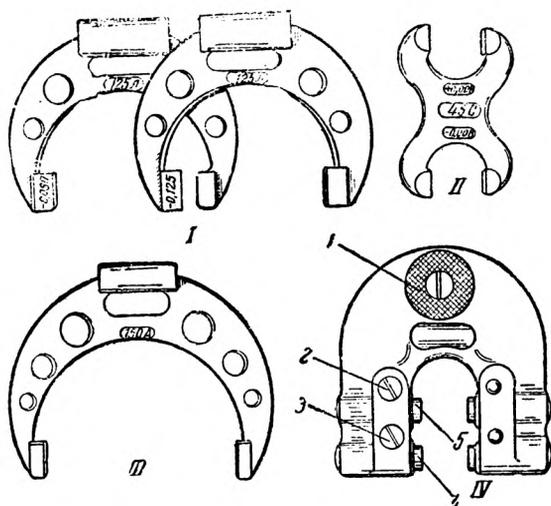
Применение предельных измерительных инструментов. Независимо от конструкций и размеров предельных измерительных инструментов, способ пользования ими основан на том, что один размер каждого такого инструмента равен наибольшему, а другой — наименьшему допустимым размерам обрабатываемой детали. Действительный размер детали должен находиться между этими пределами.

Пусть, например, требуется обработать вал диаметром 65 мм при предельных отклонениях —0,065 и —0,105 мм (посадка Л). Следовательно, действительный размер вала должен быть в пределах от 59,935 мм до 59,895 мм.

Если мы возьмем предельную скобу, один размер которой равен 59,935 мм, а другой — 59,895 мм, и будем подгонять диаметр вала так, чтобы он был меньше 59,935 мм (скоба 59,935 должна проходить через вал; фиг. 344—*I*) и больше 59,895 мм (скоба 59,895 не проходит; фиг. 344—*II*), то задача будет решена.

Пока обрабатываемый диаметр больше должного (59,935 мм), скоба 59,935 не проходит (а она должна проходить) через вал. Уменьшив диаметр настолько, чтобы скоба 59,935 проходила, а 59,895 не проходила, получим требуемый диаметр. Если же уменьшить диаметр вала настолько, что и скоба 59,895 будет проходить, то получится брак, так как диаметр вала окажется меньшим, чем требуется.

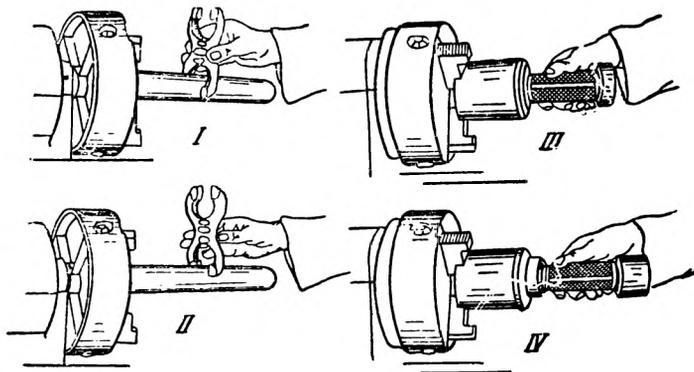
Этот способ измерения предельными калибрами и скобами и послужил основанием для названий сторон их проходной и



Фиг. 343. Предельные скобы.

непроходной. В нашем случае размер 59,935 проходной, а размер 59,895 непроходной. Иногда вместо этих названий говорят приемный (в нашем случае 59,935) и браковочный (59,895) концы калибров, или приемная и браковочная стороны.

На фиг. 344—III и IV показана проверка отверстия при помощи предельного калибра. Проходная сторона его входит в отверстие (фиг. 344—III), непроходная — не входит (фиг. 344—IV). Отверстие обработано правильно.



Фиг. 344. Способ пользования предельными скобами и калибрами.

При пользовании предельными калибрами и скобами нельзя прибегать к большим усилиям, чтобы не ошибаться в промере и не портить инструмент.

§ 79. Предельные инструменты для измерения резьб

Предварительные замечания. Подобно тому, как для проверки гладких деталей, размеры которых ограничены некоторыми пределами, применяют предельные калибры и скобы, — для измерения резьб пользуются также предельными измерительными инструментами: пробками, кольцами и скобами.

Предельные резьбовые пробки (фиг. 345) имеют две резьбы, причем проходной (левая на фиг. 345) является та из них, средний и наружный диаметры которой соответствуют наименьшим предельным размерам гайки. Этот конец пробки должен ввинчиваться в правильно изготовленную гайку. Другой конец пробки имеет всего две нитки и служит исключительно для проверки резьбы по среднему диаметру. Он не должен ввинчиваться в годную гайку.

Предельные резьбовые кольца, применяемые для проверки резьбы винтов, по своему внешнему виду не отличаются от нормальных резьбовых колец (фиг. 218—II). В этом случае, однако, для каждого диаметра резьбы должно быть два кольца, одно из которых должно навинчиваться на изготавливаемый винт (проходное кольцо), а второе не должно навинчиваться на него (непроход-

ное). На боковой (накатанной) поверхности непроходного кольца делается небольшая канавка для отличия от проходного.

Недостатки резьбовых колец — необходимость снимать со станка при каждом промере обрабатываемую деталь, если она установлена в центрах.

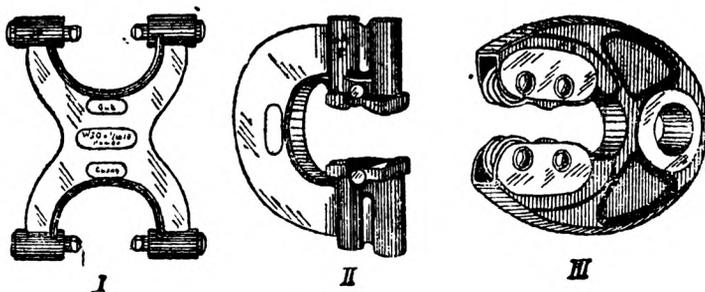
Предельные резьбовые скобы. Этому недостатка не имеют предельные резьбовые скобы. Скоба самой простой конструкции, применяемая для проверки резьбы винта по среднему диаметру, показана на фиг. 346—I. Она имеет сменные вставные наконечники для каждого шага резьбы. Наконечники касаются профиля резьбы,



Фиг. 345. Предельная резьбовая пробка.

причем один из них сделан в виде призматической впадины с профилем, соответствующим профилю резьбы, а другой в виде конического выступа того же профиля. Одна сторона (проходная) этой скобы должна проходить через изготавливаемый винт, а другая (непроходная) не проходит через него.

Установка и проверка наконечников производятся по специальным калибрам.



Фиг. 346. Предельные резьбовые скобы.

Резьбовая скоба, показанная на фиг. 346—II, применяется при проверке среднего диаметра нарезаемой резьбы. В эту скобу вместо наконечников вставлены гребенки, причем гребенки непроходного размера имеют только по два зуба.

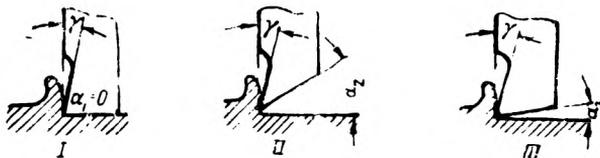
Роликовая предельная резьбовая скоба показана на фиг. 346—III. Оси роликов, заменяющих гребенки, расположены эксцентрично по отношению к наружным поверхностям их; повертывая ролики около осей, можно регулировать размер скобы.

Правила пользования предельными резьбовыми измерительными инструментами. Для уверенности в правильности произведенного измерения и предохранения от быстрого износа как резьбовых калибров, так и колец и скоб, измерения ими следует производить очень осторожно, без значительных усилий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАБОТАХ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

§ 80. Выбор углов реза в зависимости от характера работы и материала обрабатываемой детали

Задний угол. На фиг. 347 показаны (схематически) три реза с одинаковыми передними углами γ , но с различными задними углами. У реза, изображенного на фиг. 347—I, задний угол α_1 равен нулю. При этом условии вся задняя грань реза трется об обработанную поверхность, вследствие чего резец сильно нагревается. Однако, как бы ни было велико давление снимаемой стружки на переднюю грань реза, втягивания его в обрабатываемый материал не произойдет. Втягивание, или, как говорят, заедание реза, достигнет недопустимых пределов, если задний угол α очень велик (например, α_2 на фиг. 347—II). Прочность реза при этом сильно уменьшается; под давлением снимаемой стружки ре-



Фиг. 347. Значения заднего угла реза.

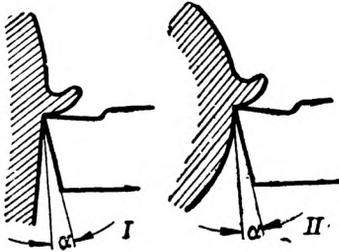
зец может согнуться, вершина его войдет в материал глубже, чем требуется, и резец заест или сломается.

Из сказанного очевидно, что ни слишком малых, ни слишком больших задних углов делать нельзя, а следует брать какие-то средние их значения (фиг. 347—III), учитывая все условия работы реза.

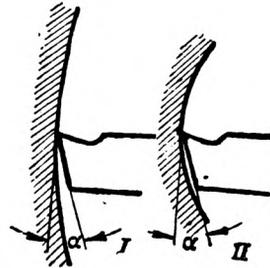
Остановимся на этом вопросе несколько подробнее. Предположим, что производится обдирка металлической болванки. Обработанная поверхность при этом может быть негладкой, и для уменьшения трения о нее задней грани реза задний угол последнего следует увеличить. При чистовой отделке той же болванки резцом с большим задним углом резец неизбежно затянуло бы в обрабатываемую деталь, и поверхность последней получилась бы вследствие этого шероховатой. При чистовой отделке это недопустимо, поэтому в данном случае надо брать резец с меньшим задним углом, чем в обдирочном резце. Игак, при обдирочных работах угол α должен быть большим, чем при чистовых.

На фиг. 348 показана установка одного и того же реза при обработке разных деталей. Диаметр детали, часть которой показана на фиг. 348—I, значительно больше диаметра детали, изображенной на фиг. 348—II. Из сопоставления этих фигур мы видим, что при одинаковых углах α в первом случае (фиг. 348—I) резец работает

в менее благоприятных условиях (трение задней грани об обработанную поверхность), чем резец, показанный на фиг. 348—II. Действительно, при меньшем диаметре детали обработанная поверхность ее быстрее отходит от задней грани резца. Из фиг. 349, на которой показана установка одного и того же резца при внутренней расточке, видно, что в более благоприятных (для резца) условиях происходит обработка отверстия большого диаметра

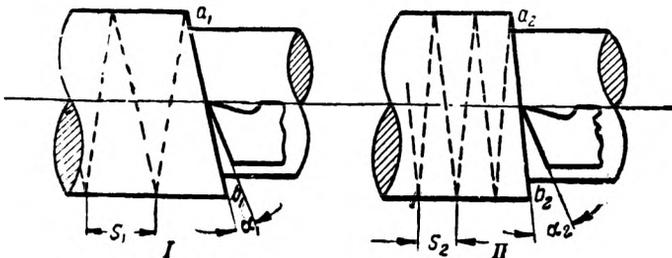


Фиг. 348. Условия работы резцов с одинаковыми задними углами при наружной обточке деталей разных диаметров.



Фиг. 349. Условия работы резцов с одинаковыми задними углами при расточке отверстий разных диаметров.

(фиг. 349—I) чем меньшего (фиг. 349—II), т. е. как раз обратно тому, что мы установили относительно значения заднего угла при наружной обточке. Из сказанного вытекает, что при наружной обточке деталей задний угол, следует брать тем бóльшим, чем больше диаметр детали, а при внутренней, наоборот, — тем бóль-



Фиг. 350. Условия работы резцов с одинаковыми задними углами при разных подачах.

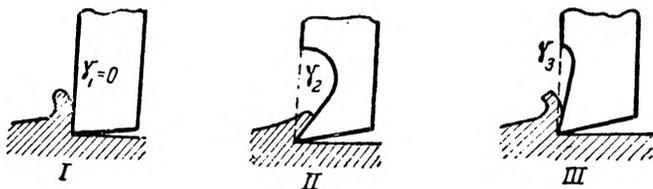
шим, чем меньше диаметр отверстия. Этим достигается уменьшение трения задней грани резца об обработанную поверхность.

При выборе заднего угла резца необходимо учитывать и подачу, при которой будет работать данный резец. Предположим, что резец с задним углом α_1 используется на обдирке болванки при подаче s_1 (фиг. 350—I). Линия a_1b_1 условно изображает поверхность резания, а пунктирные линии — продолжение этой поверхности. Совершенно очевидно, что поверхность a_1b_1 расположена наклонно по отношению к оси детали; это отчетливо видно при нарезании резьбы с большим шагом. На фиг. 350—II сделано

такое же условное построение поверхности резания, но при подаче s_2 вдвое (примерно) меньшей, чем в первом случае. Сравнивая фиг. 350—I и II, мы видим, что при одинаковых задних углах, но меньшей подаче (фиг. 350—II) резец работает в лучших условиях, так как задняя грань его образует с поверхностью резания больший угол, чем при более крупной подаче (фиг. 350—I).

Так как от величины заднего угла зависит прочность резца, то при обработке твердых и прочных материалов (твердый чугун, крепкая сталь) угол этот следует брать меньшим, чем при обработке мягких и менее прочных (бронза, мягкая сталь).

Из всего сказанного очевидно, что к выбору заднего угла надо подходить с большой осторожностью. Но, так как указанные выше факторы, от которых зависят условия работы резцов с разными задними углами, различно (в некоторых случаях незначительно) влияют на процесс резания, на практике принято брать задние углы в сравнительно небольших пределах — от 4 до 12°, а в большинстве случаев 8°. Таким образом, для упрощения дальнейших рассуждений мы можем считать угол α постоянным.



Фиг. 351. Значения переднего угла резца.

Передний угол. На фиг. 351 схематически показаны три резца, причем угол γ у резца, изображенного на фиг. 351—I, равен нулю, у резца, представленного на фиг. 351—II, взят очень большим и у резца на фиг. 351—III показан примерно таким, каким его берут при обработке вязких материалов средней твердости. Из чертежа видно, что стружка труднее всего отделяется при $\gamma = 0$ и легче всего при наибольшей величине угла γ . Отказываясь от применения резцов с углом $\gamma = 0$, мы должны одновременно с этим очень осторожно брать большие углы γ . В самом деле, чем больше сечение снимаемой стружки, тем выше давление резания и тем выгоднее брать резцы с большими углами γ . При обдирочных работах снимаются крупные стружки, поэтому обдирочные резцы следует брать с большими передними углами. Однако при чрезмерном увеличении переднего угла резца уменьшается угол заострения его, а значит и прочность резца. Кроме того, при большом угле γ , а следовательно, при малых углах заострения, резцы получаются тонкие, с плохой теплопроводящей способностью.

Из сопоставления фиг. 351—II и III мы видим, что чем больше передний угол, тем сильнее (под давлением снимаемой стружки) задняя грань резца прижимается к обработанной поверхности, тем

глубже втягивается вершина резца в материал обрабатываемой детали и тем больше заедает резец. Такое заедание недопустимо при чистовой работе, поэтому в таких случаях следует пользоваться резцами с небольшими передними углами. Именно из этих соображений передние углы чистовых резцов для обработки вязких материалов, когда заедание резцов происходит особенно сильно, делают иногда очень небольшими ($2-3^\circ$).

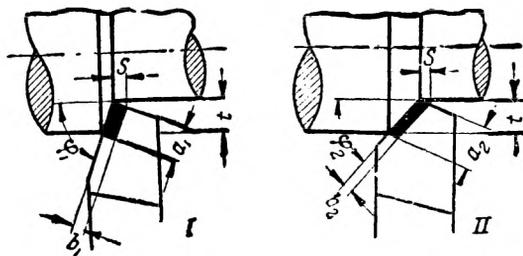
Углы заострения и резания. Чем меньше угол заострения, тем легче отделяется стружка, но резец при этом получается очень непрочным, легко обламывается и быстро затупляется вследствие плохого отвода тепла. Это заставляет при выборе угла заострения резца обращать внимание в основном не на уменьшение давления резания, а на прочность и стойкость резца и уменьшение его износа вследствие истирания отходящей стружкой.

Именно поэтому при обработке хрупких материалов, когда частицы стружки обламываются сразу вслед за отделением от основной массы материала и поэтому соприкасаются с резцом на небольшой поверхности его передней грани, резец следует делать более прочным и с большим углом заострения, т. е. с меньшим передним углом. При обработке вязких материалов, наоборот, угол заострения можно брать меньшим.

Величина угла заострения колеблется от 80° (у резцов для обработки твердых сталей, чугуна и бронзы) до 40° (легкие металлы).

Установив правила выбора переднего угла и угла заострения, мы тем самым выяснили и те соображения, которыми следует руководствоваться при выборе угла резания. Из сказанного выше очевидно, что углы резания обдирочных резцов должны быть меньшими, чем эти же углы у чистовых резцов.

Главный угол в плане. На фиг. 352 показаны два обдирочных резца, работающие в одинаковых условиях, т. е. при одной и той же подаче и глубине резания. Главный угол φ_1 в плане у резца, показанного на фиг. 352—I, больше, чем у резца, изображенного на фиг. 352—II. Поэтому толщина b_1 стружки в первом случае получается большей, а ширина ее a_1 — меньшей, чем такие же размеры b_2 и a_2 при резце с меньшим углом в плане. Сопоставляя фигуры 352—I и II, мы видим, что при резце 1, показанном на фиг. 352—I с большим главным углом в плане, отходящая стружка давит на меньшую длину лезвия резца, чем у резца, изображенного на фиг. 352—II с меньшим углом φ_2 . Последний резец работает в более благоприятных условиях вследствие лучшего отвода те-

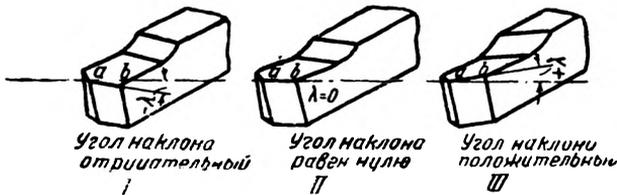


Фиг. 352. Значение главного угла в плане.

плоты резания. Таким образом, выгоднее работать резцами с малыми главными углами в плане.

Однако с уменьшением этого угла возрастает сила, изгибающая деталь, вследствие чего появляется дрожание. Чем длиннее и тоньше деталь, тем больше должен быть главный угол в плане. При обработке жестких деталей, наоборот, угол этот можно уменьшать. На выбор величины главного угла в плане влияет материал обрабатываемой детали, что мы уже отметили, рассматривая формы обдирочных резцов. Чем тверже корка обрабатываемой детали, тем больше должен быть главный угол в плане.

Угол наклона главной режущей кромки. На фиг. 353 показаны три резца с разными положениями режущей кромки по отношению к линии, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости, или, как говорят, с разными углами наклона главной режущей кромки. Угол наклона измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости. Угол этот считается положительным, когда



Фиг. 353 Углы наклона главной режущей кромки.

вершина резца является самой нижней точкой режущей кромки, отрицательным, когда вершина резца является наивысшей точкой режущей кромки, и равен нулю при главной режущей кромке, параллельной основной плоскости.

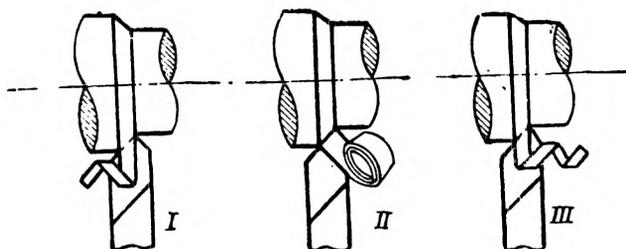
Из фиг. 353 мы видим, что при отрицательном угле λ вершина резца, т. е. точка a режущей кромки, лежит выше точки b (конец режущей кромки). При $\lambda = 0$ режущая кромка горизонтальна. При положительном угле наклона точка a режущей кромки ниже точки b .

Существует мнение, что отрицательный угол наклона (фиг. 353—I) стесняет отделение стружки, которое происходит при большем внутреннем перемещении ее частиц. Вследствие этого образуется больше теплоты, чем при положительном наклоне (фиг. 353—III), что отрицательно сказывается на работе. Именно из этих соображений при обработке твердых материалов (чугун, сталь) угол наклона режущей кромки иногда делают положительным (по фиг. 353—III). Вопрос этот еще не выяснен в достаточной степени.

Гораздо большее значение угла наклона заключается в том, что, выбирая отрицательное (фиг. 353—I) или положительное (фиг. 353—III) значения его, мы можем направлять отходящую стружку в ту или другую сторону. На фиг. 354 схематически показан правый проходной резец с отрицательным углом наклона.

Завивающаяся стружка отходит в этом случае влево, т. е. в сторону подачи резца. При горизонтальной режущей кромке (фиг. 353—II) стружка отходит в направлении, перпендикулярном к главной режущей кромке (фиг. 354—II). Если, наконец, угол наклона режущей кромки резца положителен (фиг. 353—III), т. е. режущая кромка его направлена вниз, то отделение стружки происходит так, как показано на фиг. 354—III. Стружка отходит вправо, т. е. в направлении, обратном направлению подачи.

Возможность направления отхода стружки во многих случаях очень полезна. Если, например, при подрезке торцев или уступов взять резец с отрицательным углом наклона (фиг. 353—I), то стружка будет, отходя влево (фиг. 354—I), попадать между кромкой резца и обработанной поверхностью, подвергая их порче. Этого не случится, если воспользоваться резцом с положительным наклоном (фиг. 353—III), так как стружка тогда будет отходить в сторону от обрабатываемого торца или уступа. Точно так же при обточке детали с неподвижным люнетом во многих



Фиг. 354. Направление отхода стружки в зависимости от угла наклона режущей кромки.

случаях нельзя работать резцом с положительным наклоном, так как отходящая вправо стружка запутывается в кулачках люнета.

При подвижном люнете наоборот (напомним, что люнет этот обычно находится справа от резца), стружку следует направлять влево, и поэтому лучше работать резцом с отрицательным наклоном режущей кромки.

Отметим еще одну особенность работы резцов с разными наклонами режущих кромок. Если угол этот положителен (фиг. 353—III), то резец как бы отталкивает от себя обрабатываемую деталь, вследствие чего появляется дрожание, в особенности при длинных и тонких деталях. При отрицательном угле наклона, наоборот, резец как бы натягивает деталь на себя, и работа его протекает спокойнее.

Угол наклона главной режущей кромки обычно берут 3—5°.

Форма передней грани может быть плоской или вогнутой. Она выбирается в зависимости от обрабатываемого материала. При твердых и хрупких металлах (чугун, бронза) передняя грань делается плоской, так как при этом получаются резцы с большими углами заострения, т. е. более прочные. По мере увеличения вязкости металла стружка получается все более и более

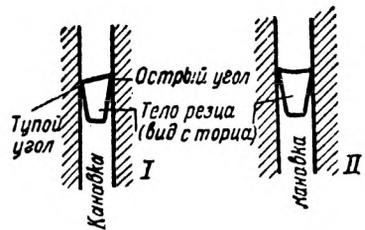
завивающейся, и для свободного отхода ее переднюю грань резца следует делать вогнутой. Вогнутость эта должна быть невелика при обработке твердой стали (чтобы не очень уменьшать угол заострения резца, т. е. его прочность) и может быть больше при обработке мягких металлов (мягкая сталь, медь и т. д.). Вогнутость передней грани резца при обработке вязких материалов настолько естественна, что при резании таких металлов, после некоторого времени работы резца с плоской гранью, стружка сама выбивает выемку в передней грани, превращая ее таким образом из плоской в вогнутую.

Закругление вершины резца с некоторым радиусом увеличивает его стойкость и улучшает качество обработанных поверхностей.

Резец, показанный на фиг. 355—*I*, применяется на практике довольно часто. Улучшение по предложению токаря-стахановца



Фиг. 355. Проходные резцы: старого образца (*I*) и образца, применяемого тов. Лихорадовым (*II*).



Фиг. 356. Схема работы резца для обработки канавок:

I — старый резец; *II* — усовершенствованный резец.

тов. Лихорадова формы этого резца (фиг. 355—*II*), тщательная заточка режущей кромки и закругление вершины в весьма значительной степени способствовали повышению производительности инструмента.

На фиг. 356 схематически показан другой пример усовершенствования резца (канавочного), предложенного тов. Лихорадовым. Вместо плоской передней грани (фиг. 356—*I*), при которой один из углов резания (с левой стороны) был тупой, тов. Лихорадов предложил делать переднюю грань вогнутой. Оба угла резания (фиг. 356—*II*) — острые, что повышает стойкость резца и улучшает качество обрабатываемой поверхности.

§ 81. Фасонные и резьбовые резцы

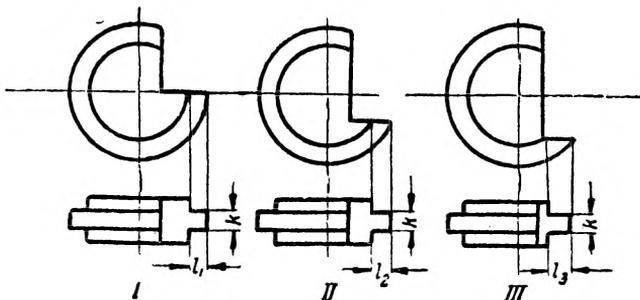
Общие замечания об изготовлении круглых фасонных резцов. Окончательная отделка круглых фасонных резцов производится прямыми фасонными резцами.

Если мы обработаем круглый фасонный резец, установив прямой резец, профиль которого совпадает с очертанием детали, для обработки которой он предназначенся точно по центру станка, то круглый резец обеспечит получение правильного очертания обрабатываемой детали только в том случае, если передняя грань

будет проходить через ее центр. Но такой резец (фиг. 357—I), как мы знаем, не будет иметь заднего угла, будет тереться о деталь, нагреваться и быстро затупится.

Если же переднюю грань круглого фасонного резца, обработанного таким образом (т. е. прямым резцом, установленным точно по центру станка), возьмем ниже горизонтального диаметра, то, как видно из фиг. 357—II, получим искаженный профиль круглого резца, не совпадающий с деталью. На фиг. 357—III передняя грань взята еще ниже, и получающееся при этом искажение профиля круглого резца видно еще отчетливее.

Из сказанного очевидно, что для получения правильного фасонного резца с задним углом, большим нуля, необходимо при обработке его на токарном станке прямым резцом устанавливать последний ниже центральной линии станка на столько же, на сколько ниже центра фасонного резца должна быть расположена его передняя грань. Пусть, например, передняя грань изготавливаемого



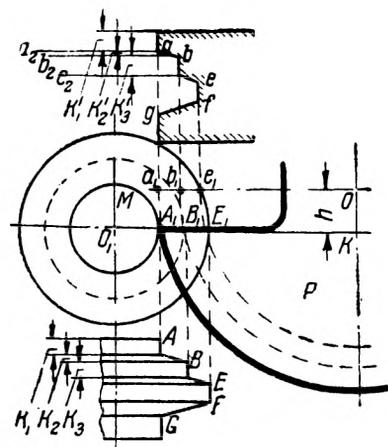
Фиг. 357. Изменение профиля круглого фасонного резца при различных положениях его передней грани.

круглого фасонного резца должна быть расположена на 5 мм ниже центра его. При обработке этого резца на токарном станке прямым фасонным резцом устанавливают последний на 5 мм ниже центральной линии станка. Профиль прямого резца должен полностью совпадать с профилем детали, для обработки которой предназначается изготавливаемый резец.

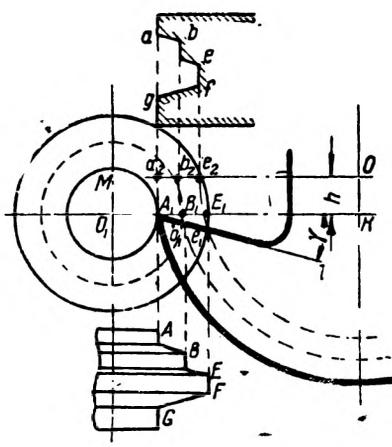
Построение искаженного профиля круглого фасонного резца. При больших значениях h (буквой h обычно обозначают величину, на которую передняя грань резца опускается ниже центра его) обработка круглого резца рассмотренным выше способом затруднительна, так как прямой резец приходится устанавливать значительно ниже центральной линии станка. В подобных случаях пользуются прямыми резцами, профиль которых построен таким образом, что у круглого резца (при понижении передней грани его на величину h) получится профиль, совпадающий с профилем детали.

Профиль прямого резца в этом случае должен совпадать с профилем круглого резца, если разрезать его по диаметральной плоскости. Прямой резец при этом условии необходимо устанавливать точно на высоте линии центров станка.

Построение профиля прямого резца (профиль этот получается не одинаковым с профилем детали и поэтому называется искаженным) рассмотрим на следующем примере (фиг. 358). Даны деталь с уступчатым профилем $ABEFG$ и круглый резец, передняя грань которого опущена ниже его центра O на величину h . Проводим из точек A , B и E перпендикуляры AA_1 , BB_1 , EE_1 до пересечения с прямой OK , которая является горизонтальной осью детали и вместе с тем передней гранью резца. Для того чтобы найти профиль круглого резца в диаметральной плоскости (т. е. искомый профиль прямого резца), проводим горизонтальную прямую проходящую через центр O резца, и переносим на нее точки $A_1B_1E_1$. Для этого от центра O следует засечь данную прямую дугами радиусов OA_1 , OB_1 и OE_1 . Получим точки $a_1b_1e_1$. Восстановим в этих точках перпендикуляры к прямой MO и продолжим их до



Фиг. 358. Построение искаженного профиля фасонного резца, передний угол которого равен нулю.



Фиг. 359. Построение искаженного профиля фасонного резца, передний угол которого больше нуля.

пересечения с соответствующими горизонтальными прямыми a_2a , b_2b , e_2e и т. д. Соединив полученные таким образом точки a , b , e и т. д., получаем требующийся искаженный профиль прямого резца. Прямые a_2a , b_2b , e_2e и т. д. параллельны между собой и проведены на расстояниях K'_1 , K'_2 , K'_3 , соответственно равных расстояниям K_1 , K_2 , K_3 и т. д. детали.

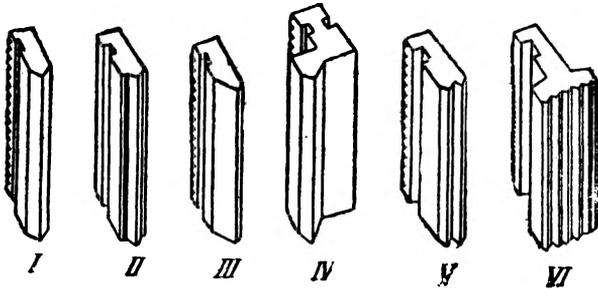
Следует иметь в виду, что при понижении передней грани резца продольные (параллельно оси) размеры прореза его не изменяются. В самом деле, на фиг. 357 мы видим, что по мере перемены положения передней грани резца размер l его профиля изменяется, а размер k (вдоль оси) остается без изменения.

Если по условиям работы круглого резца желательно, чтобы передний угол его γ был больше нуля, то построение профиля прямого резца производится несколько сложнее (на фиг. 359 буквой h обозначено понижение передней грани резца и γ — передний угол его).

Проводим из точек A , B и E перпендикуляры AA_1 , BB_1 и EE_1 на горизонтальную ось O_1K детали. Чтобы найти положение точек A_1 , B_1 и E_1 на передней грани круглого резца, засекаем из центра O_1 прямую A_1L дугами радиусов O_1B_1 и O_1E_1 в точках b_1 и e_1 . После этого из центра O засекаем прямую MO дугами радиусов OA_1 , Ob_1 и Oe_1 и получаем точки a_2 , b_2 , c_2 и т. д., соответствующие искаженному профилю прореза прямого резца. Дальнейшее построение этого профиля производится так же, как по казано на фиг. 358.

Призматические резьбовые резцы. Рассмотрев простые резьбовые резцы, мы установили, что существенным недостатком их является изменение профиля, происходящее при каждой заточке. Вследствие этого при нарезании резьбы довольно часто применяются фасонные призматические и дисковые резцы, не имеющие этого недостатка.

На фиг. 360—*I* изображен призматический резец для резьб, имеющих прямолинейное притупление нитки (например, метриче-



Фиг. 360. Призматические резьбовые резцы.

ская и др.). Для резьб с закруглениями и по наружному диаметру (Витворта, трубная и др.) употребляется резец с плечиками (фиг. 360—*II*). По количеству зубцов призматические резцы разделяются на однозубые (фиг. 360—*I*, *II*, *III* и *IV*), двухзубые (фиг. 360—*V*) и призматические гребенки (фиг. 369—*VI*).

Угол профиля призматического резца делается несколько большим, чем угол профиля нарезаемой им резьбы. Необходимость последнего видна из фиг. 361, где показаны часть призматического резца и два сечения его — одно по плоскости cd , в которой производится измерение резца при его изготовлении, и другое по плоскости ab , параллельной передней грани резца, определяющей профиль впадины нарезаемой резьбы. Очевидно, что угол α_1 больше угла α . Величина угла α_1 зависит от заднего угла резца и угла профиля резьбы, для нарезания которой служит данный резец. Для выбора угла α_1 можно пользоваться табл. 13.

Наиболее распространены призматические резцы с задним углом в 20° . Устанавливаются они всегда без наклона под углом подъема резьбы; ими можно нарезать как правую, так и левую резьбы благодаря большому заднему углу.

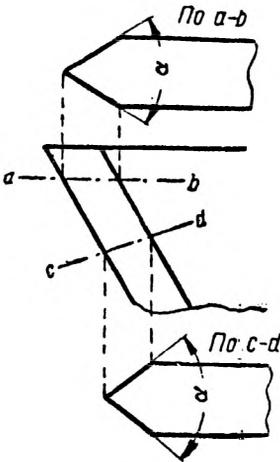
Угол резания призматических резцов равен 90° . Затачиваются призматические резцы по передней грани.

Углы профиля резьбовых резцов в зависимости от величины заднего угла

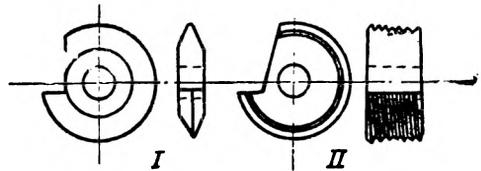
Система резьбы		Задний угол резца			
название	угол профиля	10°	12°	15°	20°
Метрическая	60°	60°46'	61°0,6'	61°44'	63°0,8'
Дюймовая	55°	55°44'	56°0,2'	56°46'	57°58'

Призматические резцы применяются исключительно для изготовления наружных резьб. Для закрепления этих резцов используются державками, сходными с изображенной на фиг 292—II.

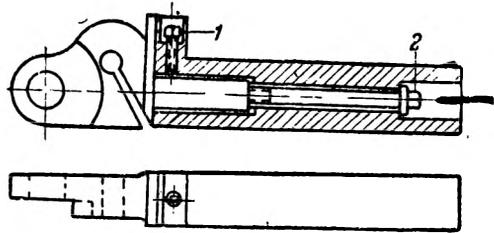
Дисковые резьбовые резцы. Типы и конструкции наружных дисковых резцов и гребенок. Дисковые резьбовые резцы



Фиг. 361. Необходимость увеличения угла профиля призматического резца по отношению к углу профиля резьбы.



Фиг. 362. Дисковые резьбовые наружные резцы.



Фиг. 363. Державка для дисковых резьбовых наружных резцов.

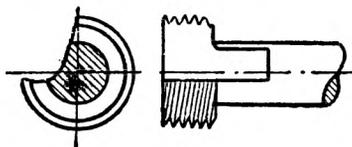
(фиг. 362—I) получили широкое распространение. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с простыми резцами — большую устойчивость при работе, легкость заточки, способность сохранять свой профиль до полного износа и т. д., что делает применение их выгодным даже на простых работах, для которых резец может быть изготовлен с пониженной точностью. Преимущества дисковых резцов в сравнении с призматическими заключаются в том, что они могут быть изготовлены самим токарем. Эти резцы можно применять для изготовления внутренних резьб.

Дисковые резьбовые резцы в зависимости от их назначения и предъявляемых к ним требований делаются с одним, двумя и несколькими зубцами. Последние называются гребенками (фиг. 362—II). Зубцы однозубых и двузубых дисковых резцов расположены кольцеобразно, зубцы гребенки — спирально.

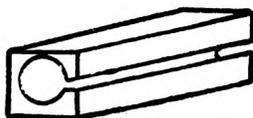
Державка для наружных дисковых резцов (фиг. 363) очень хорошо пружинит, вследствие чего нарезаемая резьба получается чистой. Головка державки изготовлена отдельно от хвостовой части, что дает возможность устанавливать ее под углом подъема резьбы. Винт 1 служит для предварительного закрепления головки, после чего она затягивается винтом 2. Дисковый резец закрепляется в этой державке болтом.

Дисковые внутренние резцы (фиг. 364) делаются с параллельными и винтовыми канавками. Направление винтовых канавок в этом случае должно совпадать с направлением нарезаемой резьбы.

Для закрепления внутренних дисковых резцов пользуются обоймой (фиг. 365). Благодаря надрезу, сделанному по всей длине этой



Фиг. 364. Дисковый внутренний резьбовой резец.



Фиг. 365. Обойма для внутренних дисковых резцов.

обоймы, она сжимается под давлением болтов резцедержателя, вследствие чего резец прочно закрепляется в требуемом положении.

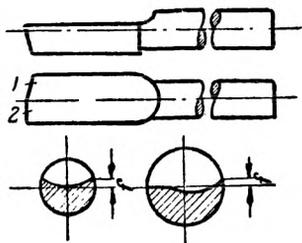
§ 82. Сверла для обработки глубоких отверстий

Пушечные сверла. Для рассверливания отверстий большой длины, ранее просверленных спиральным или перовым сверлом, а также для сверления таких отверстий в сплошном материале иногда пользуются так называемыми пушечными сверлами (фиг. 366). В этих случаях обрабатываемое отверстие предварительно надсверливается и растачивается на глубину, равную примерно половине диаметра сверла, что обеспечивает требуемое направление сверла в начале работы. Правильное направление, которое имеет такое сверло в продолжение всего процесса сверления, получается благодаря тому, что оно соприкасается со стенкой обрабатываемого отверстия большой (полуцилиндрической) поверхностью. Точность диаметра и чистота стенок отверстия, обрабатываемого пушечным сверлом, настолько велика, что во многих случаях можно обойтись без разверток.

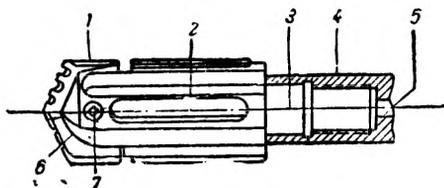
Рабочая часть сверла состоит из круглого стержня, часть которого срезана по диаметральной плоскости или несколько выше ее. Главная режущая кромка 2 сверла обычно направлена под прямым углом к оси сверла, вспомогательная 1 — под углом 10° .

Иногда сверло делается без вспомогательной кромки и затачивается под углом 10° по всей ширине. Для облегчения резания и лучшего отвода стружки на режущей грани часто делают выемку, радиус которой равен 15—75 мм, в зависимости от размера сверла. Фаска f делается от 0,05 до 0,25 мм.

Высокопроизводительное сверло для обработки глубоких отверстий показано на фиг. 367. Пластинка 1 закреплена винтом 7 в вырезе, имеющемся в головке 3 сверла. На режущих кромках этой пластинки делаются канавки для дробления стружки, расположенные в шахматном порядке. В пазах, сделанных в головке 3, закреп-



Фиг. 366. Пушечное сверло.



Фиг. 367. Высокопроизводительное сверло для сверления глубоких отверстий.

пляются направляющие сухари 2 из твердого дерева. Головка 3 закрепляется (на резьбе) в стержне 4, длина которого выбирается в соответствии с глубиной обрабатываемого отверстия. Через канал 5 в стержне 4, отверстие в головке 3 (на фиг. 367 не показано) и канавки 6 (на фиг. 367 не видны) к месту резания подается под большим давлением жидкость, охлаждающая сверло и вымывающая стружку.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ

§ 83. Материалы и конструкции резцов

Требования, предъявляемые к материалу резца. Основное требование, предъявляемое к материалу резца, — это его твердость, которая должна быть больше твердости обрабатываемого материала. Это вполне понятно, если вспомнить, что всякий резец работает как клин.

Если материал резца будет мягче обрабатываемого материала, то резание окажется невозможным. Твердость резцов достигается искусственным путем — закалкой. Имеется, однако, ряд материалов для резцов, обладающих высокой естественной твердостью.

Но одной твердости резца недостаточно, чтобы признать его годным для резания. Например, стекло значительно тверже многих металлов, обрабатываемых на токарных станках, но в ка-

честве материала для изготовления резцов его, вполне понятно, брать нельзя. Это объясняется тем, что стекло очень хрупко и лишено вязкости, которой должен обладать всякий резец.

Следующее требование, предъявляемое к материалу резца, — это его способность сопротивляться механическому истиранию, которое происходит вследствие трения стружки о переднюю грань резца и (что еще более важно) задней грани его об обработанную поверхность. Трение, сопровождаемое износом резца, отражается на точности размеров обрабатываемой детали, поэтому сопротивление материала чистовых резцов истиранию приобретает особое значение.

Последнее и вместе с тем одно из самых важных требований, предъявляемых к материалам для резцов, — это способность их сохранять режущие свойства при высоких нагревах теплотой резания.

Все материалы, применяемые для изготовления резцов, удовлетворяют только что перечисленным требованиям в различной степени. Рассмотрим сначала эти материалы, а затем установим общие правила выбора их в зависимости от условий работы резцов.

Углеродистая инструментальная сталь. Основной примесью в этой стали является углерод, содержание которого колеблется от 0,6 до 1,4%. Чем больше в стали углерода, тем она тверже. Поэтому для обыкновенных токарных резцов употребляется сталь, содержащая около 1% углерода, а для обточки очень твердых деталей (бандажи, прокатные валки и пр.) следует брать сталь с большим содержанием углерода. С другой стороны, с повышением содержания углерода понижается вязкость стали, т. е. способность сопротивляться ударам и толчкам во время работы.

Кроме углерода, в рассматриваемой стали содержатся кремний и марганец, причем содержание того и другого не превышает 0,3—0,35%. Кремний и марганец особого влияния на твердость и механические свойства резца не имеют.

Сера и фосфор считаются вредными примесями в углеродистой стали. Содержание серы не должно превышать 0,02—0,03%, а фосфора — 0,03—0,04%. Большой процент серы делает углеродистую сталь красноломкой, т. е. легко трескающейся при красном калении. При значительном содержании фосфора сталь становится хладноломкой, — легко ломающейся от ударов в холодном состоянии.

В отечественной промышленности применяются два класса (сорта) инструментальной стали: обыкновенная углеродистая и высококачественная углеродистая.

Обыкновенная сталь может изготавливаться мартеновским способом при чистой шихте, в то время как высококачественная сталь получается в тигельной или электрической печах.

Обыкновенная углеродистая инструментальная сталь сокращенно обозначается буквой У, после которой ставится цифра, показывающая, сколько (примерно) десятых долей процента углерода содержится в металле. Так, например, выбитое на

прутке стали клеймо У10 показывает, что перед нами обыкновенная углеродистая сталь с содержанием углерода около 1%.

Высококачественная углеродистая инструментальная сталь обозначается также буквой У и цифрой, характеризующей содержание углерода, но после этой цифры добавляется буква А. Так, например, клеймо У12А обозначает, что данный металл—высококачественная углеродистая сталь с содержанием около 1,2% углерода.

Выше было сказано, 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.

Быстрорежущая сталь. Быстрорежущую сталь иногда называют самозакаливающейся («самокал»), так как резец из этой стали, нагретый до матовобелого цвета и охлажденный в воздухе, приобретает высокие режущие свойства. Как уже было сказано, резец из быстрорежущей стали сохраняет эти свойства при нагревании его во время работы до температуры около 600°.

В нашей промышленности применяется несколько сортов быстрорежущей стали (марок РК5, РФ2, РФ1, Р, РО) различных составов и режущих свойств. Наибольшим признанием пользуется сталь марки РФ1 следующего состава (в %):

углерода .	. 0,7 — 0,8
вольфрама .	17,5 — 19,0
хрома	3,8 — 4,6
ванадия 1,0 — 1,4
молибдена (иногда) .	. 0,3
никеля .	0,2
марганца .	0,4
кремния .	0,4
серы . .	0,03
фосфора	. 0,03

Рассмотрим влияние некоторых отдельных элементов, входящих в состав быстрорежущей стали, на ее режущие свойства.

Углерод— неизменная составная часть быстрорежущей стали, потому что, соединяясь с вольфрамом и хромом, он придает стали необходимую твердость. Содержание углерода колеблется в пределах от 0,5 до 0,9%. При большем содержании его сталь становится хрупкой.

Вольфрам и хром сообщают стали свойства самозакаливания и стойкость при высоких температурах. Вольфрама должно быть не более 20%, хрома — от 3 до 5%. При меньшем содержании хрома сталь недостаточно тверда, при большем — хрупка и пориста.

Ванадий делает сталь более вязкой, но добавлять его можно не больше 3%, иначе ухудшаются режущие свойства стали. Обычно ограничиваются содержанием ванадия около 1,5%.

Молибден сильно повышает режущие свойства стали, но делает ее крупнозернистой и затрудняет закалку. Поэтому содержание молибдена обычно невелико (0,3—0,6%).

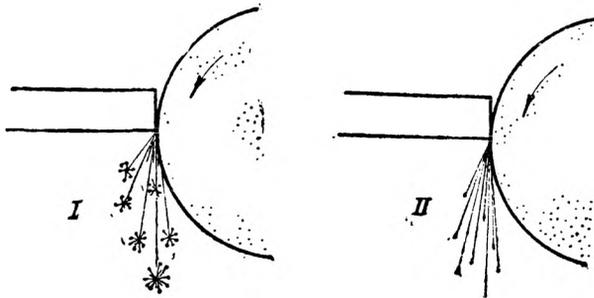
Заменители быстрорежущей стали. Вольфрам, являющийся основной составной частью быстрорежущей стали, очень дорог и остродефицитен. Поэтому резцы из быстрорежущей стали следует применять лишь тогда, когда это действительно необходимо, а во всех прочих случаях пользуются резцами, изготовленными из сталей-заменителей.

В нашей промышленности приняты главным образом две марки сталей-заменителей—ЭИ184 и ЭИ262. В состав стали ЭИ184 входят:

углерод .	0,8 — 1,0%
вольфрам .	3,5 — 5,0%
хром .	0,7 — 9,0%
ванадий	1,1 — 1,8%
марганец .	0,35%
кремний	0,5 — 0,8%

Правильно изготовленные и рационально применяемые резцы из сталей-заменителей работают вполне удовлетворительно при режимах, установленных для быстрорежущих резцов.

Определение сорта стали. Сорт стали, из которой изготовлен резец, можно установить или по излому или по искре. Излом быстрорежущей стали имеет очень мелкое строение, напоминаю-



Фиг. 368. Испытание стали на искре.

щее излом фарфора. В углеродистой стали излом — зернистый, с зёрнами, легко различаемыми невооруженным глазом. Чем тверже сталь, тем мельче ее зерно и тем темнее излом. Чем мягче сталь, тем светлее излом и тем крупнее зерно.

Сорт стали можно узнать по форме и цвету искр, получающихся при подводе резца к шлифовальному кругу. Углеродистая сталь дает желтые искры, быстрорежущая — красные. Форма искр также различна. Она показана на фиг. 368, на которой цифрой I обозначены искры, получающиеся при шлифовке резца из углеродистой стали, а цифрой II — резца из быстрорежущей стали. Углеродистая сталь дает много искр, а быстрорежущая — мало. Чем больше в стали вольфрама и хрома, тем темнее искры и тем их меньше.

Способ этот довольно грубый и дает только общее представление о составе стали.

Твердые сплавы. Наиболее высокие режущие свойства имеют резцы из победита различных марок. После длительного изучения влияния на режущие свойства победита отдельных элементов, входящих в его состав, были приняты две марки победита: РЭ8 и α -21. Победит РЭ8 имеет следующий состав:

углерода .	7,5 — 8,00%
вольфрама	85,0 — 85,50%
кобальта	7,5 — 8,00%

Состав победита $\alpha = 21$ характеризуется такими показателями:

углерода .	7,45%
вольфрама	62,0 — 65,50%
титана .	16,5 — 18,50%
кобальта .	7,5 — 8,00%
молибдена	0,8 — 1,50%

Победит РЭ8 и α -21 выпускается в виде пластинок разнообразных форм, наплавляемых или привариваемых к державкам из обыкновенной машиноподелочной стали. Никакой закалки пластинок не требуется.

Победит РЭ8 обладает большей вязкостью, чем победит α -21, но несколько мягче его.

Выбор материала для резцов. Материал для резцов выбирается в зависимости как от характера работы, для которой предназначается данный резец, так и от материала обрабатываемой детали. При обдирочных работах резец должен снимать возможно большие стружки в возможно короткие промежутки времени. Резец при этом значительно нагревается, размягчается и становится негодным для дальнейшей работы. Кроме того, во многих случаях резцы работают по корке (чугунные отливки), в которой почти всегда имеются твердые включения, сильно истирающие резец. Особой чистоты обработки поверхности не требуется.

Из сказанного очевидно, что материал для обдирочных резцов должен обладать высокой стойкостью при повышении его температуры, значительной твердостью и, как следствие ее, хорошей сопротивляемостью износу от истирания. Этим требованиям удовлетворяют (правда, в различной степени) быстрорежущая сталь и твердые сплавы, например победит. При чистовых работах резец испытывает небольшие нагрузки, но должен хорошо сопротивляться износу от трения, иначе получается деталь с неверными формами и размерами. Во многих случаях резец (например фасонный) должен длительное время сохранять чистоту своей режущей кромки, что возможно только при достаточной вязкости его материала.

Углеродистая и быстрорежущая стали удовлетворяют требованиям, предъявляемым к материалам для чистовых резцов при обработке стали, латуни и других вязких металлов. При чистовой обточке чугунных изделий во многих случаях лучше работают резцы из твердых сплавов.

Резцы из победита РЭ8 являются наиболее подходящими при обработке изделий из чугуна, цветных металлов и для обдирки стали (при наличии ударов). Сравнительно высокая для твердых сплавов вязкость и большая твердость победита РЭ8 дают возможность использовать его при обработке поковок и отливок по корке, с большими сечениями стружек. Победит α -21 допускает при обточке стали работу с более высокими скоростями резания в сравнении с победитом РЭ8.

Конструкции резцов. Токарные резцы подразделяются на цельные, напайные или наварные, наплавные и резцы в державках. Все резцы различаются по форме головки и по ее положению относительно стержня (фиг. 369).

Прямыми называются такие резцы, у которых ось в плане и боковом виде прямая.

Отогнутыми называются резцы, ось которых в плане изогнута. Различают правые и левые отогнутые резцы.

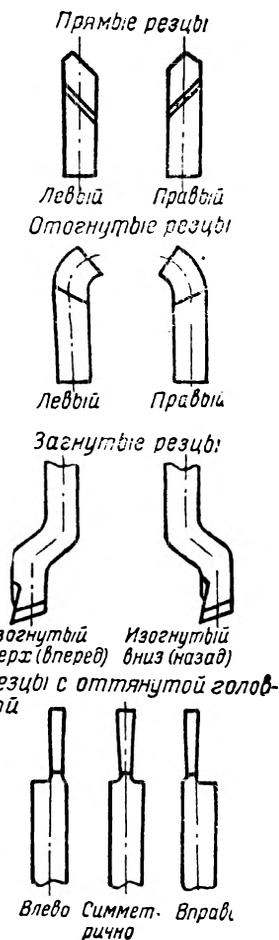
Изогнутыми называются такие резцы, ось которых изогнута в боковом разрезе. Резцы называются изогнутыми вверх, когда головка выше тела резца при рабочем его положении. Резцы называются изогнутыми вниз, когда головка ниже тела резца при рабочем его положении.

Резцами с оттянутой головкой называются такие, головка которых уже тела. Головка может быть расположена относительно оси тела резца либо симметрично, либо с одной стороны, причем головка может быть отогнута в сторону или изогнута вперед.

Вправо оттянутыми резцами называются такие, у которых при указанном ранее способе наложения ладони правой руки головка оказывается сдвинутой в сторону большого пальца.

Влево оттянутыми резцами называются такие, у которых при наложении ладони левой руки головка оказывается сдвинутой также в сторону большого пальца.

Цельные резцы. Резец называется цельным, если головка и тело его из одного материала, что, очевидно, нецелесообразно. Действительно, в то время как материал головки должен удовлетворять высоким требованиям (твердости, красностойкости и пр.), материал тела резца должен обладать лишь достаточной прочностью. Последнее требование во многих случаях



Фиг. 369. Формы резца.

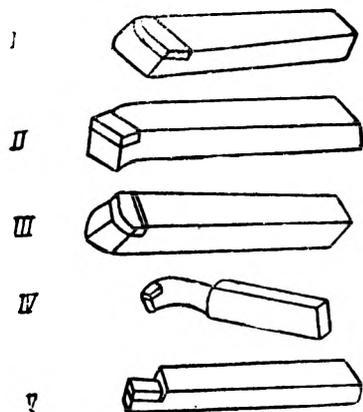
удается удовлетворить главным образом выбором достаточно большого сечения резца.

Нецелесообразность употребления цельных резцов выступает тем резче, чем больше резец.

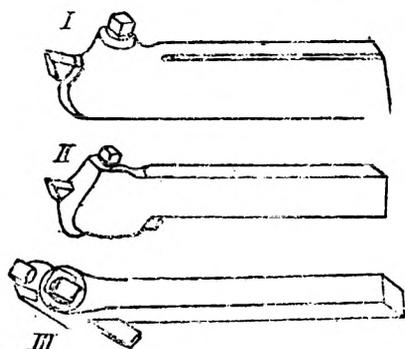
Напайные и наварные резцы. В этом случае стержень (тело) резца изготавливается из обыкновенной машиноподелочной стали, и только на головке его напаяется или наваривается пластинка из быстрорежущей стали, из стали-заменителя или из победита. При малом сечении резца головка его приваривается впритык к стержню с помощью электричества.

На фиг. 370 изображено пять основных типов резцов, напаянных пластинками из победита. Такой же вид имеют и резцы, напаянные или наваренные пластинками из быстрорежущей стали.

Наплавные резцы. В последнее время начали применять наплавные резцы. Передняя грань их образуется электродуговой



Фиг. 370. Основные формы резцов из победита.



Фиг. 371. Державки для наружных резцов.

наплавкой на стержень из обыкновенной стали материала с высокими режущими качествами.

Резцы в державках. Главное преимущество державок по сравнению с резцами, изготовленными из целого куска, заключается в том, что в них зажимаются короткие вставные резачки, используемые почти до конца.

Сечение вставного резачка — обычно квадрат со стороной 6, 8, 10, 12 или 16 мм.

Державки со вставными резцами широко применяются при самых разнообразных токарных работах.

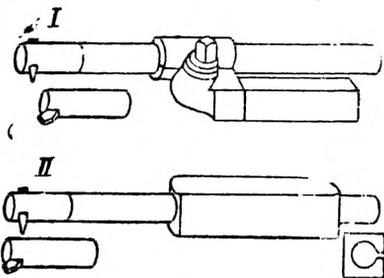
На фиг. 371—I показана обыкновенная державка. Она может служить для закрепления различных резцов, предназначенных для наружной обработки детали. Резец закрепляется в державке одним болтом с квадратной головкой. Наклонное положение резца обеспечивает хорошие условия резания и отход стружки. Такие державки бывают нескольких размеров. Недо-

статок их — слишком большая высота, так что резец часто оказывается значительно выше центра. Этому недостатка не имеет державка, изображенная на фиг. 371—II. В тех случаях, когда требуются изогнутые резцы, пользуются изогнутыми державками (фиг. 371—III) правыми или левыми.

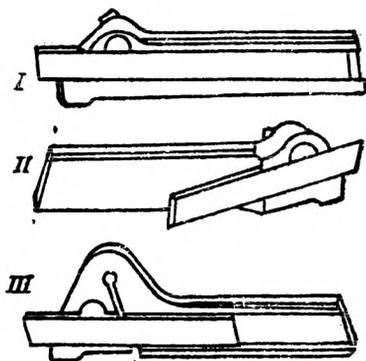
При расточных работах применение державок чрезвычайно целесообразно. Державка, показанная на фиг. 372—I, состоит из собственно державки, закрепляемой в резцедержателе суппорта, и штанги или, как чаще говорят, валика, закрепляемого в свою очередь в державке. Резачок зажимается в конце валика посредством болтика или иным путем.

Другой способ закрепления расточного валика показан на фиг. 372—II. В этом случае для закрепления валика используется обойма (фиг. 365).

Расположение резца в валике обуславливается характером ра-



Фиг. 372. Державки для расточных резцов.



Фиг. 373. Державки для отрезных резцов.

боты, для которой этот резец предназначен. При расточке сквозных отверстий резачок можно поставить под прямым углом к валику. При обработке несквозных отверстий применяется валик, у которого резачок выходит вперед торца.

Державка, изображенная на фиг. 373—I, служит для отрезных резцов. Вставной резец в этом случае имеет вид пластинки клиновидного сечения. Закрепление резца производится посредством зажима, благодаря которому резец, несмотря на его большую длину, держится достаточно прочно. Для отрезки деталей у самых кулачков патрона или вообще в труднодоступных местах такие державки делают изогнутыми вправо и влево (фиг. 373—II). На фиг. 373—III изображена пружинная державка для отрезного резца.

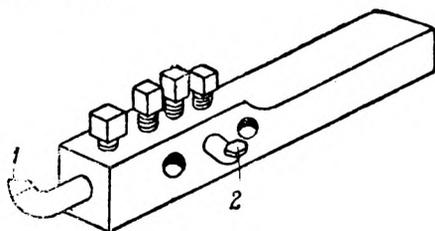
Токарь-стахановец тов. Лебедев (завод «Красный факел», Москва) предложил оригинальную державку (фиг. 374) для одно временного закрепления двух резцов — проходного 2 и подрезного 1. Такая державка значительно ускоряет работу.

Резцами в державках пользуются и при нарезании резьбы. Так, например, при нарезании резьбы на стальных деталях следует брать пружинные державки, одна из конструкций которых

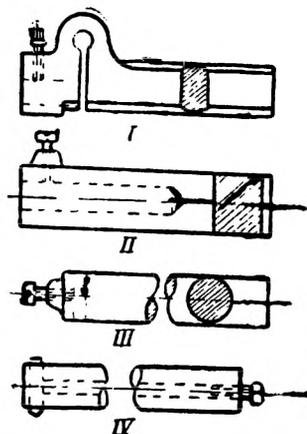
показана на фиг. 375—I. Для уменьшения пружинения в щель державки иногда вставляют кусочки дерева, кожи и т. д. При нарезании легко режущихся металлов удобна державка, данная на фиг. 375—II. Державка, изображенная на фиг. 375—III, применяется только для резцов, применяемых при нарезании резьбы в сквозных отверстиях, а показанной на фиг. 375—IV можно пользоваться и для нарезания резьбы в глухих отверстиях (так как резец в этом случае помещается близко в конце державки).

Для установки державки (фиг. 375—I) под углом подъема нарезки хвостовая часть ее должна иметь сечение, показанное на чертеже. Она закрепляется в супорте станка промежуточной обоймой (фиг. 365) с прямоугольным наружным сечением и круглым отверстием.

Этой же обоймой пользуются и при закреплении державок, показанных на фиг. 375—II и III. В данном случае применение такой обоймы особенно удобно, так как дает возможность регулировать длину вылета державки.



Фиг. 374. Многорезцовая державка.



Фиг. 375. Державки для резьбовых резцов

§ 84. Изготовление резцов

Изготовление цельных резцов. Нагрев резца (как и всякого куска стали) связан с опасностью его порчи. 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.

Отсюда следует, что во всех возможных случаях обработку резца (отрезка материала, обработка головки) следует производить в механической мастерской, а не в кузнице. Отрезать сталь лучше всего приводной ножовкой, а обрабатывать головку — опиливанием вручную (при небольшом размере резца) или на фрезерных и строгальных станках (если размеры резца велики). Изготовление цельного резца без предварительной механической обработки начинается с рубки стали в нагретом состоянии. Рубка холодной или даже мало нагретой стали обычно приводит к трещинам

в ней, которые могут получиться тут же, во время рубки. В некоторых случаях эти трещины обнаруживаются при закалке реза.

Ковка стали возможна при таком нагреве, когда металл становится достаточно мягким 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 вредно отражается на качестве металла. Перегретую сталь можно поправить только на половину — сильной проковкой и правильным отжигом, которые сообщают металлу мелкозернистую структуру.

При нагреве стали до сварочного жара (когда от нее начинают отделяться искры) полезные примеси совершенно выгорают, 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 получаются трещины. Чем больше в стали полезных примесей (вольфрама, хрома), тем более вероятно получение трещин.

При ковке резов надо придерживаться следующих правил:

1. Каждый сорт стали в зависимости от содержания в нем примесей должен коваться при определенной температуре нагрева.

2. Первоначальный нагрев надо вести возможно медленнее. Несоблюдение этого правила приводит к трещинам в стали. Дальнейшее нагревание до температур, указанных в табл. 14, надо производить возможно быстрее.

3. Ковать сталь следует сильными и частыми ударами, причем ковка должна заканчиваться как только сталь начнет остывать. Предельные температурыковки указаны в табл. 14.

Таблица 14

Температурыковки, отжига, закалки и отпуска резов из углеродистых и быстрорежущих сталей

Сорт стали		Температура в градусах Ц			
название	марка	ковка	отжиг	закалка	отпуск
Углеродистая Быстро-режущая Стали-за-менители	У10, У10А	1050—775	720—750	760—780	220—300
	У12, У12А	1200—925	850—870	1280—1325	560—580
	РФ1				
	ЭИ184	1150—950	850—870	1-й подогрев 400—600 2-й " 840—860 3-й " 1180—1200	550 (три раза с выдержкой по 1 часу)
ЭИ162	1150—950	850—870	1-й подогрев 400—600 2-й " 820—850 3-й " 1240—1260	550 (три раза с выдержкой по 1 часу)	

4. Число нагревов должно быть возможно меньшим (не больше двух-трех), потому что всякий лишний нагрев ухудшает качество стали.

Приведенным в табл. 14 температурам соответствуют следующие цвета каления:

730° вишневокрасный,
760 — 780°	светловишневокрасный,
830 — 860° светлокрасный,
870 — 900° .	оранжевый, апельсиновый,
900 — 1000° .	. . желтый, лимонный,
1100 — 1300°	мятовобелый, молочный.

Охлаждение резцов после поковки надо производить по возможности медленно. Лучше всего охлаждать резцы в ящиках, наполненных мелким древесным углем, золой или песком.

Если резцы после отковки должны обрабатываться еще в механической мастерской (на станках или опиловкой вручную), то их нужно отжигать. Отжиг при температурах, указанных в табл. 14, сообщает стали необходимую для механической обработки мягкость и одновременно с этим уничтожает внутренние напряжения, возникающие во время ковки. Кроме того, отжиг вообще улучшает качество стали, 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 табл. 14, а затем охлаждают на воздухе или, еще 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 и пересыпают мелким древесным углем либо свежими чугунными стружками. После этого коробки плотно закрывают крышкой и нагревают их в печи или в горне. Охлаждение производится в той же печи¹, что увеличивает мягкость стали, или же вынимают коробки из печи и дают им охладиться на воздухе.

Закалка резцов. Закалка резцов производится в следующем порядке: головка резца нагревается до соответствующей температуры, после чего резец охлаждается в какой-либо охлаждающей жидкости или на воздухе, а затем производится отпуск. Характер и продолжительность каждой из этих операций устанавливаются в зависимости от сорта стали.

Резцы из углеродистой стали нагреваются до температур, указанных в табл. 14, причем отклонение от этих температур хотя бы на 20—30° в ту или другую сторону неизбежно ухудшает качество металла. Нагретые резцы охлаждают в воде, температура которой должна быть 20—25°, т. е. близкой к комнатной. Погружение в воду нужно вести медленно, головкой вниз, на длину нагретой части. Остывающий резец следует медленно двигать вверх и вниз. Как только рабочая часть его потемнеет, надо вынуть резец из

¹ Резцы надо оставить в печи на ночь, чтобы они медленно остыли вместе с печью.

воды, очистить головку от окалины и ждать, пока она снова нагреется теплотой, оставшейся в неохлажденной части резца. Когда температура на поверхности резца достигнет примерно 220°, появятся побежалые цвета отпуска стали. Эти цвета чередуются в следующем порядке по мере подъема температуры:

светложелтый .	230°
темножелтый 240°
коричнево-желтый	255°
коричнево-красный	. 265°
пурпурово-красный	. 275°
фиолетовый	. 285°
синий 295°
светлоголубой	315°
серый	330°

После серого цвета побежалые цвета пропадают, и поверхность стали делается темной. Резцы из углеродистой стали, содержащей от 0,9 до 1,2% углерода, отпускаются до светложелтого, а иногда до синего побежалого цвета; как только последний дойдет до конца лезвия, резец надо быстро охладить в воде. Чем больше в стали углерода, тем сильнее должен быть отпуск.

Резцы из быстрорежущей стали закаляются следующим образом: резец сначала медленно нагревают примерно до 850° (светлокрасный цвет) и только после этого быстро поднимают температуру до 1280—1325° (молочный цвет). В этот момент начинает плавиться кромка лезвия.

Охлаждение резца производится в говяжьем сале, нефти, керосине или сильной струе холодного воздуха. Чтобы сообщить резцу вязкость, его отпускают. Для этого резец нагревают до температуры, указанной в табл. 14, выдерживают его в печи около часа, после чего охлаждают в масле или нефти. Режущие свойства резца повышаются, если отпуск его производить два-три раза.

Закалка резцов из сталей-заменителей требует особого внимания и тщательности, так как самое незначительное отклонение от температуры закалки, указанной в табл. 14, резко снижает режущие свойства резца. В этом случае очень полезен многократный отпуск (три-четыре раза).

Приварка пластинок из быстрорежущей стали и сталей-заменителей. Для приварки пластинок кузнечным способом на некоторых заводах с успехом применяется порошок следующего состава (по объему):

опилки высокоуглеродистой стали	. 15
толченое стекло .	. 30
бура 30
ферромарганец .	. 12
сода	5
канифоль .	8

Сварочный порошок накладывается слоем толщиной около 3 мм между пластинкой и стержнем. После этого резец помещают в печь или горн, где он нагревается до светлокрасного каления. Проверив, что пластинка не сдвинулась, ударяют по ней

один раз молотком для закрепления ее на месте. Затем резец снова помещают в печь и нагревают до температуры сварки, т. е. до светложелтого, почти белого цвета накала и появления пузырей на пластинке из быстрорежущей стали. Потом резец вынимают из печи и кладут на наковальню. Кузнец прижимает пластинку гладилкой, а молотобоец наносит по последней легкие, но частые удары. Охлажденный резец можно закаливать, как цельный.

Вместоковки можно нагретый резец зажать под ручным прессом, чем также достигается хорошая сварка. При известном навыке наваривание пластинок дает хорошие результаты, и наварные резцы работают не хуже цельных.

Второй способ присоединения пластинки из быстрорежущей стали к стержню из обыкновенной стали осуществляется за счет теплоты, которая развивается в металле под действием электрического тока. Стержень резца и пластинка из быстрорежущей стали располагаются в особых губках (электродах) специального электросварочного аппарата, причем пластинка прижимается к стержню с большим усилием. Электрический ток, проходящий через электрод в стержень и пластинку, нагревает их настолько, что в месте соединения их происходит расплавление металла. После выключения тока и охлаждения резца соединение пластинки со стержнем получается достаточно прочным. Сваренный резец извлекают из аппарата, сразу же помещают в печь и равномерно прогревают. После медленного охлаждения он оказывается отожженным и легко поддается ковке и закалке. Если не произвести отжига, то охлаждение резца произойдет неравномерно, что повредит прочность сварки и вызовет трещины.

При малых размерах сечения резца (16×16 мм и меньше) к торцу стержня из обыкновенной машиноподелочной стали вместо пластинки приваривается обычным способом кусок быстрорежущей стали одинакового сечения со стержнем.

Изготовление победитовых резцов. Первая операция по изготовлению таких резцов — это подготовка к напайке гнезда в стержне и самой пластинки. Гнездо должно быть больше пластинки на 1—2 мм с каждой стороны. Если пластинка припаяется в несквозное гнездо, то в углу его засверливается отверстие диаметром 5—6 мм, которое окажется необходимым при пригонке пластинки. После этого фрезеруют гнездо в стержне для пластинки и приступают к ее пригонке.

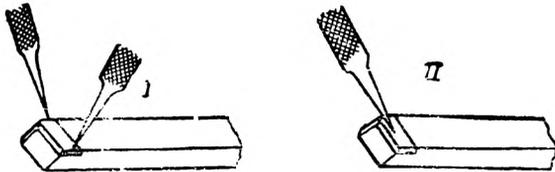
Прежде всего шлифуются подошва и бока пластинки, причем надо снять всю окалину. Подошва пластинки должна быть плоской, что проверяется стальной линейкой. После шлифовки пластинки приступают к ее пригонке к болванке. Затем кладут пластинку на место и двумя концами напильников (фиг. 376—1) определяют, в каких направлениях она имеет качку. Затем, убрав пластинку в сторону, снимают высокие места шабером или маленьким напильником. От времени до времени пластинку кладут в гнездо и пробуют тем же способом, нет ли качки. При сквозных гнездах точность пригонки пластинок можно проверить

краской. Пластинка считается хорошо пригнутой, если она лежит в гнезде болванки совершенно плотно, без малейшей качки, которая легко обнаруживается двумя напильниками.

Припоем для победитовых пластинок служит красная медь (стружки, опилки или легко нарезанная листовая медь). Лучше всего пользоваться медной проволокой диаметром 1,5—2 мм (старые провода, очищенные от изоляции), нарезанной кусочками длиной 3—5 мм.

Порядок напайки следующий. Болванка нагревается в электрической, газовой или нефтяной печи примерно до 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, поэтому напавать резцы победитом в нем не следует.

После того как болванка нагреется до светлокрасного цвета, небольшой ложечкой с длинной рукояткой посыпают немного буры на то место болванки, к которому будет припаяна



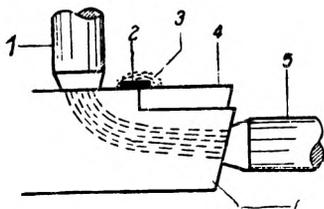
Фиг. 376. Проверка пригонки (I) и придавливание (II) пластинки во время припайки.

пластинка. Бура должна быть хорошо прокалена. Как только она расплавится, болванку вынимают из печи, очень тщательно очищают железной щеткой ее гнездо от накипи буры и кладут на место пластинку. Поверх пластинки накладывают стружки или кусочки проволоки красной меди и насыпают буры. После этого болванку вместе с пластинкой кладут в печь. Болванку выдерживают в печи до тех пор, пока вся медь не расплавится. За это время следует один-два раза той же ложечкой прибавлять буры, посыпая ее на пластинку и не вынимая резца из печи. Когда медь расплавится (при температуре около 1150°), болванку осторожно вынимают из печи. Если болванку вынуть резким движением, то пластинка, плавающая на расплавленной меди, может соскочить.

Вынутую болванку кладут на верстак и каким-либо острым предметом (например, концом напильника) плотно прижимают к ней пластинку (фиг. 376—II), выправив предварительно ее положение в гнезде. Казалось бы, что гораздо удобнее прижать пластинку не острым предметом, который часто срывается (соскакивает), а тупым. Но делать этого ни в коем случае не следует, потому что при соприкосновении с большой поверхностью (массой) пластинка быстро охлаждается и в ней обра-

зуются трещины, чисто не заметные, но обнаруживающиеся при работе резца.

Как только медь застынет, отнимают напильник и кладут резец в ящик, наполненный пылью древесного угля или, еще 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, после чего очищается от пыли железной щеткой и поступает в заточку.



Фиг. 377. Припайка победитовой пластинки на электросварочном аппарате.

Напайку пластинок из победита можно производить и на электросварочном аппарате. Расположение электродов во время этого процесса показано на фиг. 377, на которой 1 и 5 — электроды, 2 — кусочки меди, 3 — бура, 4 — пластинка и 6 — стержень резца. Пунктирные линии на чертеже схематически показывают часть стержня, наиболее нагреваемую электрическим током. В качестве припоя надо брать следующий состав (по весу, в %):

меди красной .	. 69
никеля .	27
алюминия	1
цинка	3

Припой применяется в виде мелкой стружки с добавлением измельченной и прокаленной буры.

Заточка резцов из углеродистой и быстрорежущей сталей и из сталей-заменителей. Заточка таких резцов производится два раза: после поковки и после закалки.

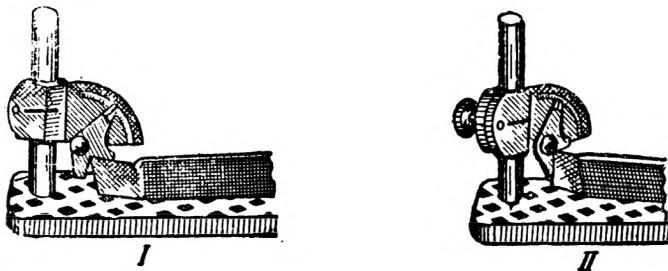
Резцы, обрабатываемые перед закалкой в механической мастерской, затачиваются только после закалки. Резцы с напаянными или наваренными пластинками также в большинстве случаев подвергаются только одной заточке (после закалки); предварительная заточка их (до закалки) необходима лишь в том случае, если головка резца после присоединения пластинки имеет очень грубую форму или если пластинка во время напайки (приварки) сильно сместилась.

Предварительная заточка резцов производится корундовым шлифовальным кругом средней твердости (СТ) зернистостью 46. Заточку можно производить всухую, так как местный нагрев незакаленного резца не опасен. Все углы резца должны быть получены во время предварительной заточки, поэтому шлифуются все его грани.

Шлифовальный круг для окончательной заточки резцов должен быть средней твердости с зернистостью 60. В отличие от предварительной заточки окончательная должна производиться с обильным охлаждением, чтобы не допустить вредного нагрева резца. С этой же целью не следует слишком сильно прижимать резец к шлифовальному кругу.

Заточка победитовых резцов производится в три приема. Прежде всего на обыкновенном корундовом круге снимают излишки стержня, выступающие под пластинкой. Лишь после этого резец поступает на предварительную заточку. Предварительная заточка резцов из победита РЭ8 должна производиться на шлифовальных кругах карборунд-экстра твердостью $M_2—SM_1$ и зернистостью 36—40. Твердость кругов, применяемых для предварительной заточки резцов из победита $\alpha-21$, должна быть $M_1—M_3$, а зернистость 46—60. Окончательная заточка резцов из победита РЭ8 производится на кругах твердостью $M_2—M_3$ и зернистостью 80—100, а резцов из победита $\alpha-21$ — твердостью $M_1—M_2$ и зернистостью 80—100.

Заточка должна происходить при обильном охлаждении резцов водой. Если точильный станок охлаждения не имеет, допускается заточка резцов из победита всухую, без охлаждения, но при этом не следует сильно прижимать резец для предотвра-



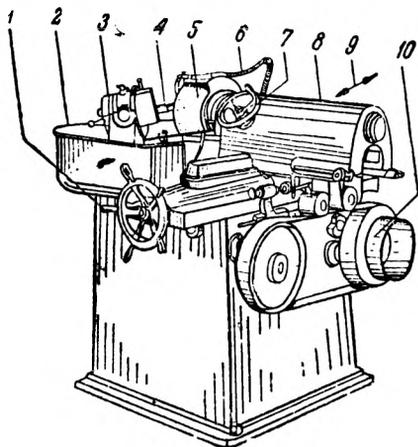
Фиг. 378. Прибор для проверки углов резцов

щения его чрезмерного нагрева. Ни в коем случае нельзя охлаждать нагретый при заточке резец опусканием его в воду во избежание растрескивания пластинки.

Проверка углов затачиваемых резцов производится шаблонами (фиг. 44) или специальными приборами. Один из таких приборов изображен на фиг. 378, на которой показана проверка переднего (фиг. 378 — I) и заднего (фиг. 378—II) углов резца.

Заточка резцов на специальных станках. На многих заводах заточка резцов производится в заточных мастерских на специальных станках. Один из таких станков показан на фиг. 379. Горшкообразный круг 5 закреплен на шпинделе, вращающемся в solidных подшипниках. Подшипники расположены на суппорте 8, который перемещается по направляющим по стрелке 9. Подача суппорта 8 может быть ручной (при помощи маховичка 1) или автомеханической (посредством ременной передачи от шкива, составляющего одно целое с рабочим шкивом 10). При включении автомеханической подачи супорт совершает колебательные движения (взад и вперед) по стрелке 9, что достигается соответствующей регулировкой упоров, имеющих на станке. Маховичком 7 шпиндель, а вместе с ним и круг 5 могут перемещаться в осевом направлении.

Затачиваемый резец 4 закрепляется в особой головке 3. Последняя состоит из нескольких частей, каждую из которых можно поворачивать относительно других на требуемый угол, отсчитываемый по градуированной шкале. Благодаря этому резец можно устанавливать в любом положении в пространстве. Во время заточки он остается неподвижным, а круг перемещаясь вперед и назад (по стрелке 9), автоматически и медленно подается на резец ручной подачей (маховичком 7). В течение всего времени заточки резец охлаждается сильной струей жидкости, подаваемой насосом по шлангу 6. Жидкость эта собирается в корыте 2, откуда по трубе она стекает в резервуар, скрытый в станине станка, и снова подается насосом.

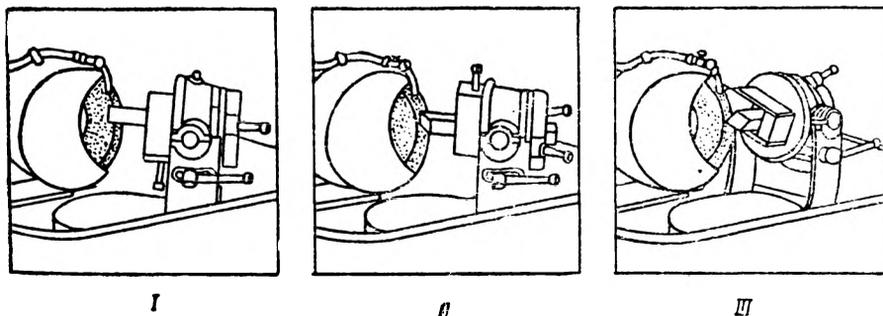


Фиг. 379. Станок для заточки резцов.

На фиг. 308—I показан первый прием при заточке прямого обдирочного резца. У конца болванки, закрепленной в головке станка, стачивается одна сторона, благодаря чему образуется главная задняя грань. После поворота головки (фиг. 380—II) у болванки стачивается еще одна сторона — для образования вспомогательной задней грани. После

вторичного поворота головки (фиг. 380—III) у болванки стачивается третья (верхняя) сторона. Таким образом получается передняя грань. При помощи шкал на головке все указанные выше повороты ее можно так регулировать, что резец получит требуемые углы.

Доводка резцов. После чистовой заточки (даже на мелкозернистом круге) на режущей кромке резца остаются зазубрины, а задняя и передняя грани его получаются недостаточно глад-



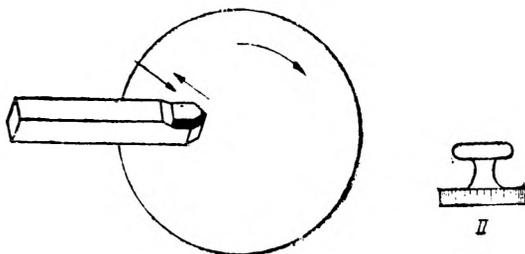
Фиг. 380. Примеры работы станка для заточки резцов.

вторичного поворота головки (фиг. 380—III) у болванки стачивается третья (верхняя) сторона. Таким образом получается передняя грань. При помощи шкал на головке все указанные выше повороты ее можно так регулировать, что резец получит требуемые углы.

Доводка резцов. После чистовой заточки (даже на мелкозернистом круге) на режущей кромке резца остаются зазубрины, а задняя и передняя грани его получаются недостаточно глад-

кими. Во время работы эти зазубрины и неровности постепенно увеличиваются, что снижает качество обрабатываемой поверхности и режущие свойства резца. Поэтому окончательно заточенный резец заправляют оселками, т. е. шлифующими брусками прямоугольного, квадратного или круглого сечения. После заправки режущая кромка резца получается чистой (почти без зазубрин) и острой.

Более высокое качество резца достигается доводкой, повышающей его стойкость, как показывает опыт, в 1,5—3 раза. Доводка резцов состоит в следующем. На прикрепленный к валу (шпинделю), вращающемуся в двух подшипниках, диск (фиг. 381—I) из мягкого чугуна¹ наносится паста указанного



Фиг. 381. Доводочный диск (I) и притир (II).

ниже состава. Пасту следует разровнять на диске чугунным притиром (фиг. 381—II), твердость которого должна быть несколько ниже твердости диска.

К диску, вращающемуся со скоростью от 0,8 до 2,0 м/сек (считая по среднему диаметру рабочей поверхности), подводят резец и легким нажимом его доводят ленточку (шириной 1—2 мм) на задней грани. Резец при этом следует перемещать по поверхности диска в радиальном направлении. Так же образуется и ленточка шириной 3—5 мм на передней грани.

При доводке резцов из быстрорежущей стали можно применять грубую пасту ГОИ (Государственного оптического института). При доводке резцов из победита применяют пасты следующих составов (по весу, в %):

	карбид бора	60
	парафин	40
или	карбид бора	60
	стеарин	27
	техническое сало	13
или	карборунд-экстра .	60
	стеарин	24
	техническое сало .	16

Зернистость доводочного материала следует принимать от 28 до 45 μ для доводки обычных резцов и от 7 до 17 μ для резцов более точных (например, резьбовых).

¹ $H_B = 120-140 \text{ кг/м.м}^2$.

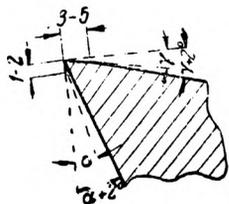
Перед нанесением пасты на доводочный диск его необходимо слегка смочить керосином.

При доводке резца следует остерегаться завалов режущей кромки, которая после доводки должна получиться чистой и прямолинейной. Направление вращения диска должно совпадать с указанной на фиг. 381—1 стрелкой, так как при обратном вращении резец будет соскабливать с диска пасту.

Если в мастерской доводочного диска нет, доводку резцов можно производить на неподвижной плите. Качество и производительность доводки при этом способе значительно ниже, чем при работе на вращающемся диске.

Существуют специальные доводочные станки, снабженные устройством для закрепления резца в положении, при котором углы его получаются равными требуемым. Перемещение резца по диску и подача его на диск осуществляются на этих станках посредством винтов или рычагов, что обеспечивает высокое качество доводки.

Для того, чтобы при доводке резца можно было ограничиться образованием ленточек на задней и передней гранях его, а не доводить эти грани полностью, — задний и передний углы победитового резца при окончательной заточке делаются на 2° больше требуемых. Сечение такого резца главной секущей плоскостью показано на фиг. 382, на которой α и γ — углы, соответствующие материалу, для обработки которого предназначен данный резец. Ввиду высокой производительности доводки быстрорежущих резцов пастой ГОИ задние и передние грани их доводят полностью, без ленточек, о которых было сказано выше.



Фиг. 382. Углы доведенного резца. 3

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТА

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ПО ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

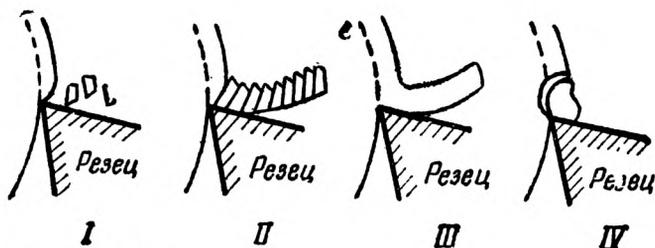
§ 85. Образование и форма стружек при обработке металлов резанием

Общие замечания. Процесс образования стружки и форма ее при различных условиях резания различны и определяются главным образом материалом обрабатываемой детали. В зависимости от свойств этого материала различают стружку скалывания, сливную и стружку надлома.

Стружка скалывания. При обработке твердых, но вязких металлов (например, очень твердой стали) образование стружки происходит следующим образом. Своей передней гранью резец сжимает прилегающие к ней частицы металла (этот процесс называется осаживанием), вследствие чего они перемещаются одна относительно другой с большим трением. При дальнейшем движении детали сцепление частиц с основной массой обрабаты-

ваемой детали уменьшается настолько, что происходит отделение (скалывание) кусочка, или, как говорят, элемента стружки. Вслед за этим передняя грань резца начинает осаживать следующую часть сжимаемого слоя и в некоторый момент скалывает ее. То же самое происходит при отделении третьего, четвертого и т. д. элементов стружки. Эти элементы или сразу же после своего образования отделяются от обрабатываемого материала отдельными кусочками или сохраняют между собой очень слабую связь. Такая стружка называется стружкой скалывания (фиг. 383—I).

С уменьшением твердости металла и увеличением его вязкости (сталь твердая и средней твердости) элементы стружки образуют более или менее прочную ленту, выступая на поверхности ее в виде ступеней (фиг. 383—II). Поэтому такая стружка иногда называется ступенчатой.



Фиг. 383. Образование стружки в зависимости от материала обрабатываемой детали.

При резании мягких и вязких металлов мы не наблюдаем скалывания элементов стружки. Здесь происходит плавное отделение стружки, так что отдельные элементы ее сохраняют взаимную связь и настолько мало отделяются один от другого, что образуют сплошную гладкую ленту. Стружка при этом как бы сливается с обрабатываемой детали и поэтому называется сливной (фиг. 383—III). Сливная стружка образуется при обработке мягкой стали и других мягких и вязких металлов.

И ступенчатая и сливная стружки представляют собой только разновидности стружки скалывания. Процесс образования их в принципе одинаков.

Стружка надлома. При обработке металлов, обладающих малой вязкостью, т. е. хрупких (чугун, бронза), внутреннего перемещения частиц в отделяемых элементах стружки не происходит. Элементы эти не скалываются, а отламываются отдельными кусочками неправильной формы (фиг. 383—IV). Обработанная поверхность получается при этом негладкой. Такая стружка называется стружкой надлома.

Зависимость формы стружки от угла резания. Заканчивая на этом краткое описание процесса образования и форм стружек, укажем, что точное разграничение их не всегда возможно. Очень часто при малом угле резания обработка твердого металла со-

проводится образованием не ступенчатой стружки, а стружки надлома. При достаточно большом угле резания вместо сливной стружки получается ступенчатая, а вместо ступенчатой — стружка скалывания.

Чем тоньше стружка, тем скорее она будет сливной, и наоборот — чем толще снимаемый слой, тем отчетливее стружка принимает форму ступенчатой.

Усадка и разбухание стружки. Предположим, что материал обрабатываемой детали — сталь средней твердости. После того как эта деталь сделает полный оборот и одновременно резец переместится на величину подачи, будет снята стружка. Длина ее как будто бы должна равняться длине окружности, диаметр которой равен диаметру детали. В действительности же длина стружки оказывается приблизительно вдвое меньше ожидаемой. Это явление называется усадкой стружки.

При обработке хрупких материалов усадки стружки не бывает, так как стружка в этом случае образуется без относительного перемещения частиц металла, и происходит отламывание их (стружка надлома).

Одновременно с усадкой (т. е. уменьшением) длины увеличивается толщина стружки, стружка, как говорят, разбухает, и тем больше, чем мягче и вязче обрабатываемый металл.

§ 86. Основные сведения о давлении резания

Усилия, действующие на резец. При выборе режима работы приходится учитывать силу станка, т. е. выяснить, сможет ли он срезать стружку выбранного нами сечения. Не в меньшей степени важно знать, насколько прочны станок и его отдельные части (шестерни и т. д.), т. е. не произойдет ли их поломки, если принятое сечение стружки слишком велико. Для правильного выбора режима работы, с точки зрения силы и прочности станка, надо знать величину давления стружки на резец, а также законы, по которым происходят изменения этого давления.

Во время работы резца на него действуют три силы (фиг. 384), а именно:

1) сила P_z (произносится «пэ зэт»), действующая по касательной в точке резания, направленная вниз и характеризующая давление стружки на резец, она называется силой резания;

2) сила P_x (произносится «пэ икс»), расположенная в горизонтальной плоскости и направленная в сторону, противоположную продольной подаче; она называется силой подачи;

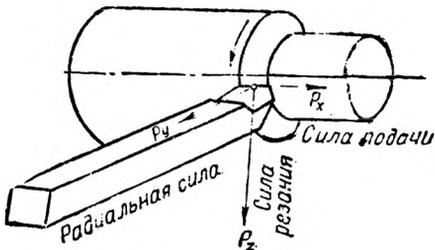
3) сила P_y (произносится «пэ игрек»), расположенная в горизонтальной плоскости, перпендикулярной к оси обрабатываемой детали, и направленная в сторону, противоположную поперечной подаче; она называется радиальной силой.

Все эти три силы измеряются в килограммах.

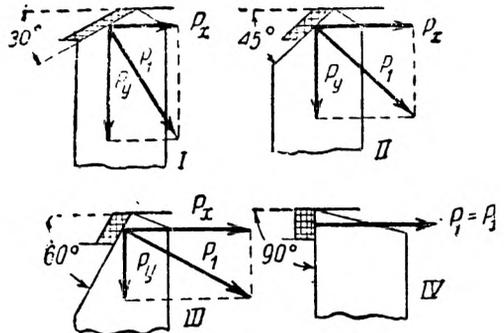
Силы P_x и P_y , расположенные в горизонтальной плоскости, складываясь (фиг. 385—1), дают силу P_1 , которая расположена также в горизонтальной плоскости и представляет собой давление, направленное перпендикулярно к режущей кромке резца.

При изменении главного угла в плане соотношение сил P_x и P_y также изменится. В самом деле, если мы возьмем угол φ равным 30° (фиг. 385—I), то увидим, что сила P_y значительно больше силы P_x . При увеличении угла до 45° (фиг. 385—II) сила P_y уменьшилась, а сила P_x увеличилась. Силы эти, как видно из фиг. 385—II, при угле $\varphi = 45^\circ$ равны друг другу. При дальнейшем увеличении угла φ до 60° (фиг. 385—III) мы видим, что сила P_y еще уменьшилась, а сила P_x возросла. При угле $\varphi = 90^\circ$ (фиг. 385—IV) сила P_y равна нулю (точнее, близка к нулю), а сила P_x достигает наибольшей величины.

Из фиг. 385 видно, почему при уменьшении главного угла в плане появляется дрожание: чем меньше этот угол, тем больше величина силы P_y и, следовательно, тем значительнее изгиб и пружинение детали. При угле $\varphi = 90^\circ$ сила P_y близка к нулю, и



Фиг. 384. Силы, действующие на резец.



Фиг. 385. Соотношение сил P_x и P_y при разных главных углах в плане резца.

давление силы P_1 воспринимается шпинделем станка, не вызывая изгиба детали.

Для определения давления на резец наибольшее значение имеет сила P_z по следующим причинам: 1) при умножении на радиус обрабатываемой детали она дает величину, по которой мы можем судить о том, насколько сильно нагружен станок, 2) умноженная на скорость резания, она показывает потребляемую станком мощность.

Если силу P_z принять за единицу, то можно считать, что сила P_x при достаточно остром резце изменяется в пределах от $1/8$ до $1/4$ величины силы P_z , а сила P_y — от $1/3$ до $1/2$ той же силы.

Многочисленными опытами установлено, что факторами, влияющими на величину силы P_z , являются: 1) твердость обрабатываемого материала; 2) сечение стружки и форма этого сечения; 3) форма резца; 4) скорость резания; 5) охлаждение.

Прежде чем перейти к изучению этих факторов, установим некоторые определения, необходимые для дальнейшего изложения.

Коэффициент резания и удельное давление. Предположим, что при обработке какой-нибудь детали сила резания есть P_z , а се-

чение снимаемой при этом стружки — f . Если мы разделим силу P_z на величину сечения стружки f , то получим, очевидно, силу, которая приходится на 1 мм^2 сечения стружки. Эта сила называется удельным давлением резания.

Из сказанного очевидно, что удельное давление есть сила резания P_z , приходящаяся на 1 мм^2 площади поперечного сечения стружки. Удельное давление резания измеряется в кг/мм^2 и обозначается буквой p . Таким образом:

$$p = \frac{P_z}{f} \text{ кг/мм}^2. \quad (50)$$

Выше было сказано, что сила P_z изменяется в зависимости от ряда факторов (сечения стружки, формы резца и т. д.). Это значит; что и удельное давление есть также величина переменная, изменяющаяся в зависимости от тех же факторов, поэтому неудобно принять его как единицу измерения силы резания. Постоянной величиной, которая служит для измерения силы резания, является так называемый коэффициент резания.

Коэффициентом резания называется удельное давление резания при угле резания $\delta = 75^\circ$, глубине резания $t = 5 \text{ мм}$, подаче $s = 1 \text{ мм/об}$, главном угле в плане $\varphi = 45^\circ$ и при резании всухую. Режущая кромка резца при этом должна быть прямолинейной и горизонтальной, а вершина резца закруглена радиусом $r = 1 \text{ мм}$.

Коэффициент резания обозначается буквой k и измеряется в кг/мм^2 .

Из определения коэффициента резания вытекает, что численное значение его для одного и того же материала всегда одно и то же и зависит от твердости и вязкости данного материала.

В табл. 15 приведены коэффициенты резания некоторых металлов, обрабатываемых на токарных станках. В таблице даны средние коэффициенты резания, причем учитывается неоднородность одного и того же материала и по его длине и в разных местах его поперечного сечения.

Таблица 15

Средние коэффициенты резания

Обрабатываемый материал	Сопротивление разрыву в кг/мм^2	Число твердости по Бринеллю $H_B \text{ кг/см}$	Коэффициент резания в кг/мм^2
Сталь машиноподелочная	50	—	130
То же	60	—	160
"	70	—	200
"	80	—	230
"	90	—	270
Чугун серый	—	150	70
То же	—	170	90
"	—	190	100
"	—	210	110
Бронза	До 30	—	60
"	30 и выше	—	100

Зависимость силы резания от твердости обрабатываемого материала. Рассматривая таблицу коэффициентов резания, мы видим, как влияет твердость материала обрабатываемой детали на силу резания. В самом деле, если мы возьмем коэффициент резания при обработке стали средней твердости (сопротивление разрыву — 70 кг/мм^2), т. е. 200 кг/мм^2 , и сопоставим его с коэффициентом резания чугуна средней твердости, т. е. 90 кг/мм^2 , то увидим, что сила резания при обработке стали примерно в 2,2 раза больше, чем при обработке чугуна. Это значит, что при обработке чугунных деталей можно брать стружку с сечением в 2—2,5 раза большим, чем при обработке стали, не рискуя поломать станок.

Предположим, что мощность и прочность станка позволяют снимать стальные стружки сечением 6 мм^2 . Если мы на этом же станке будем обрабатывать чугунную деталь такого же диаметра, как и стальная, то сечение стружки может быть взято примерно в 2—2,5 раза больше, т. е. от 12 до 15 мм^2 .

Возвращаясь к таблице коэффициентов резания, отметим еще, что для одного и того же материала разных твердостей силы резания разнятся несколько меньше, чем это мы видели, сравнивая разные металлы. Действительно, коэффициент резания самой мягкой стали — 130 кг/мм^2 , а самой твердой — 270 кг/мм^2 , т. е. примерно вдвое больше. Это значит, что при обработке твердой стали приходится брать приблизительно вдвое меньшую стружку, чем при мягкой.

Разница эта менее заметна, если брать не крайние величины твердости стали. То же самое мы наблюдаем при сравнении коэффициентов резания чугуна разных твердостей.

Зависимость силы резания от сечения стружки и формы ее. Зная удельное давление, соответствующее данной работе резца, т. е. обрабатываемому материалу, форме резца и т. д., а также поперечное сечение стружки, нетрудно найти силу резания, испытываемую резцом, т. е. силу P_z .

Изменяя внешний вид формулы (50), можно написать:

$$P_z = p \cdot f \text{ кг.} \quad (51)$$

Эта формула показывает, что сила резания равна произведению удельного давления на поперечное сечение стружки.

Пользоваться формулой (51) на практике, однако, неудобно, так как величина p , как мы видели, изменяется в зависимости от ряда факторов. Поэтому для приближенных подсчетов силы резания обычно пользуются другой формулой, а именно:

$$P_z = k \cdot f \text{ кг,} \quad (52)$$

где P_z — сила резания, k — коэффициент резания, соответствующий материалу; f — поперечное сечение стружки.

Формула (52) дает менее точные результаты, чем формула (51), потому что не предусматривает изменения удельного давления в зависимости от изменения поперечного сечения стружки, а также от формы резца.

В действительности же чем больше сечение стружки, тем меньше удельное давление. Например, если при обработке чугуна средней твердости и сечении стружки в 1 мм^2 удельное давление резания составляет около 90 кг/мм^2 , то сила резания при $f = 5 \text{ мм}^2$ будет не $P_z = 5 \cdot 90 = 450 \text{ кг}$, а около 375 кг , что соответствует удельному давлению $p = \frac{375}{5} = 75 \text{ кг/мм}^2$. Это объясняется тем, что при больших сечениях стружки не происходит столь значительного перемещения частиц металла, как при малых стружках. Форма сечения стружки также должна учитываться при определении силы резания. В самом деле, мы уже не раз говорили, что более толстые стружки снимаются с меньшим усилием, чем тонкие (при одном и том же их поперечном сечении). Так, например, сила резания при подаче 2 мм и глубине резания 4 мм несколько меньше, чем при подаче 1 мм и глубине резания 8 мм , несмотря на то, что сечение стружки в обоих случаях одинаковое.

Если мы при обработке стали увеличим глубину резания вдвое, сохраняя ту же подачу, то и сила резания увеличится также вдвое. Но если мы, не изменяя глубины резания, увеличим в 2 раза подачу, то сила резания возрастет не в 2 раза, а несколько меньше. Это показывает, что сила резания возрастает одинаково с глубиной резания и несколько медленнее подачи. Поэтому при точных подсчетах необходимо учитывать не только сечение стружки, но также отдельно глубину и подачу.

Влияние формы резца на силу резания. Зависимость силы резания от угла резания резца очевидна из самой сущности работы его, как клина. Чем больше угол этого клина, тем большее усилие нужно для того, чтобы заставить его войти в обрабатываемый материал, и поэтому тем значительнее будет давление испытываемое стенками его. Другими словами, чем больше угол резания резца, тем выше сила резания. Уменьшение угла резания для снижения силы резания не всегда допустимо во избежание потери в прочности резца и его способности отводить теплоту от места резания.

Необходимо упомянуть еще о главном угле в плане, величина которого также отражается на величине силы резания. Мы уже знаем, что при одинаковых сечениях стружки форма ее изменяется с уменьшением главного угла в плане. Уменьшив этот угол, мы получим стружку не только более широкую, но и более тонкую, чем до уменьшения данного угла. Это вызовет более сильное взаимное перемещение частиц стружки, а следовательно, и увеличение силы резания.

Влияние скорости резания на силу резания. Если мы, не изменяя поперечного сечения стружки, будем увеличивать скорость резания, то сила резания останется без изменения. Эта особенность процесса резания очень часто заставляет чрезвычайно осторожно применять на практике основной закон резания, который говорит, что с точки зрения стойкости резца выгодно работать с большими сечениями стружек и с малыми скоростями.

Действительно, следуя этому закону и снимая крупные стружки, мы заставим резец испытывать бóльшие давления. Нагрузка супорта, станины, шпинделя, зубчатых колес и других деталей станка будет велика и вызовет усиленный износ их; обрабатываемая деталь также будет испытывать большие напряжения, вследствие чего она может погнуться.

Если же мы при обработке той же детали увеличим скорость резания и уменьшим сечение стружки, то давление, испытываемое резцом, а также частями станка, снизится. В самом деле, при увеличении скорости резания повышения давления по вышеприведенному правилу не произошло, оно даже уменьшилось, потому что одновременно с возрастанием скорости резания мы снизили сечение стружки. Благодаря уменьшению силы резания, части станка теперь работают в более благоприятных условиях и изнашиваются медленнее.

Влияние охлаждения. Рассматривая влияние охлаждения на стойкость резца, мы установили, что, кроме своего прямого значения, жидкость смазывает переднюю грань резца, уменьшая трение отходящей стружки об эту грань. Благодаря этому стружка легко отделяется от обрабатываемого предмета, и таким образом сила резания понижается. Чем больше масла в охлаждающей жидкости, тем значительнее ее влияние на силу резания.

Приближенное определение силы резания можно производить, как это установлено выше, по формуле (52).

Пример. Определить величину силы резания P_z при обработке стали $\sigma_b = 70 \text{ кг/мм}^2$, если сечение снимаемой стружки есть $2,5 \text{ мм}^2$.

По табл. 15 определяем, что коэффициент резания данной стали $k = 200 \text{ кг/мм}^2$. Поэтому по формуле (52) находим:

$$P_z = k \cdot f = 200 \cdot 2,5 = 500 \text{ кг}.$$

Несмотря на то, что величина силы резания, найденная по формуле (52), часто не совсем совпадает с результатами, полученными путем более точных вычислений, формула эта применяется на практике ввиду ее простоты и удобства пользования.

Для более точных определений существуют формулы, учитывающие все обстоятельства, влияющие на величину силы резания. Но так как формулы эти довольно сложны и пользоваться ими в производственной обстановке неудобно, то они здесь и не приводятся.

§ 87. Скорость резания и ее зависимость от различных условий работы

Теплота резания. Выше мы установили, что во время процесса образования стружки срезаемый слой металла испытывает весьма значительные деформации (изменения формы). Он подвергается прежде всего сжатию, а затем скалыванию. Сжатие металла бывает при этом настолько велико, что он укорачивается в одном направ-

влении (усадка стружки) и увеличивается в другом (разбухание стружки). В результате происходит перемещение частиц металла с большим трением одна о другую, сопровождающееся образованием и выделением значительного количества теплоты.

Отделяющаяся стружка с большой силой давит на переднюю грань резца и скользит по ней. Вследствие трения стружки о резец и здесь образуется теплота, в тем большем количестве, чем сильнее стружка давит на резец.

Необходимо упомянуть еще и о теплоте, возникающей вследствие трения задней грани резца об обработанную поверхность детали.

Сравнивая количества теплоты, образующейся от деформации стружки, трения стружки о резец и трения резца о деталь, нужно сказать, что теплота внутреннего трения (т. е. получающаяся вследствие деформации стружки) в среднем примерно в 6 раз больше теплоты, возникающей при трении стружки о резец и резца об обрабатываемую деталь, т. е. теплоты внешнего трения.

Все эти три источника теплоты совместно образуют теплоту резания, распределяющуюся между стружкой, резцом и обрабатываемой деталью.

Теплота резания, поступающая в деталь, далеко не всегда для нее безопасна. Влияние этой теплоты, вызывающей удлинение обрабатываемого предмета, особенно вредно при обточке в центрах длинных и тонких деталей. Длина последних вследствие их нагревания увеличивается, они заедают в центрах, прогибаются, и в результате детали получаются не цилиндрическими, а с утолщением средней части. Поэтому необходимо в таких случаях очень внимательно следить за тем, насколько туго поджат задний центр, и в случае надобности ослаблять его.

Увеличение размеров детали вследствие нагрева теплотой резания надо учитывать при обработке точных диаметров и длин. Не следует измерять деталь, пока она не примет температуры окружающего воздуха.

Причины разрушения и износа резца. Резец приходит в негодность в двух случаях:

- 1) при простом отламывании (выкрашивании) кусочка лезвия его;
- 2) вследствие постепенного изнашивания режущей кромки.

В первом случае кончик резца обламывается или вследствие его хрупкости или ввиду слишком большого давления снимаемой стружки.

Изнашивание резца происходит от времени (истирание его стружкой, затупление и т. д.) или от теплоты (резец перегревается и «садится» или «сгорает»).

Причину разрушения можно установить без затруднений. При выкрашивании лезвия резца поверхность излома шероховата и цвет лезвия не изменяется. Изношенный же резец имеет гладкую поверхность излома, потемневшую вследствие перегрева.

Если во время работы резца количество поступающей в него теплоты не велико, то он работает, не затупляясь, очень долгое время и приходит в негодность вследствие истирания его стружкой. Но такой «спокойный» режим работы получается при небольших скоростях резания, заставляющих тратить на обработку детали много времени, что, очевидно, невыгодно.

При слишком большой скорости резания разрушение резца идет очень быстро и через 1—3 мин. он «сгорает». Такой режим работы, очевидно, также не выгоден, так как расходуется очень много времени на переточку и установку резцов.

При рациональном использовании резца износ его должен происходить не от истирания или перегрева, а от обеих этих причин вместе. В этом случае в начале своей службы резец изнашивается от истирания; поступающая в него теплота влияет на него еще слабо. Но по мере затупления режущей кромки (вследствие истирания) резец работает тяжелее, давление стружки на него увеличивается, он начинает сильно нагреваться и, наконец, «сгорает». Температура резца, вообще говоря, устанавливается не сразу: после начала работы она возрастает до тех пор, пока не установится равенство между количеством притекающей к резцу теплоты и количеством теплоты, которое отводится через его тело. Температура, при которой достигается это равенство, во всяком случае должна быть ниже предельной для данного резца.

Продолжительность работы резца от заточки до заточки называется его стойкостью.

До последнего времени считали, что режим работы резца с прямолинейным лезвием выбран правильно, если резец работает без переточки 1 час. Практика токарей-стахановцев показала, что такое общее правило во многих случаях не оправдывается и что стойкость резца следует выбирать, считаясь с местными условиями, в каждом отдельном случае особо. Если, например, заточка резцов в данной мастерской централизована и снабжение ими организовано хорошо, можно снижать принимаемую стойкость резца. Этого не следует делать в другом, крайнем, случае, — если централизованной заточки нет и точильных станков имеется недостаточное количество. При коротких проходах (например, при проточке поясов, заплечиков, канавок и пр.), когда резец работает очень недолго и не успевает нагреться, стойкость его можно брать меньше 1 часа. Чем сложнее форма резца и его заточка, тем выше должна быть его стойкость. Таким образом, стойкость фасонного резца должна быть больше стойкости обыкновенного обдирочного.

Влияние на скорость резания материала детали. Рассматривая выше процесс образования стружки, мы видели, что форма ее зависит от твердости и вязкости обрабатываемого материала. Посмотрим теперь, каким образом форма стружки влияет на скорость резания.

На фиг. 386 изображена сливная стружка, получающаяся при обработке мягкой стали. Из чертежа видно, что стружка опи-

рается на переднюю грань на довольно большом участке I. Если мы давление этой стружки на переднюю грань резца представим себе в виде одной силы, изображенной на фиг. 386—I стрелкой, то точка приложения этой силы будет расположена на некотором расстоянии от вершины резца.

Вследствие этого значительная часть теплоты, поступающей в резец из стружки, а также теплоты, образующейся вследствие трения стружки о переднюю грань резца, поступает в часть головки резца, достаточно удаленную от его вершины, массивную и поэтому более способную поглощать теплоту резания и отводить ее.

Ступенчатая стружка, образующаяся при обработке твердой стали, показана на фиг. 386—II. Длина участка передней грани резца, воспринимающей давление стружки, в этом случае меньше, чем на фиг. 386—I. Точка приложения силы, соответствующей давлению этой стружки, расположена теперь ближе к вершине резца. Вследствие этого теплота резания поступает в часть го-



Фиг. 386. Давление стружки на резец в зависимости от ее формы.

ловки резца, близкую к его вершине, менее массивную и поэтому менее способную отводить теплоту.

При обработке твердых и хрупких материалов образуется стружка надлома (фиг. 385—III), давление которой на переднюю грань резца сосредоточено почти у самой вершины его, что, очевидно, очень невыгодно с точки зрения отвода теплоты в глубь тела резца.

Из сказанного ясно, что при ступенчатой стружке теплота резания поглощается резцом в менее благоприятных условиях, чем при сливной стружке. Самые тяжелые условия для отвода теплоты получаются при стружке надлома.

Но чем хуже резец поглощает теплоту, тем меньшей должна быть скорость резания. В частности, при обработке чугуна скорость резания должна быть ниже, чем при обработке твердой стали, и значительно меньше по сравнению со скоростями, допустимыми для обработки мягкой стали.

В этом состоит косвенное влияние твердости обрабатываемого материала на скорость резания. Однако твердость материала имеет и прямое влияние на эту скорость и является весьма существенным фактором при ее выборе.

Чем тверже металл, тем с большим усилием отделяются от него стружки. Вследствие этого стружка сильнее давит на переднюю грань резца, чем при мягком металле. Но чем больше стружка

давит на резец, тем сильнее она трется о переднюю грань его и тем значительнее выделяется теплота, нагревающая и разрушающая резец.

Влияние твердости с этой точки зрения совпадает с выводом, который мы только что сделали, т. е. чем тверже обрабатываемый материал, тем меньше должна быть взята скорость резания.

Следует остановиться еще на одном свойстве обрабатываемого материала, влияющем на стойкость резца, а именно — на теплопроводности его. Опытами установлено, что быстрота отвода тепла стружкой и обрабатываемой деталью при мягком металле значительно, чем при твердом, примерно в $2\frac{1}{2}$ раза. Это объясняется тем, что теплопроводность металла тем ниже, чем значительнее твердость его. Но если мы будем обрабатывать два вида металла одинаковой твердости, но разной теплопроводности, то увидим, что при обработке более теплопроводного металла скорость резания может быть значительно выше, чем при обработке менее теплопроводного металла. Так, например, сопротивления разрыву красной меди и чугуна почти одинаковы, и в то же время красная медь обрабатывается при скоростях резания в несколько раз больших, чем чугун.

Необходимо остановиться еще на некоторых особенностях чугуна. Несмотря на то, что при обработке его давление на резец, а следовательно, и количество выделяющейся теплоты много меньше, чем при обработке стали, чугун допускает меньшую скорость резания, чем сталь такой же твердости. Это объясняется тем, что при обработке чугуна резец больше изнашивается от истирающего действия землйстых частиц, имеющихся в металле, чем от действия образующейся при резании теплоты. Это относится, в особенности к обработке корки чугунных деталей, т. е. поверхностного слоя отливки. В данном слое всегда имеются частицы песка, которые истирают поверхность резца и затрудняют отвод тепла. Поэтому при обработке чугуна приходится брать меньшие скорости резания, чем при обработке стали.

Влияние на скорость резания материала, из которого изготовлен резец. Основное требование, предъявляемое к резцу, состоит в том, что он должен быть тверже, чем обрабатываемый материал. Этой твердости резец не должен терять при нагреве его теплотой, образующейся при резании.

Резцы, изготовленные из углеродистой и быстрорежущей сталей, после закалки становятся настолько твердыми, что почти во всех случаях удовлетворяют первому требованию, которое предъявляется к материалу резца. Резцы из победита закалки не требуют, так как они имеют более высокую естественную твердость, чем закаленные резцы даже из лучшей быстрорежущей стали.

Несравненно большую разницу между резцами из углеродистой, или быстрорежущей сталей и, например, из победита мы установим, если сравним их способность сохранять режущие свойства при нагреве. Теплота, образующаяся при резании, частично, как мы видели, передается резцу. От действия ее резец нагревается, теряет твердость и быстро разрушается. 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°. Резцы из победита выдерживают, не разрушаясь, еще более высокие температуры нагрева.

Резец разрушается не только вследствие перегрева его, но и в результате механического истирания его стружкой, а это зависит от материала резца. 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 кромки, после чего резец быстро разрушается.

При обработке чугуна резец приходит в негодность главным образом от действия землистых частиц. Поэтому, если быстрорежущие резцы при обработке стали дают возможность повысить скорость резания в сравнении с углеродистыми в 3—5 раз, то при обработке чугуна это повышение в лучшем случае возможно только в 3 раза.

Зависимость скорости резания от формы резца. Мы уже говорили, что всякий резец представляет собой клин. Из повседневной практики известно, что чем острее клин, тем меньше усилие, необходимое для того, чтобы заставить его войти в какое-либо тело. Это значит, что наоборот, давление частей тела, разделяемых клином, тем меньше, чем острее его угол при вершине. То же самое мы наблюдаем при работе резца: чем меньше его угол резания, тем меньше усилие, необходимое для отделения стружки. При малых углах резания стружка давит на переднюю грань резца с меньшей силой по сравнению с давлением, испытываемым передней гранью резца с большим углом резания. Благодаря этому количество теплоты, выделяющейся при трении стружки о резец, снижается с уменьшением угла резания, что, казалось бы, дает возможность повысить скорость резания. Из этого не следует, однако, что для повышения стойкости резца надо уменьшать его угол резания. Необходимо помнить, что чем больше этот угол, тем значительнее угол заострения резца (при постоянном заднем угле) и тем больше материала сосредоточено у режущей кромки. Поэтому резец с большим углом заострения лучше отводит теплоту; резец же с малым углом заострения плохо проводит теплоту, быстро нагревается и затупляется. Кроме того, с уменьшением угла заострения увеличивается опасность разрушения резца от недостатка прочности.

Количество теплоты, образующейся при работе резца, зависит и от величины заднего угла. Чем он меньше, тем сильнее трется задняя грань резца об обработанную поверхность. Сильно увеличивать задний угол, однако, нельзя, так как при этом уменьшается угол заострения, т. е. понижается прочность резца и способность отводить теплоту. При одном и том же заднем угле количество теплоты, образующейся в процессе резания, возрастает с увеличением скорости резания.

Посмотрим теперь, как влияет на количество теплоты, поступающей в резец, а следовательно, и на его стойкость величина главного угла в плане. Если мы будем уменьшать этот угол, то при одних и тех же подаче и глубине резания толщина стружки уменьшится, а ширина ее увеличится, иначе говоря, стружка получится более тонкой. Благодаря увеличению ширины ее давление распределится на большую длину режущей кромки резца, и отвод теплоты резания улучшится.

Итак, с точки зрения стойкости резца выгодно уменьшать его главный угол в плане. Однако с уменьшением этого угла увеличивается боковое давление резца на деталь, вследствие чего последняя начинает гнуться, пружинить и дрожать.

Скорость резания и стойкость резца. Выше мы говорили о выделении теплоты и о стойкости резца, не принимая во внимание влияние режима работы (т. е. скорости резания, подачи и глубины резания).

Мы знаем, что разрушение резца происходит вследствие его перегрева и истирания. 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/мин 1½ часа, то с возрастанием скорости резания до 18 м/мин при прочих равных условиях он проработает всего 20 мин.

Влияние на скорость резания сечения стружки. Вторым фактором режима работы, влияние которого на стойкость резца необходимо рассмотреть, — это сечение стружки, в значительной степени определяющее количество теплоты, выделяющейся при резании.

При увеличении сечения стружки в несколько раз приблизительно во столько же раз возрастет и количество выделенной теплоты. Это значит, что при увеличении сечения стружки, но неизменной скорости резания к резцу будет подводиться больше теплоты. Если при этом отвод ее останется прежним, то температура резца повысится.

Предположим, что скорость, при которой работал резец, была выбрана правильно, т. е. температура его приближалась к предельной. В таком случае, увеличив сечение стружки и не допуская повышения температуры резца, мы должны уменьшить скорость резания.

Опыты показали, что увеличение скорости резания нагревает резец сильнее, чем такое же увеличение сечения стружки. Поэтому с точки зрения стойкости резца выгоднее работать с большими сечениями стружки, чем с повышенными скоростями.

Влияние на скорость резания формы сечения стружки. До сих пор, говоря 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: 1) в давлении на резец; 2) в распределении теплоты между стружкой и резцом; 3) в быстроте отвода теплоты.

Каждый из этих факторов различно сказывается на стойкости резца. В толстых стружках частицы металла не так сильно смещаются одна относительно другой, как в тонких. Благодаря этому давление на резец возрастает медленнее толщины стружки. Если, например, толщина стружки возросла в 2 раза, то давление этой новой стружки на резец увеличится не вдвое, а несколько меньше. Но с увеличением давления повышается количество теплоты резания.

Отсюда очевидно, что количество теплоты, выделяющейся при резании, растет медленнее толщины стружки.

Для пояснения нашей мысли предположим, что мы имеем две стружки: одну — при подаче 1 мм/об и глубине резания 6 мм, другую — при подаче 0,5 мм/об и глубине резания 12 мм. Сечение стружки в обоих случаях — 6 мм². Таким образом, стружки получают одинаковые по величине, но разные по форме. При стружке 1 × 6 мм давление ее на резец будет несколько меньше, чем при стружке 0,5 × 12 мм. Благодаря этому количество выделяющейся теплоты в первом случае также окажется несколько меньшим, чем во втором.

Это значит, что при толстой стружке скорость резания может быть взята, казалось бы, выше, чем при более тонкой. Таким образом, с точки зрения давления на резец выгодно брать толстые и узкие стружки.

Для распределения теплоты между стружкой и резцом, выгодного с точки зрения стойкости резца, также, казалось бы, более приемлемы толстые стружки, потому что в них остается больше теплоты, уходящей вместе со стружкой и не попадающей в резец.

Если бы мы решили на основании этих двух факторов, что при толстых стружках стойкость резца возрастает, то сделали бы ошибку, так как третий из указанных факторов — быстрота отвода теплоты — имеет неизмеримо большее значение, чем два первые. Широкие стружки лучше отводят теплоту, чем узкие, потому что они соприкасаются с лезвием резца на большей его длине и, значит, поглощение теплоты резцом протекает в лучших условиях, чем при толстых и узких стружках, когда теплота сосредоточивается ближе к вершине резца.

Таким образом, при одинаковом сечении тонкие и широкие стружки допускают большие скорости резания, чем толстые и узкие, несмотря на то, что давление, испытываемое резцом, несколько повышается.

Необходимо отметить, что слепое следование законам зависимости скорости резания от сечения стружки и ее формы может привести к неблагоприятным результатам.

Предположим, например, что на токарном станке обрабатывается деталь, форма которой препятствует достаточно прочному

закреплению ее в патроне станка. Следуя первому закону резания, нужно было бы взять крупную стружку при малой скорости резания и за один-два прохода обработать деталь. В действительности так делать нельзя.

При большой стружке деталь вырвет из патрона, поэтому приходится обрабатывать ее не за одну-две стружки, а за три-четыре, с более высокими скоростями резания.

Этот закон резания совершенно не применим при чистовых работах, производимых при малых глубинах резания и больших подачах. Тем не менее знакомство с основными положениями теории резания необходимо, так как оно постоянно помогает разрешать вопросы, возникающие на практике.

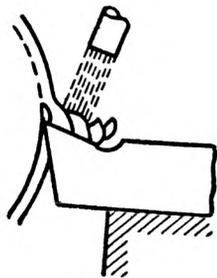
Влияние охлаждения на скорость резания. Охлаждение достигает цели, если жидкость подается покойной струей в количестве около 1 ведра в 1 мин. при резце средних размеров. Часто применяемое охлаждение при помощи капельницы лишь очень немного увеличивает стойкость резца и не дает возможности заметно повысить скорость резания. Кроме того, капельницы очень часто приносят вред резцу. Маленькая струйка жидкости временами не доходит до резца, вследствие чего он нагревается. Но как только жидкость попадает на нагретый резец, то на нем почти всегда появляются трещины.

При охлаждении скорости резания могут быть иногда значительно повышены. Так, например, при обработке средней и мягкой сталей быстрорежущим резцом с охлаждением скорость резания можно увеличить на 25%. Для обработки чугуна охлаждение имеет меньшее значение, потому что резец в этом случае разрушается не столько от перегрева, сколько от истирания частицами песка и т. д. Тем не менее обработка чугуна с охлаждением позволяет повышать скорости резания на 12—16%. Обычно чугун не охлаждается из-за характера стружки, которая под сильной струей воды засоряет станок, покрывает направляющие супорта и вызывает преждевременный их износ.

Следует особо отметить, что струю жидкости необходимо направлять не на резец, а на стружку в том месте, где она отделяется от металла, т. е. так, как изображено на фиг. 387.

Дрожание резца и скорость резания. Очень часто стойкость резца понижается, если при работе его появляется дрожание, заставляющее иногда уменьшить скорость резания.

Если резец дрожит, то обработанная поверхность получается неровной, как бы насеченной, причем глубина насечек может быть настолько большой, что следы их остаются на поверхности изделия даже после его чистовой обработки. Дрожание, сопровождающееся ударами во всех механизмах станка, создает тяжелые условия работы и способствует преждевременному износу станка.



Фиг. 387. Охлаждение резца.

Иногда дрожание настолько велико, что необходимо немедленно остановить станок во избежание поломки резца или даже самого станка.

Недостаточно сильное сечение резца, слишком высунутый конец его, большая длина обрабатываемой детали при малом ее диаметре, пружинение хомутика, неплотно поджатый задний центр — все это факторы, которые часто вызывают дрожание.

Практикой установлено, что чем меньше главный угол в плане, тем вероятнее дрожание резца. Действительно, от величины главного угла в плане зависит длина работающей части режущей кромки резца. При увеличении главного угла в плане уменьшается ширина стружки, но возрастает толщина ее. Такое изменение формы сечения стружки благоприятно отражается на величине и направлении давления резания, вследствие чего дрожание резца уменьшается.

Этим обстоятельством часто пользуются для того, чтобы устранить дрожание резца с главным углом в плане, значительно меньшим 90° . Иногда достаточно немного повернуть резец (приблизить величину угла в плане к 90°), чтобы полностью устранить дрожание.

Дрожание резца вызывается также и другими причинами. Одна из них — недостаточная массивность станка, вследствие чего он оказывается неспособным поглотить дрожание. Конструктивные недостатки его (большие расстояния между подшипниками валиков в коробке скоростей, малые диаметры этих валиков), а также неудовлетворительное состояние станка (слабины в подшипниках шпинделя, в частях супорта и т. д.) часто служат причиной дрожания.

Дрожание очень опасно для резца: оно ускоряет износ его режущей кромки. Совершенно особое значение имеет борьба с дрожанием при работе резцами из твердых сплавов, которые, как известно, обладают большой хрупкостью и очень быстро выкрашиваются при дрожании. Поэтому необходимо принимать все меры к ее предотвращению.

Выбор скорости резания. Выбор скорости резания с учетом всех влияющих на нее факторов производится по особым, обычно довольно сложным формулам, что связано с рядом подсчетов и в практической обстановке не всегда удобно.

Поэтому на практике для определения скорости резания обычно пользуются таблицами, подобными приведенной на стр. 89. При этом необходимо иметь в виду, что содержащиеся в них данные относятся только к вполне определенным условиям работы (материал изделия и резца, форма резца, наличие охлаждения и пр.). Так, например, данные таблицы, приведенной на стр. 89, относятся к работе резцом из быстрорежущей стали марки РФ1, сечением 30×30 мм², с углом в плане $= 45^\circ$, радиусом закругления вершины резца 2—3 мм и при 60-минутной стойкости резца без охлаждения. Для определения скорости резания при других условиях работы можно пользоваться, однако, данными этой же таблицы, умножая табличные скорости резания на поправочные коэффициенты, указанные в табл. 16.

Поправочные коэффициенты для определения скорости резания по основной таблице¹

№ по пор.	Условия работы	Поправочный коэф. циент	
1	Принятая стойкость резца:		
	30 мин.	1,09	
	60 "	1,00	
	90 "	0,95	
2	120 "	0,92	
	Работа с охлаждением. Обрабатываемый материал:		
	сталь $\sigma_b = 30 - 60 \text{ кг/м}^2$	1,25	
	" $\sigma_b = 60 - 80$ "	1,20	
3	латунь $\sigma_b = 22 - 35$ "	1,15	
	" $\sigma_b = 36 - 48$ "	1,10	
	Материал резца:		
	быстрорежущая сталь РФ1	1,00	
4	сталь-заменитель ЭИ184 ²	0,90	
	" " ЭИ262 ²	0,90	
	углеродистая сталь	0,45	
	Сечение резца:		
5	12 × 20 или 16 × 16 мм.	0,92	
	16 × 25 " 20 × 20 "	0,95	
	20 × 30 " 25 × 25 "	1,00	
	25 × 40 " 30 × 30 "	1,04	
6	Главный угол в плане:		
	при обработке стали	$\varphi = 30^\circ$	1,30
		$\varphi = 45^\circ$	1,00
		$\varphi = 60^\circ$	0,83
		$\varphi = 90^\circ$	0,64
		$\varphi = 30^\circ$	1,20
	при обработке чугуна	$\varphi = 45^\circ$	1,00
		$\varphi = 60^\circ$	0,88
		$\varphi = 90^\circ$	0,73
	при работе по корке: обрабатываемый материал:		
	чугун мягкий .	0,75	
	" средний .	0,85	
" твердый .	0,90		
бронза .	0,85		

Пример. Пользуясь табл. 3, приведенной на стр. 89, определить скорость резания при обработке машиноподелочной стали $\sigma_b = 60 \text{ кг/мм}^2$, при $s = 1 \text{ мм/об}$ и $t = 10 \text{ мм}$, если известно, что принятая стойкость резца — 90 мин., работа производится с охлаждением и что резец из стали-заменителя ЭИ184 имеет сечение $16 \times 25 \text{ мм}$ и главный угол в плане 60° .

Скорость резания по табл. 3 для $s = 1 \text{ мм/об}$ и $t = 10 \text{ мм}$ есть 23 м/мин.

¹ См. табл. 3, стр. 89.

² Относится только к обработке машиноподелочной стали.

Поправочные коэффициенты для данного случая (по табл. 16):

на стойкость резца	. 0,95
• охлаждение	. 1,20
• материал резца	. 0,90
• сечение резца	. 0,96
• угол в плане	. 0,83

Поэтому действительная скорость резания

$$v = 23 \cdot 0,95 \cdot 1,20 \cdot 0,90 \cdot 0,96 \cdot 0,83 = 18,8 \text{ м/мин.}$$

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ_ШЕСТАЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

§ 88. Токарный станок с коробками скоростей и подач

Недостатки переборного устройства. В начале этой книги мы ознакомились с переборным устройством передней бабки токарного станка с многоступенчатым шкивом. Посмотрим, какие недостатки имеет этот способ изменения скоростей шпинделя.

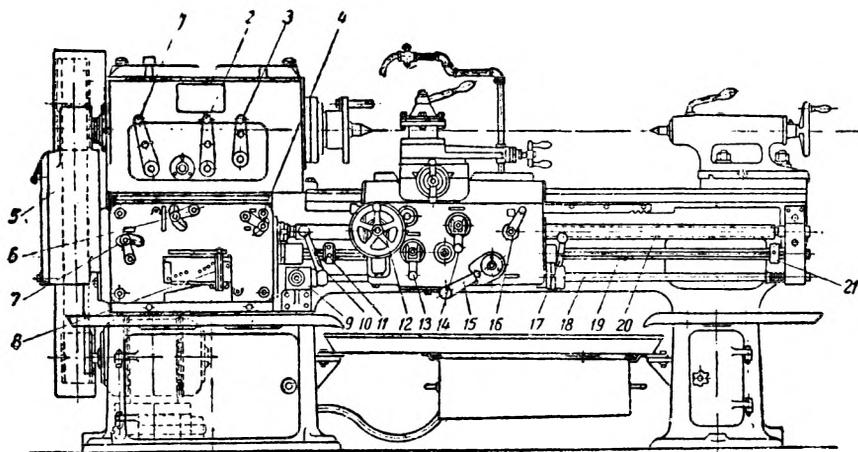
Первый, самый существенный недостаток ступенчатого шкива состоит в следующем. Мощность станка, а следовательно, и его производительность (количество стружки, снимаемой в единицу времени, например в час) находятся в зависимости от ширины ремня и скорости, с какой он набегаёт на шкив станка. Ширина ремня 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: она тем меньше, чем ниже скорость.

Наибольшая скорость ремня, а следовательно, и наибольшая мощность станка получатся тогда, когда ремень будет находиться на наименьшей ступени шкива станка. Наоборот, самая малая скорость ремня и, значит, самая низкая мощность станка получатся, когда ремень наброшен на самую большую ступень шкива. Но в первом случае, когда мощность достигает максимума, на станке обрабатываются самые мелкие детали. При этом приходится снимать маленькие стружки — значит, мощность требуется небольшая (а мы имеем наибольшую). Наоборот, при обработке крупных деталей, когда можно снимать большие стружки и нет оснований бояться прогиба или дрожания детали, мощность станка получается минимальной, так как ремень в это время работает на одной из наибольших ступеней (в данном случае диаметры деталей большие и станку нужно давать медленный ход). В этом и заключается главный недостаток многоступенчатого шкива. Кроме того, он имеет еще ряд недочетов, а именно: при работе на крайних ступенях дуга обхвата шкива ремнем получается небольшой, и вследствие этого ремень проскальзывает; перевод ремня с одной ступени на другую связан с большой затратой времени и т. д.

Ввиду всех этих недостатков передачи вращения шпинделю при помощи многоступенчатых шкивов громадное большинство совре-

менных станков строят с так называемыми коробками скоростей. В этом случае станок получает вращение посредством ремня, наброшенного на одноступенчатый шкив, закрепленный на ведущем валу коробки скоростей станка. От ведущего вала вращение передается шпинделю через зубчатые шестерни. При помощи специальных устройств, которые мы рассмотрим ниже, вводятся в зацепление разные шестерни, находящиеся внутри коробки скоростей, и поэтому шпиндель получает разные скорости.

Ведущий вал коробки скоростей, а следовательно, и закрепленный на нем шкив вращаются при этом с постоянной скоростью. Следовательно, остается постоянной и скорость ремня. Значит, мощность станка с одноступенчатым шкивом и коробкой скоростей не изменяется при различных числах оборотов его шпинделя.



Фиг. 388. Общий вид токарного станка модели 26А (162 к).

Общее описание токарного станка с коробками скоростей и подач¹. На фиг. 388 показан общий вид современного токарного станка с коробками скоростей и подач, с ходовым винтом и ходовым валиком, с продольной и поперечной автоматическими подачами. Изменение скоростей вращения шпинделя производится посредством установок в различные положения рукояток 1, 2 и 3, управляющих набором шестерен, расположенных внутри передней бабки. Изменение величин подач супорта осуществляется посредством небольшого набора сменных шестерен, скрытых под кожухом 5, и коробки подач, управляемой рукоятками 6, 7 и 8. Рукоятка 4 служит для включения ходового винта 20 или ходового валика 19. Последний используется для получения автоматической продольной и поперечной подач при гладких работах, т. е. в тех случаях, когда совершенно точного согласования скоростей вра-

¹ Тип. 26А (162К). На всех приводимых ниже фигурах, относящихся к этому станку, одни и те же детали обозначены одинаковыми цифрами.

щения шпинделя и перемещения супорта (резца) не требуется. При нарезании резьбы, когда такое согласование, наоборот, совершенно необходимо, используется ходовой винт. Таким образом, наличие у рассматриваемого станка ходового валика обеспечивает возможность сохранения точности дорогостоящего ходового винта более продолжительное время.

Маховичок 12 служит для перемещения супорта вручную. Посредством рукоятки 13 производится включение и выключение продольной, а рукоятки 14 — поперечной автоматических подач, получаемых при помощи ходового валика.

Направление продольной и поперечной автоматических подач изменяется рукояткой 15. Рукоятка 16 служит для включения и выключения маточной гайки (подача супорта от ходового винта). Рукоятками 10 и 17, связанными с валиком 18, производятся пуск и остановка станка.

Рассматриваемый станок имеет трензель, подобный изображенному на фиг. 16, и снабжен задней бабкой, устройство которой лишь немногим отличается от показанной на фиг. 23 и 24, поэтому останавливаться на разборе данных узлов мы не будем, а рассмотрим следующие: переднюю бабку (коробку скоростей и механизм переключения станка), коробку подач и супорт.

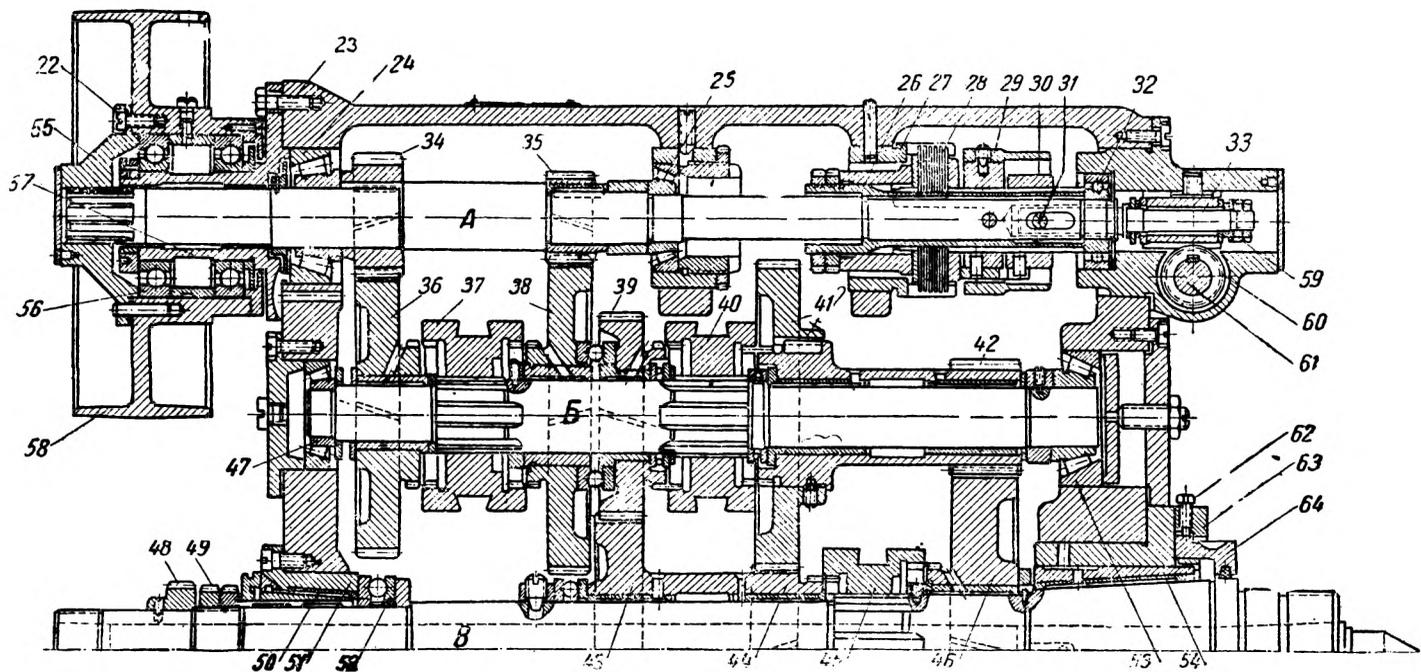
Коробка скоростей. На фиг. 389 дан развернутый разрез верхней части передней бабки рассматриваемого станка¹. Ведущий вал А вращается в конических роликовых подшипниках 24 и 25 и в шарикоподшипнике 32. Вал этот проходит через втулку 57, прикрепленную винтами 23 к левой стенке корпуса передней бабки. На наружную поверхность втулки насажены два шарикоподшипника 56, на которых в свою очередь расположен рабочий шкив 58. Фланец 55, прикрепленный винтами 22 к втулке шкива 58, имеет отверстие, снабженное шлицами, через которые проходит шлицованный конец вала А. На части последнего, находящейся внутри корпуса передней бабки, закреплены шестерни 34 и 35. На этом же валу расположено устройство, состоящее из деталей 27, 28, 29 и т. д., служащее для переключения станка. На разборе этого устройства мы остановимся позднее.

На следующем (промежуточном) валу В, вращающемся в роликоподшипниках 47 и 53, расположены шестерни 36, 38, 39, 41 и 42, причем последние две составляют одно целое. Все эти шестерни свободно вращаются на валу В. Для соединения их с валом В служат муфты 37² и 40³ со шлицованными отверстиями, которыми они охватывают шлицованные части вала В. На боковых поверхностях выточек, сделанных в торцах этих муфт, нарезаны зубцы, одинаковые с зубцами, образованными на выступающих частях шестерен 36, 38, 39 и 41. Если передвинуть муфту 37 влево так, чтобы внутренние зубцы ее вошли во впадины между зубцами выступающей части шестерни 36, то последняя окажется связанной

¹ Часть бабки со всеми ее деталями, расположенная ниже оси вала В (т. е. шпинделя), как не представляющая особого интереса, на чертеже не показана.

² Управляется рукояткой 1 (фиг. 388).

³ Управляется рукояткой 2 (фиг. 388).



Фиг. 389. Коробка скоростей токарного станка 26А.

с муфтой 37 и, следовательно, с валом Б. Таким же образом с валом Б могут быть соединены шестерня 38 (при установке муфты 37 в правое положение), шестерня 39 (при левом положении муфты 40) и двойная шестерня 41, 42 (если муфта 40 поставлена в правое положение).

Вал В является шпинделем станка. Правый конец его имеет коническую шейку, вращающуюся в стальном вкладыше 54 с бронзовой заливкой. На выступающем конце вкладыша 54 сделана нарезка, на которую накручена гайка 64. Заплечик этой гайки охватывается фланцем 63, прикрепленном винтами к стенке корпуса передней бабки. Благодаря такому устройству гайка 64 не имеет осевых перемещений, и при вращении ее вкладыш 54 перемещается в требуемом направлении.

Посредством винта 62 гайка 64 закрепляется в выбранном положении. Левая шейка шпинделя — цилиндрическая; на ней насажена на шпонках втулка 50, наружная поверхность которой имеет вид конуса. Вкладыш 51 — стальной и имеет бронзовую заливку. Упорный подшипник 52 воспринимает осевые нагрузки шпинделя. Для регулировки левого подшипника служат гайки 49. При затягивании их втулка 50 перемещается по шейке шпинделя и плотнее входит в вкладыш 51, чем устраняется слабина в радиальном направлении. Одновременно с этим шпиндель В несколько перемещается влево, что предотвращает «игру» его в осевом направлении. Для этого необходимо, однако, несколько ослабить гайку 64, чтобы обеспечить возможность перемещения шпинделя В влево вместе с вкладышем 54. При наличии слабины (радиальной) в правом подшипнике достаточно подтянуть гайку 64.

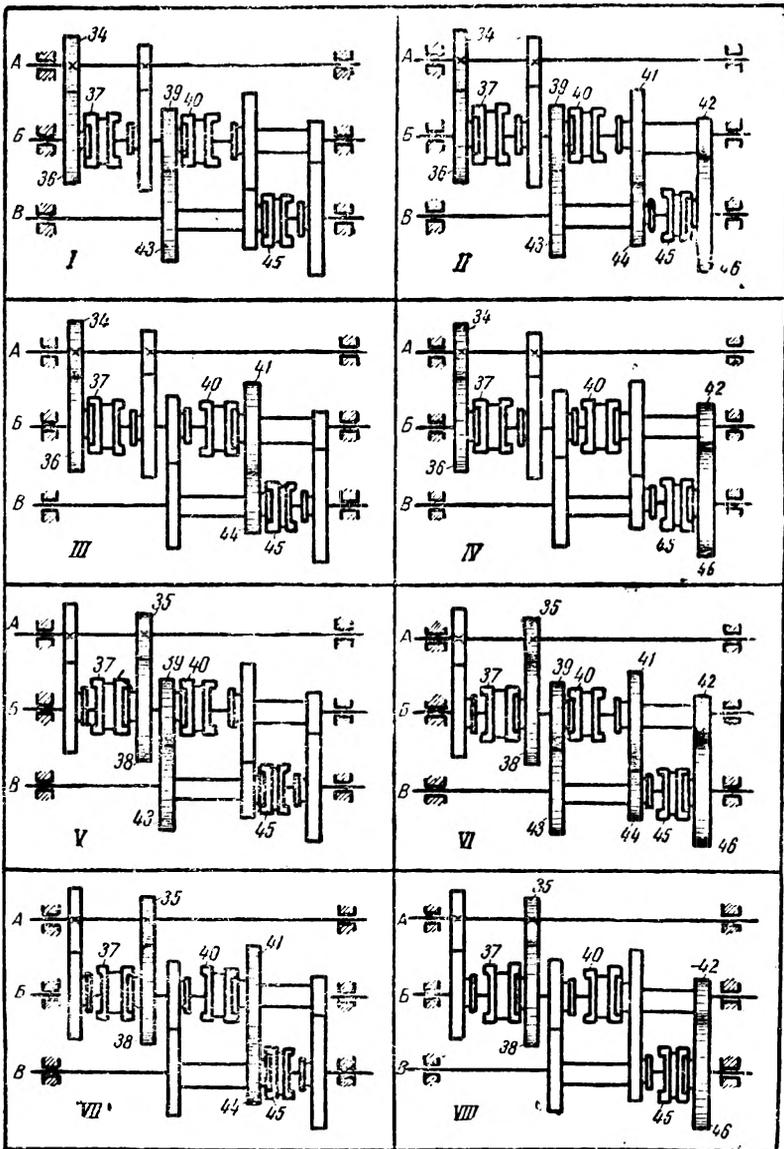
На средней части шпинделя свободно вращается двойная шестерня 43, 44 и шестерня 46. Для соединения этих шестерен со шпинделем служит муфта 45¹.

Ознакомившись с устройством коробки скоростей рассматриваемого станка, посмотрим, как она работает. Для этого обратимся к фиг. 390, на которой показана (8 раз) та же коробка, но уже схематически, причем шестерни, участвующие в передаче вращения при данном положении муфт 37, 40 и 45, заштрихованы, а все прочие оставлены без штриховки. Крестики на шестернях 34 и 35 условно показывают, что эти шестерни намертво закреплены на валу А.

Если все три муфты 37, 40 и 45 поставлены в левое положение (фиг. 390—I), то с валом Б соединены шестерни 36, 39, а со шпинделем В — шестерня 43. Передача вращения вала А к шпинделю В происходит через шестерни 34, 36, 39 и 43, как это и показано (штриховкой) на фиг. 390—I.

Если, не изменяя положения муфт 37 и 40, переставить муфту 45 в правое положение (фиг. 390—II), то вращение от вала А к шпинделю В будет передаваться более сложным путем, а именно: через шестерни 34 и 36 вращение передается валу Б; далее от шестерни 39 вращение передается сцепленной с ней шестерне 43, но

¹ Управляется рукояткой 3 (фиг. 388).



Фиг. 390. Ходы передачи в коробке скоростей, изображенной на фиг. 389.

последняя, как было указано выше, составляет одно целое с шестерней 44, и вращение ее передается дальше — шестерне 41 и еще дальше — от составляющей с ней одно целое шестерни 42 шестерне 46, соединенной муфтой 45 со шпинделем станка.

При левом положении муфт 37 и 45 и правом положении муфты 40 (фиг. 390—III) передача происходит через шестерни 34, 36, 41 и 44.

Если муфта 37 оставлена в левом положении, а муфты 40 и 45 передвинуты вправо (фиг. 390—IV), то в передаче вращения вала А шпинделю В участвуют шестерни 34, 36, 42 и 46.

После того как муфта 37 переставлена в правое положение, а муфты 40 и 45 установлены в левом (фиг. 390—V), передача будет происходить через шестерни 35, 38, 39 и 43.

При установке муфт 37, 40 и 45 в положения, показанные на фиг. 390—VI, снова получится более сложная передача, чем в рассмотренных выше случаях. Здесь вращение будет передаваться через шестерни 35, 38, 39, 43, 44, 41, 42 и 46.

На фиг. 390—VII показана передача вращения в том случае, когда муфты 37 и 40 занимают правое, а муфта 45 левое положение. В передаче вращения участвуют шестерни 35, 38, 41 и 44.

Последний случай передачи вращения от вала А к шпинделю В показан на фиг. 390—VIII. Все три муфты установлены в правое положение. Передача вращения происходит через шестерни 35, 38, 42 и 46.

Таким образом, рассматриваемая коробка имеет восемь различных скоростей шпинделя.

Для того чтобы определить, какие же именно скорости (числа оборотов в минуту) имеет шпиндель рассматриваемого станка при различных положениях рукояток 1, 2 и 3 (фиг. 388), управляющих муфтами 37, 40 и 45 (фиг. 390), необходимо знать число оборотов в минуту ведущего вала А и число зубцов всех шестерен данной коробки скоростей.

В рассматриваемом случае вал А делает 750 об/мин, а шестерни имеют следующее количество зубцов:

Шестерня (фиг. 390)	Количество зубцов
34	28
35	20
36	66
38	74
39	48
41	73
42	22
43	64
44	39
46	74

На основании этих данных можно составить таблицу скоростей шпинделя рассматриваемого станка (табл. 17). В ней указаны (1-я колонка) обозначения на фиг. 390 и (2-я, 3-я и 4-я колонки) соответствующие положения муфт 37, 40 и 45. В 5-й колонке приведены номера (по фиг. 389 и 390) шестерен, участвующих в пере-

даче вращения при данном положении муфт 37, 40 и 45. Шестерни в этой колонке перечислены попарно в виде дробей, причем в числителе указаны номера ведущих, а в знаменателе — ведомых шестерен. В следующей колонке номера шестерен заменены соответствующими числами их зубцов. Перемножив дроби, приведенные в этой колонке, мы получим, очевидно, передаточные числа систем шестерен, участвующих в передаче вращения от вала А к шпинделю В при различных положениях муфт 37, 40 и 45. Умножение всех передаточных чисел на 750 (число об/мин ведущего вала А), очевидно, даст соответствующие числа об/мин шпинделя станка, указанные в последней колонке таблицы.

Таблица 17

Числа об/мин шпинделя токарного станка 26А

Обозначения по фиг. 390	Положения муфт			Номера шестерен, передающих вращение вала А шпинделю В (фиг. 389 и 390)	Числа зубцов (передаточные числа) шестерен, передающих вращение вала А шпинделю В	Числа об/мин шпинделя
	37	40	45			
I	Левое	Левое	Левое	$\frac{34}{36} \cdot \frac{39}{43}$	$\frac{28}{66} \times \frac{48}{64}$	238
II	Левое	Левое	Правое	$\frac{34}{36} \cdot \frac{39}{43} \cdot \frac{44}{41} \cdot \frac{42}{46}$	$\frac{28}{66} \times \frac{48}{44} \times \frac{39}{73} \times \frac{22}{74}$	38
III	Левое	Правое	Левое	$\frac{34}{36} \cdot \frac{41}{44}$	$\frac{28}{66} \times \frac{73}{39}$	596
IV	Левое	Правое	Правое	$\frac{34}{36} \cdot \frac{42}{46}$	$\frac{28}{66} \times \frac{22}{74}$	94,5
V	Правое	Левое	Левое	$\frac{35}{38} \cdot \frac{39}{43}$	$\frac{20}{74} \times \frac{48}{64}$	152
VI	Правое	Левое	Правое	$\frac{35}{38} \cdot \frac{39}{43} \cdot \frac{44}{41} \cdot \frac{42}{46}$	$\frac{28}{74} \times \frac{48}{44} \times \frac{39}{73} \times \frac{22}{74}$	24
VII	Правое	Правое	Левое	$\frac{35}{33} \cdot \frac{41}{44}$	$\frac{20}{74} \times \frac{73}{39}$	379
VIII	Правое	Правое	Правое	$\frac{35}{38} \cdot \frac{42}{46}$	$\frac{20}{74} \times \frac{22}{74}$	60

Располагая найденные числа об/мин шпинделя станка при различных положениях рукояток в ряд по мере их увеличения, находим, что шпиндель станка 26А имеет следующие числа об/мин: 24; 38; 60; 94,5; 152; 238; 379 и 596.

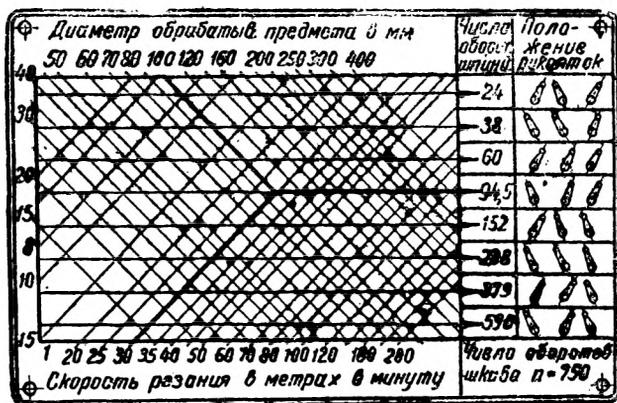
Чтобы знать, в какое положение должны быть установлены рукоятки коробки скоростей для получения соответствующего числа оборотов шпинделя, к станку привинчивается трафарет, из которого видно: 1) сколько скоростей имеет станок; 2) какие это скорости; 3) в какое положение следует ставить рукоятки, управляющие коробкой, для получения требуемых скоростей.

Пример такого трафарета (для рассмотренной коробки) показан на фиг. 391. Кроме указанных выше данных, на этом трафарете помещена диаграмма, позволяющая по диаметру обрабатываемой

поверхности и принятой скорости резания находить без всяких вычислений соответствующее число оборотов шпинделя данного станка.

На нижней горизонтальной линии этой диаграммы указаны скорости резания (от 15 до 200 м/мин). На левой вертикальной в верхней горизонтальной — диаметры обрабатываемых поверхностей (от 10 до 400 мм).

Пусть требуется, например, установить ближайшее число оборотов шпинделя на данном станке при обработке поверхности диаметром 100 мм, если скорость резания равна 30 м/мин. Через точку пересечения наклонных линий¹, одна из которых проходит через точку 100 (диаметр обрабатываемой поверхности), а другая — через точку 30 (принятая скорость резания), проводим го-



Фиг. 391. Трафарет коробки скоростей, изображенной на фиг. 389.

ризонтальную прямую. Как видно из фиг. 391, прямая эта проходит через строку 94,5. Следовательно, при данных условиях работы шпиндель должен делать 94,5 об/мин.

В соседней колонке трафарета мы находим и соответствующие положения рукояток коробки скоростей.

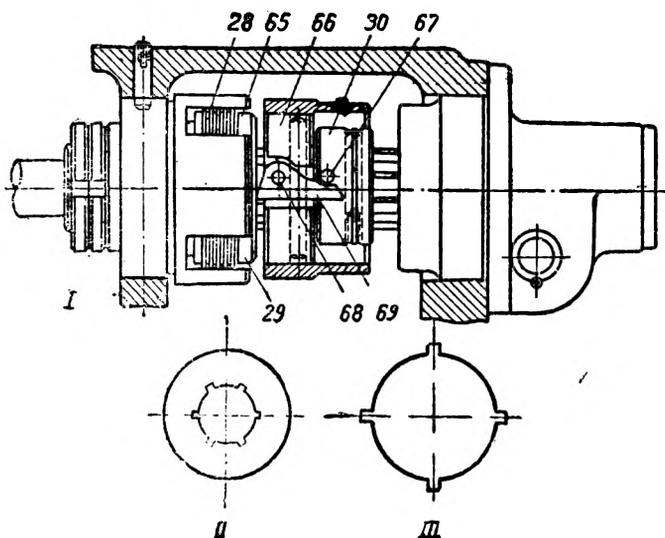
На некоторых трафаретах вместо рукояток проставляются буквы (А, Б, В, Г и т. д.), указывающие положение этих рукояток при данном числе об/мин шпинделя. Такие же буквы нанесены и на коробке скоростей, у каждой из ее рукояток.

Устройство для торможения шпинделя. Шпиндель станка после выключения электромотора продолжает вращаться вследствие инерции обрабатываемого изделия, патрона, шестерен коробки скоростей, ведущего шкива и других вращающихся деталей, что связано с потерей времени, особенно ощутимой при частых остановках станка (например, для измерения обрабатываемого изделия).

¹ На фиг. 391 решение данного примера показано для наглядности жирной линией.

Поэтому рассматриваемый станок, как вполне современный, снабжен особым устройством, тормозящим шпиндель после выключения электромотора.

Устройство это состоит в следующем. С правой стороны супорта (фиг. 388) имеется рукоятка 17, охватывающая валик 18. Такая же рукоятка расположена у левого подшипника валика (на фиг. 388 она обозначена цифрой 10). При установке любой из рукояток в одно из крайних положений шпиндель станка начинает вращаться вправо (прямой ход). При другом положении рукоятки 10 или 17 шпиндель имеет левое вращение (обратный



Фиг. 392. Управление тормозом шпинделя станка 26А.

ход). Когда рукоятки 10 и 17 установлены в среднее положение, выключается электромотор станка и одновременно включается тормозное устройство.

Описываемое устройство действует следующим образом. Обе рукоятки 10 и 17, как уже было указано, охватывают валик 18, причем шпонки, закрепленные во втулках рукояток, входят в шпоночный паз валика. Благодаря этому при повороте любой из рукояток поворачивается и валик. Поворот валика через две конические шестерни, находящиеся внутри кожуха 9, через горизонтальный валик, систему шестерен, расположенных в кожухе, прикрепленном к задней стенке станка, и через там же расположенную тягу сообщается (фиг. 389) валику 61 и закрепленной на нем шестерне 60, сцепленной с рейкой 59.

Рейка 59 представляет собой втулку, через которую проходит валик 33, а по обе стороны ее имеются шариковые упорные подшипники. Левый конец валика 33 входит в центральное отверстие вала А, на правом конце которого посажена на шпонке длинная втулка 26. Наружная поверхность правого конца втулки прошли-

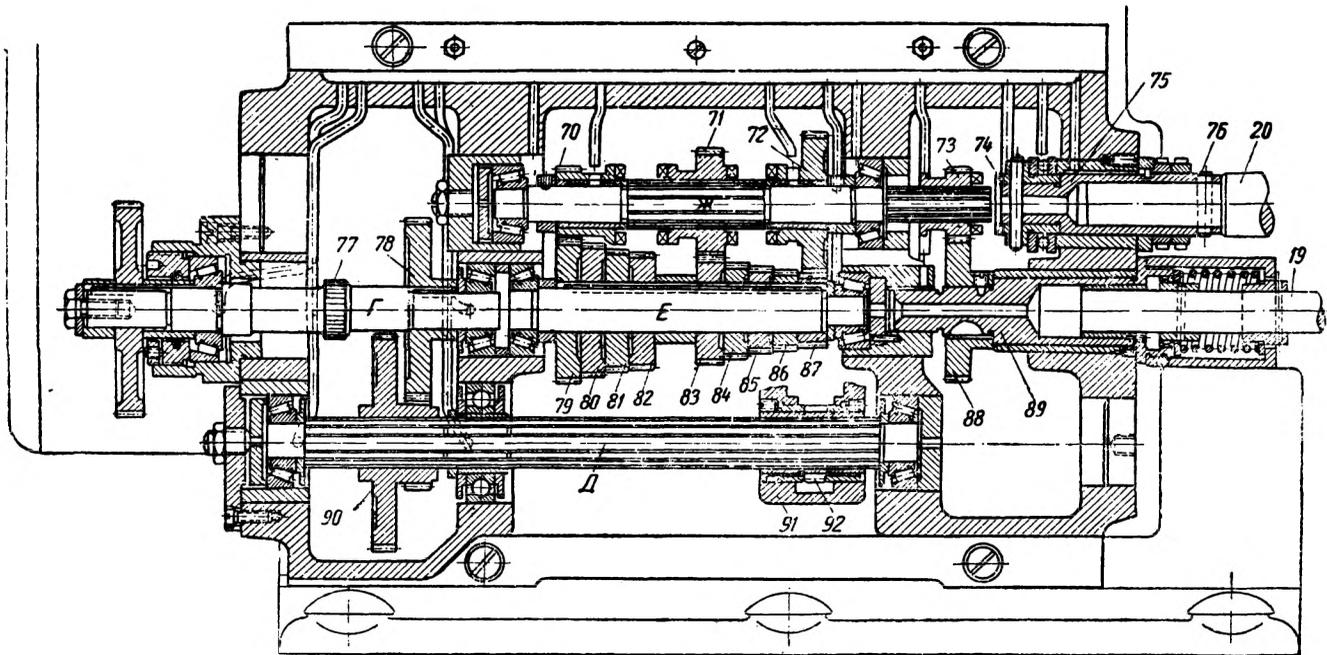
цована, и на нее надет ряд дисков 28 (фиг. 389 и 392—I). Форма их показана на фиг. 392—II. Диски, очевидно, вращаются вместе с валом А. Между ними находятся другие диски 65 (фиг. 392—I), форма которых показана на фиг. 392—III. Своими выступами диски 65 входят в вырезы втулки 27 (фиг. 389), закрепленной в приливе стенки корпуса передней бабки. Так как втулка эта неподвижна, то и вторые диски, очевидно, также неподвижны. Посредством пальца 31 (фиг. 389), который проходит через отверстие в валу А и втулке 26, подвижной валик 33 связан с кольцом 30 (фиг. 389 и 392—I), перемещающимся по втулке 26 (отверстие в кольце 30 шлифовано).

Таким образом, при перемещении валика 33 будет перемещаться (по втулке 26) и кольцо 30. В этом кольце закреплены три штифта 67 (фиг. 392—I), на которые опираются правые концы трех фасонных рычажков 69. Осями рычажков служат штифты 68, закрепленные в кольце 65. При положении рычажков, показанном на фиг. 392—I, рукоятки 10 и 17 (фиг. 388) находятся в одном из крайних положений (верхнем или нижнем), электромотор включается, тормоз выключается, и станок начинает работать.

При установке какой-либо из этих рукояток в среднее положение электромотор выключается, и сразу же начинается перемещение влево валика 33 (фиг. 389), а следовательно, и кольца 30 (фиг. 389 и 392—I). Штифты 67, действуя на рычажки 69, поворачивают их. Левые концы рычажков нажимают на стальную тарелку 29, вследствие чего последняя сжимает вращающиеся и неподвижные диски. Сила трения, возникающая при этом между теми и другими дисками, затормозит вращающиеся по инерции валы А и Б и шпиндель В.

Если рукоятку 10 или 17 повернуть дальше (для изменения прямого хода на обратный или наоборот), то после перемещения валика 33 (а следовательно, и кольца 30) вправо рычажки 69 снова займут положение, показанное на фиг. 392—I, при котором тормоз выключен. В этот же момент включается электромотор.

Коробка подач. От шестерни 48 (фиг. 389), закрепленной на шпинделе станка, через шестерни трензеля и набор сменных шестерен вращение передается валу Г (фиг. 393, на которой показан разрез рассматриваемой коробки подач). Шестерня 77 составляет с этим валом одно целое, а шестерня 78 связана с ним шпонкой. На шлифованном валу Д расположена двойная передвижная шестерня 90. При положении, показанном на фиг. 393, передача вращения от вала Г к валу Д происходит через шестерню 78 и меньшую из двух шестерен 90. Передвинув эту шестерню (посредством рукоятки 7; фиг. 388), можно ввести в зацепление шестерню 77 и большую из двух шестерен 90. Вращение вала Д передается валу Е посредством передвигающейся каретки 91 Нортон, при помощи которой шестерня 92 через шестерни, не показанные на фиг. 393, может быть приведена в зацепление с одной из шестерен 79, 80, 87, связанных общей шпонкой с валом Е. Подобное устройство мы уже рассмотрели выше (фиг. 34). На валу Ж свободно насажены шестерни 70 и 72, снабженные торцевыми зубцами. Такие же зубцы на обоих торцах имеет ше-



Фиг. 393. Коробка подач токарного станка 26А.

шестерня 71, расположенная на средней шлифованной части вала Ж. При положении шестерни 71, показанном на фиг. 393, передача от вала Е к валу Ж происходит через шестерни 83 и 71. Передвинув шестерню 71 влево (рукояткой 6; фиг. 388), можно соединить с валом Ж шестерню 70. Передача от вала Е валу Ж будет идти при этом через шестерни 79 и 70. При правом положении шестерни 71 эта передача осуществляется через шестерни 87 и 72.

На правом шлифованном конце вала Ж расположена шестерня 73, снабженная торцевыми зубцами. Такие же зубцы сделаны на левом торце муфты 74, закрепленной на втулке 75, в отверстие которой входит и закрепляется штифтом 76 левый конец ходового вinta 20.

Шестерня 88 закреплена на втулке 89, в отверстие которой входит левый конец валика 19. О способе соединения будет сказано подробнее ниже.

При положении шестерни 73, показанном на фиг. 393, с коробкой подач соединен ходовой валик 19. Передвинув шестерню 73 (при помощи рукоятки 4; фиг. 388) вправо, мы выведем ее из зацепления с шестерней 88 (выключив тем самым ходовой валик), но соединим с муфтой 74. При этом с коробкой подач будет связан ходовой винт 20.

Рассмотрим соединение ходового валика 19 с втулкой 89. Соединение это осуществлено таким образом, что продольная подача супорта, заимствуемая от ходового валика, автоматически выключается в требуемом месте как только боковая стенка фартука супорта (фиг. 388) упрется в стопорное кольцо 11 или 21 (в зависимости от направления перемещения супорта), закрепленное на ходовом валике. Для большей отчетливости рассматриваемый узел коробки подач токарного станка 26А показан в увеличенном масштабе на фиг. 394—I, где 93 — чугунная втулка, запрессованная в стенку 95 коробки подач; 94 — втулка, запрессованная во втулку 89; 98 — зубчатая муфта, закрепленная на ходовом валике 19 штифтом 97; 100 — втулка, закрепленная на ходовом валике 19 штифтом 105; 102 и 104 — шайбы; 103 — пружина; 99 — кожух.

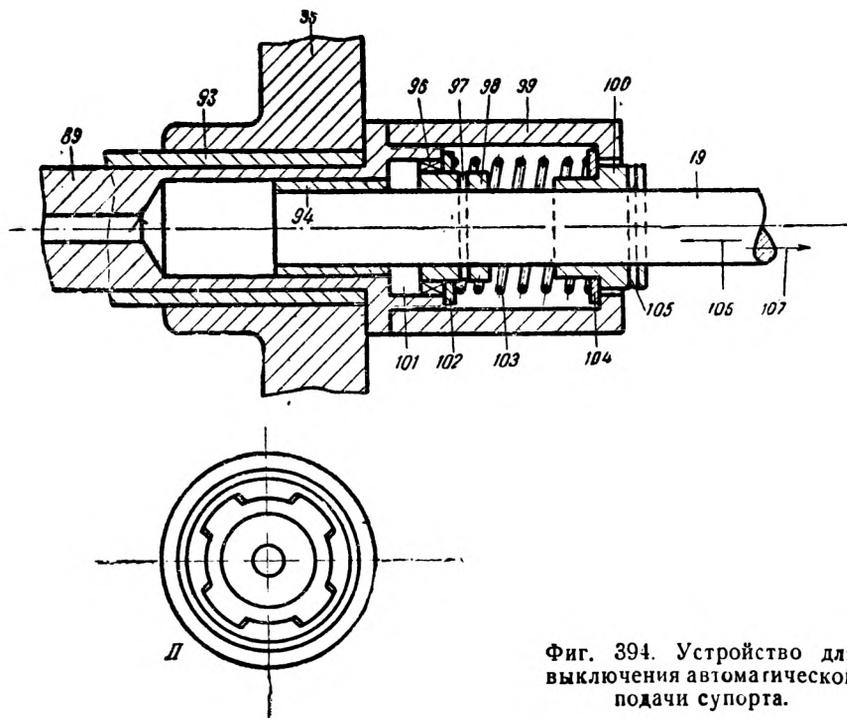
В части втулки 89, выступающей справа от стенки 95 коробки подач, имеется выточка с четырьмя впадинами. На фиг. 394—II показана выступающая часть втулки 89 и вид на нее по стрелке 106.

Муфта 98 снабжена четырьмя выступами, которые входят во впадины, сделанные во втулке 89. Именно благодаря этому вращение втулки 89 передается ходовому валику 19.

Предположим, что стопорное кольцо 11 (фиг. 388) установлено в положении, соответствующем требуемой длине обрабатываемой детали (например, одной из ступеней ступенчатого валика). При перемещении супорта влево левая стенка фартука в некоторый момент упрется в стопорное кольцо 11, закрепленное на ходовом валике 19. С этого момента ходовой валик также будет двигаться влево до тех пор, пока выступы 96 муфты 98 не выйдут из впадин, сделанных во втулке 89, и не окажутся расположенными

в выемке 101. Связь втулки 89 и ходового валика 19 при этом будет нарушена, и вращение последнего прекратится. При перемещении супорта вправо ходовой валик под давлением пружины 103, действующей на него через шайбу 104 и втулку 100, также переместится вправо. Зубцы муфты 98 войдут во впадины втулки 89, и все детали рассматриваемого устройства займут исходное положение, показанное на фиг. 394—1. Не трудно себе представить, как работает это устройство при подаче супорта, направленного слева направо.

Супорт. На фиг. 395 показан продольный разрез супорта рассматриваемого станка. Продольные салазки 117 перемещаются по

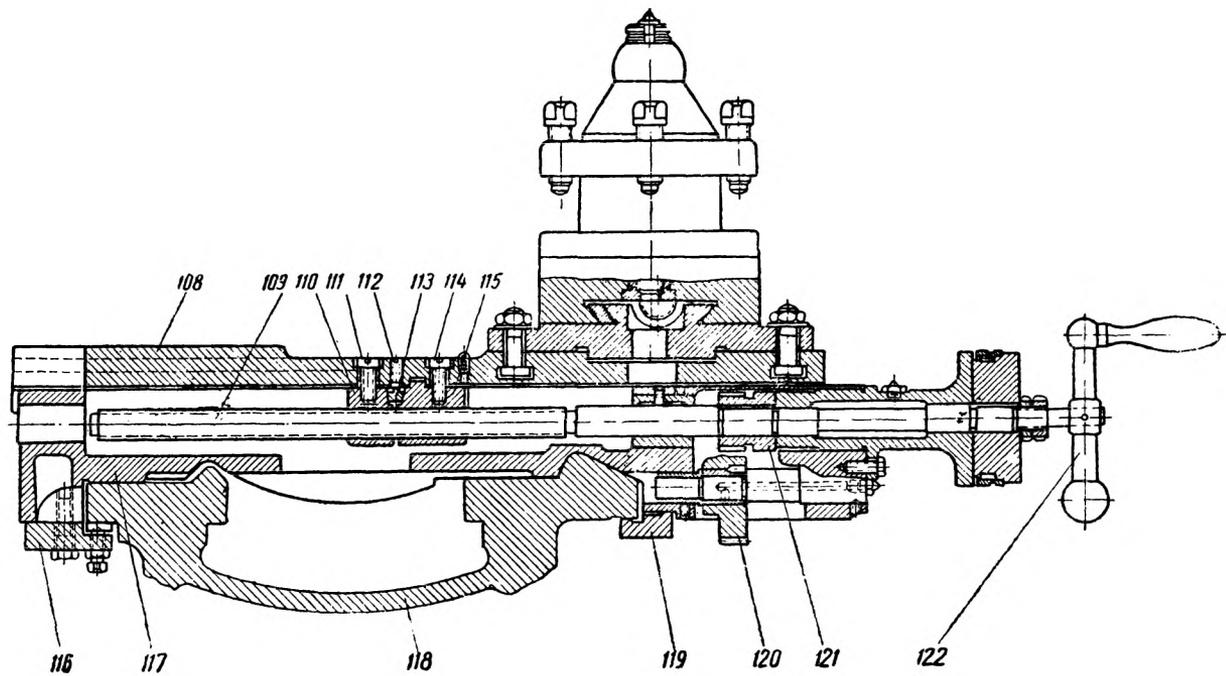


Фиг. 394. Устройство для выключения автоматической подачи супорта.

станине 118 и прижимаются к ней планками 116 и 119. Перемещение поперечных салазок 108 осуществляется посредством винта 109 при вращении его за рукоятку 122 (ручная подача) или (при автоматической подаче) посредством шестерен 120 и 121, последняя из которых сцеплена с одной из шестерен, расположенных внутри фартука. Гайка винта поперечной подачи состоит из двух частей 110 и 115, прикрепленных к поперечным салазкам винтами 111 и 114. Между частями гайки заложены клин 113, действуя на который посредством винта 112, можно устранять слабинку винта в гайке, образовавшуюся вследствие износа их резьбы.

Поперечный разрез супорта показан на фиг. 396, где 129 — поворотная часть супорта, 126 — верхние салазки, 128 — винт подачи верхних салазок, 127 — гайка этого винта.

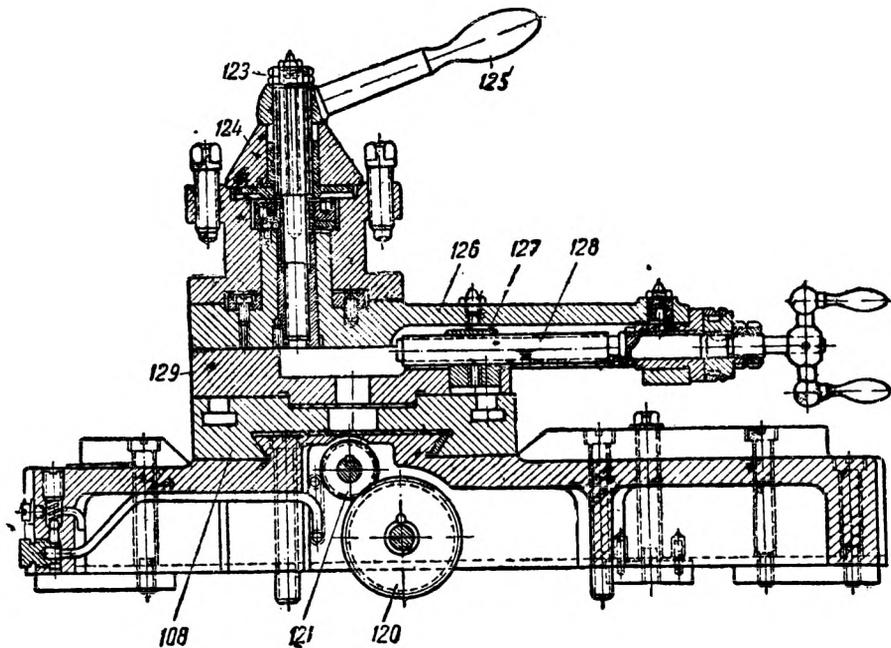
2)



Фиг. 395. Продольный разрез супорта.

Резцедержатель рассматриваемого станка устроен таким образом, что может быть быстро повернут и точно установлен в очередное рабочее положение. Разрез этого резцедержателя показан на фиг. 396 и еще более отчетливо на фиг. 397—I.

Из фиг. 397—I видно, что корпус 139 резцедержателя опирается на верхние салазки 126 и вращается, как на оси, на выступе 133 этих салазок. Гайка 132, накрученная на длинную втулку 135, запрессованную в выступе верхних салазок, исключает возможность подъема корпуса. В эту же втулку входит нижним нарезанным концом валик 130 резцедержателя. Верхний конец валика 130 шлифован. На этой части его надета втулка 131 с фланцем, на нижней стороне которого имеются четыре канавки, причем одна



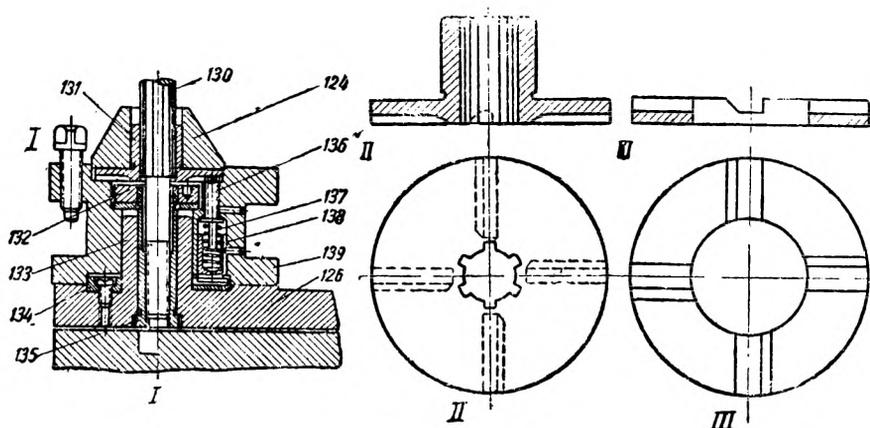
Фиг. 396. Поперечный разрез супорта.

боковая стенка каждой из них расположена вертикально, а другая — наклонно (фиг. 397—II, на которой показана часть втулки 131). Кроме того, на шлифованный конец валика 130 надета рукоятка 125 (фиг. 396), удерживаемая на нем гайками 123.

В верхних салазках заложено кольцо 134 (фиг. 397—III) с такими же канавками, какие имеет фланец втулки 131. Кольцо это прикреплено к салазкам 126 винтами. В корпусе 139 резцедержателя расположены два фиксатора — верхний 136 и нижний 133. Под действием пружины 137 наклонно срезанный конец верхнего фиксатора прижимается к фланцу втулки 131, а такой же конец нижнего фиксатора — к кольцу 134.

Для того чтобы повернуть резцедержатель, необходимо прежде всего освободить его от зажима рукояткой 125, действующей на него через зажимную втулку 124. Поворачивая для этого рукоятку

влево (как гаечный ключ), мы повернем вместе с валиком 130 и втулку 131. Так как конец верхнего фиксатора опирается в этот момент на вертикальную стенку канавки фланца втулки 131, то вместе с втулкой будет поворачиваться и весь корпус резцедержателя. Нижний фиксатор не препятствует вращению (влево) корпуса, так как наклонный срезанный конец его поднимется по наклонной стенке канавки в кольце 134. Как только нижний фиксатор войдет в следующую канавку нижнего кольца (что произойдет после того как корпус резцедержателя будет повернут на 90°, как и требуется), вращение рукоятки 125 влево следует прекратить и начать поворачивать ее в обратном направлении (вправо). Нижний фиксатор при этом не поднимется и корпус не повернется, но верхний фиксатор опустится. В конце поворота рукоятки он вой-



Фиг. 397. Резцедержатель.

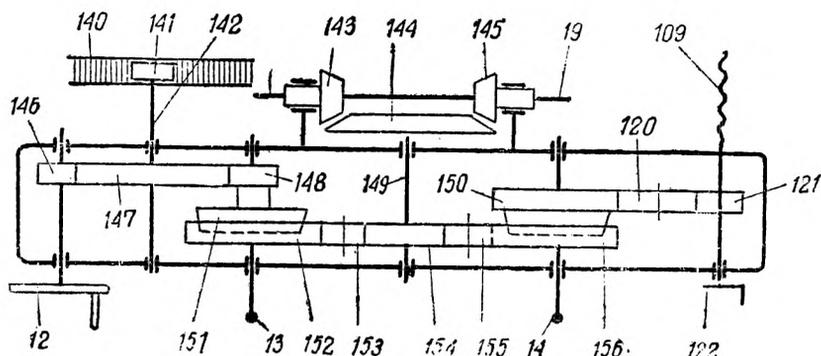
дет в следующую канавку фланца втулки 131. В этот же момент корпус резцедержателя будет точно закреплен в следующем рабочем положении.

Фартук супорта. Не останавливаясь на устройстве для включения автоматической подачи, получаемой от ходового винта, лишь в некоторых, несущественных деталях отличающегося от ранее рассмотренного устройства такого же назначения (фиг. 35), ознакомимся с включением продольной и поперечной автоматических подач, заимствуемых от ходового валика.

На фиг. 398 показана схема этого устройства. При вращении маховика 12 супорт станка получает продольную ручную подачу, так как на одном валике с маховиком закреплена шестерня 146, постоянно сцепленная с шестерней 147. Последняя в свою очередь закреплена на одном валике 142 с шестерней 141, перекачивающейся на зубчатой рейке 140, прикрепленной к станине станка.

Продольная автоматическая подача получается следующим образом. Две конические шестерни 143 и 145 имеют длинные втулки и вращаются, как в подшипниках, в приливах задней стенки фартука. Втулки этих шестерен охватываются вилками, закрепленными на одном общем валике. Передвигая последний

вдоль оси рукояткой 15 (фиг. 388), мы можем вводить в зацепление шестерню 143 или 145 с шестерней 144. Через отверстия в шестернях 143 и 145 проходит ходовой валик 19, по всей длине которого идет шпоночная канавка, а в отверстиях каждой из шестерен 143 и 145 закреплена шпонка. Благодаря этому вращение ходового валика 19 передается шестерням 143 и 145 при любом положении супорта. Нетрудно понять, что при постоянном направлении вращения ходового валика 19 шестерня 144 будет вращаться в ту или другую сторону, в зависимости от того, которая из шестерен, 143 или 145, введена с ней в зацепление. Изменяя направление вращения шестерни 144, мы изменим также направление вращения последующих шестерен данного узла фартука, а следовательно, и направление продольной либо поперечной автоматических подач.

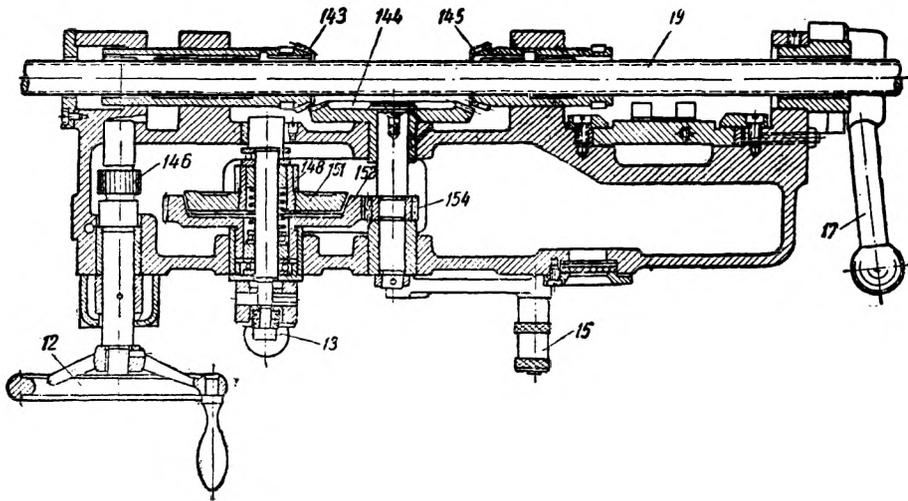


Фиг. 398. Схема устройства фартука токарного станка 26А.

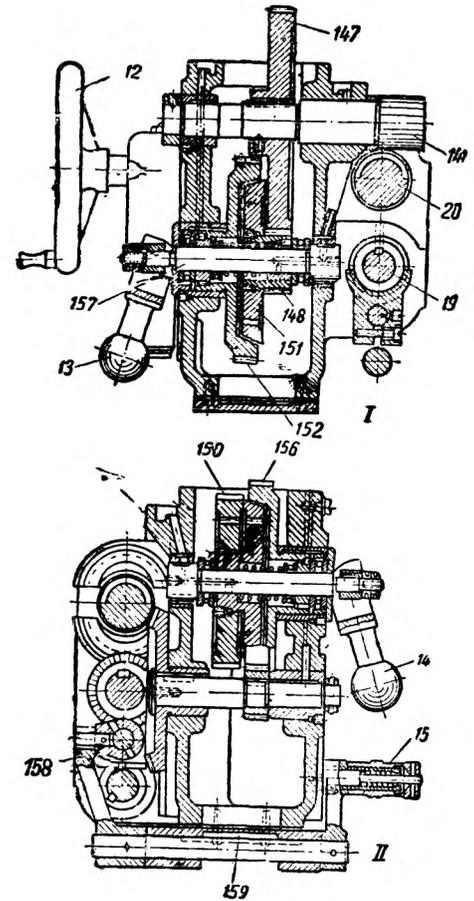
От шестерни 154, закрепленной на валике 149, вращение передается через шестерню 153 шестерне 152, свободно вращающейся на своем валике. Для соединения шестерни 152 с этим валиком служит конический фрикцион, управляемый рукояткой 13. Включив его, мы заставим вращаться диск 151 и соединенную с ним шестерню 148. Вращение последней передается шестерне 147, а следовательно, и шестерне 141, перекачивающейся по рейке 140.

От шестерни 154 заимствуется и поперечная автоматическая подача. Из схемы устройства фартука (фиг. 398) видно, что вращение шестерни 154 через шестерню 155 передается шестерне 156, свободно вращающейся на своем валике. При включении фрикционного устройства (посредством рукоятки 14) получают вращение шестерни 150 и 120 и, наконец, 121, закрепленная на винте 109 поперечной подачи супорта. Ручная поперечная подача супорта получается при вращении винта 109 за рукоятку 122. Из фиг. 399, на которой показан разрез фартука, видно устройство для получения продольной автоматической подачи от ходового валика.

На фиг. 400—I показан разрез рассматриваемого фартука, из которого видно устройство фрикциона для включения продольной автоматической подачи. Подняв рукоятку 13 (т. е. поставив ее в горизонтальное положение), мы заставим валик 157, а вместе



Фиг. 399. Горизонтальный разрез фартука токарного станка 26А.



Фиг. 400. Вертикальные разрезы фартука токарного станка 26А.

с ним и конический диск 151 переместиться влево. При этом диск войдет и плотно сядет в коническую втулку шестерни 152, вследствие чего вращение последней будет передаваться диску 151, соединенной с ним шестерне 148 и далее по схеме, показанной на фиг. 398.

При установке рукоятки 13 в положение, показанное на фиг. 400—I, происходит выключение фрикциона, так как под действием пружины, охватывающей валик 157, диск 151 переместится вправо и передача ему вращения шестерней 152 прекратится.

На фиг. 400—II видно устройство для включения автоматической подачи. На этой фигуре цифрой 158 обозначена вилка, охватывающая одну из шестерен 143 и 145, цифрой 159 — валик, на котором закреплена эта вилка.

§ 89. Некоторые узлы и детали современных токарных станков

Подшипники шпинделя с кольцевой смазкой (фиг. 401). На шейку шпинделя надето медное кольцо 10. Диаметр его больше диаметра шейки шпинделя настолько, что нижней своей частью кольцо попадает в масло, налитое в камеру 9 подшипника. При вращении шпинделя кольцо вследствие трения также вращается и увлекает за собой масло. Некоторое количество 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.

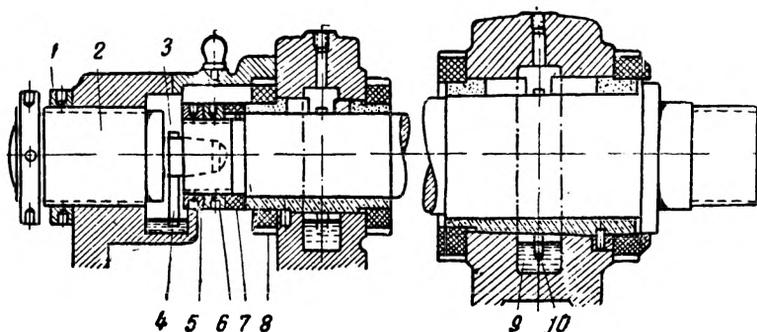
С левой стороны бронзовой втулки заднего подшипника имеется упорное кольцо 7, закрепляемое на шпинделе с помощью гаек 5 и 6. Назначение этого кольца — препятствовать осевым перемещениям шпинделя вправо. Доступ к гайкам 5 и 6, а также к гайке 8, которая служит для регулировки заднего подшипника, затруднен, что является недостатком этой конструкции. Осевое перемещение шпинделя влево воспринимается подпятником, устроенным следующим образом. В задний конец шпинделя намертво вставлена стальная закаленная пробка 3, которая опирается на закаленный подпятник 2. Ввертыванием и вывертыванием подпятника (он имеет резьбу) осевой разбег шпинделя может быть отрегулирован и подпятник закреплен в выбранном положении контргайкой 1. Смазка подпятника — кольцевая, при помощи кольца 4.

Разъемные подшипники. Подшипники передних бабок тяжелых станков изготавливаются разъемными. Разрезные бронзовые втулки в этом случае заменены **вкладышами**, состоящими из двух половинок. Нижние половинки вкладышей укладываются очень плотно, без малейшей качки, в корпус бабки, верхние же помещаются в крышках подшипников. Материалом для вкладышей служит в большинстве случаев бронза, и только иногда можно встретить чугунные вкладыши, залитые баббитом.

На фиг. 402 изображены передний разъемный подшипник и торцевой вид его (со стороны задней бабки). В корпус 11 бабки укладывается нижняя половинка подшипника 12. Половинка эта, как было сказано выше, должна очень плотно сидеть в гнезде корпуса бабки, без малейшей качки, в противном случае неиз-

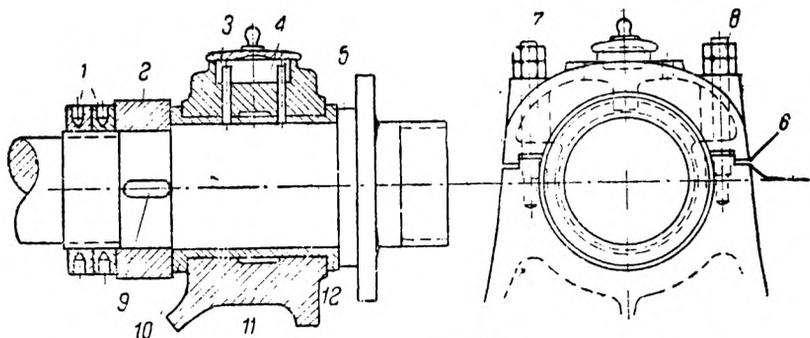
бежно дрожание. Вкладыш должен плотно охватывать своими заплечиками 10 корпус бабки (или крышки подшипника, если речь идет о верхней половинке), иначе получится совершенно недопустимый разбег шпинделя в осевом направлении.

Верхняя половинка вкладыша также должна быть очень точно пригнана к крышке подшипника. Крышка крепится иногда двумя,



Фиг. 401. Подшипники шпинделя передней бабки с кольцевой смазкой.

но чаще четырьмя болтами 7 и 8. Половинки вкладыша прилегают одна к другой совершенно плотно, а между крышкой и корпусом бабки должен быть некоторый зазор. По мере износа подшипников верхняя половинка вкладыша спиливается по поверхности разъема, и таким образом вкладыши сближаются. Очень часто при



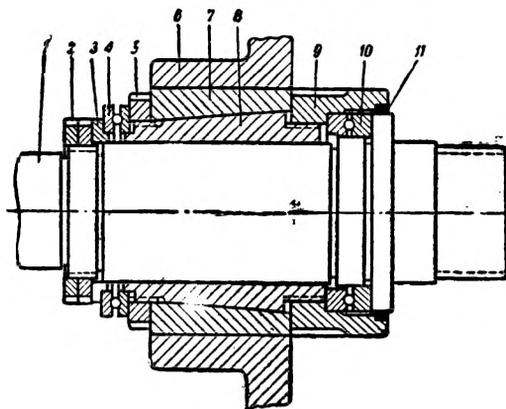
Фиг. 402. Разъемный подшипник шпинделя передней бабки.

капитальном ремонте станка между половинками вкладышей делаются прокладки из тонкой листовой меди. По мере износа подшипников они удаляются одна за другой. В крышке подшипника сделана камера 4 для масла. Масло по фитилям попадает на шейку шпинделя через трубочки 3, сделанные так, что верхние концы их выше для камеры 4. Это устроено для того, чтобы мусор, который может попасть в камеру 4 вместе с маслом, отстоялся на дне ее и не поступал на шейку шпинделя. Задний подшипник в рассматриваемом случае отличается от переднего

только размерами, поэтому останавливаться на нем мы не будем.

Упорное кольцо 2, расположенное слева от переднего подшипника, не дает шпинделю перемещаться вправо. Кольцо это закрепляется двумя круглыми гайками 1. Осевое давление, направленное влево, воспринимается заплечиком 5 с правой стороны переднего подшипника и подпятником (подобным изображенному на фиг. 401) — у заднего.

Передний подшипник шпинделя токарного станка ДиП (фиг. 403). В стенку 6 корпуса передней бабки запрессована втулка 7 с коническим отверстием. Разрезная бронзовая втулка 8 регулируется гайками 5 и 9. Осевое давление на шпиндель 1, направленное справа налево, воспринимается шариковым упорным подшипником 10, опирающимся на гайку 9.

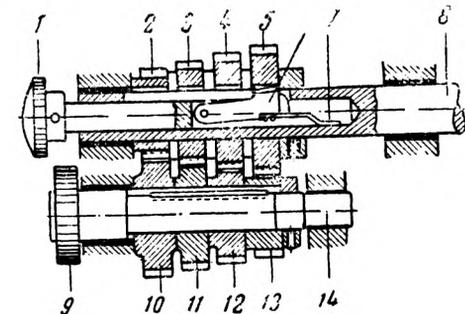


Фиг. 403. Передний подшипник шпинделя токарного станка ДиП.

Осевое давление на шпиндель, действующее в обратном направлении, воспринимается (через гайки 2 и кольцо 3), таким же подшипником 4, опирающимся на гайку 5. Войлочная или фетровая набивка 11 препятствует попаданию пыли в подшипник 10 и удерживает в нем смазку.

Шариковые и роликовые подшипники. В последнее время находят широкое применение шариковые подшипники, значительно улучшающие условия работы шпинделя, в особенности в быстроходных станках. Останавливаться на разборе таких подшипников за недостатком места мы не будем.

Коробки подач с передвижной шпонкой. Кроме описанных систем коробок

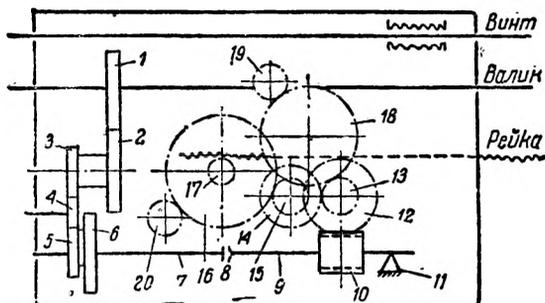


Фиг. 404. Механизм с передвижной шпонкой.

подач, довольно часто применяются коробки с передвижной шпонкой, устроенные следующим образом (фиг. 404). На валике 14, получающем вращение от последней из сменных шестерен через шестерню 9, насажены на шпонке четыре шестерни 10, 11, 12 и 13, которые находятся в постоянном зацеплении с шестернями 2, 3, 4 и 5, свободно вращающимися на валике 8. Каждая из шестерен 2, 3, 4 и 5 может быть сцеплена

с валиком 8 посредством шпонки 6, помещенной в полости этого валика. Перемещение шпонки производится при помощи стержня 1, головка которого высовывается из валика 8. Шпонка 6 удерживается в рабочем положении прикрепленной к ней пружинкой 7. Вдвигая и выдвигая стержень 1, мы можем установить шпонку против любой из шестерен 2, 3, 4 и 5. От валика 8 вращение передается дальше ведущему валику коробки Норттона и т. д. Таким образом, рассмотренная нами коробка увеличивает количество подач, получающихся от коробки Норттона, в четыре раза.

Фартук супорта токарного станка ДиП (фиг. 504). Вращение ходового валика через шестерни 1, 2, 3, 4 и 5 или (при другом положении двойной подвижной шестерни 5, 6) через шестерни 1, 2 и 6 передается валику 7 и соединенному с ним шарниром Гука 8 валику 9. Шарнир этот устроен таким образом, что вращение валика 7 передается валику 9 и в том случае, когда оси их расположены под некоторым углом. На валике 9 расположен червяк 10,



Фиг. 405. Схема устройства фартука токарного станка ДиП.

сцепленный с червячной шестерней 12. Правый конец валика 9 поддерживается в положении, изображенном на фиг. 405 (червяк сцеплен с червячной шестерней), опорой 11. При повороте рукоятки, управляющей этой опорой, правый конец валика 9 вместе с червяком опускается, ¹ сцепление последнего с червячной шестерней выключается и передача вращения ходового валика всем дальнейшим шестерням и другим деталям фартука и супорта прекращается, а следовательно, прекращается и автоматическая подача супорта (продольная и поперечная). Такое выключение подачи супорта может происходить и автоматически — при перегрузке станка, что исключает возможность поломки некоторых деталей его в тот момент, когда супорт дойдет до специально установленного и отрегулированного упора. ²

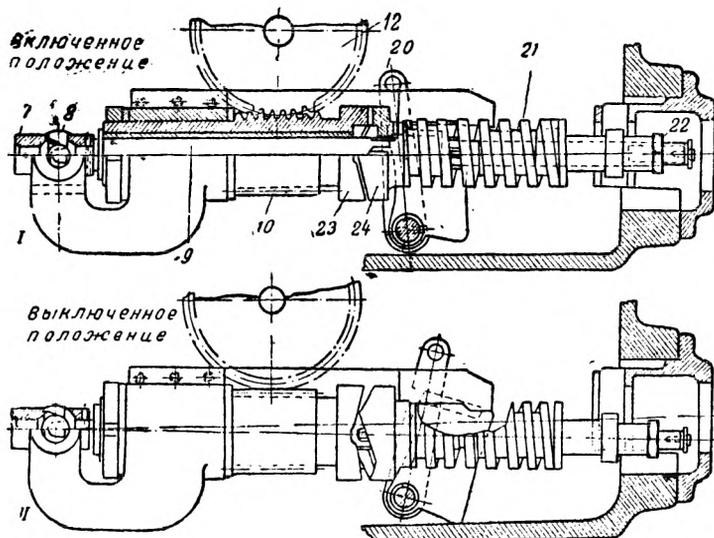
На одном валике с червячной шестерней 12 закреплена цилиндрическая шестерня 13, вращение которой при продольной автоматической подаче передается (через шестерни 14, 15 и 16) шестерне 17, перекачивающейся по зубчатой рейке. При попереч-

¹ Поэтому данный червяк называется падающим.

² Устройство и работа этого механизма рассмотрены ниже.

ной автоматической подаче вращение шестерни 13 передается (через шестерню 18) шестерне 19, закрепленной на винте поперечной подачи супорта. Ручная продольная подача супорта получается при вращении маховика, закрепленного на одном валике с шестерней 20.

Падающий червяк фартука токарного станка ДиП показан на фиг. 460—I в включенном, а на фиг. 406—II в выключенном положении¹. Червяк 10 вращается на валике 9. Первый конец его представляет собой кулачковую муфту 23, скошенные зубцы которой могут быть сцеплены с такой же муфтой 24, связанной шлицами с валиком 9 и находящейся под действием пружины 21, регулируемой гайкой 22. Как только нагрузка на червяк превысит допу-



Фиг. 406. Падающий червяк (деталь фартука токарного станка ДиП).

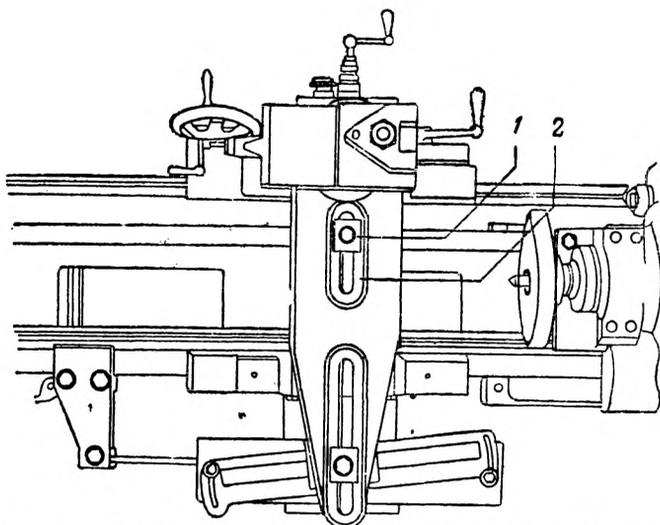
стиму, т. е. как только для перемещения супорта потребуется большее усилие, чем то, на которое отрегулирована пружина 21, последняя не сможет удерживать муфту 24 в сцепленном состоянии с муфтой 23. Но так как при этом червяк остановится, а вращение валика 9 не прекратится, то зубцы муфты 24 будут скользить по скошенным зубцам муфты 26. В результате муфта 24 отойдет вправо (фиг. 406—II) и своим выступом повернет рычаг 20 управляющий подвижной опорой 11. Червяк 10 под действием собственного веса опустится (упадет), и подача супорта прекратится.

Приспособления для выключения винта поперечной подачи при обточке конусов и при работах по копиру. На фиг. 407 показан вид сверху супорта токарного станка. Супорт его устроен таким

¹ На фиг. 406—I сохранены обозначения деталей, принятые на фиг. 405.

образом, что при обточке конусов нет надобности вынимать винт поперечной подачи супорта. Для этого гайка поперечного винта не закреплена в поперечных салазках супорта намертво (как в обыкновенном супорте), а своим прямоугольным верхним концом расположена в пазу 2 и закреплена квадратной гайкой 1. Если мы освободим эту гайку, то поперечные салазки смогут перемещаться по своим направляющим свободно, хотя винт их и не вынут. Винт, охватывающая его гайка и гайка 1 будут оставаться при этом неподвижными.

Еще одно устройство такого же назначения изображено на фиг. 408, причем на фиг. 408—I показан продольный разрез части супорта, а на фиг. 408—II — вид сверху части его. Из фиг. 408—I видно, что поперечный винт 2 в этом случае не проходит сквозь



Фиг. 407. Устройство супорта, приспособленного для обработки конусов (1-й тип).

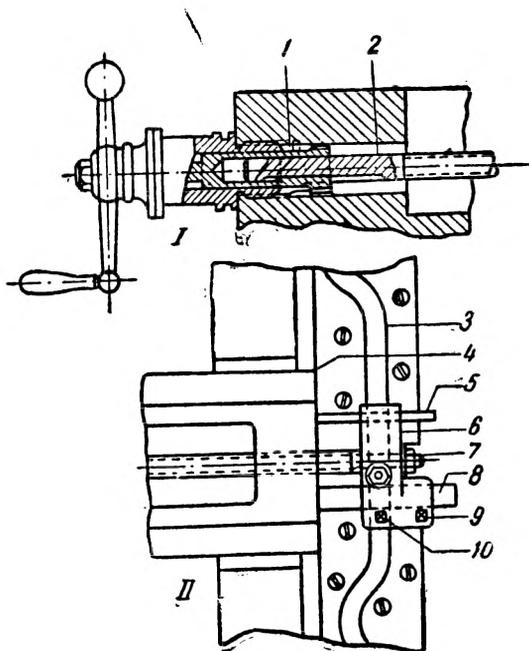
стенку супорта, а расположена в длинной втулке 1, на левом конце которой закреплена рукоятка для ручной поперечной подачи, а на правом — шестерня для автоматической поперечной подачи. Винт 2 связан со втулкой 1 шпонкой и может перемещаться с ней в осевом направлении.

На фиг. 408—II приняты следующие обозначения: 3 — часть копировальной линейки; 4 — часть супорта (направляющие для поперечных салазок); 5 — тонкий и 8 — толстый стержни, закрепленные в стенке супорта 4; 6 — обойма, сквозь которую проходит винт поперечной подачи. Обойма эта перемещается по стержням 5 и 8, как по направляющим; 7 — гайка и контргайка, накрученные на конец винта поперечной подачи; 9 и 10 — болты, посредством которых обойма 6 может быть закреплена на стержне 8.

Копировальный ролик вращается на пальце с нижней стороны обоймы 6. При обычных работах болты 9 и 10 затянуты, поэтому обойма 6 служит как бы подшипником для винта поперечной по-

дачи. Гайка 7 должна быть затянута настолько, чтобы поперечный винт мог свободно вращаться.

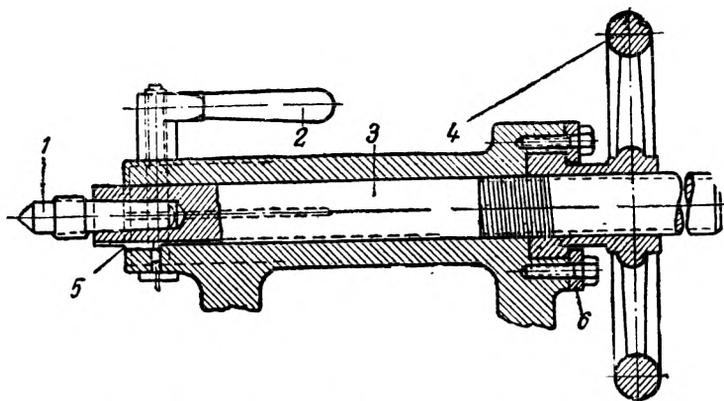
При работе по копиру гайку 7 затягивают, а болты 9 и 10 освобождают. При продольной подаче супорта копировальный ролик будет идти по канавке линейки. Следуя за роликом, обойма 6 будет перемещаться по стержням 5 и 8. Связанный с нею винт и поперечные салазки супорта также будут то приближаться к центру станка, то удаляться от него, что необходимо при обработке по копиру криволинейной поверхности. Левый конец 2 винта будет при этом перемещаться в отверстии втулки 1 (фиг. 408—I).



Фиг. 408. Устройство супорта, приспособленного для обработки конусов (2-й тип).

Задние бабки с открытым винтом (фиг. 409). В этом случае отдельного винта для перемещения шпинделя нет, и резьба сделана на самом шпинделе 3. Втулка маховика 4 нарезана по шпинделю. Маховик этот не может перемещаться ни вправо, ни влево, так как конец втулки его, входящий в тело бабки, охвачен накладным кольцом 6, состоящим из двух половинок, прикрепленных к бабке болтами. При вращении маховика 4 шпиндель будет перемещаться вправо или влево, в зависимости от того, в какую сторону вращается маховик. Для того чтобы шпиндель не мог вращаться вместе с маховиком, вдоль него (внизу) прорезана шпоночная канавка, в которую входит шпонка 5, заложенная в корпус бабки. Закрепление шпинделя в рабочем положении производится поворотом рукоятки 2. Задний центр 1 у задних бабок

с открытым винтом закладывается в несквозное отверстие, и удаление его производится не так просто, как у задних бабок с закрытым винтом. В этом случае следует применять центры по



Фиг. 409. Задняя бабка с открытым винтом.

фиг. 62—III и удалять их гаечным ключом только усилием руки, без постукиваний по ключу каким-либо тяжелым предметом.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОКАРНОГО СТАНКА

§ 90. Основные понятия о механике токарного станка

Общие сведения. Мощность токарного станка с ременной передачей определяется по формуле

$$N = \frac{P_p \cdot v_p}{75 \cdot 60} \cdot \eta \text{ л. с.}, \quad (53)$$

где N — искомая мощность в л. с.; P_p — сила, с которой ремень вращает шкив станка, в кг; v — скорость движения этого ремня в м/мин; η (читается «эта») — коэффициент полезного действия станка.

Величина силы P_p зависит от ширины ремня и усилия, которое передается в 1 мм его ширины. Значения P_p для наиболее употребляемых размеров ремней даны в табл. 18.

Скорость ремня v находится по известной уже нам формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин},$$

где v — искомая скорость, выраженная в м/мин; D — диаметр шкива станка в мм; n — число оборотов этого шкива в минуту.

К. п. д. (η) введен в формулу (53) потому, что вследствие потери части энергии, потребляемой станком на преодоление трения в подшипниках, зубчатых передачах и т. д., действительная мощ-

ность станка (мощность на резце) будет несколько меньше получаемой.

На практике принимают к. п. д. станка со ступенчатым шкивом при работе без перебора $\eta = 0,90—0,95$; к. п. д. станка со ступенчатым шкивом и включенным перебором $\eta = 0,85—0,90$; к. п. д. станка с одноступенчатым шкивом и коробкой скоростей $\eta = 0,80—0,85$.

Установив общее понятие о мощности станка, переходим к определению ее в отдельных случаях.

Мощность станка со ступенчатым шкивом. В формулу (53), выражающую мощность станка, входит скорость движения ремня. Скорость эта у токарного станка со ступенчатым шкивом не постоянна. Она имеет наибольшую величину, когда ремень наброшен на самую малую ступень шкива станка, и наименьшую — при положении ремня на самой большой ступени.

Таблица 18

Усилия, передаваемые кожаным ремнем	
Ширина ремня в мм	Усилие P_p , передаваемое ремнем в кг
55	52
60	72
65	78
70	84
75	94
80	104
85	115
90	130

Но если одна из величин (в нашем случае v_p), входящих в правую часть формулы, не постоянна, то и левая, часть формулы (т. е. искомая мощность N) также изменяется. Таким образом, мы можем сказать, что мощность токарного станка со ступенчатым шкивом не постоянна: она имеет наибольшую величину, когда ремень наброшен на наименьшую ступень шкива станка, и наоборот.

Убедимся в этом на примере подсчетов мощности токарного станка модели ТН20¹ при работе с перебором и положении ремня на крайних ступенях шкива.

Диаметры крайних ступеней шкива и соответствующие числа оборотов следующие: $D_1 = 206$ мм, $n_1 = 323$ об/мин, $D_3 = 300$ мм, $n_3 = 147$ об/мин. Ширина приводного ремня — 85 мм. К. п. д. принимаем $\eta = 0,90$.

Предположим, что ремень находится на меньшей ступени шкива. Скорость ремня в этом случае равна

$$v_p = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 206 \cdot 323}{1000} \approx 210 \text{ м/мин.}$$

Имея в виду, что ширина приводного ремня составляет 85 мм, по табл. 18 находим: $P_p = 115$ кг.

По формуле (53) имеем:

$$N_1 = \frac{P_p \cdot v_p}{75 \cdot 60} \cdot \eta = \frac{115 \cdot 210}{75 \cdot 60} \cdot 0,85 = 4,6 \text{ л. с.}$$

Рассуждая таким же образом, мы можем установить, что при положении ремня на наибольшей ступени шкива мощность станка составит $N_3 = 3,1$ л. с.

¹ Завод „Красный пролетарий“ (Москва).

Сопоставляя только что полученные результаты, мы видим, что положению шкива на меньшей ступени ($D_1 = 206 \text{ мм}$) соответствует большая (4,6 л. с.) мощность станка и, наоборот, при ремне, наброшенном на большую ступень ($D_3 = 306 \text{ мм}$), станок имеет меньшую мощность (3,1 л. с.).

Эта особенность станка с многоступенчатым шкивом является его весьма существенным недостатком. Поэтому все современные станки строятся с одноступенчатым шкивом и имеют постоянную мощность.

Мощность станка с одноступенчатым шкивом. Скорость ремня в этом случае одна и та же при разных скоростях шпинделя. Мощность станка с одноступенчатым шкивом постоянна и определяется по формуле (53). К. п. д. принимается равным 0,80—0,85, в зависимости от конструкции и состояния станка.

Крутящие моменты шпинделя. Факторами, показывающими силу станка, являются так называемые крутящие моменты шпинделя, т. е. произведение усилия, передаваемого нормально загруженным ремнем, на половину диаметра шкива, на котором находится в данный момент ремень. Таким образом,

$$M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{2} \text{ кгмм}, \quad (54)$$

где P_p — усилие в кг, передаваемое нормально загруженным ремнем (со способом определения величины P_p мы уже ознакомились, рассматривая формулу мощности станка); D — диаметр ступени шкива в мм, на которой находится в данный момент ремень.

Мы знаем, что усилие P_p , передаваемое ремнем станка, — величина постоянная. Диаметр шкива, если ремень не переводится на другую ступень, также не изменяется. Это как будто дает основание считать, что и крутящий момент тоже величина постоянная (при условии, что ни ремень, ни ступень шкива, на которой он находится, не меняются).

В действительности это не так. Если перебор станка выключен и шпиндель станка вращается с такой же скоростью, как и его шкив, то для определения крутящего момента шпинделя можно пользоваться формулой (54). Но если включить перебор, то шпиндель будет вращаться медленнее шкива, причем это уменьшение находится в зависимости от величины передаточного числа перебора.

Одновременно с уменьшением скорости шпинделя, при той же скорости шкива, крутящий момент станка увеличивается во столько раз, во сколько уменьшена скорость шпинделя. Эта зависимость будет понятной, если вспомнить так называемое золотое правило механики, согласно которому «все, что выигрывается в скорости, проигрывается в силе, и наоборот».

Вот поэтому-то в формулу для определения крутящего момента шпинделя станка вводится передаточное число перебора, и формула эта получает такой вид:

$$M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{2i} \text{ кг мм}, \quad (55)$$

Здесь P_p и D имеют те же значения, что и в формуле (54), а i — передаточное число шестерен, соединяющих шкив станка с его шпинделем. Если подсчитываются крутящие моменты станка со ступенчатым шкивом и с выключенным перебором, то $i = 1$. При включенном переборе i получает значение передаточного числа данной перебора. Для станков с одноступенчатым шкивом и коробкой скоростей i равно передаточному числу всех работающих шестерен от шкива до шпинделя станка.

На практике удобнее пользоваться двойными крутящими моментами и находить их по формуле

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{i} \text{ кгмм}, \quad (56)$$

которая легко может быть получена из формулы (55), если обе части ее умножить на 2.

Действительная сила станка меньше подсчитанной по последней формуле вследствие потери энергии на преодоление сопротивления в частях станка (подшипники шпинделя, зубчатые передачи и т. д.). Поэтому при определении действительного (или, как говорят, полезного) крутящего момента учитывают к. п. д. данного станка, как это мы видели при подсчете полезной мощности станка.

Таким образом, формула для определения двойного полезного крутящего момента получит такой вид:

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{i} \cdot \eta \text{ кгмм}, \quad (57)$$

или

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{1000 \cdot i} \cdot \eta \text{ кгм}. \quad (58)$$

В последней формуле в знаменатель введено число 1000, так как для более удобного пользования формулой двойного крутящего момента величину его мы выразили не в килограммомиллиметрах (сокращенно — кгмм), а в килограммометрах (кгм). В этой формуле η — к. п. д. станка, числовые значения которого в зависимости от конструкции станка можно брать такие же, как мы указали выше.

Определение двойных крутящих моментов шпинделя станка со ступенчатым шкивом. Пользуясь только что установленной формулой, подсчитаем двойные крутящие моменты токарного станка ТН20 завода «Красный пролетарий» при тех же положениях ремня, при которых выше была определена мощность этого станка, и включении первого¹ перебора ($i = 0,287$).

Имея в виду, что в рассматриваемом случае (см. выше) ширина ремня — 85 мм, усилие, передаваемое ремнем, $P_p = 115$ кг, диаметры ступеней шкива $D_1 = 206$ мм и $D_3 = 306$ мм, к. п. д. $\eta = 0,85$, по формуле (58) находим: при расположении ремня на меньшей ступени:

¹ Станок имеет двойной перебор.

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{1000 \cdot i} \eta = \frac{115 \cdot 206}{1000 \cdot 0,287} \cdot 0,85 \approx 71 \text{ кгм};$$

при ремне, наброшенном на ббольшую ступень:

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{1000 \cdot i} \cdot \eta = \frac{115 \cdot 206}{1000 \cdot 0,287} \cdot 0,85 \approx 105,5 \text{ кгм}.$$

Определение двойных крутящих моментов токарного станка с одноступенчатым шкивом и коробкой скоростей. Двойные крутящие моменты токарного станка с одноступенчатым шкивом и коробкой скоростей подсчитываются по формуле

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{1000 \cdot i} \cdot \eta \text{ кгм.} \quad (59)$$

где P_p — усилие, передаваемое нормально нагруженным ремнем, в кг; D — диаметр шкива станка в мм; η — к. п. д., принимаемый обычно равным 0,80—0,85; i — передаточное число шестерен, участвующих в передаче вращения шкива шпинделю при данной скорости его.

Таким образом, если станок имеет, например, 12 скоростей шпинделя, то он имеет 12 полезных двойных крутящих моментов.

Определение крутящих моментов на резце. Крутящим моментом на резце называется произведение силы резания на половину диаметра обрабатываемого изделия. Таким образом,

$$M_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot d}{2} \text{ кгмм}, \quad (60)$$

где P_z — сила резания в кг, которая находится в каждом отдельном случае по формуле (52).

На практике принято крутящие моменты на резце, так же как и крутящие моменты шпинделя, выражать не в килограммомиллиметрах, а в килограммометрах, и пользоваться двойным крутящим моментом. Поэтому мы будем определять двойные крутящие моменты на резце по формуле

$$2M_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot d}{1000} \text{ кгм.} \quad (61)$$

Пример. На токарном станке обрабатывается болванка из стали с сопротивлением разрыву 80 кг/мм² при подаче $s = 0,5$ об/мм и глубине резания $t = 12$ мм. Диаметр болванки $d = 260$ мм. Найти двойной крутящий момент на резце.

Имеем: $s = 0,5$ мм/об; $t = 12$ мм. Поэтому $f = s \cdot t = 0,5 \cdot 12 = 6$ мм².

По табл. 15 (стр. 342) находим, что коэффициент резания стали с сопротивлением разрыву 80 кг/мм² равен 230 кг/мм², поэтому $P_z = k \cdot f = 230 \cdot 6 = 1380$ кг.

Пользуясь формулой (61), пишем:

$$2M_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot d}{1000} = \frac{1380 \cdot 260}{1000} \approx 360 \text{ кгм}.$$

Зависимость сечения стружки от силы станка. Для установления правила определения наибольших сечений стружек, которые можно снимать на данном станке, напомним, что:

1) полезный крутящий момент на шпинделе, подсчитываемый по формуле

$$2M_{\text{шп}} = \frac{P_p \cdot D}{1000 \cdot i} \cdot \eta \text{ кгм},$$

выражает собой силу, которую может развить данный станок;

2) крутящий момент на резце, подсчитываемый по формуле

$$2M_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot d}{1000} \text{ кгм},$$

показывает силу, которую должен иметь станок для съемки стружки сечением f мм².

Для рационального использования станка, очевидно, необходимо, чтобы вся сила его была использована полностью, другими словами, чтобы крутящие моменты на шпинделе и на резце были равны между собой. Если крутящий момент на резце меньше, чем на шпинделе, то это значит, что используется не вся сила станка, а только часть ее. Когда, наоборот, крутящий момент на резце больше крутящего момента на шпинделе, то это говорит о перегрузке станка. В этом случае будут иметь место проскальзывание ремня или, что еще хуже, поломка какой-либо части станка. Итак, при рациональном использовании токарного станка должно быть

$$2M_{\text{рез}} = 2M_{\text{шп}}. \quad (62)$$

Подставив в это равенство значение $2M_{\text{рез}}$ из формулы (61), получим:

$$\frac{P_z \cdot d}{1000} = 2M_{\text{шп}}.$$

Пользуясь этой формулой, мы можем написать:

$$P_z \cdot d = 2M_{\text{шп}} \cdot 1000$$

или, так как $P_z = k \cdot f$:

$$k \cdot f \cdot d = 2M_{\text{шп}} \cdot 1000,$$

поэтому

$$f = \frac{2M_{\text{шп}} \cdot 1000}{k \cdot d} \text{ мм}^2. \quad (63)$$

Зная диаметр детали и коэффициент резания обрабатываемого металла и пользуясь этой формулой, легко находим наибольшие сечения стружек, которые можно снять на одном станке при всех скоростях его шпинделя (т. е. при разных крутящих моментах).

Пример. Определить наибольшее сечение стружки, которую можно снять на токарном станке ТН20 при обработке чугуновой детали диаметром 200 мм. Твердость чугуна по Бринеллю 170 кг/мм². Станок работает с первым перебором, причем ремень наброшен на большую ($D_3 = 306$ мм) ступень шкива.

Выше мы нашли, что при включении первого перебора и положения ремня на большей ступени $2M_{\text{шп}} = 105,5$ кгм. По табл. 15

находим, что при твердости чугуна $H_B = 170 \text{ кг/мм}^2$ коэффициент резания равен 90 кг/мм^2 . Кроме того, по условию задачи $d = 200 \text{ мм}$. Подставляя все эти величины в формулу (63), получим:

$$f = \frac{2M_{\text{шт}} \cdot 1000}{k \cdot d} = \frac{105,5 \cdot 1000}{90 \cdot 200} \approx 6 \text{ мм}^2.$$

Из формулы (63) мы видим, что с увеличением диаметра детали наибольшее сечение снимаемой стружки уменьшается, и наоборот. В самом деле, если бы диаметр нашей детали был не 200 мм , а 400 мм , т. е. вдвое больше, то, подсчитав наибольшее сечение стружки по формуле (63), мы получили бы 3 мм , т. е. вдвое меньше, чем при $d = 200 \text{ мм}$.

Таким образом, можно как будто заключить, что при обработке деталей малых диаметров следует брать большие стружки и, наоборот, обрабатывая большие диаметры, целесообразнее снимать маленькие стружки. В действительности это, конечно, не так: при обработке малых диаметров о больших стружках не может быть и речи, обрабатывать же большие детали мелкими стружками невыгодно.

Наибольшее сечение стружки, допустимое прочностью частей станка. При выборе наибольшего сечения стружки необходимо иметь в виду не только силу станка, но и его прочность. Нет необходимости при этом учитывать прочность всех частей станка, а достаточно проверить, насколько безопасна нагрузка, испытываемая одной какой-либо деталью станка, поломка которой наиболее вероятна, например, зубчатой рейки или сцепленной с ней шестерни. Если рейка и шестерня изготовлены из одинакового материала (например, обе стальные), то наиболее слабой частью является шестерня. Если же шестерня стальная, а рейка изготовлена из чугуна, — такой частью будет рейка.

Условившись об этом, возвращаемся к порядку определения наибольших сечений, допустимых прочностью указанных выше частей станка.

Наибольшее усилие, передаваемое шестерней или рейкой, может быть определено по формуле

$$Q = m \cdot \pi \cdot b \cdot x \cdot y, \tag{64}$$

где m — модуль шестерни (или рейки); $\pi = 3,14$; b — длина зубца шестерни (или рейки); x — допускаемое напряжение для материала шестерни (или рейки), которое берется по следующим данным:

Материал	Допускаемое напряжение в кг/мм^2
Чугун обыкновенный	5,5
Сталь кованая мартеновская	17,5
„ хромоникелевая .	44,0

y — коэффициент, величина которого зависит от числа зубцов, угла и характера зацепления. Для определения величины y в большинстве случаев¹ практически можно пользоваться следующей таблицей:

Число зубцов	12	13	14	15	16	17	18	20	Рейка
Величина y	0,078	0,083	0,0*8	0,012	0,094	0,096	0,098	0,102	0,154

Приняв², что усилие подачи составляет $1/4$ вертикальной составляющей, для определения наибольшего усилия резания, допустимого прочностью рейки или реечной шестерни, мы можем пользоваться формулой

$$P_z = 4Q. \quad (65)$$

Наибольшее сечение стружки, допустимое в этом случае, определяется по формуле

$$f = \frac{P_z}{k} \quad (66)$$

(где k — коэффициент резания, который находится по табл. 15) или по формуле

$$f = \frac{4 \cdot Q}{k} = \frac{4 \cdot m \cdot \pi \cdot b \cdot x \cdot y}{k} \quad (67)$$

Значения букв m , x , y и k см. выше.

Однако вопрос об определении наибольших усилий, допускаемых частями станка (а следовательно, и наибольших сечений стружек), не получил еще законченного решения. Поэтому величину усилия Q , подсчитанную при данных условиях по формуле (64), нельзя считать предельной во всех случаях практики. Вместе с тем допускать усилия, большие найденных по этой формуле, следует очень осторожно во избежание поломки станка.

Пример. Зубчатая рейка и сцепляемая с ней шестерня в 14 зубцов токарного станка ТН20 изготовлены из ковanej стали и имеют модуль $m = 3$ мм и длину зубцов $b = 26$ мм. Определить наибольшее усилие резания, допустимое механизмом подачи станка, а также наибольшее сечение стружки, возможное по этим же соображениям, при обработке стали средней твердости ($\sigma_b = 60$ кг/мм²).

В данном случае наиболее вероятной является поломка шестерни. По приведенным выше данным, принимаем $x = 17,5$ кг/мм² и $y = 0,088$. Поэтому по формуле (65) имеем:

$$\begin{aligned} P_z &= 4 \cdot Q = 4 \cdot m \cdot \pi \cdot b \cdot x \cdot y = \\ &= 4 \cdot 3 \cdot 3,14 \cdot 26 \cdot 17,5 \cdot 0,088 = 1508 \text{ кг}. \end{aligned}$$

¹ При нормальном эвольвентном зацеплении и угле зацепления, равном 20°.

² См. выше, § 86.

Так как коэффициент резания стали средней твердости ($\sigma_b = 60 \text{ кг/мм}^2$) равен 160 кг/мм^2 (табл. 15 стр. 342), то по формуле (66) получаем:

$$f = \frac{P_z}{k} = \frac{1508}{160} \approx 9,5 \text{ мм}^2.$$

§ 91. Паспорт токарного станка

Назначение паспорта. Каждый токарь должен с исчерпывающей полнотой знать устройство своего станка, чтобы уметь управлять его отдельными механизмами. Только при этом условии возможно рациональное использование станка и исключается вероятность его поломки.

Изучение устройства станка и его отдельных механизмов непосредственно на самом станке удается очень редко, так как разборка последнего производится только во время капитального ремонта. В ремонтных работах токарь обычно не участвует, поэтому он в большинстве случаев не имеет возможности изучать станок в разобранном виде. Но и участие в ремонтных работах не достигло бы конечной цели изучения устройства станка — умения рационально использовать его, — так как токарь не запомнит всех деталей и взаимодействия частей станка. Вполне понятно, кроме того, что, начиная работать на новом станке, токарь не может ждать удобного случая для изучения станка, а должен ознакомиться с его устройством сейчас же, не приступая к работе. Это он может сделать, пользуясь так называемым **паспортом станка**, в котором имеются все данные для того, чтобы разобраться в устройстве станка, усвоить управление его механизмами и уметь рационально его использовать.

Паспорты хранятся иногда непосредственно у станков, а в некоторых мастерских — в цеховых конторках.

Рассмотрим один из таких паспортов, а именно: паспорт токарно-винторезного станка ДИП-200 завода «Красный пролетарий».

Первая страница паспорта (фиг. 410). В верхней части этой страницы приводится ряд сведений общего характера, а именно: тип и модель станка, его шифр по классификации, принятой в нашем станкостроении, завод-изготовитель и его местонахождение, год выпуска станка и класс его точности, место установки станка (завод, цех, участок цеха), указываются вес и габаритные размеры станка и т. д.

Средняя часть первой страницы паспорта заполнена фотографией станка, дающей общее представление о его внешнем виде.

Наиболее интересной для токаря является нижняя часть рассматриваемой страницы паспорта токарного станка, содержащая в себе основные данные его. В левой половине этой части страницы приводятся размеры, характеризующие данный станок (высота центров и расстояние между ними при крайнем правом положении задней бабки), а также наибольшие размеры изделий, которые могут быть обработаны на этом станке (наибольший диаметр прутка, проходящего в отверстие шпинделя, наибольший диаметр изделия над верхней и над нижней частями супорта, над

станиной и, наконец, наибольшая длина обточки). Здесь же указываются резьбы (шаги метрической, число ниток на 1" дюймовой резьбе и т. д.), которые могут быть нарезаны на этом станке. В правой половине нижней части первой страницы паспорта помещены сведения, относящиеся к супорту станка. Именно здесь токарь найдет указания о наибольших размерах реза (ширина и высота), который может быть установлен в резцедержателе станка, о высоте от опорной поверхности реза до центральной линии, о наибольших продольном и поперечном перемещениях супорта, перемещении на одно деление лимба (у маховиков) и т. д.

Вторая страница паспорта (фиг. 411). Левый верхний угол этой страницы заполнен данными, также относящимися к супорту. Так, например, здесь указываются перемещения супорта на один полный оборот лимба, все необходимые сведения о поворотной части супорта (наибольший угол поворота, поворот на одно деление шкалы, наибольшие перемещения, перемещение на одно деление лимба и на полный оборот его и т. д.). Раздел «Супорт» заканчивается его эскизом с главными размерами. В правом верхнем углу второй страницы приводятся данные (и эскиз), характеризующие шпиндель станка (система и № конуса, диаметр отверстия, диаметр и шаг резьбы и другие размеры его). В этой же части данной страницы помещены сведения о задней бабке (система и № конуса, наибольшее перемещение шпинделя, величина наибольшего поперечного смещения и т. д.).

Нижняя часть этой страницы заполнена перечислением принадлежностей и приспособлений к станку (для закрепления изделий, для закрепления инструмента, для настройки и обслуживания станка, для специальных работ и т. д.).

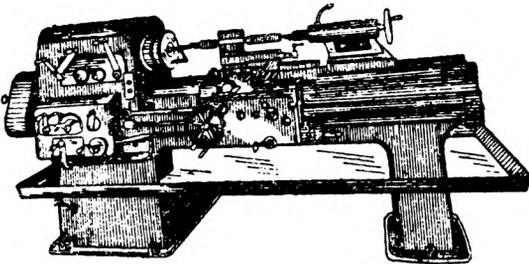
Третья страница паспорта (фиг. 412) содержит в себе данные о механике станка. В верхней части страницы помещены все сведения, относящиеся к механизму главного движения (положения рукояток и соответствующие им числа оборотов шпинделя в минуту, крутящие моменты, мощности и т. д.). В нижней части страницы находятся данные, относящиеся к механизму подачи (положения рукояток, сменные шестерни, соответствующие продольные и поперечные подачи и другие сведения).

Четвертая страница паспорта (фиг. 413) должна быть изучена токарем особо тщательно. На этой странице помещается схематическое изображение внешнего вида станка и спецификация рукояток управления им.

Внимательно изучив эту страницу паспорта, токарь будет знать названия, а главное, назначение всех рукояток и маховиков станка.

Вкладные листы к паспорту. К основному паспорту станка обычно прилагаются дополнительные (вкладные) листы, содержащие сведения о приводе станка (например, данные об электродвигателе), о приводных ремнях, об устройстве и размерах подшипников шпинделя передней бабки, о фрикционных муфтах и т. д.

На одной из страниц вкладного листа помещается кинематическая схема станка, по которой можно изучить его устройство,

СССР НАРКОМТЯЖМАШ		П А С П О Р Т ТОКАРНОГО СТАНКА			ИНВЕНТАРНЫЙ №			
Бюро технических нормативов НКТИ	Т и п	Токарно-винто-резный	Модель	ДЛШ 00	Шифр станка по классификации	IT4 (ID62)		
	Завод-изготовитель и его местонахождение	"Красный пролетарий", Москва	Заводский №		Класс точности	H		
	З а в о д	"Станкоконструкция"	Год выпуска	1933				
	Станок особо пригоден или приспособлен	Универсальный	Ц е х	Механический	Место установки	3 пролет		
				Время пуска станка в эксплуатацию	1934			
Вес станка 1880 кг		Габарит: длина 8210 мм; ширина 1080 мм; высота 1270 мм						
								
О с н о в н ы е д а н н ы е								
о с н о в н ы е р а з м е р ы				С у щ о р т				
Высота центров в мм		200		Число резцов в резцедержателе		4		
Расстояние между центрами в мм		1550		Наибольшие размеры державки резца в мм	Ширина	25		
Длина выемки	до планшайбы в мм	нет			Высота	25		
	общая в мм	нет		Высота от опорной поверхности резца до линии центров в мм		23		
Размеры обрабатываемых изделий				на большее расстояние от оси центров до кромки резцедержателя в мм				
Издание официальное	Наибольший диаметр	прутка в мм	37		Число супортов	передних	задних	
		над верхней частью супорта в мм	300			1	нет	
		над нижней частью супорта в мм	210		Число резцовых головок в супорте	1	нет	
		над станшной в мм	410			Наибольшее перемещение в мм	от руки по валику	поперечное
		в выемке в мм	нет					
Наибольшая длина обточки в мм	1340			по винту	1345	нет		
Шаг нарезаемой резьбы			Наим.	Наиб.	Выключающие упоры		есть	есть
		метрической в мм	1	224	Бесречное перемещение в мм/мин		нет	нет
		дюймовой (число ниток на 1")	2	28	Перемещение на одно деление лимба в мм		нет	0,05
		модульной в мм	0,25 п	16 п				

Фиг. 410. Первая страница паспорта токарного станка.

С у п о р т				Ш п и н д е л ь				
Перемещение на один оборот лимба в мм		про- должное <i>нет</i>	попе- речное <i>5</i>	Конус: система <i>Морзе</i>		№ 5		
Резцо- вые салазки		Наименьший угол поворота в градусах	45	Диаметр отверстия шпинделя в мм		38		
		Поворот на одно деление шкалы	1°					
		Наибольшее перемещение в мм	100					
		Перемещение на одно деление лимба в мм	0,05	Торможение шпинделя				<i>есть</i>
		Перемещение на один оборот лимба в мм	4	Блокировка рукояток				6, 7, 10
Резьбоуказатель		<i>нет</i>		<p style="text-align: center;">З а д н я я б а б к а</p> Конус: система <i>Морзе</i> № 4				
Предохранение от перегрузки		<i>нет</i>						
Блокировка		<i>есть</i>						
				З а д н я я б а б к а				
				Эскиз супорта				
				Наибольшее перемещение пиноли в мм		200		
				Перемещение пиноли на одно деление шкалы в мм		линейки	<i>нет</i>	
						нониуса	<i>нет</i>	
				Поперечное смещение в мм		вперед	15	
						назад	15	
				Величина поперечного смещения на одно деление в мм		<i>нет</i>		
П р и н а д л е ж н о с т и и п р и с п о с о б л е н и я								
Для закрепления изделия						Для настройки и обслуживания станка		
П т р о н ы		Т и п		Вес в кг	Диаметр зажатия в мм			
Поводковый		<i>нормальный</i>		8	наим.	наиб.		
Кулачковые		4-х <i>несамоцентрирующий</i>		50	20	400		
		3-х <i>самоцентрирующий</i>		40	10	250		
		2-х <i>нет</i>		<i>нет</i>	<i>нет</i>	<i>нет</i>		
Л ю б е т ы	подвижный неподвижный		<i>открытый</i>	15	20	100		
			<i>закрытый</i>	25	20	100		
З а ж и м н ы е п а н т и		по наружному диаметру		<i>нет</i>				
		по внутреннему диаметру		<i>нет</i>				
Для закрепления инструмента								
Для настройки и обслуживания станка								
Насос для охлаждающей жидкости		Тип: <i>шестеренный</i>						
		Производительность в л/мин		11,5				
Ключи специальные		кольцевые 7 шт. торцевые 1 шт.						
Копировальная линейка		Длина линейки в мм		<i>нет</i>				
		Наибольший угол поворота в градусах		<i>нет</i>				
		Поворот на одно деление шкалы		линейки		<i>нет</i>		
				нониуса		<i>нет</i>		
		Радиус ридица в мм		<i>нет</i>				
		Перечное перемещение супорта в мм		<i>нет</i>				
Приспособление для заглаживания		Шаг винтовой канавки при затыловании в мм		наим.	наиб.			
				<i>нет</i>	<i>нет</i>			
		Число заглаживаемых зубцов		<i>нет</i>	<i>нет</i>			
		Возможность затылования по конусу		длина конусности		<i>нет</i>		
		Подъем эксцентров в мм		<i>нет</i>				
Перечень материалов (описание, инвентарный и т. п.) к станку								

Фиг. 411. Вторая страница паспорта токарного станка.

Механика станка

Механизм главного движения

№ ступени	Положение рукояток, ремня (Обозначение рукояток, ремня)			Число оборотов шпинделя в минуту		Крутящий момент на шпинделе в кгм		Мощность на шпинделе по приво-ду в л/вт	К. п. д.	Наиболее слабое звено
	6	7	10	Прямое враще-ние	Обрат-ное враще-ние	по приво-ду	по наи-более слабому звену			
2	1	1	1:1	14,5	16	200	80	3	0,5	Зубч. кол. 2-22
3	2	3	1:1	19	27	154	80	3	0,75	" " 2-22
4	1	3	1:1	24	27	122	80	3	0,75	" " 2-22
5	2	2	1:1	30	42	97,5	80	3	0,75	" " 2-22
6	1	2	1:1	37,5	42	78	78	3	0,75	Фрикцион. муфта
7	2	1	1:4	46	65	63,5	63,5	3	0,75	" "
8	1	1	1:4	58	65	50	50	3	0,75	" "
9	2	3	1:4	78	107	38,4	88,4	3	0,75	" "
10	1	3	1:4	96	107	30,4	80,4	3	0,75	" "
11	2	2	1:4	120	163	24,4	24,4	3	0,75	" "
12	1	2	1:4	150	168	19,5	19,5	3	0,75	" "
13	2	1	1:16	184	260	15,9	15,9	3	0,75	" "
14	1	1	1:16	237	260	12,6	12,6	3	0,75	" "
15	2	3	1:16	304	428	9,6	9,6	3	0,75	" "
16	1	3	1:16	382	428	7,65	7,65	3	0,75	" "
17	2	2	1:16	477	675	6,15	6,15	3	0,75	" "
18	1	2	1:16	600	675	4,85	4,85	3	0,75	" "

Механизм подач

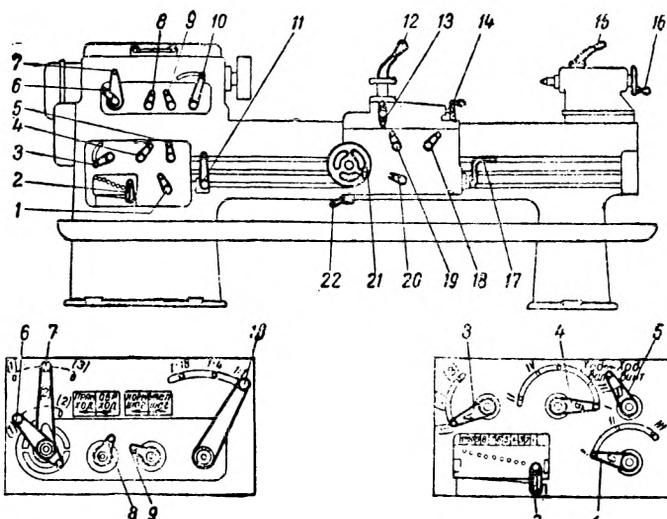
№ ступени	Положение рукояток, ремня (Обозначение рукояток, ремня)				Сменные зубчатые колеса гитары			Подача на 1 оборот шпинделя в мм		№ ступени	Положение рукояток, ремня (Обозначение рукояток, ремня)				Сменные зубчатые колеса гитары			Подача на 1 оборот шпинделя в мм	
	A (3)	C (1)	H (2)	B (4)	a	б	z	про-доль-ная	попе-речная		A (3)	C (1)	H (2)	B (4)	a	б	z	про-доль-ная	попе-речная
1	2	III	10	I	71	113	71	2,20	0,73	19	2	III	10	IV	71	113	71	0,28	0,091
2	2	III	9	I	71	113	71	1,95	0,65	20	2	III	9	IV	71	113	71	0,25	0,081
3	1	0	11	I	71	113	71	1,71	0,57	21	1	0	11	IV	71	113	71	0,22	0,071
4	1	0	6	I	71	113	71	1,52	0,50	22	1	0	6	IV	71	113	71	0,19	0,063
5	1	0	4	I	71	113	71	1,39	0,46	23	1	0	4	IV	71	113	71	0,17	0,057
6	1	0	2	I	71	113	71	1,23	0,41	24	1	0	2	IV	71	113	71	0,15	0,051
7	2	III	10	II	71	113	71	1,10	0,36	25	2	I	4	IV	71	113	71	0,14	0,046
8	2	III	9	II	71	113	71	0,98	0,32	26	2	I	2	IV	71	113	71	0,12	0,040
9	1	0	11	II	71	113	71	0,86	0,28	27	2	I	1	IV	71	113	71	0,11	0,037
10	1	0	6	II	71	113	71	0,76	0,25	28									
11	1	0	4	II	71	113	71	0,70	0,23	29									
12	1	0	2	II	71	113	71	0,61	0,20	30									
13	2	III	10	III	71	113	71	0,55	0,18	31									
14	2	III	9	III	71	113	71	0,49	0,16	32									
15	1	0	11	III	71	113	71	0,43	0,14	33									
16	1	0	6	III	71	113	71	0,38	0,126	34									
17	1	0	4	III	71	113	71	0,35	0,115	35									
18	1	0	2	III	71	113	71	0,31	0,102	36									

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, в кг

продольное	330
поперечное	870

Фиг. 412. Третья страница паспорта токарного станка.

С х е м а у п р а в л е н и я



С п е ц и ф и к а ц и я р у к о я т о к у п р а в л е н и я

№№ по пор.	Наименование и назначение	№№ по пор.	Наименование и назначение
1	Рукоятка для настройки станка на нарезку метрических и модульных резьб	12	Рукоятка для закрепления резцедержателя
2	Рукоятка коробки Нортон	13	Рукоятка для поперечной подачи супорта вручную
3	Рукоятка для настройки станка на нарезку метрических и дюймовых резьб	14	Рукоятка для подачи резцовых салазок
4	Рукоятка для настройки шага резьбы	15	Рукоятки для закрепления пиноли задней бабки
5	Рукоятка для включения ходового винта и валика	16	Маховичок для перемещения пиноли задней бабки
6	Рукоятка для установки числа оборотов шпинделя	17	Рукоятка для включения и реверсирования станка
7	То же	18	Рукоятка для включения гайки ходового винта
8	Рукоятка для реверсирования хода супорта	19	Рукоятка для переключения продольной и поперечной подач и блокировки ходового винта
9	Рукоятка для увеличения шага резьбы	20	Рукоятка для выключения подачи и включения после автоматического останова
10	Рукоятка для установки числа оборотов шпинделя	21	Маховик для перемещения супорта по станине
11	Рукоятка для включения и реверсирования станка	22	Рукоятка для реверсирования хода супорта при обточке

Дата	Составил	Проверил	Утвердил (руководитель отдела)	Отдел или сектор
и подпись				

Фиг. 413. Четвертая страница паспорта токарного станка.

не прибегая к разборке. Пользуясь этой схемой и приводимой на этой же странице спецификацией зубчатых колес, червяков и винтов, можно находить числа оборотов шпинделя и подачи супорта при различных положениях управляющих ими рукояток.

§ 92. Производительность токарного станка

Признаки, определяющие производительность токарного станка. Признаками, характеризующими производительность токарного станка в зависимости от выполняемой на нем работы, являются:

1) при массовом производстве — количество деталей, обрабатываемых в единицу времени (час, смену и т. д.);

2) при штучной работе — количество времени, затрачиваемого на обработку одной детали;

3) при чистовой работе (обточка больших поверхностей и т. д.) — размеры площади, обрабатываемой в единицу времени (час);

4) при обдирочных работах — количество стружки в килограммах, снимаемой в единицу времени (час).

Приближенное определение производительности станка по объему снимаемой стружки. Не всегда требуется знать точный вес снимаемой стружки; в некоторых случаях достаточно сравнить два режима работы для выяснения, который из них выгоднее с точки зрения производительности станка. В таких случаях можно пользоваться формулой

$$W = v \cdot f \text{ см}^3/\text{мин}, \quad (68)$$

где W — объем снимаемой стружки в см^3 ;

f — площадь сечения снимаемой стружки в мм^2 ;

v — скорость резания в $\text{м}/\text{мин}$.

Пример. Определить объем стружки, снимаемой в 1 мин., при сработке стальной болванки при скорости резания $20 \text{ м}/\text{мин}$ и сечении стружки 3 мм^2 .

Имеем: $v = 20 \text{ м}/\text{мин}$; $f = 3 \text{ мм}^2$. По формуле (68) пишем:

$$W = 20 \cdot 3 = 60 \text{ см}^3/\text{мин}.$$

§ 93. Выбор рационального режима работы

Общие замечания. Рассмотрим на частном примере способ решения задачи о наиболее выгодном режиме работы. Предположим, что на токарном станке ТН20 со ступенчатым шкивом, паспортные данные которого приведены ниже, требуется обработать болванку из стали средней твердости ($\sigma_b = 60 \text{ кг}/\text{мм}^2$). Диаметр болванки до обработки $D = 112 \text{ мм}$, после обработки $d = 96 \text{ мм}$. Длина ее $L = 850 \text{ мм}$.

Выбор сечения стружки. Если мы решили обработать болванку за один проход, то глубина резания, очевидно, будет

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{112 - 96}{2} = 8 \text{ мм}.$$

Паспортные данные токарного станка ТН20

Число оборотов шпинделя в мин.		Полезная мощность в л. с.	Продольные подачи по ходовому валу в мм за 1 оборот шпинделя		Примечание
Без перебора	323	5,03	0,20	0,70	
	218	4,2	0,21	0,80	
	147	3,38	0,23	0,86	
			0,26	0,93	
			0,28	1,02	
С 1-м перебором	28,4	4,6	0,29	1,12	
	19,2	3,77	0,31	1,18	
	12,9	3,1	0,35	1,24	
			0,40	1,40	
			0,43	1,60	
С 2-м перебором	92,8	4,6	0,48	1,72	
	62,5	3,77	0,51	1,86	
	42	3,1	0,56	2,04	
			0,59	2,24	
			0,62	2,38	

Из расчета, приведенного на стр. 371, нам известно, что наибольшее сечение стружки, допускаемое прочностью данного станка, при обработке стали средней твердости равно $9,5 \text{ мм}^2$. Поэтому наибольшая подача в данном случае

$$s = \frac{9,5}{8} = 1,19 \text{ мм/об.}$$

Ближайшая подача, которая может быть получена на этом станке, — $1,18 \text{ мм/об.}$ Остановившись на ней, находим действительное сечение стружки:

$$f = s \cdot t = 1,18 \cdot 8 = 9,44 \text{ мм}^2.$$

Выбор скорости резания производится или по формулам или по таблицам, помещенным в различных справочниках. По одной из таких таблиц находим, что скорость резания в данном случае должна быть $24,8 \text{ м/мин.}$

Для определения числа оборотов шпинделя станка, соответствующее этой скорости резания, воспользуемся известной формулой

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \text{об/мин.},$$

где n — число оборотов шпинделя в минутах; v — скорость резания в м/мин. ; D — диаметр обрабатываемой болванки в мм. В нашем случае $v = 24,8 \text{ м/мин.}$ и $D = 112 \text{ мм.}$ Поэтому

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24,8}{3,14 \cdot 112} \approx 74 \text{ об/мин.}$$

Ближайшее число оборотов шпинделя на данном станке равно 62,5 об/мин, что дает (при $D = 112$ мм) действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112 \cdot 62,5}{1000} \approx 22 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима по мощности. Итак, мы установили, что обточку данной болванки следует производить при глубине резания $t = 8$ мм, подаче $s = 1,18$ мм/об и скорости резания $v = 22$ м/мин.

Потребная при этих условиях мощность может быть найдена по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot v}{75 \cdot 60} \text{ л. с.},$$

где N — искомая мощность в л. с.; P_z — сила резания в кг; v — скорость резания в м/мин.

Прежде всего находим величину P_z . По формуле (52) имеем:

$$P_z = k \cdot f \text{ кг},$$

где $f = t \cdot s = 8 \cdot 1,18 = 9,44$ мм² и $k = 160$ кг/мм² (по табл. 15). Поэтому

$$P_z = k \cdot f = 160 \times 9,44 \approx 1510 \text{ кг.}$$

Подставляя это значение в вышеприведенную формулу, а также имея в виду, что $v = 22$ м/мин, получаем:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{75 \cdot 60} = \frac{1510 \cdot 22}{75 \cdot 60} \approx 7,4 \text{ л. с.},$$

Но при $n = 62,5$ об/мин полезная мощность станка составляет только 3,77 л. с., т. е. меньше требуемой. Это показывает, что с намеченными скоростью и подачей работать нельзя и необходимо понизить или скорость резания или подачу. Попробуем проверить, что выгоднее с точки зрения производительности станка.

Уменьшим сначала скорость резания. Число оборотов шпинделя, меньшее 62,5 об/мин и ближайшее к нему, равно 42 об/мин. При $n = 42$ об/мин скорость резания составит:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112 \cdot 42}{1000} \approx 14,8 \text{ м/мин}$$

а потребная мощность:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{75 \cdot 60} = \frac{1510 \cdot 14,8}{75 \cdot 60} \approx 5 \text{ л. с.}$$

Потребная мощность и в этом случае получилась больше предполагаемой полезной (т. е. 3,1 л. с.), что мы видим по паспортным данным станка. Поэтому, сохранив скорость резания $v = 22$ м/мин, мы уменьшим подачу (1,18 мм/об) до одной из меньших, имеющих на данном станке, например, до 1,02 мм/об.

Подобно предыдущему случаю по формуле (52) находим:

$$P_z = k \cdot f = k \cdot t \cdot s = 160 \times 8 \times 1,02 \approx 1310 \text{ кг.}$$

Поэтому потребная мощность (v осталась без изменения), равная

$$N = \frac{P_z \cdot v}{75 \cdot 60} = \frac{1310 \cdot 22}{75 \cdot 60} = 6,5 \text{ л. с.}$$

и здесь будет больше действительной (3,77 л. с.). Ввиду этого подсчитаем мощность, потребную для обработки данной болванки, при следующих меньших подачах на данном станке, постоянной глубине резания ($t = 8 \text{ мм}$) и скоростях $v = 22 \text{ м/мин}$ ($n = 62,5 \text{ об/мин}$) и $v = 14,8 \text{ м/мин}$ ($n = 42 \text{ об/мин}$).

Одновременно с этим подсчитаем производительность станка для каждого сечения стружки и соответствующей скорости резания по формуле (68). В результате для первого намеченного нами режима ($v = 22 \text{ м/мин}$, $t = 8 \text{ мм}$, $s = 1,18 \text{ мм/об}$) мы получим, что $W = v \cdot f = v \cdot t \cdot s = 22 \cdot 8 \cdot 1,18 = 208 \text{ см}^3/\text{мин}$, а для второго режима ($v = 14,8 \text{ м/мин}$, $t = 8 \text{ мм}$, $s = 1,18 \text{ мм/об}$)

$$W = v \cdot t \cdot s = 14,8 \cdot 8 \cdot 1,18 = 140 \text{ см}^3/\text{мин.}$$

Выполнив все необходимые подсчеты, мы сможем составить табл. 19, позволяющую выбрать наивыгоднейший возможный режим для данной работы.

Таблица 19

Потребная мощность и производительность токарного станка ТН20 при обработке стальной болванки ($\sigma_b = 60 \text{ кг/мм}^2$) диаметром 112 мм при глубине резания 8 мм

Подача в мм/об	Число оборотов $n = 62,5 \text{ об/мин}$ Скорость резания $v = 22 \text{ м/мин}$ Мощность станка 3,77 л. с.		Число оборотов $n = 42 \text{ об/мин}$ Скорость резания $v = 14,8 \text{ м/мин}$ Мощность станка 3,1 л. с.	
	потребная мощность N в л. с.	производительность станка W в см ³ /мин	потребная мощность N в л. с.	производительность станка W в см ³ /мин
1,18	7,4	208	5,0	140
1,02	6,5	178	4,3	118
0,86	5,4	151	3,6	102
0,70	4,4	123	2,9	83
0,59	3,7	108	2,5	69
0,52	3,3	91	2,2	61
0,43	3,0	75	2,0	51
0,35	2,9	62	1,5	42

Из этой таблицы видно, что:

1) при скорости резания $v = 22 \text{ м/мин}$ и подачах $s = 0,70 \text{ мм/об}$ и выше потребная мощность больше действительной;

2) при скорости резания $v = 14,8 \text{ м/мин}$ и подачах $s = 0,86 \text{ мм/об}$ и выше потребная мощность также больше действительной;

3) самым выгодным режимом в отношении производительности станка при $t = 8 \text{ мм}$ является следующий: $s = 0,59 \text{ мм/об}$, $v =$

1 Для большей наглядности в табл. 19 все режимы, не осуществимые ввиду недостаточной мощности станка, отделены жирной линией.

≈ 22 м/мин, при котором производительность станка получается наибольшей ($W = 108$ см³/мин).

Из сказанного следует, что определение наивыгоднейших условий работы иногда сопряжено с большим количеством подсчетов. Если при выбранном режиме мощность станка оказалась недостаточной и для уменьшения потребной мощности понижается скорость резания, то при этом значительно возрастает стойкость реза. Понижение для этой же цели подачи, вследствие чего уменьшается сила резания, сопровождается уменьшением усилий, испытываемых частями механизмов станка и обрабатываемой детали.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ, БАЗАХ И БАЗИРОВКЕ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКЕ

§ 94. Основные понятия о технологическом процессе и его оформлении

Технологический процесс и его составные части. Ряд действий, в результате которых заготовка детали превращается в готовую деталь и которые связаны с изменением ее формы и размеров, а иногда и физических свойств, называется технологическим процессом.

В простейшем случае (например, при изготовлении гладкой втулки, шайбы и пр.) технологический процесс полностью осуществляется на одном станке (при обработке только что указанных деталей — на токарном). В большинстве случаев для превращения заготовки в готовую деталь, например болванки из круглой стали в вал, необходимо применение нескольких станков разных типов. Если на одной из шеек этого вала надо проточить канавку, а некоторые шейки после обточки должны быть шлифованы, технологический процесс обработки вала будет состоять из трех частей или операций — токарной, фрезерной и шлифовальной.

Все операции, как это видно из их названий, осуществляются на различных станках на разных рабочих местах.

Таким образом, операция является частью технологического процесса, выполняемой на одном рабочем месте непрерывно одним рабочим. Это определение сохраняет свою силу и в том случае, если операция выполняется одной группой согласованно действующих ступенчатые валы, причем сначала обрабатывают у всех валов больших размеров) обслуживается несколькими рабочими. Из сказанного вытекает, что если на одном токарном станке обрабатываются ступенчатые валы, причем сначала обрабатывают у всех валов первую ступень, затем вторую и т. д., то в данном случае будет иметь место одна операция. Еще пример: если на одном станке

ряд обрабатываемых деталей ставят одну за другой для грубой обдирки, а затем, также поочередно, подвергают их чистовой отделке на том же станке, то каждая деталь проходит одну операцию. Но если обдирка детали производится на одном токарном станке, а чистовая отделка ее — на другом, то здесь мы имеем, очевидно, две операции.

В частном случае операция может состоять из двух или нескольких установок. Положим, что производится обдирка вала. Вал взят со стеллажа (начало операции) и установлен на центра. После того как у вала ободрана одна сторона, его снимают с центров (конец первой установки), перевортывают и снова ставят на центра (начало второй установки), обдирают вторую сторону, снимают вал со станка и укладывают на стеллаж (конец второй установки и вообще операции). Таким образом, установкой называются все действия, которые производятся над деталью при неизменном положении и закреплении ее на станке.

Установка может состоять из одного или нескольких переходов, причем под последними понимается часть операции, при которой не изменяются режим работы, инструмент и объем работы.

Следовательно каждое изменение скорости резания или подачи является началом нового перехода. Если при перемещении резца изменилась глубина резания (вследствие увеличения или уменьшения толщины снимаемого слоя), то это не значит, что начался новый переход. Замена резца другим (даже при неизменном режиме работы) означает начало нового перехода.

Переход в свою очередь иногда состоит из одного или нескольких проходов. Так, например, если обдирка какой-либо части данного вала производится с двух стружек, причем и резец и режим работы остаются без изменения, то этот переход состоит из двух проходов.

Разработка и оформление технологического процесса. Разработка технологического процесса имеет целью: 1) выбрать размеры заготовки для данной детали; 2) наметить способ обработки и последовательность операций; 3) выбрать наиболее подходящие станки и приспособления; 4) выбрать режущие и измерительные инструменты; 5) назначить режимы работы; 6) произвести расчет времени обработки.

Все эти задачи решаются в технологическом бюро завода или цеха обычно несколькими лицами. Так, выбор заготовки, составление технологического процесса, выбор станка, приспособлений и инструментов (режущих и измерительных) производят технологи; проектирование специальных приспособлений (патронов, оправок, упоров и пр.), а также режущих и измерительных инструментов осуществляется конструкторами, а назначение режимов и расчет продолжительности обработки — нормировщиками. В последнее время на некоторых заводах обязанности технолога и нормировщика выполняются одним лицом, что во многих случаях способствует повышению качества работы.

Составляемый технологический процесс документируется — записывается на бланки или карты. Внешний вид этих карт и некоторые детали их на разных заводах различны, но в основном они бывают трех видов — планово-операционные, технологические и инструкционные.

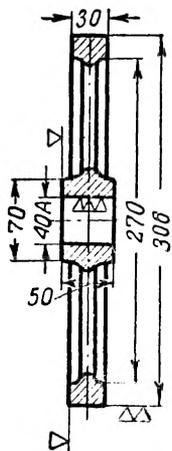
Планово-операционная карта составляется на деталь и содержит в себе перечень всех операций, которые производятся с данной деталью, ряд сведений, необходимых для календарного планирования производства, и т. д.

Технологическая карта также составляется на деталь, но содержит в себе более подробные сведения о технологическом процессе обработки ее. Так, в этой карте перечисляются не только операции, но также установки и даже переходы, указываются необходимые инструменты и приспособления, режимы работы и т. д. Планово-операционная и технологическая карты на станок не попадают, пользоваться ими токарю не приходится, поэтому подробно останавливаться на них мы не будем.

Инструкционная карта относится только к одной какой-либо операции и содержит в себе все сведения, которые необходимы рабочему для наиболее рационального и экономичного выполнения этой операции. Одна из принятых форм инструкционных карт, составленная на токарную операцию при обработке шестерни, показанной на фиг. 414, приведена на стр. 386.

В верхней части карты помещены названия детали и операции, тип и номер станка, на котором должна быть выполнена данная операция, а также перечисляются названия (или условные обозначения) необходимых для этой цели приспособлений. Здесь же расположена графа, в которой указывается разряд работы. Ниже этих граф приводятся данные о материале обрабатываемой детали: название материала, сведения, характеризующие его механические свойства (твердость по Бринеллю, или временное сопротивление разрыву) и, наконец, марка материала (по ОСТ или по нормальям данного завода). Правый верхний угол карты содержит номер листа карты, название изделия, частью которого является данная деталь, номер планово-операционной карты, частью которой является рассматриваемая карта, количество одновременно обрабатываемых (т. е. одновременно устанавливаемых на станок) деталей и, наконец, количество деталей в партии, подаваемой на станок.

Наиболее важной для токаря является средняя часть инструкционной карты. Именно здесь указывается, что, как и в каком порядке, при помощи каких инструментов и при каких режимах должна быть выполнена данная операция. В соответствии с этим дан-



Фиг. 414. Цилиндрическая зубчатая шестерня, токарная обработка которой указана в инструкционной карте (см. стр. 386).

ная часть рассматриваемой карты содержит в себе следующие графы: «Переходы», «Инструмент», Режим работы». «Время в мин.». В первой из этих граф записываются номера по порядку и названия переходов. Первым переходом обычно является «Установить деталь на станок». Не следует думать, что эта запись, как относящаяся к очевидному и неизбежному переходу, лишняя. Именно в данном переходе указывается способ установки детали, способ проверки положения ее на станке (если это требуется)-и т. д.

Чтобы учесть время, требуемое для снятия детали со станка, последним переходом обычно является «Снять деталь со станка». Переходы, расположенные между первым и последним, назначаются в зависимости от содержания операции и характера (вида, размеров и пр.) обрабатываемой детали.

Сведения о необходимых вспомогательных режущих и измерительных инструментах даются в виде сокращенных, а иногда и условных записей названий этих инструментов. Для экономии места в каждой клеточке графы «Режим работы» вписываются по две цифры в виде дроби. Числитель первой дроби (слева) указывает число проходов при данном переходе, а знаменатель — глубину резания. Вторая дробь показывает число оборотов шпинделя станка и соответствующую скорость резания, а последняя — подачу на 1 оборот и подачу в 1 мин. В двух последних графах (T_0 и T_n) приводятся данные нормирования.

Левый нижний угол заполняется указаниями о том, какую инструкционную карту заменяет данная и какой она сама заменена, что может случиться после того как процесс, предлагаемый картой, будет проверен и исправлен на практике. Правый нижний угол содержит в себе сведения, относящиеся к нормированию данной операции, и, наконец, подписи лиц, составляющих карту и утвердивших ее.

В дополнение к инструкционной карте составляются операционные или даже переходные эскизы, на которых обрабатываемая деталь изображается в том виде, который она получит после данной операции (или перехода), и представляются только те размеры, которые к ней относятся. Для более удобной связи эскиза с текстом карты обрабатываемые поверхности иногда нумеруются. На этом же эскизе указывают (или изображают в виде схематических фигур) дополнительные сведения о способе установки детали на станке, способе проверки этой установки, приемы применения специальных измерительных инструментов и т. д. Все эти данные оформляются в виде карт таких же размеров, как и инструкционная карта.

В некоторых случаях составляются еще инструментальные карты, содержащие список приспособлений и инструментов, необходимых для выполнения той или иной операции. Такие карты обычно хранятся в цеховой инструментальной кладовой и по ним производится подбор инструментов, которые должны быть поданы на станок одновременно с чертежом детали, заготовками, рабочими листками.

Завод № 1944		Инструкционная карта механической обработки		№ 245		Лист № 1			
		Деталь—шестерня		№ К-47		Всего лист. 1			
Отд. 18-е		Операция—обточка верха и подрезка торца обода		№ 2		По план.-операц. карте № 428			
		Станок — рабочее место	Приспособление	Разр-д работы	Колич. одноврем. обработ. дет.				
		Тип Тока н. № 122	Оправка концевая	4	1				
Материал		Тверд. или времен. сопротивление		Номенкл. №		Расчетная партия			
Чугун С ₄ 32		$H_B = 160 \text{ кг/мм}^2$		1		20 шт.			
Переходы		Инструмент №			Режим работы			Время в мин.	
№ по пор.	Описание	вспомог.	режущий	измерит.	Число прох. i	Число об/мин в p	Подача мм на 1 обор.	основн. T_0	вспомог. T_B
					глубина рез. f в мм	скорость рез. v в м/мин	подача s в мин.		
1	Установить деталь на оправку и пустить станок	В-15							0,20
2	Обточить верх обода до диаметра 308 мм		Р-24	Кронц. и линейка	$\frac{1}{5}$	$\frac{46}{46,0}$	$\frac{1}{46}$	0,68	0,42
3	Обточить верх обода до диаметра 306 мм		Р-24	М-27	$\frac{1}{1}$	$\frac{76}{74,0}$	$\frac{0,5}{38}$	0,82	0,51
4	Подрезать торец обода в размер 30 мм		Р-24	М-28	$\frac{1}{1}$	$\frac{76}{73,5}$	$\frac{0,5}{33}$	0,47	0,38
5	Остановить станок и снять деталь	В-15							0,17
Взамен		Замени на	Расчетно-составл. норм. карта			Итого		1,97	1,68
№		—		Обсл. раб. места 0,25 мин.			Отдых, ест. н.д. 0,15 мин.		
Основание		—		$T_{шт} = 1,97 + 1,68 + 0,25 + 0,15 = 4,05 \text{ мин.}$					
Дата под.		—		Разрабатывал Сидоров		Пров. Иванов		Утвер. Петров	
Принят в архив			Сличал Николаев			Копировал Григорьев			

§ 95. Базы и базировка деталей на станке

Поверхности детали. При каждой установке детали на станке различают следующие поверхности ее:

1) обрабатываемые, т. е. те, которые необходимо обработать во время данной операции;

2) базирующие, определяющие положение детали относительно станка; эти поверхности называют также установочными базами;

3) опорные — которыми деталь прилегает к установочной поверхности зажимного приспособления (например, кулачки патрона);

4) поверхности прижима, на которые давят кулачки патрона, планки или другие детали, используемые для закрепления детали на станке.

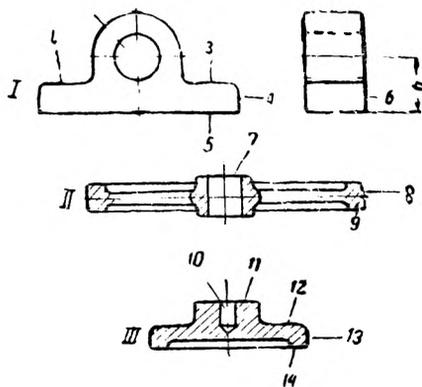
Базирующая и опорные поверхности иногда совпадают. В некоторых случаях возможно совпадение опорной поверхности и поверхности прижима. — Обе они, кроме того, иногда одновременно являются и базирующими поверхностями.

При перемене установки одни и те же поверхности могут изменять свое назначение. Так, поверхности, обрабатываемые при первой установке детали, могут стать базирующими к последующим установкам и т. д.

Поясним сказанное примерами. На фиг. 415 изображены три детали — подшипник (фиг. 415—I), шестерня (фиг. 415—II) и основная плитка рейсмуса (фиг. 415—III). Если мы будем рассматривать ту установку подшипника на станке, во время которой производится обработка отверстия 2 (фиг. 264—II), то сможем отметить, что обрабатываемой поверхностью в данном случае является отверстие 2, а базирующими и установочными базами служат поверхности 5 и 6, причем первая из них является в то же время и опорной. На поверхности 1 и 3 давят планки, прикрепляющие подшипник к угольнику, поэтому 1 и 3 являются поверхностями прижима.

Предположим, что при обработке отверстия 7 в шестерне (фиг. 415—II) она закрепляется в самоцентрирующем патроне. Очевидно, что отверстие 7 в этом случае является обрабатываемой поверхностью, а 8 и 9 базирующими поверхностями (установочными базами). Обе эти поверхности, кроме того, опорные, поверхность же 9, на которую действуют кулачки патрона, служит также и поверхностью прижима.

Предположим далее, что основная плитка рейсмуса (фиг. 415—III) обрабатывается на токарном станке за две установки. Если во время первой установки производится обработка



Фиг. 415. Поверхности деталей, обрабатываемых на токарном станке.

поверхности 14, причем деталь закрепляется в самоцентрирующем патроне за поверхность 13, то обрабатываемой поверхностью является, очевидно, поверхность 14, а базирующей и опорной 12 и 13, причем 13 служит, кроме того, поверхностью прижима. Если ось отверстия 10 в плитке должна быть строго перпендикулярна к поверхности 14, то при второй установке лучше всего, как мы увидим ниже, применять планшайбу, прикрепив к ней плитку посредством планок. Поверхность 14, которая во время первой установки была обрабатываемой, теперь стала базирующей (установочной базой) и в то же время опорной. Поверхность 12 в данном случае — поверхность прижима, а отверстие 10 — обрабатываемая поверхность.

Черновая и чистовая установочные базы. В зависимости от состояния поверхности детали, принимаемой в качестве базирующей, различают черновые, промежуточные и чистовые установочные базы. Если базирующая поверхность не обработана, как это мы имеем, рассматривая обработку отверстия в шестерне (фиг. 415—II), то установочная база — черновая. Если предположить, что при второй установке этой же шестерни (для окончательной обработки отверстия, подрезки второй стороны торца обода и втулки и т. д.) она снова закрепляется за наружную поверхность обода (уже обработанную, но предварительно), то установочная база — промежуточная.

При окончательной обработке наружной поверхности обода и торцев шестерни насаживается на оправку. Установочная база, в данном случае окончательно обработанное отверстие, — чистовая установочная база. Если опорная площадка подшипника (фиг. 415—I) до передачи на токарный станок обработана начисто, то во время токарной операции эта площадка служит чистовой установочной базой.

Сборочная и измерительная базы. Поверхность (или поверхности) детали, определяющая ее положение в машине, частью которой данная деталь является, называется сборочной базой. Шестерня, показанная на фиг. 415—II, очевидно, будет насажена своим отверстием на какой-либо вал, и поэтому данное отверстие является сборочной базой.

Измерительной базой называется та поверхность, от которой производится отсчет размеров при измерении детали. У подшипника, изображенного на фиг. 415—I, положение оси отверстия 2 определяется, в частности, размером h , показывающим, на каком расстоянии должна быть расположена эта ось от опорной площадки 5. Последняя, очевидно, является измерительной базой и одновременно сборочной базой.

Общие соображения, которыми следует руководствоваться при выборе баз. Приступая к обработке той или иной детали, токарь должен тщательно продумать базировку ее на станке, так как от этого зависит точность относительного расположения обрабатываемых поверхностей.

Прежде всего следует стремиться к тому, чтобы базирующая и опорная поверхности совпадали. Еще лучше если обе они совмещаются со сборочной базой, в особенности со сборочной и изме-

рительной одновременно. Закрепляя подшипник (фиг. 415—I) при обработке отверстия на угольнике (по фиг. 264—II), мы, очевидно, выполняем это правило. То же самое мы получим, если при окончательной отделке шестерни (фиг. 415—II) обработаем начисто отверстие (закрепив шестерню в патроне), а потом, насадив шестерню на оправку (т. е. приняв в качестве базирующей поверхности сборочную базу — отверстие), обработаем верх ее.

При обработке детали за несколько установок только во время первой из них можно воспользоваться черновой установочной базой. Действительно, если для второй установки установочной базой примем необработанную поверхность, то положение детали на станке не обеспечит требуемой точности относительно расположения поверхностей, ранее обработанной и обрабатываемой при данной установке. Так, например, если мы при обработке поверхности 14 у основной плитки рейсмуса (фиг. 415—III) в качестве установочной базы примем поверхность 13 и для второй установки (при обработке отверстия 10) ту же поверхность 13, то ось отверстия 10 не будет перпендикулярна к ранее обработанной торцевой поверхности 14.

Наибольшая точность взаимного расположения поверхностей детали, обрабатываемой в несколько установок, получается в том случае, когда при всех установках (за исключением первой, если она была выполнена при черновой установочной базе) в качестве базирующей используется одна и та же поверхность. При этом не происходит постепенного увеличения отклонений в требуемом относительном расположении обрабатываемых поверхностей, получающихся при каждой новой установке.

Выбор зажимных приспособлений в зависимости от принятой установочной базы. После принятия установочной базы обрабатываемой детали следует выбрать такой способ установки и закрепления детали на станке, при котором взаимное расположение обрабатываемых поверхностей будет обеспечиваться не путем проверок (иногда очень длительных) установки детали на станке, а самим способом установки и устройством зажимного приспособления.

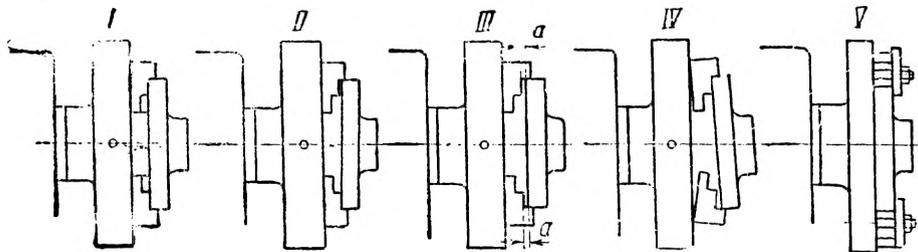
Возвращаясь к подшипнику, показанному на фиг. 415—I, напомним, что при обработке отверстия 2 необходимо выдержать расстояние h от оси отверстия до опорной площадки подшипника и параллельность оси отверстия этой же площадке. Это требование может быть выполнено при закреплении детали, например, в четырехкулачковом патроне. В таком случае, однако, необходима проверка установки подшипника, требующая много времени и большого умения токаря. Если же воспользуемся угольником (фиг. 264—II), то параллельность оси отверстия в подшипнике его опорной площадки получится сама собой.

Положение угольника на планшайбе, при котором размер h (фиг. 415—I, получается равным требуемому, проверяется один раз, когда устанавливается первая деталь; при обработке же всех последующих деталей точность размера h также получится сама собой.

Подшипник закрепляется на угольнике планками, прижимающими опорную площадку его, принятую в качестве установочной

базы, к полке угольника. Совершенно очевидно, что такой способ крепления подшипника в весьма значительной степени способствует выполнению тех условий, которым должно удовлетворять положение оси отверстия в нем.

Основную плитку рейсмуса (фиг. 415—III) при обработке отверстия 10 (ось которого по условию должна быть перпендикулярна опорной площадке 14) можно закрепить, например, в самоцентрирующем патроне (фиг. 416—I), если предположить, что высота всех кулачков одинакова. Если это даже и так, то, воспользовавшись таким патроном, мы нарушаем правило о направлении действия зажимов, закрепляющих деталь. Ясно, что в этом случае при кулачках обычного устройства деталь закрепляется быстро и прочно, но давление кулачков не прижимает ее опорной площадки к поверхности кулачков, параллельным торцевой поверхности патрона. В результате плитка может занять положение,



Фиг. 416. Закрепление детали (основной плитки рейсмуса), у которой ось обрабатываемого отверстия должна быть перпендикулярна к ранее обработанной торцевой поверхности.

подобное показанному на фиг. 416—II. Перпендикулярности оси отверстия в плитке и опорной площадке ее в данном случае не получится.

Условие это будет выполнено, если установить плитку рейсмуса в кулачках, как изображено на фиг. 416—III (опорная площадка плитки не касается кулачков патрона). Положение ее перед окончательным закреплением кулачков проверено измерением в нескольких местах размера a (фиг. 416—III), например нутромером. Такого способа закрепления рассматриваемой детали также следует избегать, потому что проверка установки ее требует много времени и, кроме того, положение детали может быть нарушено уже во время обработки под давлением режущего инструмента, например сверла.

Если, наоборот, с самого начала закрепления детали прижать опорную площадку ее к кулачкам патрона и при закреплении последних следить, чтобы положение детали относительно кулачков не изменилось, то условие перпендикулярности оси отверстия в плитке к ее опорной площадке как будто будет выполнено. В действительности это не так. Вследствие зазора между пазами в корпусе, по которым перемещаются кулачки, и самими кулачками последние могут занять положение, показанное (для ясности в увеличенном виде) на фиг. 416—IV. Само собой разумеется, что все кулачки патрона отклоняются от своего нормального поло-

жения в различной степени, и правильная установка детали нарушится.

Правильная установка и закрепление основной плитки рейсмуса при обработке отверстия в нем на планшайбе показано на фиг. 416—V. Нетрудно видеть, что в данном случае планки прижимают деталь опорной поверхностью ее (принятой в качестве установочной базы) к планшайбе и что установка эта не будет нарушена работой режущего инструмента.

Совместное решение вопроса об установочной базе и зажимном приспособлении. Этот случай мы рассмотрим на примере обработки цилиндрической зубчатой шестерни (фиг. 415—II). Наружная поверхность обода шестерни и отверстие в ней должны иметь общую ось, т. е. быть концентричными. При обработке шестерни за одну установку поставленное условие, очевидно, будет выполнено самой собой.

Если такой способ обработки почему-либо невозможен, придется выполнять ее за две установки, причем можно окончательно обработать наружную поверхность обода и, закрепив шестерню в кулачках патрона, расточить в ней отверстие или же, наоборот, расточить отверстие и, насадив шестерню на оправку, проточить наружную поверхность обода. В первом случае установочная база — наружная цилиндрическая поверхность и зажимное приспособление — патрон, во втором — базой является отверстие, а зажимным приспособлением — оправка.

Следуя правилу о совмещении установочной и сборочной баз, надо, как мы уже указали выше, за установочную базу принять отверстие. Независимо от этого, большая точность в совпадении оси наружной поверхности обода и оси отверстия шестерни будет достигнута при обработке ее, как говорят, «от отверстия», т. е. когда последнее принято за установочную базу. Действительно, у деталей, подобных рассматриваемой (червячные шестерни, шкивы и пр.), более высокие требования в отношении точности обычно предъявляются к отверстию, поэтому последнее может служить лучшей установочной базой. Если же точность размеров наружной поверхности шестерни (или подобной ей детали) и отверстия должна быть одинакова, то окончательная обработка точного отверстия (например, по 2-му классу) почти всегда производится на токарном станке (развертками), а точность диаметра наружной поверхности обычно достигается обработкой ее на шлифовальном станке.

Из сказанного очевидно, что при решении рассматриваемого вопроса почти всегда более точные размеры имеет отверстие (а не наружная поверхность). Поэтому принятие его за установочную базу больше обеспечивает выполнение условия о концентричности наружной поверхности детали отверстию в ней, чем если такой базой явится наружная поверхность.

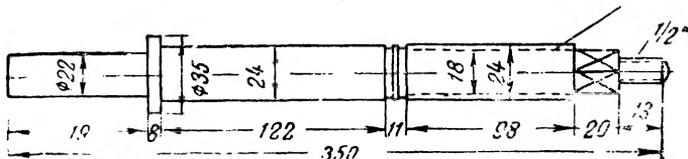
К такому же выводу мы приходим и потому, что вследствие большого количества деталей, из которых состоит патрон (если за базу принята наружная поверхность), и сложности его устройства он менее точен, чем оправка, используемая при обработке деталей рассматриваемого типа по способу «от отверстия».

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ
СТАХАНОВСКИЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНКА

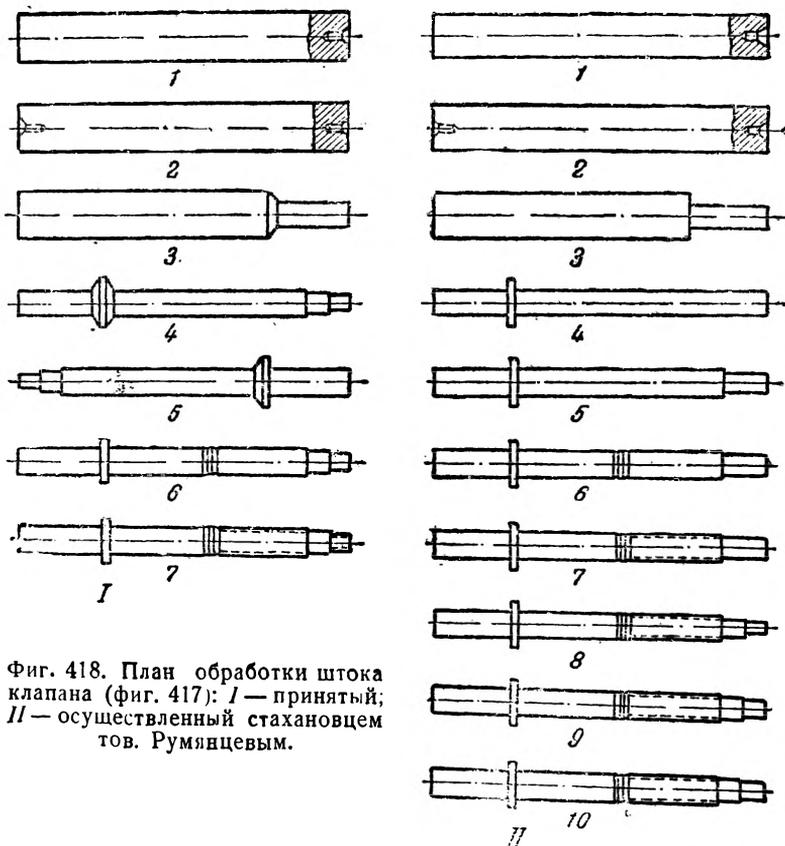
§ 96. Изменение технологического процесса

Замена одного технологического процесса другим. При обработке штока бронзового клапана из прутка (фиг. 417) токарная

Трапецевидальная резьба шаг 5



Фиг. 417. Бронзовый шток клапана.



Фиг. 418. План обработки штока клапана (фиг. 417): I — принятый; II — осуществленный стахановцем тов. Румянцевым.

операция должна была состоять из 7 установок, схематически изображенных на фиг. 418—I. Во время 1-й и 2-й установок производилась центровка заготовки, при 3-й и 4-й — черновая, а при

5-й и 6-й — чистовая обработка штока клапана. Нарезание трапециoidalной и треугольной резьб выполнялось во время 7-й установки.

Токарь-стахановец тов. Румянцев производит ту же обработку за 10 установок (фиг. 418—II), не останавливаясь, таким образом, перед увеличением числа их.

Для большей наглядности в табл. 20 дается технологический процесс обработки бронзового клапана, предусмотренный инструкционной картой и по методу тов. Румянцева.

У тов. Румянцева все установки содержат минимальное число переходов, причем большая часть их состоит всего лишь из одного перехода.

Это позволяет при работе партиями значительно сократить вспомогательное время за счет времени установки на стружку и промеров. Так, например, 4-ю (по плану) установку тов. Румянцев разбивает на две (4-я и 5-я), причем обдирку шейки диаметром 26×263 мм он производит без промеров. Правда, лишние три

Таблица 20

Технологический процесс обработки бронзового клапана

Процесс, предусмотренный инструкционной картой		Процесс, осуществляемый тов. Румянцевым	
№ установки	название переходов	№ установок	название переходов
1	Подрезать торец Центровать	1	Подрезать торец Центровать
2	Подрезать 2-й торец Центровать	2	Подрезать 2-й торец Центровать
3	Обдирать $\varnothing 22 \times 79$ мм	3	Обточить $\varnothing 22 \times 79$ мм
4	$\varnothing 26 \times 263$ мм под квадрат	4	до $\varnothing 25 \times 263$ мм
	17×17 мм	5	до $\varnothing 24 \times 263$ мм
5	Обдирать под резьбу $1/2''$ Чисто обточить $\varnothing 22 \times 79$ мм		чисто Проточить буртик $\varnothing 35 \times 8$ мм
6	Подрезать буртик $\varnothing 35$ мм		Проточить до $\varnothing 16 \times 38$ мм (под квадрат)
	Обточить чисто под резьбу $1/2''$	6	Прорезать 2 канавки
	Сбгочить под квадрат " $\varnothing 24 \times 225$ мм	7	Нарезать трапециoidalную резьбу
	Подрезать буртик Прорезать 2 канавки	8	Обточить под резьбу до $\varnothing 12,7 \times 18$ мм
7	Нарезать трапециoidalную резьбу $\varnothing 24,8 \times 5$ мм	9	Опилить резьбу и шток до буртика
	Развальить резьбу Нарезать резьбу $1/2''$ Зачистить резьбу	10	Нарезать резьбу $1/2''$

установки детали в центрах требуют затраты некоторого времени. В данном случае тов. Румянцев расходует на все три установки 2 мин., но это ничтожная величина по сравнению с достигаемой экономией.

Из других изменений укажем прежде всего на то, что две установки (3-я и 5-я по плану) заменены одной. Короткий конец (диаметр 22 мм при длине 79 мм) обтачивается сразу начерно и начисто, причем вместо 5 проходов работа выполняется в 4. Кроме того, подрезка буртика, составлявшая отдельный переход, который требовал смены резца, совмещена с продольной обточкой. Для этого резец заточен таким образом, что его режущая кромка расположена перпендикулярно оси станка (угол в плане 90°).

При обточке длинного конца черновые и чистовые проходы разделены, но подрезка буртика в самостоятельный переход не выделяется и производится, как и с другого конца, одновременно с продольной обточкой. Указанные изменения не только сокращают объем обработки, но и позволяют сэкономить значительное время на перестановку резцов.

При обточке длинного конца (4-я и 5-я установки) тов. Румянцев не затачивает шейку диаметром 12,7 мм под резьбу 1/2", в то время как раньше ее затачивали уже в 4-ю установку. Эту работу он выполняет в самом конце процесса (8-я установка) в один проход (раньше требовалось три прохода). Такое изменение позволяет повысить режим резания на всех установках, следующих за 4-й, так как изделие меньше ослаблено.

Нарезание резьбы 1/2" выполняется сразу прогонкой, в то время как раньше оно производилось резцом. В результате вместо 8,5 мин., затрачиваемых на эту работу ранее (перестановка резца — 1 мин., подвод и отвод резца с промерами — 5,2 мин., нарезание — 2,3 мин.), тов. Румянцев затрачивает лишь 0,6 мин.

Нарезание трапецидальной резьбы тов. Румянцев производит в 14 проходов вместо 22 сразу мерным резцом.

Все перечисленные изменения в технологическом процессе, а также общее упорядочение работы позволили тов. Румянцеву свести ручную работу к 8,43 мин. вместо 41,6 мин., установленных нормой, т. е. ускорить ее почти в 5 раз.

Основное (машинное) время тов. Румянцев сократил с 52,95 до 10,59 мин., т. е. также в 5 раз. Здесь решающую роль сыграло применение победитовых резцов взамен быстрорежущих. В результате вся обработка, кроме нарезания резьбы и прорезки канавок, выполняется при 600 об/мин, что соответствует скорости резания при обливке 75 м/мин в то время как раньше эта скорость равнялась лишь 18 м/мин. Скорость резания резьбы резко повышена. Подача также увеличена: при черновых проходах — с 0,24 до 0,38 мм/об, при чистовых — с 0,15 до 0,3 мм/об.

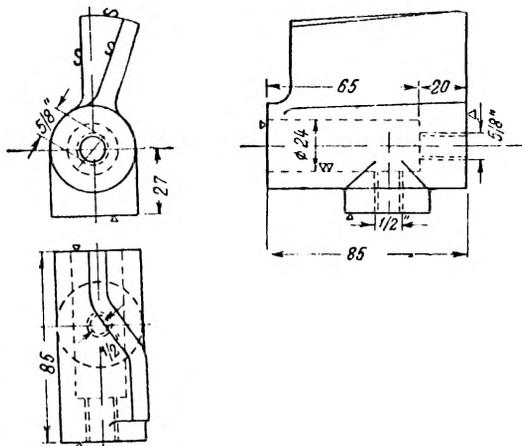
Чтобы придать изделию опрятный вид, тов. Румянцев вводит опилочку резьбы и цилиндрической части до буртика (9-я установка), расходуя на эту «роскошь» 0,5 мин., из которых установка и снятие детали занимают 0,3 мин.

В результате вместо 102,43 мин. по норме обработка длится 19,02 мин., т. е. ускоряется в 5,4 раза.

Замена одного перехода другим. Повышение производительности станка во многих случаях получается весьма значительным вследствие уменьшения числа переходов и проходов, а также в результате замены одних переходов другими. При этом экономится не только машинное, но и вспомогательное время, так как сокращается общее число необходимых рабочих приемов.

Выше мы видели, как токарь-стахановец тов. Румянец устранил необходимость подрезки уступов на детали, имеющей форму ступенчатого валика, путем применения проходных резцов с углом в плане 90° . В ряде других случаев продолжительность обработки уменьшается за счет сокращения длины прохода режущего инструмента. Так, например, токарь-стахановец тов. Красавин в детали, изображенной на фиг. 419, сначала сверлит отверстие диаметром 23,5 мм на длину 65 мм, а затем отверстие диаметром 13,5 мм (под резьбу $\frac{5}{8}$ "") на длину 20 мм. Раньше сверление производилось иначе: сначала сверлилось отверстие диаметром 13,5 мм насквозь, а затем рассверливалось до 23,5 мм на длину 65 мм. Тов. Красавин сократил общую длину сверления с $85 + 20 = 105$ мм до $65 + 20 = 85$ мм.

Вслед за сверлением следует развертывание до диаметра 24 мм. Эта работа раньше сопровождалась подрезкой резцом dna отверстия, так как после развертки около dna оставалось сужение конической формы. Тов. Красавин устранил подрезку, применяя развертку с торцевыми зубцами.



Фиг. 419. Обработка кулака для подъема щеток у электромотора по методу токаря-стахановца тов. Красавина.

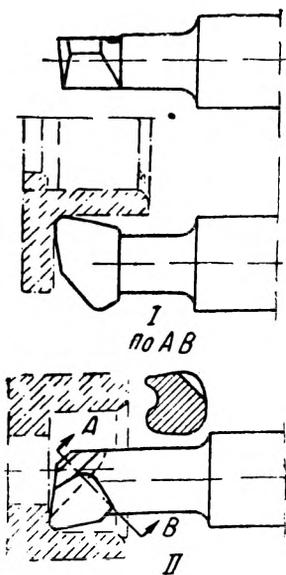
§ 97. Использование рациональных режущих инструментов и приспособлений

Универсальные резцы. С целью уменьшения времени, необходимого для подводов резцов, многие стахановцы пользуются универсальными резцами. Резец, изображенный на фиг. 420—I, применяется для расточки, наружной обточки, подрезки торца и снятия фаски, а резец, показанный на фиг. 420—II, — для глухой расточки и снятия фаски. У резца по фиг. 420—II режущие кромки расположены сверху и снизу, поэтому после нескольких переточек установить правую и левую грани резца по центру изделия невозможно. Так как дополнительная (правая) кромка пред-

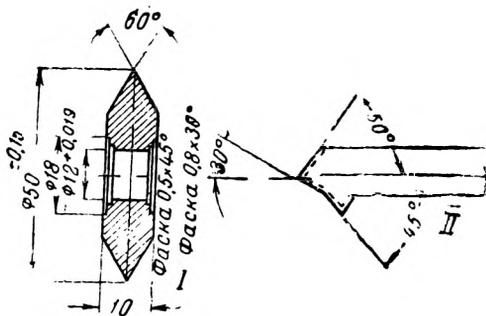
назначена для снятия фаски, приходится мириться с тем, что для нее искажаются углы резания.

При обработке дискового резьбового резца (фиг. 421—I) токарь-стахановец тов. Зворыкин применил универсальный резец, вид которого сверху схематически показан на фиг. 421—II, что дало возможность уменьшить время изготовления одного резца с 1 часа 5 мин. до 12 мин. Ввиду особого интереса, который представляют приемы, осуществляемые тов. Зворыкиным во время этой работы, остановимся на них несколько подробнее. Вот что говорит о них сам тов. Зворыкин:

«Закрепляю резец в супорте параллельно оси шпинделя. Деталь зажимаю в цангу¹ с упором. Пользуясь нониусом, я углубляю резец вершиной 30° на 1,3 мм и делаю выточку диаметром 18 мм. Затем отвожу резец по нониусу продольной подачей на 0,8 мм и подачей супорта в поперечном направлении делаю торцовку. После этого я подвожу резец стороной 50° и снимаю фаску $0,5 \times 30^\circ$ (фаска снимается для предохранения рук в последующих операциях).



Фиг. 420. Универсальные резцы.



Фиг. 421. Универсальный резец, предложенный токарем-стахановцем тов. Зворыкиным.

Третьим углом (45°) я растачиваю отверстие диаметром 12 мм, оставляя припуск, необходимый для развертки, и снимаю фаску $0,5 \times 45^\circ$ диаметром 12 мм разверткой, установленной в задней бабке станка. Этим заканчиваю первую операцию.

Таким же способом пропускаю все детали заданной партии.

Во время второй установки я зажимаю деталь в той же цанге сработанным торцом к шпинделю станка. Углубляю резец вершиной 30° на 1,3 мм и растачиваю выточку диаметром 18 мм. Затем отвожу резец на 0,8 мм, выдерживаю толщину детали (10 мм), и делаю торцовку поперечной подачи супорта. Потом снимаю

¹ Цангами называются зажимные пружинящие втулки, осуществляющие центровку и зажим обрабатываемой детали по ее внутренней или наружной поверхности.

фаску $0,5 \times 50^\circ$ и углом резца 45° снимаю фаску $0,5 \times 45^\circ$ по диаметру 12 мм.

При третьей установке обработка детали заканчивается обычным проходным резцом».

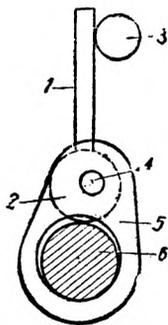
Комбинированные инструменты. Пример такого инструмента показан на фиг. 422 (соединение зенкера с метчиком). Применение его дает значительную экономию времени, необходимого для установки и снятия каждого из этих инструментов, если бы они были отделены друг от друга, для подвода второго инструмента к нарезаемому отверстию и т. д.

Быстродействующие хомутики. Используя быстродействующий хомутик (фиг. 423), можно существенно уменьшить время, необходимое при работе с обычным хомутиком, так как в данном

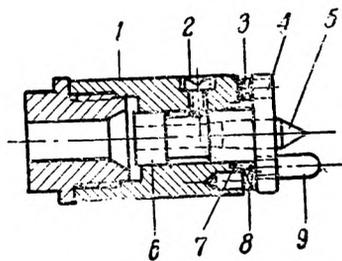
случае нет надобности завертывать и отвертывать прижимный болт. Хомутик устроен и работает следующим образом. Стержень 1, изготовленный за одно целое с кулачком 2, вращается на пальце 4, закрепленном в корпусе 5 хомутика. Отверстие (для вальца) в кулачке 2



Фиг. 422. Комбинированный инструмент (зенкер-метчик).



Фиг. 423. Быстродействующий хомутик.



Фиг. 424. Автоматически выключающийся поводковый патрон.

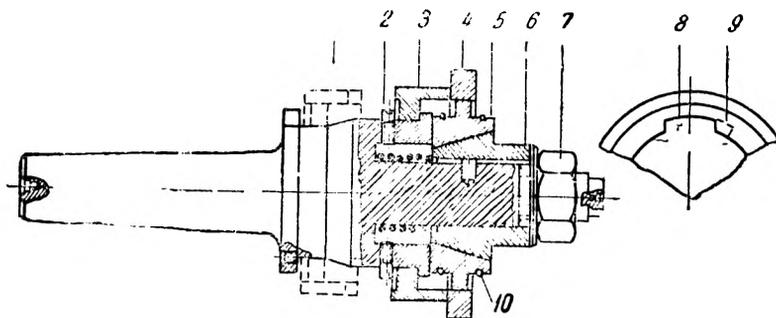
расположено эксцентрично по отношению к наружной поверхности его, поэтому поворачиваясь под действием поводка 3 патрона, кулачок будет надавливать на обрабатываемую деталь 6 и тем самым закреплять ее в хомутике.

Во многих случаях могут быть очень полезны в работе поводковые патроны, устройство которых обеспечивает возможность установки изделия без остановки станка. Патрон, изображенный на фиг. 424, устроен следующим образом. На конец шпинделя токарного станка навертывается муфта 1, в правый торец которой запрессован упор 8. Поводковый патрон 4 своим концом 6 входит в муфту 1 и вращается в ней. Под действием пружины 7 патрон перемещается вправо, причем смещение его ограничивается стопором 2. После установки изделия на центр 5 и центр шпинделя задней бабки при подаче последнего влево изделие, а вместе с ним и патрон 4 перемещаются влево. Выступ 3, имеющийся на

обратной стороне патрона, зацепится за упор 8, и движение шпинделя будет передано (через поводок 9 и хомутик) обрабатываемому изделию.

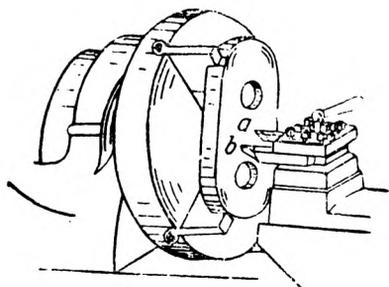
§ 98. Применение специальных приемов работы

Одновременная работа несколькими инструментами. Использование двух или нескольких резцов одновременно — довольно распространенный прием повышения производительности станка.

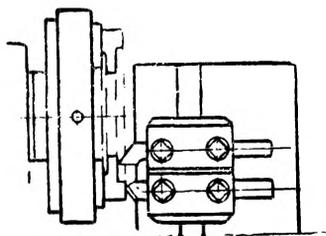


Фиг. 425. Обработка торцов поршневых колец одновременно двумя резцами.

На фиг. 425 показана специальная оправка, применяемая при обточке торцов поршневого кольца 4 одновременно двумя резцами, закрепленными в одной державке. Обрабатываемое кольцо 4 надевается на разрезанную втулку 5, стянутую пружинами 10.



Фиг. 426. Обработка торцевой поверхности одновременно двумя резцами.



Фиг. 427. Проточка выемки и подрезка торца, выполняемые одновременно.

Втулка 3 обеспечивает правильную установку кольца 4. После того как последнее надето на оправку и закреплено в требуемом положении гайкой 7, действующей на конусную втулку 6, втулка 3 отводится в сторону. При втором положении этой втулки, показанном на фиг. 425 пунктиром и обозначенном цифрой 1, открывается доступ к кольцу левому резцу. Детали втулки 3 показаны на фиг. 425 справа. При рабочем положении втулка 3 прилегает

наклонным срезом к винту 2. Для перевода втулки 3 в нерабочее положение против винта 2 необходимо установить вырез 8.

Если торцевая поверхность обрабатываемого изделия представляет собой плоскость больших размеров, то для ускорения обточки следует устанавливать в резцедержателе супорта сразу два резца. Такой прием применяется, например, токарь-стахановец тов. Лебедев. Обработку торца крышки шестеренчатого насоса (фиг. 426) он производит одновременно двумя резцами, закрепленными в резцедержателе на расстоянии *ab* один от другого. В то время как первый резец доходит до центра обрабатываемой крышки, второй доходит до того места, от которого начал работать первый. Длина прохода резца уменьшена таким образом в два раза, и, следовательно, продолжительность работы снижена также вдвое.

При обточке ступенчатых торцевых поверхностей (например, торцев шестерен) использование нескольких резцов одновременно также во многих случаях очень полезно. На фиг. 427 показана установка двух резцов (на этот раз в двух специальных резцедержателях), применявшаяся токарем-стахановцем тов. Андреевым при проточке выемки и подрезке торца обода цилиндрической шестерни. И в этом случае одновременная работа двумя резцами повысила производительность станка почти вдвое.

Нетрудно себе представить использование двух или даже нескольких резцов одновременно при обработке боковых поверхностей деталей (например, ступенчатых валов).

Детали, сходные с показанной на фиг. 428, во многих случаях оказывается целесообразным обрабатывать резцами, закрепленными в резцедержателе, и сверлами, установленными в шпинделе задней бабки. Порядок обработки такой детали на станке, снабженном четырехрезцовой головкой, показан на фиг. 429. После закрепления заготовки в патроне у нее обтачивается резцом 1 верх и одновременно производится предварительное сверление сверлом 2, установленным в шпинделе задней бабки (фиг. 429—I). Во время работы фасонного сверла 3 (фиг. 429—II), заменившего сверло 2, резцом 4 протачивается широкая канавка, после чего резцовая головка поворачивается, и в работу вступает отрезной резец 5 (фиг. 429—III). По окончании обработки углубления в детали фасонное сверло 3 отводится в сторону, вынимается из шпинделя и на его место вставляется сверло 2. В это время заканчивается отрезка детали.

Фасонное сверло 3 по существу является комбинированным режущим инструментом. Действительно, оно представляет собой как бы комбинацию двух сверл (одного для обработки выточки диаметром 30 мм и другого для выточки в 45 мм) и подрезного инструмента, обрабатывающего торец детали.

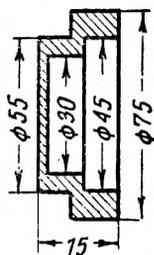
Одновременная обработка нескольких деталей. При обработке недлинных деталей, изготовляемых из пруткового материала, для уменьшения времени на закрепление детали прутки выпускаются из патрона сразу на длину, достаточную для выточки нескольких

деталей. Во многих случаях при этом можно производить работу при поддержке прутка центром задней бабки.

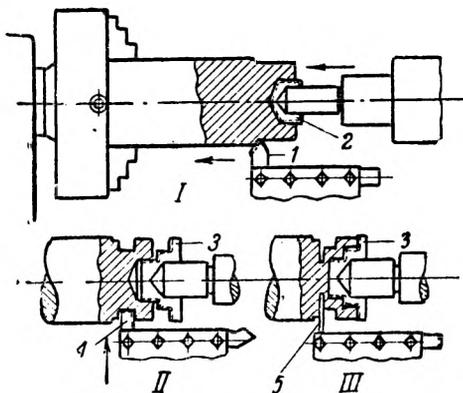
Повышение производительности при таком способе работы получается путем сокращения времени для установки каждого изделия, а иногда также за счет уменьшения числа подводов резца, размеров и т. д.

Токарь-стахановец тов. Клубков при обточке болтов на центрах брал заготовку сразу на два болта. Благодаря этому уменьшилось вдвое время, затрачиваемое на центровку одного болта, и упростились закрепление детали. После обточки заготовка разрезалась пополам.

Очень наглядный пример повышения производительности станка путем одновременной обработки нескольких деталей показан на



Фиг. 428. Деталь, обрабатываемая одновременно резцом и сверлом.



Фиг. 429. Порядок обработки детали, изображенной на фиг. 428.

фиг. 430. При подрезке торца рычага (фиг. 430—*I*) установленного на концевой разжимной оправке, работа сопровождалась ударами, требовалась балансировка, а главное — резец работал весьма непроизводительно, так как собственно резание происходило лишь небольшой части оборота шпинделя.

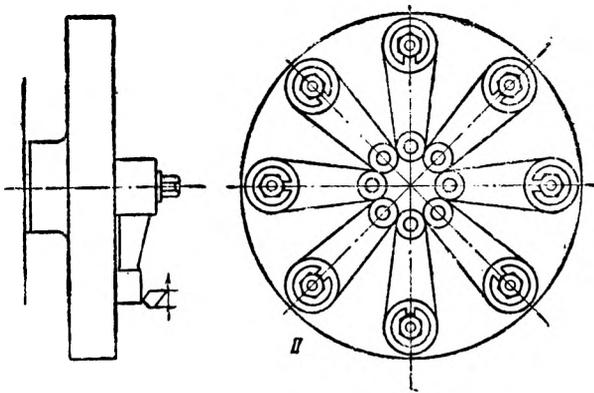
Токарь-стахановец тов. Девашев предложил устанавливать на планшайбе одновременно 8 рычагов (фиг. 430—*II*). При этом отпала необходимость балансировки, оказалось возможным повысить скорость резания (так как сильные удары, неизбежные при работе по фиг. 430—*I*, в данном случае значительно ослаблились), и резец совершал полезную работу в течение большей части оборота шпинделя.

Сокращение количества измерений при обработке детали. Многие токари-стахановцы, используя прикрепление обрабатываемых деталей к станкам и укрупнение партий, организуют свою работу таким образом, чтобы те приемы, которые можно выполнить сразу

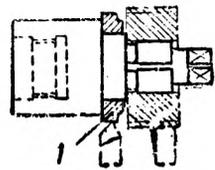
для всей партии, были выполнены до начала обработки. Например, вместо того, чтобы устанавливать резец на требуемый размер путем нескольких измерений каждой детали, токари-стахановцы пользуются упорами: или замечают (при обработке первой детали) положение супорта по лимбу винта его подачи.

При обработке партий одинаковых изделий следует пользоваться установками для резцов (фиг. 431). Закаленное кольцо 1 служит для установки резца, обеспечивающей получение определенного диаметра изделия, закрепленного на разжимной оправке. Если обработка боковой поверхности этого изделия производится за два прохода (черновой и чистовой), то кольцо 1 должно быть ступенчатым.

Одновременное выполнение нескольких приемов вместо последовательного. Продолжительность обработки одной детали может быть



Фиг. 430. Обработка нескольких деталей одновременно.



Фиг. 431. Приспособление для закреплении изделий, снабженное упором для установки резца.

сокращена путем одновременного выполнения нескольких приемов. Например, можно готовую деталь измерять (для контроля) после того как она снята со станка, а на станке тем временем закрепить и обрабатывать (автоматической подачей) следующую деталь. Второй пример: можно обработанную деталь очищать от стружек, обтирать ее, удалять заусенцы (напильником) и т. д. также во время обработки следующей детали.

Рационализация рабочих движений (использование обеих рук, последовательности, параллельности их движений и т. д.). Пример сокращения ручного времени за счет правильного осуществления ручных приемов показывает токарь-стахановец тов. Суслин. Одну из главных операций при обработке щеки к приемному вальсяну (деталь чесальной машины) — обточка нескольких цилиндрических и торцевых поверхностей, причем деталь (фиг. 432) закреплена на оправке, — тов. Суслин выполняет в течение 12,43 мин. вместо установленных по норме 32,88 мин. Операция эта осуществляется за 6 установок. Во время 3-й установки производится предварительная обточка уступа 3, расточка обода 1 и предварительная подрезка

Анализ ручных приемов стахановца тов. Суслина

Переход	Прием	Левая рука	Обе руки	Правая рука	Станок
1	1			Взять деталь со станка	
	2	Установить на оправку		Навернуть гайку	
	3, 4	Подвернуть упорный болт		Взять ключ со станка	
	5				
	6		Закрепить ключом гайку		
	7			Пустить станок	
	8	Подвести поперечный супорт			
	9		Установить по лимбу		
	10			Включить продольный самоход	
	11				Обточить втулку: $n=91$ об/мин, $s=0,64$ мм/об
	12			Выключить самоход	
	13	Отвести продольный супорт			
	14			Отвести поперечный супорт	
	2	15		Установить по лимбу под расточку	
16		Переключить подачу		Включить продольный самоход	
17		Заложить упор			Расточить обод
18				Выключить самоход	
19			Подвести супорт до упора		
20		Переключить подачу		Включить поперечный супорт	

Переход	Прием	Левая рука	Обе руки	Правая рука	Станок
	21		Отнести деталь и сложить с готовыми изделиями. Поднести заготовку к станку		Подрезать торец внутри диска: $n=91 \text{ об/мин}$, $s=0,64 \text{ мм/об}$
	22			Выключить самоход	
	23		Довести суппорт вручную		
	24	Отвести поперечный суппорт		Отвести продольный суппорт	
	25			Остановить станок	
	26			Взять со станка ключ	
	27			Отжать гайку оправки	
	28			Отвернуть гайку	
	29		Снять деталь		

ГЛАВА ТРИДЦАТАЯ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О МНОГОСТАНОЧНОМ
ОБСЛУЖИВАНИИ

§ 99. Общие положения об обслуживании двух станков

Сущность многостаночного обслуживания. Процесс обработки какой-либо детали на станке складывается из нескольких частей. Получив задание на новую работу, токарь должен ознакомиться с чертежом детали, представляемыми к ней техническими требованиями, инструкционной картой (или должен сам наметить порядок выполнения данной операции) и, наконец, соответствующим образом подготовить станок, инструменты и пр.

После этого токарь приступает к самой работе. Он устанавливает на станке деталь, закрепляет необходимый режущий инструмент (например, резец), подводит его к обрабатываемой детали, пускает станок в ход, снимает ручной подачей пробную стружку, останавливает станок, измеряет деталь, снова пускает станок и, если действительный размер детали оказался правильным, включает автоматическую подачу.

Все эти и многие другие приемы (перестановка детали, поджатие центром задней бабки и пр.) токарь иногда повторяет

много раз, пока обрабатываемая им деталь не получит требуемой формы и размеров. Сняв со станка готовую деталь, рабочий приступает к обработке следующей и, выполнив всю порученную ему работу, сдает ее приемщику, возвращает в инструментальную кладовую полученные оттуда инструменты и приспособления, приводит в порядок станок.

Из всех перечисленных элементов процесса обработки детали наибольший интерес в данном случае представляют те, которые непосредственно связаны с работой станка. Выше мы видели, что эта часть процесса состоит из ряда элементов (установка детали, закрепление резца, подвод его к изделию, снятие пробной стружки, измерение детали и т. д., кончая снятием детали со станка), осуществляемых токарем вручную, и собственно резания при автоматической подаче резца. Время, расходуемое на все ручные движения, мы в дальнейшем будем называть ручным, а время, в течение которого резец перемещается под действием автоматической подачи, — машинным.

Очевидно, что если на всем протяжении ручного времени токарь должен находиться у станка, то в течение машинного времени он только наблюдает за исправным действием его. Если работа станка происходит нормально, а машинное время в данном случае достаточно велико, токарь, включив автоматическую подачу, может оставить обслуживаемый им станок и перейти к другому.

Используя машинное время работы первого станка, токарь осуществляет на втором станке все приемы, выполняемые вручную, затем возвращается к первому станку и т. д.

Графическое изображение работы станка и токаря. Возможность обслуживания двух станков зависит от соотношения машинного и ручного времени операций, выполняемых на каждом из них.

Этот вопрос лучше всего решить графическим путем, приняв условные обозначения составных частей времени работы станка и токаря, приведенные на фиг. 433—I. Прямоугольниками, заштрихованными горизонтальными линиями, мы обозначаем ручное время (в том числе и необходимое для перехода от одного станка к другому), прямоугольниками с вертикальной штриховкой — машинное время и прямоугольниками без штриховки — простой станка. Длины горизонтальных сторон этих прямоугольников откладываем в каком-либо масштабе, принимая, например, каждые 4 мм длины горизонтальной стороны прямоугольника соответствующими одной минуте.

Пример графического изображения работы одного станка показан на фиг. 433—II. Из чертежа видно, что в течение первых 3 мин. происходят закрепление детали и резца, установка последнего на глубину резания и другие приемы, требующие ручного времени. С начала 4-й мин. до конца 7-й станок работает при автоматической подаче (машинное время); с 8-й мин. по 14-ю включительно повторяется тот же процесс, состоящий из 3 мин. ручного и 4 мин. машинного времени. В течение 15-й

и 16-й мин. станок простаивал без работы, а с начала 17-й снова началась операция, выполнявшаяся до простоя станка.

На фиг. 433—III изображен график работы двух станков, обслуживаемых одним рабочим. Ручное время данной операции — 2 мин., машинное — 5 мин.

График этот нам дает следующую картину. Затратив 2 мин. ручного времени на первом станке и включив автоматическую подачу, рабочий перешел ко второму станку. В начале 4-й мин. он приступил к ручным приемам на втором станке, в конце 5-й закончил их и включил автоматическую подачу. Теперь он может возвращаться к первому станку, в течение 8-й и 9-й мин. снять обработанную деталь, установить новую и т. д.



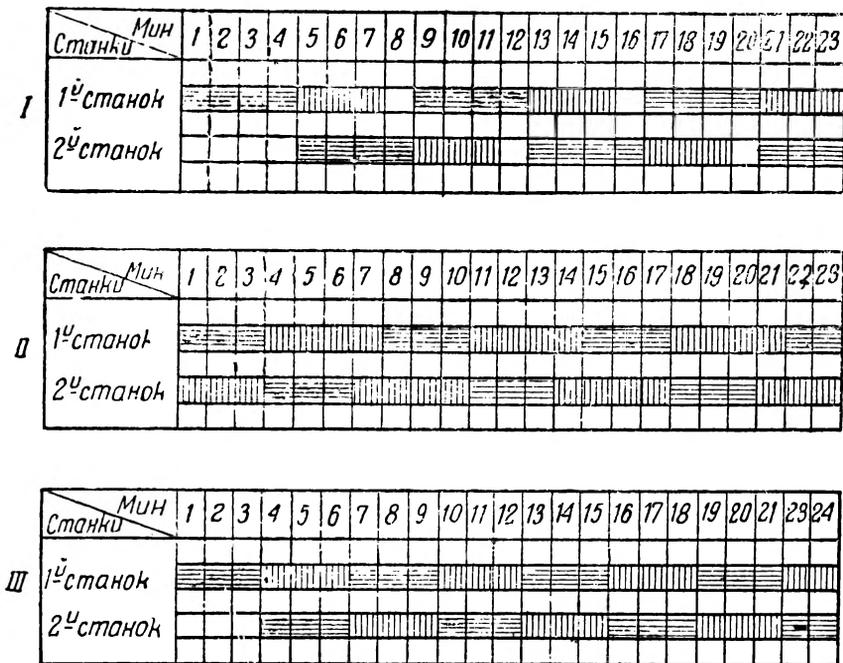
Фиг. 433. Условные изображения (графики) загрузки станков.

(ручное время) и снова перейти ко второму станку для смены детали (11-я и 12-я мин.). Если внимательно всмотреться в график, то нетрудно заметить, что в течение 6-й, 7-й, 10-й, 13-й, 14-й мин. и т. д. оба станка работают автоматической подачей (машинное время), и рабочий поэтому свободен. В тех случаях, когда такие перерывы в работе необходимы для отдыха токаря, организацию работы двух этих станков можно признать удовлетворительной. Если отдых рабочему не нужен, следует перестроить работу таким образом, чтобы и станок и рабочий были загружены полностью.

Использование станка и загрузка рабочего при обслуживании одним рабочим двух станков. Если технологический процесс данной операции построен таким образом, что ручное время больше машинного, то при выполнении этой операции на двух станках одновременно неизбежны повторяющиеся простои обоих

станков. Из фиг. 434—I видно, что при ручном времени, равном 4 мин., и машинном — 3 мин., первый станок простаивает 8-ю, 16-ю и т. д. минуты, а второй — 12-ю, 20-ю и т. д. Если ручное время меньше машинного, то, как это видно из фиг. 434—II, рабочий простаивает 7-ю, 14-ю, 21-ю и т. д. минуты, так как в эти промежутки времени оба станка работают при автоматической подаче.

Наиболее полное использование станка и максимальная загрузка рабочего, обслуживающего два станка, будут иметь место



Фиг. 434. Различные случаи загрузки станков при многостаночной работе в зависимости от соотношения машинного и ручного времени.

в том случае, если ручное и машинное время данной операции одинаково и станки работают при наивысшем режиме, допускаемом мощностью станка и стойкостью резцов.

Действительно, из фиг. 434—III, на которой показан график работы этих станков, видно, что ни станок, ни рабочий в данном случае не простаивает.

§ 100. Особенности организации работы и рабочего места при обслуживании двух станков

Особенности технологического процесса при обслуживании одним рабочим нескольких станков. Выше мы установили, что при обслуживании одним рабочим двух станков наиболее выгод-

ным является тот случай, когда ручное и машинное время равно.

Практически добиваться равенства ручного и машинного времени удастся, однако, редко, поэтому обычно технологический процесс обработки деталей составляется так, чтобы ручное время было несколько меньше машинного. При этом условии (см. фиг. 434—II) рабочий имеет некоторые перерывы для отдыха, но станок работает без простоя.

Многостаночник тов. Пивоваров обрабатывал одну небольшую деталь. На первом из двух обслуживаемых им станков он производил предварительную обточку детали, причем ручное время составляло 0,36 мин., а машинное — 0,45 мин. На втором станке он выполнял чистовую отделку этой же детали (ручное время — 0,37 мин., машинное — 0,43 мин.). Когда тов. Пивоваров работал на одном станке, он изготовлял в смену 150 деталей, при обслуживании же им двух станков выработка повысилась до 450 деталей.

Рассматривая выше общие правила составления технологического процесса при многостаночном обслуживании, мы имели в виду наиболее простую операцию, состоящую из одного перехода. Нетрудно себе представить, что если операция будет состоять из нескольких переходов, все сказанное выше о соотношении ручного и машинного времени, обеспечивающем наилучшую организацию труда, остается в силе и при обслуживании одним рабочим нескольких станков. В этом случае, однако, названные правила будут относиться к переходам, входящим в состав данной операции.

Из сказанного следует, что чем меньше ручное время в сравнении с машинным, тем большее количество станков может обслужить один рабочий. Посмотрим теперь, как добиться того, чтобы соотношение ручного и машинного времени было наиболее благоприятным. С этой целью можно увеличить машинное время (уменьшить скорость резания или подачу), но тогда снизится производительность каждого из обслуживаемых станков. Следовательно, такой способ надо решительно отвергнуть. Наоборот, необходимо использовать все возможности для уменьшения машинного времени.

Можно, однако, не снижая режима работы и, значит, не увеличивая продолжительности машинного времени при обработке детали, устанавливать на станок одновременно несколько деталей.

Действительно, если мы, например, при обточке верха обода шестерни будем устанавливать на станок (на оправке), скажем, 5 шестерен, то при том же режиме работы продолжительность обточки одной шестерни не изменится, а общее машинное время работы станка увеличится в 5 раз. Ручное время в этом случае также возрастет (так как на оправку приходится устанавливать не одну, а 5 шестерен), но значительно меньше, чем машинное.

Пример такого способа увеличения машинного времени показал токарь-стахановец тов. Поляков. Он производил нарезание

трапециoidalной резьбы на червяках к заточному станку, причем черновое нарезание выполнял на резьбофрезерном станке, а чистовое — на токарном с помощью оправки, на которую он устанавливал три червяка.

Более доступным, а поэтому чаще используемым является другой путь обеспечения возможности обслуживания нескольких станков — уменьшение ручного времени. С этой целью станок надо снабдить всеми устройствами и приспособлениями, сокращающими ручное время, а токарь должен умело все их использовать. К таким устройствам относятся, например, тормозы, останавливающие шпиндель станка как только электромотор, от которого работает станок, выключен; падающий червяк или другой способ автоматического выключения подачи; специальная конструкция задней бабки и т. д. Из многочисленных приспособлений, сокращающих ручное время, можно отметить пневматические патроны, различные упоры и пр. В данном случае особенно полезно также использование лимбов винтов подачи супорта.

Некоторые токари-стахановцы для сокращения ручного времени при работе в центрах вместо обычного ключа (для закрепления болта хомутика) на каждом станке прикрепляют стальную планку. Она имеет прорез для болта хомутика и заменяет собой ключ. В результате не приходится тратить время на то, чтобы искать ключ, брать его в руки, класть на место после работы и т. д.

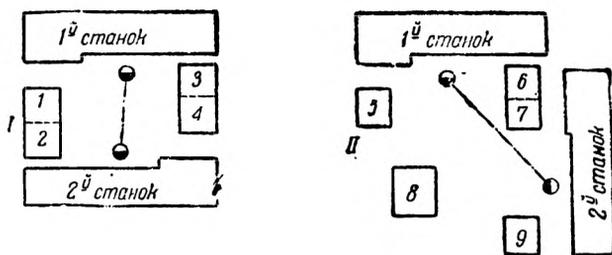
Особенности технологического процесса, если на нескольких однотипных станках, обслуживаемых одним рабочим, выполняются различные операции и если станки эти — разных типов. Составление технологического процесса и для этих случаев многостаночного обслуживания должно производиться с учетом приведенного выше правила о соотношении ручного и машинного времени при работе на двух, трех и т. д. станках. Следует, однако, иметь в виду, что при различных операциях, выполняемых рабочим, и тем более на разных станках от него требуется большое напряжение внимания и сил, а поэтому в его работе иногда необходимы перерывы.

Организация рабочего места и расстановка оборудования при многостаночном обслуживании имеют особенно важное значение, так как способствуют уменьшению ручного времени, в состав которого мы включаем и время, необходимое для перехода рабочего от одного станка к другому.

Стилики или стеллажи для хранения необработанных и готовых деталей должны быть расположены таким образом, чтобы рабочий мог возможно быстрее взять деталь при установке ее на станок и убрать ее после окончания операции. Все измерительные инструменты должны быть так расположены на спорте или специальной доске, чтобы рабочему не приходилось тянуться и тем более ходить за ними. Если при выполнении данной операции надо работать поочередно несколькими инструментами (резцами, сверлами и т. д.), то их следует раскладывать так, чтобы они были под руками.

Стахановец тов. Пивоваров, о котором мы уже говорили, рассказывая о своем переходе на многостаночное обслуживание, отмечает, что в начале у него нехватало ручного времени, и обслуживаемые им станки имели простои. Обслуживаемые детали хранились на полу, поэтому приходилось останавливать станки и накладывать детали в корыто для охлаждающей жидкости. Измерительный инструмент находился с левой стороны и за ним надо было далеко тянуться. После устранения этих недостатков организации рабочего места соотношение ручного и машинного времени стало таким, что излишние простои станков прекратились.

Для уменьшения длины пути токаря при переходах от одного станка к другому их следует устанавливать один против дру-



Фиг. 435. Планировка рабочего места при работе на двух токарных станках.

гого (фиг. 435—I) или под углом (фиг. 435—II). На фиг. 435—I цифрой 3 обозначен стеллаж для заготовок, а цифрой 1 — для готовых деталей, обрабатываемых на первом станке. Стеллаж 2 используется для хранения заготовок, а стеллаж 4 — готовых изделий, обработка которых выполняется на втором станке. На фиг. 435—II 6 и 9 — стеллажи для заготовок, 5 и 7 — для готовых деталей, 8 — инструментальный шкафчик.

Расстановка станков по фиг. 435—II была принята многостаночником тов. Пивоваровым.

1. СИНОСУСЫ И КОСИНУСЫ

Гра- дусы	Синус (сокращенно sin)							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,017	89
1	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,032	0,035	88
2	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,049	0,052	87
3	0,052	0,055	0,058	0,061	0,064	0,067	0,070	86
4	0,070	0,073	0,076	0,078	0,081	0,084	0,087	85
5	0,087	0,090	0,093	0,096	0,099	0,102	0,105	84
6	0,105	0,107	0,110	0,113	0,116	0,119	0,122	83
7	0,122	0,125	0,128	0,131	0,133	0,136	0,139	82
8	0,139	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,156	81
9	0,156	0,159	0,162	0,165	0,165	0,171	0,174	80
10	0,174	0,177	0,180	0,183	0,186	0,188	0,191	79
11	0,191	0,194	0,197	0,199	0,202	0,205	0,208	78
12	0,208	0,211	0,214	0,216	0,219	0,222	0,225	77
13	0,225	0,228	0,231	0,233	0,236	0,239	0,242	76
14	0,242	0,245	0,248	0,250	0,253	0,256	0,259	75
15	0,259	0,262	0,264	0,267	0,270	0,273	0,276	74
16	0,276	0,278	0,281	0,284	0,287	0,290	0,292	73
17	0,292	0,295	0,298	0,301	0,303	0,306	0,309	72
18	0,309	0,312	0,315	0,317	0,320	0,323	0,326	71
19	0,326	0,328	0,331	0,334	0,337	0,339	0,342	70
20	0,342	0,345	0,347	0,350	0,353	0,356	0,358	69
21	0,358	0,361	0,364	0,367	0,369	0,372	0,375	68
22	0,375	0,377	0,380	0,383	0,385	0,388	0,391	67
23	0,391	0,393	0,396	0,399	0,401	0,404	0,407	66
24	0,407	0,409	0,412	0,415	0,417	0,420	0,423	65
25	0,423	0,425	0,428	0,431	0,433	0,436	0,438	64
26	0,438	0,441	0,444	0,446	0,449	0,451	0,454	63
27	0,454	0,457	0,459	0,462	0,464	0,467	0,469	62
28	0,469	0,472	0,475	0,477	0,489	0,482	0,485	61
29	0,485	0,487	0,490	0,492	0,495	0,497	0,500	60
30	0,500	0,503	0,505	0,508	0,510	0,513	0,515	59
31	0,515	0,518	0,520	0,522	0,525	0,527	0,530	58
32	0,530	0,532	0,535	0,537	0,540	0,542	0,545	57
33	0,545	0,547	0,550	0,552	0,554	0,557	0,559	56
34	0,559	0,562	0,564	0,566	0,569	0,571	0,574	55
35	0,574	0,576	0,578	0,581	0,583	0,585	0,588	54
36	0,588	0,590	0,592	0,595	0,597	0,599	0,602	53
37	0,602	0,604	0,606	0,609	0,611	0,613	0,616	52
38	0,616	0,618	0,620	0,623	0,625	0,627	0,629	51
39	0,629	0,632	0,634	0,636	0,638	0,641	0,643	50
40	0,643	0,645	0,647	0,649	0,652	0,654	0,656	49
41	0,656	0,658	0,660	0,663	0,665	0,667	0,669	48
42	0,669	0,671	0,673	0,676	0,678	0,680	0,682	47
43	0,682	0,684	0,686	0,688	0,690	0,693	0,695	46
44	0,695	0,697	0,699	0,701	0,703	0,705	0,707	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Гра- дусы
Косинус (сокращенно cos)								

Гра- дусы	Синус (сокращенно sin)							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	0,707	0,709	0,711	0,713	0,715	0,717	0,719	44
46	0,719	0,721	0,723	0,725	0,727	0,729	0,731	43
47	0,731	0,733	0,735	0,737	0,739	0,741	0,743	42
48	0,743	0,745	0,747	0,749	0,751	0,753	0,755	41
49	0,755	0,757	0,759	0,760	0,762	0,764	0,766	40
50	0,766	0,768	0,770	0,772	0,774	0,775	0,777	39
51	0,777	0,779	0,781	0,783	0,784	0,786	0,788	38
52	0,788	0,790	0,792	0,793	0,795	0,797	0,799	37
53	0,799	0,800	0,802	0,804	0,806	0,807	0,809	36
54	0,809	0,811	0,812	0,814	0,816	0,818	0,819	35
55	0,819	0,821	0,823	0,824	0,826	0,827	0,829	34
56	0,829	0,831	0,832	0,834	0,836	0,837	0,839	33
57	0,839	0,840	0,842	0,843	0,845	0,847	0,848	32
58	0,848	0,850	0,851	0,853	0,854	0,856	0,857	31
59	0,857	0,859	0,860	0,862	0,863	0,865	0,866	30
60	0,866	0,868	0,869	0,872	0,872	0,873	0,875	29
61	0,875	0,876	0,877	0,879	0,880	0,882	0,883	28
62	0,883	0,884	0,886	0,887	0,888	0,890	0,891	27
63	0,891	0,892	0,894	0,895	0,896	0,898	0,899	26
64	0,899	0,900	0,901	0,903	0,904	0,905	0,906	25
65	0,906	0,908	0,909	0,910	0,911	0,912	0,914	24
66	0,914	0,915	0,916	0,917	0,918	0,919	0,921	23
67	0,921	0,922	0,923	0,924	0,925	0,926	0,927	22
68	0,927	0,928	0,929	0,930	0,932	0,933	0,934	21
69	0,934	0,935	0,936	0,937	0,938	0,939	0,940	20
70	0,940	0,941	0,942	0,943	0,944	0,945	0,946	19
71	0,946	0,947	0,947	0,948	0,949	0,950	0,951	18
72	0,951	0,952	0,953	0,953	0,955	0,956	0,956	17
73	0,956	0,957	0,958	0,959	0,960	0,961	0,961	16
74	0,961	0,962	0,963	0,964	0,964	0,965	0,966	15
75	0,966	0,967	0,967	0,968	0,969	0,970	0,970	14
76	0,970	0,971	0,972	0,972	0,973	0,974	0,974	13
77	0,974	0,975	0,976	0,976	0,977	0,978	0,978	12
78	0,978	0,979	0,979	0,980	0,981	0,981	0,982	11
79	0,982	0,982	0,983	0,983	0,984	0,984	0,985	10
80	0,985	0,985	0,986	0,986	0,987	0,987	0,988	9
81	0,988	0,988	0,988	0,988	0,989	0,990	0,990	8
82	0,990	0,991	0,991	0,991	0,992	0,992	0,993	7
83	0,993	0,993	0,993	0,994	0,994	0,994	0,995	6
84	0,995	0,995	0,995	0,995	0,996	0,996	0,996	5
85	0,996	0,996	0,997	0,997	0,997	0,997	0,998	4
86	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998	0,999	0,999	3
87	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	2
88	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1
89	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Гра- дусы
Косинус (сокращенно cos)								

II. ТАНГЕНСЫ И КОТАНГЕНСЫ

Гра- дусы	Тангенс (сокращенно tg)							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,018	89
1	0,018	0,020	0,023	0,026	0,029	0,032	0,035	88
2	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,049	0,052	87
3	0,052	0,055	0,058	0,061	0,064	0,067	0,070	86
4	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,088	85
5	0,088	0,090	0,093	0,096	0,099	0,102	0,105	84
6	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	83
7	0,123	0,126	0,129	0,132	0,135	0,138	0,141	82
8	0,141	0,144	0,147	0,150	0,152	0,155	0,158	81
9	0,158	0,161	0,164	0,167	0,170	0,173	0,176	80
10	0,176	0,179	0,182	0,185	0,188	0,191	0,194	79
11	0,194	0,197	0,200	0,204	0,206	0,210	0,213	78
12	0,213	0,216	0,219	0,222	0,225	0,228	0,231	77
13	0,231	0,234	0,237	0,250	0,243	0,246	0,249	76
14	0,249	0,252	0,256	0,259	0,262	0,265	0,268	75
15	0,268	0,271	0,274	0,277	0,280	0,284	0,287	74
16	0,287	0,290	0,293	0,296	0,299	0,303	0,306	73
17	0,306	0,309	0,312	0,315	0,319	0,322	0,325	72
18	0,325	0,328	0,331	0,335	0,338	0,341	0,344	71
19	0,344	0,347	0,351	0,354	0,357	0,361	0,364	70
20	0,364	0,367	0,371	0,374	0,377	0,381	0,384	69
21	0,384	0,387	0,391	0,394	0,397	0,401	0,404	68
22	0,404	0,407	0,411	0,414	0,418	0,421	0,424	67
23	0,425	0,428	0,431	0,435	0,438	0,442	0,445	66
24	0,445	0,449	0,452	0,456	0,459	0,463	0,466	65
25	0,466	0,470	0,473	0,477	0,481	0,484	0,488	64
26	0,488	0,491	0,495	0,499	0,502	0,506	0,510	63
27	0,510	0,513	0,517	0,521	0,524	0,528	0,532	62
28	0,532	0,535	0,539	0,543	0,547	0,551	0,554	61
29	0,554	0,558	0,562	0,566	0,570	0,573	0,577	60
30	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597	0,601	59
31	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	58
32	0,625	0,629	0,633	0,637	0,641	0,645	0,649	57
33	0,649	0,654	0,658	0,662	0,666	0,670	0,675	56
34	0,675	0,679	0,683	0,687	0,692	0,696	0,700	55
35	0,700	0,705	0,709	0,713	0,718	0,722	0,727	54
36	0,727	0,731	0,736	0,740	0,744	0,749	0,754	53
37	0,754	0,758	0,763	0,767	0,772	0,777	0,781	52
38	0,781	0,786	0,791	0,795	0,800	0,805	0,810	51
39	0,810	0,815	0,819	0,824	0,829	0,834	0,839	50
40	0,839	0,844	0,849	0,854	0,859	0,864	0,869	49
41	0,869	0,874	0,880	0,885	0,890	0,895	0,900	48
42	0,900	0,906	0,911	0,916	0,922	0,927	0,933	47
43	0,933	0,938	0,943	0,949	0,955	0,960	0,966	46
44	0,966	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1,000	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0	Гра- дусы
	Котангенс (сокращенно ctg)							

Гра- дусы	Тангенс (сокращенно tg)							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	1,000	1,006	1,012	1,018	1,024	1,030	1,036	44
46	1,036	1,042	1,048	1,054	1,060	1,066	1,072	43
47	1,072	1,079	1,085	1,091	1,098	1,104	1,111	42
48	1,111	1,117	1,124	1,130	1,137	1,144	1,150	41
49	1,150	1,157	1,164	1,171	1,178	1,185	1,192	40
50	1,192	1,199	1,206	1,213	1,220	1,228	1,235	39
51	1,236	1,242	1,250	1,257	1,265	1,272	1,280	38
52	1,280	1,288	1,295	1,303	1,311	1,319	1,327	37
53	1,327	1,335	1,343	1,351	1,360	1,368	1,376	36
54	1,376	1,385	1,393	1,402	1,411	1,419	1,428	35
55	1,428	1,437	1,446	1,455	1,464	1,473	1,483	34
56	1,483	1,492	1,501	1,511	1,520	1,530	1,540	33
57	1,540	1,550	1,560	1,570	1,580	1,590	1,600	32
58	1,600	1,611	1,621	1,632	1,643	1,653	1,664	31
59	1,664	1,675	1,686	1,698	1,709	1,720	1,732	30
60	1,732	1,744	1,756	1,767	1,780	1,792	1,804	29
61	1,804	1,816	1,829	1,842	1,855	1,868	1,881	28
62	1,881	1,894	1,907	1,927	1,935	1,949	1,963	27
63	1,963	1,977	1,991	2,006	2,020	2,035	2,050	26
64	2,050	2,066	2,081	2,097	2,112	2,128	2,145	25
65	2,145	2,161	2,177	2,194	2,211	2,229	2,246	24
66	2,246	2,264	2,282	2,300	2,318	2,337	2,356	23
67	2,356	2,375	2,394	2,414	2,434	2,455	2,475	22
68	2,475	2,496	2,517	2,539	2,560	2,583	2,605	21
69	2,605	2,628	2,651	2,675	2,699	2,723	2,747	20
70	2,747	2,773	2,798	2,824	2,850	2,877	2,904	19
71	2,904	2,932	2,960	2,989	3,018	3,047	3,078	18
72	3,078	3,108	3,140	3,172	3,204	3,237	3,271	17
73	3,271	3,305	3,340	3,376	3,412	3,450	3,487	16
74	3,487	3,526	3,566	3,606	3,647	3,689	3,732	15
75	3,732	3,776	3,821	3,867	3,914	3,962	4,011	14
76	4,011	4,061	4,113	4,165	4,219	4,275	4,331	13
77	4,331	4,390	4,449	4,511	4,574	4,638	4,705	12
78	4,705	4,733	4,843	4,915	4,989	5,066	5,145	11
79	5,145	5,226	5,309	5,396	5,485	5,576	5,671	10
80	5,671	5,769	5,871	5,976	6,084	6,197	6,314	9
81	6,314	6,435	6,561	6,691	6,827	6,968	7,115	8
82	7,115	7,269	7,429	7,596	7,770	7,963	8,144	7
83	8,144	8,345	8,555	8,777	9,010	9,255	9,514	6
84	9,514	9,788	10,078	10,385	10,712	11,059	11,430	5
85	11,430	11,826	12,251	12,706	13,197	13,727	14,301	4
86	14,301	14,924	15,605	16,450	17,169	18,075	19,081	3
87	19,081	20,206	21,470	22,904	24,542	29,432	28,636	2
88	28,636	31,242	34,368	38,189	42,964	49,104	57,290	1
89	57,290	68,750	85,940	114,589	171,885	343,774		0
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Гра- дусы
	Котангенс (сокращенно ctg)							

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-------------	---

Глава первая

Основные понятия об обработке деталей машин на токарных станках

§ 1. Сущность процесса обработки металлов резанием .	5
§ 2. Общее описание токарного станка	8
§ 3. Наиболее употребительные токарные резцы и их применение	10

Глава вторая

Токарно-винторезный станок простейшего устройства

§ 4. Общее описание станка	12
§ 5. Станина станка	13
§ 6. Передняя бабка	14
§ 7. Устройство для изменения скорости вращения шпинделя	17
§ 8. Механизм подачи	19
§ 9. Супорт	22
§ 10. Задняя бабка	25

Глава третья

Узлы и детали несложных токарных станков

§ 11. Станина	27
§ 12. Передняя бабка	28
§ 13. Механизм подачи	30
§ 14. Супорт	34
§ 15. Задняя бабка	38

Глава четвертая

Основные понятия о резцах и о процессе резания

§ 16. Предварительные сведения о токарных резцах	38
§ 17. Основные сведения о процессе резания	43

Глава пятая

Предварительные сведения о работе на токарном станке

§ 18. Обслуживание токарного станка и регулировка его	48
§ 19. Организация рабочего места токаря	51
§ 20. Основные сведения о мерах безопасности при работе на токарном станке	53

Глава шестая

Закрепление деталей при обточке наружных цилиндрических поверхностей

- | | |
|---|----|
| § 21. Закрепление деталей, обрабатываемых в центрах . | 56 |
| § 22. Закрепление деталей, обрабатываемых в пагонах | 65 |

Глава седьмая

Режущие и измерительные инструменты, применяемые при обточке наружных цилиндрических поверхностей

- | | |
|--|----|
| § 23. Режущие инструменты для обточки наружных цилиндрических поверхностей | 72 |
| § 24. Инструменты для измерений при обточке наружных цилиндрических поверхностей | 77 |

Глава восьмая

Обточка наружных цилиндрических поверхностей

- | | |
|---|----|
| § 25. Основные приемы центровых и патронных работ . | 81 |
| § 26. Особенности обдирочных работ . | 86 |
| § 27. Особенности чистовых работ | 89 |

Глава девятая

Подрезка наружных уступов, проточка торцевых поверхностей, выточка канавок и отрезные работы

- | | |
|---|-----|
| § 28. Подрезка наружных уступов | 97 |
| § 29. Проточка торцевых поверхностей | 101 |
| § 30. Выточка канавок | 103 |
| § 31. Отрезные работы | 107 |

Глава десятая

Обработка отверстий

- | | |
|---|-----|
| § 32. Сверление и рассверливание отверстий | 110 |
| § 33. Расточка отверстий | 121 |
| § 34. Развертывание отверстий | 125 |
| § 35. Подрезка внутренних уступов и проточка внутренних канавок | 131 |

Глава одиннадцатая

Предварительные сведения о конусах и их элементах. Измерения конусов

- | | |
|---|-----|
| § 35. Общие сведения о конусах | 137 |
| § 37. Нормальные конусы, применяемые в машиностроении | 140 |
| § 38. Измерение наружных конусов и конических отверстий . | 142 |

Глава двенадцатая

Обработка наружных конусов и конических отверстий

- | | |
|---|-----|
| § 39. Обработка конусов широким резцом и при повернутых верхних салазках супорта | 145 |
| § 40. Обработка наружных конусов смещением задней бабки | 149 |
| § 41. Обработка конусов при помощи конусной линейки. Комбинированный способ обработки конусов | 157 |
| § 42. Обработка конических отверстий | 162 |

Глава тринадцатая

Предварительные сведения о резьбах и их элементах. Измерение треугольных резьб

- § 43. Основные сведения о резьбах 165
§ 44. Измерение треугольной резьбы 174

Глава четырнадцатая

Настройка станка при нарезании резьбы

- § 45. Основные правила подсчета сменных шестерен 177
§ 46. Примеры подсчета сменных шестерен 185

Глава пятнадцатая

Нарезание треугольной резьбы

- § 47. Нарезание треугольной резьбы резцами 191
§ 48. Нарезание треугольной резьбы метчиками и прогонками 199

Глава шестнадцатая

Нарезание трапециoidalной, прямоугольной и многоходовой резьб

- § 49. Нарезание трапециoidalной и прямоугольной резьб 207
§ 50. Нарезание многоходовой резьбы 213

Глава семнадцатая

Некоторые токарные работы, выполняемые при помощи особых приспособлений и инструментов

- § 51. Обработка на планшайбе 215
§ 52. Обработка на угольниках 216
§ 53. Обработка на оправках 217
§ 54. Особые случаи обработки в патроне с поддержкой задним центром 221
§ 55. Обработка в люнетах 223
§ 56. Обработка ступенчатых валов и отверстий 228

Глава восемнадцатая

Обработка фасонных поверхностей и эксцентричных деталей

- § 57. Обработка фасонных поверхностей фасонными резцами 233
§ 58. Обработка фасонных поверхностей одновременно продольной и поперечной подачами 236
§ 59. Обработка фасонных деталей по копирам 238
§ 60. Обработка эксцентричных деталей и коленчатых валов 240

Глава девятнадцатая

Отделочные работы, выполняемые на токарном станке

- § 61. Чистовая отделка наружных поверхностей 242
§ 62. Чистовая отделка отверстий 246
§ 63. Накатывание 247

Глава двадцатая

Дополнительные сведения об измерении деталей, обрабатываемых на токарных станках

§ 64. Погрешности при измерении деталей	249
§ 65. Точность измерения стальной линейкой, кронциркулем, нутромером и штангенциркулем	251
§ 66. Точные инструменты для измерения гладких деталей	255
§ 67. Инструменты для измерения точных резьб	261

Глава двадцать первая

Допуски и посадки

§ 68. Точность размеров деталей, достигаемая при обработке их на токарном станке	264
§ 69. Сопряжения деталей и взаимозаменяемость	265
§ 70. Основные сведения о посадках	268
§ 71. Основные сведения о допусках на обработку	269
§ 72. Зазоры и натяги	271
§ 73. Классы точности	272
§ 74. Посадки в разных классах точности	274
§ 75. Системы допусков	276
§ 76. Понятие об единице допуска на обработку. Таблицы предельных отклонений	279
§ 77. Краткие сведения о допусках на резьбу	283

Глава двадцать вторая

Предельные измерительные инструменты

§ 78. Предельные инструменты для измерения гладких деталей	286
§ 79. Предельные инструменты для измерения резьб	288

Глава двадцать третья

Дополнительные сведения о режущих инструментах, применяемых при работах на токарном станке

§ 80. Выбор углов реза в зависимости от характера работы и материала обрабатываемой детали	290
§ 81. Фасонные и резьбовые резцы	296
§ 82. Сверла для обработки глубоких отверстий	301

Глава двадцать четвертая

Материалы, конструкции и изготовление токарных резцов

§ 83. Материалы и конструкции резцов	302
§ 84. Изготовление резцов	310

Глава двадцать пятая

Основные понятия по теории резания металлов

§ 85. Образование и формы стружек при обработке металлов резанием	320
§ 86. Основные сведения о давлении резания	322
§ 87. Скорость резания и ее зависимость от различных условий работы	327

Глава двадцать шестая

Современные токарные станки

§ 88. Токарный станок с коробками скоростей и подач	338
§ 89. Некоторые узлы и детали современных токарных станков	357

Глава двадцать седьмая

Рациональное использование токарного станка

§ 90. Основные понятия о механике токарного станка	364
§ 91. Паспорт токарного станка	372
§ 92. Производительность токарного станка	378
§ 93. Выбор рационального режима работы	378

Глава двадцать восьмая

Основные сведения о технологическом процессе, о базах и базировке обрабатываемых деталей на станке

§ 94. Основные понятия о технологическом процессе и его оформлении	382
§ 95. Базы и базировка деталей на станке .	387

Глава двадцать девятая

Стахановские способы повышения производительности станка

§ 96. Изменение технологического процесса	392
§ 97. Использование рациональных режущих инструментов и приспособлений	395
§ 98. Применение специальных приемов работы	398

Глава тридцатая

Основные понятия о многостаночном обслуживании

§ 99. Общие положения об обслуживании двух станков	404
§ 100. Особенности организации работы и рабочего места при обслуживании двух станков	407

Приложения

I. Синусы и косинусы	411
II. Тангенсы и котангенсы	413





Отвѣтств. редактор *Б. Е. Бруштейн*

Подписано к печати 25/X 1946. М-05351. Печ. лист. 26 $\frac{1}{4}$. Уч.-изд. лист. 30,61.

Тираж 25 000 экз. Цена 17 р. + 2 р. переплет. Заказ № 1864

1-я тип. Майгиза. Ленинград, ул. Мохсеенко, 10.