

Ш. А. Шахбазян

В ПОМОЩЬ  
МОЛОДОМУ  
ТОКАРЮ



Ш. А. ШАХБАЗЯН



# В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ ТОКАРЮ



РОСТОВСКОЕ КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1962

Большинство деталей машин обрабатывается на токарных станках. Поэтому профессия токаря наиболее распространенная. Чтобы стать токарем, нужно знать устройство и работу режущего инструмента, конструктивные особенности станков, приемы настройки их и режимы резания.

Все эти вопросы освещаются в брошюре. Рассчитана она на широкий круг молодых рабочих-токарей и на тех, кто хочет овладеть этой интересной профессией.

## ОСНОВЫ РЕЗАНИЯ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Любая машина состоит из множества деталей, которые имеют самые разнообразные формы, размеры и чистоту поверхностей. Подавляющее большинство их изготавливается из сплавов черных и цветных металлов в литейных, кузнечно-прессовых и других заготовительных цехах.

Окончательную же форму и размеры деталям придают в механических цехах, где их обрабатывают различными способами — обтачиванием, сверлением, фрезерованием, строганием, шлифованием и др.

При выполнении всех этих операций происходит резание, т. е. удаление с обрабатываемой поверхности заготовки излишнего слоя металла, называемого припуском на обработку.

Способы обработки резанием различаются друг от друга прежде всего по применяемому инструменту, в зависимости от которого и получается название способа: точение и строгание — резцами, фрезерование — фрезами, сверление — сверлами, шлифование — специальными абразивными кругами.

Несмотря на различие, способы обработки резанием основаны на общих законах.

\* \* \*

Большинство деталей современных машин имеет форму тел вращения (цилиндрическую и реже коническую). Такая форма придается деталям при обработке на токарных станках точением. При точении сочетаются два основных рабочих движения: закрепленная в патроне (или установленная в центрах) заготовка вращается, а резец прямолинейно-поступательно перемещается вдоль обрабатываемой поверхности.

Благодаря вращению заготовки осуществляется процесс

резания, поэтому ее движение называют главным, или рабочим.

Перемещение резца обеспечивает непрерывную обработку и называется движением подачи.

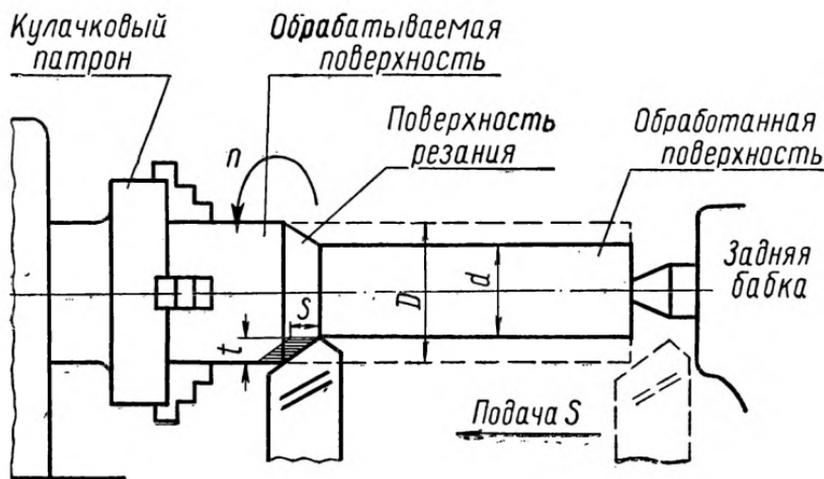


Рис 1. Схема точения.

Чтобы в каждом отдельном случае токарь мог наиболее производительно обрабатывать детали, необходимо правильно выбирать припуск на обработку, глубину резания, подачу, площадь поперечного сечения срезаемого слоя металла, скорость резания и машинное время.

**Припуском** называется излишек металла, оставленный на заготовках. Срезание его во время обработки обеспечивает геометрическую форму, размеры и чистоту поверхности готовой детали. Припуск в виде стружки удаляется резцом при каждом проходе.

Величина припуска должна быть минимальной. Если припуск большой, время на изготовление детали увеличивается, так как приходится делать большое количество проходов. В этом случае много металла переходит в стружку, а режущий инструмент изнашивается быстрее. Все это, естественно, повышает стоимость изделия.

При выборе заготовки той или иной детали из проката можно руководствоваться данными таблицы 1.

Толщина слоя металла, срезаемого с поверхности заготовки за один проход, называется **глубиной резания**. Обозначают ее буквой  $t$ , а измеряют в миллиметрах.

## Припуск при черновом обтачивании наружных поверхностей

Номинальный диаметр детали в мм	Отношение длины детали к номинальному диаметру			
	до 4	свыше 4 до 8	свыше 8 до 12	свыше 12 до 20
6 ÷ 12	2	2	3	3
12 ÷ 18	2	2	3	4
18 ÷ 30	3	3	4	4
30 ÷ 50	3	4	5	5
50 ÷ 90	5	6	7	10
90 ÷ 120	6	7	10	10
130 ÷ 200	8	8	10	10

При продольном точении цилиндрических поверхностей глубина резания может быть определена по формуле

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм,}$$

где  $D$  — диаметр до обработки в мм;

$d$  — диаметр после снятия слоя в мм.

Как видно из формулы, глубина резания—это полуразность диаметров до и после обработки. Поэтому при глубине резания диаметр заготовки изменится на  $2t$ . Так, если  $t = 2$  мм, то после первого прохода резца диаметр обрабатываемой заготовки при наружном точении уменьшится на 4 мм, а при обработке отверстия диаметр его увеличится на 4 мм.

При выборе глубины резания необходимо учитывать характер заготовки (прокат, поковка отливка), форму детали и ее жесткость. Заготовки из проката обычно имеют равномерный припуск, поэтому обдирочную операцию следует производить в один проход. Обдирку повок, отливок, имеющих неравномерный припуск и очень грубую поверхность, часто приходится осуществлять за два, а иногда за три прохода.

В зависимости от класса чистоты обрабатываемой поверхности на чистовую обработку припуск рекомендуется оставлять согласно таблице 2.

Меньшая величина припуска берется при обработке вала длиной до 1000 мм, большая — при длине вала свыше 1000 мм. Такой рациональный выбор припуска значительно сокращает время обработки, что способствует повышению производительности труда токаря.

Припуск на чистовую обработку

Диаметр вала в мм	Величина припуска на диаметр в мм	Диаметр вала в мм	Величина припуска на диаметр в мм
6 ÷ 12	1	50 ÷ 90	1,5 ÷ 2,0
12 ÷ 18	1 ÷ 1,5	90 ÷ 120	2,0
18 ÷ 30	1,5	130 ÷ 260	2,0 ÷ 2,5
30 ÷ 50	1,5 ÷ 2,0	260 ÷ 500	2,5 ÷ 3,0

Перемещение вершины резца вдоль обрабатываемой поверхности за один оборот детали называется **подачей**. Обозначается она буквой *S*, измеряется в миллиметрах за один оборот (*мм/об*). В зависимости от направления перемещения резца относительно оси обрабатываемой поверхности подача бывает продольная — параллельно оси; поперечная — перпендикулярно оси; наклонная — под углом к оси (при обтачивании конических деталей).

При обдирочных работах, учитывая принятую глубину резания, подачу необходимо увеличивать так, чтобы позволяли жесткость изделия, мощность станка и т. д. Выбранную подачу уточняют с паспортными данными и принимают ближайшее значение.

В зависимости от условий работы при черновом точении выбирают подачу  $1 \div 5$  *мм/об*. При чистовом точении подача принимается меньше  $0,3$  *мм/об*, а при получистовом —  $0,3 \div 1$  *мм/об*.

**Сечение срезаемого слоя.** При каждом проходе резца вдоль обрабатываемой поверхности срезается тонкая полоска металла. Площадь поперечного сечения этой полоски называется площадью сечения срезаемого слоя, обозначается буквой *f* и подсчитывается по формуле

$$f = a \cdot b \text{ мм}^2,$$

где *a* — толщина среза в *мм*; *b* — ширина среза в *мм*.

Из рис. 2 видно, что толщина и ширина среза зависят от расположения главного лезвия резца к направлению подачи. При работе подрезными резцами ( $\varphi = 90^\circ$ ) ширина среза равна глубине ( $b = t$ ), а толщина среза равна подаче ( $a = S$ ). Таким образом, номинальная площадь поперечного сечения срезаемого слоя представляет произведение глубины резания на подачу или ширины на толщину, т. е.

$$f = t \cdot S = a \cdot b \text{ мм}^2.$$

С изменением расположения главного режущего лезвия относительно подачи толщина и ширина изменяются, но площадь сечения остается неизменной, так как глубина резания  $t$  и подача резца  $S$  остаются одинаковыми. Поэтому

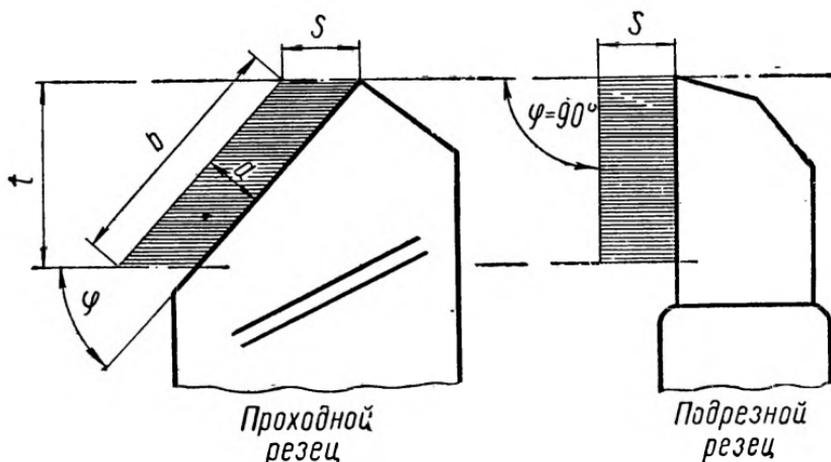


Рис. 2. Размеры срезаемого слоя.

при одинаковых условиях обработки выгодней пользоваться проходными резцами, что позволяет уменьшить толщину среза, а ширину увеличить. Это улучшает теплоотвод и уменьшает температуру режущей части резца.

**Скоростью резания** называется окружная скорость, с которой точка А перемещается относительно главного лезвия резца.

Длина окружности приблизительно в  $3,14(\pi)$  раза больше ее диаметра, поэтому точка А за один оборот совершит путь  $3,14 D$  (или  $\pi D$ ). Число оборотов шпинделя (заготовки) в минуту принято обозначать через букву  $n$ . Если  $3,14 D$  умножить на число оборотов в минуту, т. е.  $3,14 Dn$  м/мин, получим путь, проходимый точкой А, наиболее удаленной от оси вращения детали (рис. 3).

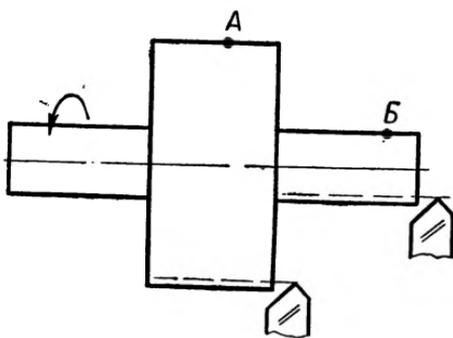


Рис. 3. Скорость резания при точении.

Скорость резания обозначается буквой  $V$  и при токарной обработке измеряется в метрах в минуту ( $м/мин$ ). В машиностроении же размеры обычно даются в миллиметрах, поэтому произведение  $\pi Dn$  необходимо разделить на 1000.

Математическая зависимость скорости резания обрабатываемого изделия при известном диаметре и числе оборотов может быть выражена формулой

$$\bar{V} = \frac{\pi Dn}{1000} \text{ м/мин,}$$

где  $D$  — диаметр заготовки в  $мм$ ;

$n$  — число оборотов шпинделя станка (заготовки) в минуту.

При известном диаметре заготовки токарь, пользуясь приведенной формулой, может легко настроить станок на определенное число оборотов  $n$  по формуле

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi D} \text{ об/мин.}$$

В зависимости от конкретных условий работы скорость резания изменяется в очень широких пределах: от нескольких метров до тысячи и более метров в минуту.

Время работы резца, за которое снимается припуск по всей длине обрабатываемой поверхности изделия, называется **машинным**, или **основным технологическим**, **временем** и обозначается буквой  $T_0$ . Определяется оно по формуле

$$T_0 = \frac{L}{nS} \text{ мин,}$$

где  $L$  — длина прохода резца в  $мм$ ;

$S$  — подача в  $мм/об$ ;

$n$  — число оборотов детали в минуту;

$i$  — количество проходов резца, за которые срезается припуск на обработку.

Расчетная длина прохода равна длине обрабатываемой поверхности плюс путь врезания и перебега резца. Путь врезания необходим для предохранения режущего лезвия; в зависимости от диаметра детали его принимают в пределах  $1 \frac{1}{3} - 3 \text{ мм}$ . Перебег резца нужен для снятия заусенца, образующегося на конце детали. Величина его принимается равной пути врезания.

## ТОКАРНЫЙ РЕЗЕЦ И ЕГО РАБОТА

На токарных станках поверхности изделий обрабатывают различными инструментами, основным из которых является резец.

По виду выполняемой работы резцы бывают проходные, подрезные, отрезные, канавочные (прорезные), расточные, резьбовые, фасонные. Большинство их применяется как для черновых (обдирочных), так и чистовых (отделочных) работ.

Все резцы по направлению подачи делятся на правые, у которых главное режущее лезвие расположено слева, при работе они перемещаются налево (от задней бабки), и левые, которые имеют главное режущее лезвие справа и производят точение при подаче от передней бабки к задней.

Основным элементом не только резца, но и любого другого металлорежущего инструмента, имеющего сложную геометрическую форму, является клин. Рабочими элементами клина служат угол заострения  $\beta$  и боковые поверхности.

Под действием силы  $P$  клин заостренной частью врезается в материал и раскалывает его на части. Чем меньше угол заострения, тем клин острее и тем меньше усилия требуется для его врезания в материал (рис. 4).

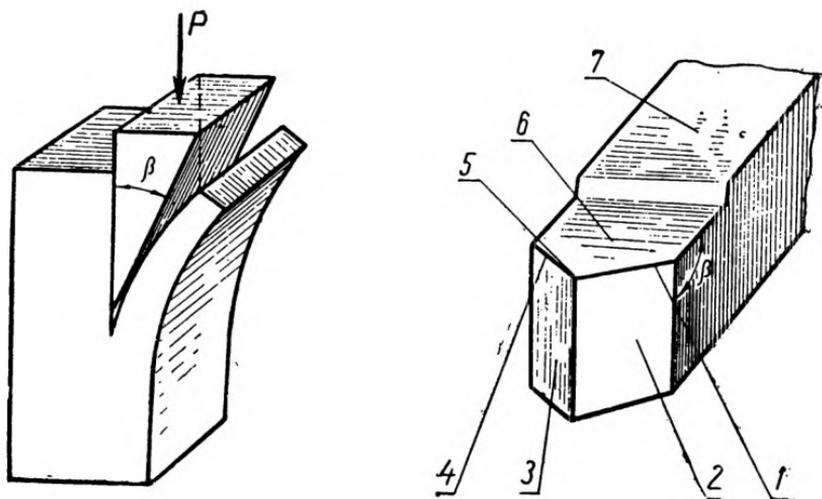


Рис. 4. Работа простого клина и токарный резец.

Токарный резец состоит из тела, закрепляемого в резцедержателе, и рабочей части (головки), которая непосредственно принимает участие в отделении срезаемого слоя металла.

Главными элементами рабочей части являются передняя поверхность, задние поверхности, режущие кромки и вершина.

По **передней поверхности 6** сходит стружка (рис. 4).

**Главная задняя поверхность 2** обращена к поверхности обработки.

**Вспомогательная задняя поверхность 3** обращена к обрабатываемой поверхности детали.

**Главная режущая кромка 1** служит для врезания лезвия резца в обрабатываемый материал.

**Вспомогательная режущая кромка 4** образуется пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей. Основное назначение ее срезать металл по толщине среза.

**Вершина резца 5** — это точка пересечения режущих кромок. Сопряжение режущих кромок в целях упрочнения затачивают с закруглением небольшого радиуса. От радиуса закругления зависит чистота обрабатываемой поверхности. У черновых резцов радиус закругления делается 0,5 мм, а у отделочных — 1; 1,5; 2 мм.

**Главные рабочие поверхности** (передняя и задняя) затачиваются в зависимости от механических свойств обра-

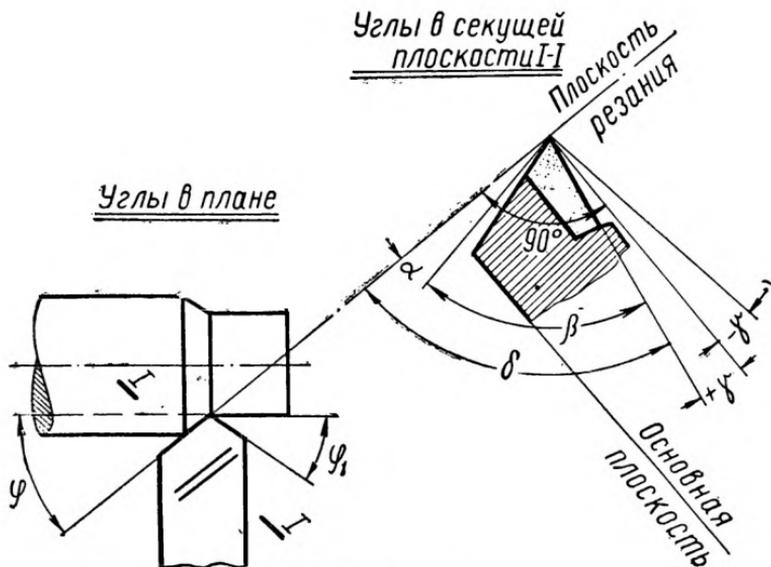


Рис. 5. Углы резца.

тываемого материала под определенными углами, которые называются углами режущей части резца.

Все углы можно разделить на углы в секущей плоскости и углы в плане.

**Главный задний угол  $\alpha$**  делается для уменьшения трения между затылочной частью резца и обрабатываемой поверхностью. Величина его выбирается в зависимости от свойства материала в пределах  $6 \div 12^\circ$ . Увеличение этого угла ослабляет прочность резца. Однако при работе с поперечной подачей (метод врезания) отрезными, прорезными, резьбовыми резцами задний угол делают  $12 \div 15^\circ$ .

Для мягких материалов  $\alpha = 10 \div 12^\circ$ , а для твердых —  $6 \div 8^\circ$ .

**Угол заострения  $\beta$**  служит для облегчения врезания в материал, поэтому при выборе величины учитывается прочность рабочей части и отвод тепла от режущего лезвия.

При обработке сталей средней твердости  $\beta = 67 \div 68^\circ$ .

**Передний угол  $\gamma$**  в процессе резания играет важную роль, так как образовавшаяся стружка сходит по передней поверхности рабочей части резца. Следовательно, чем больше угол, тем легче сползает стружка и, наоборот, чем угол меньше, тем труднее.

Обычно величина этого угла колеблется в пределах  $0 \div 25^\circ$ , а при обработке грубых, с неровностями поверхностей с целью упрочнения режущей части его делают отрицательным, до  $-10^\circ$ .

Рассмотренные углы  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  в сумме составляют  $90^\circ$ .

Величина **угла резания  $\delta$**  зависит от свойства обрабатываемого материала. В среднем она бывает  $65 \div 75^\circ$  при положительных передних углах и  $95 \div 100^\circ$  — при отрицательных.

**Главный угол в плане  $\phi$**  делают в пределах  $30 \div 90^\circ$ . При обработке коротких и жестких деталей можно брать его близким к  $30^\circ$ , а при обработке длинных малого диаметра (нежесткие) — близким к  $90^\circ$ . Наиболее часто резцы затачиваются с углом  $\phi = 45^\circ$ , так как это обеспечивает хорошую работу и позволяет обточить всевозможные фаски.

**Вспомогательный угол в плане  $\phi_1$**  помогает устранять трения между вспомогательной режущей кромкой и обработанной поверхностью, а также увеличивает чистоту обработки. В зависимости от условий  $\phi_1$  выбирается в пределах  $0 \div 30^\circ$ .

При жесткой системе станок—инструмент—деталь резец может иметь угол  $\phi_1 = 0^\circ$ , что позволяет работать с подача-

ми  $2 \div 4$  мм/об, обеспечивая хорошую чистоту поверхности детали.

Кроме указанных углов, главному лезвию придают так называемый **угол наклона**  $\lambda$ . Основное назначение его в том, чтобы придать желаемое направление сходу стружки.

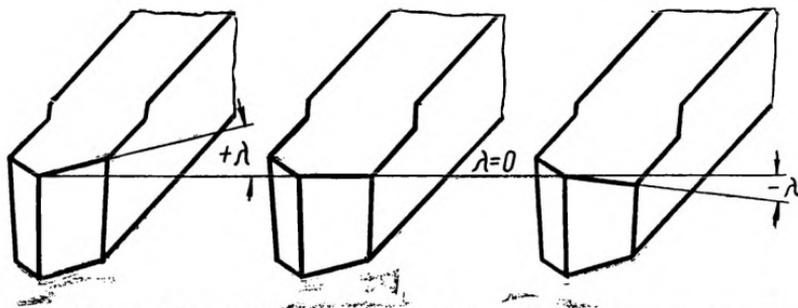


Рис. 6. Схема расположения угла наклона  $\lambda$  главного лезвия реза.

Он также влияет на прочность вершины реза. Величина и направление угла  $\lambda$  зависит от механических свойств и состояния поверхности заготовки.

При обработке заготовок с большой глубиной резания, грубой поверхностью, неравномерным припуском и работе с ударом (прерывистое резание) вершина реза сильно нагружается, что ведет к выкрашиванию и поломкам. Чтобы резец врезался в срезаемый слой, постепенно, начиная с точек, наиболее удаленных от вершины, угол наклона делается положительным:  $0 \div 5^\circ$  — для обработки заготовок с равномерным припуском без удара;  $10 \div 12^\circ$  — для обработки заготовок с неравномерным припуском.

Отрицательный угол  $\lambda$  делается при обработке заготовок из мягких сталей, цветных металлов и их сплавов.

Правильная заточка имеет важное значение при чистовом точении, когда требуется устранить касание сбегавшей стружки обрабатываемой поверхности, чтобы предотвратить царапание.

Для правильной обработки изделия необходимо устанавливать резец по вершине центра задней бабки; при черновой обработке — выше оси центров на  $\frac{1}{200}$  от диаметра заготовки, чтобы под действием давления стружки вершина оказалась в требуемом положении; при чистовой обточке — строго по оси центров.

## ОБРАЗОВАНИЕ СТРУЖКИ И ЕЕ ФОРМЫ

Знание процесса образования стружки имеет большое практическое значение, так как оно непосредственно влияет на работу резца, чистоту поверхности и в целом на производительность труда. Резание металлов сопровождается сложными физическими явлениями деформации обрабатываемого слоя материала, снимаемого в виде стружки, тепловыделения, сил трения на передней и задней поверхностях инструмента, нароста, наклепа и др.

При работе на токарном станке резец, перемещаясь вдоль обрабатываемой поверхности заготовки, с силой врежется в наружный слой и удалит его. После врезания лезвия (рис. 7) передняя поверхность давит на частицы металла, сдвигает и затем отрывает их. Давление от резца передается от первых частичек к соседним, и в результате смещается и отрывается слой в виде стружки.

Таким образом, сущность стружкообразования состоит в последовательном сдвиге частиц передней поверхностью резца и их отрыве.

В практике встречаются следующие основные виды стружки: сливная, стружка скалывания и надлома.

**Сливная стружка** получается, когда отделяемые частицы прочно связаны между собой и образуют сплошную ленту с едва заметными зазубринами на вогнутой поверхности.

Обычно такая стружка бывает при точении мягких и вязких материалов (мягкая сталь, медь, латунь, алюминий, свинец). Обработанная поверхность получается наиболее чистой.

**Стружка скалывания** образуется при обработке, главным образом, твердых и средней твердости сталей и представляет слабо связанные между собой частицы. Характерная особенность ее в том, что она получается отдельными кусками, которые, отламываясь, оставляют неровности на поверхности детали.

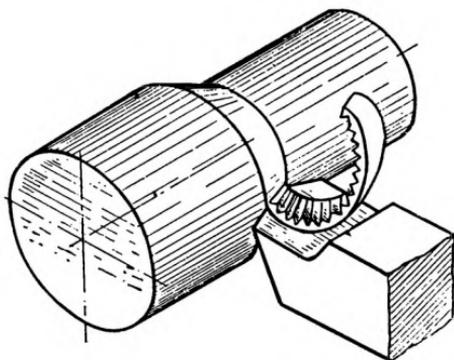


Рис. 7. Процесс образования стружки.

Установить четкую границу между стружкой скалывания и сливной практически трудно, и при различных условиях резания один вид стружки может перейти в другой. Это объясняется тем, что, помимо механических свойств (пластичность обрабатываемого материала), вид стружки зависит от скорости резания  $V$ , величины переднего угла  $\gamma$  и толщины среза (подачи).

При низких скоростях резания, большой подаче и малом переднем угле образуется, как правило, стружка скалывания.

Увеличение скорости резания, переднего угла (или уменьшение угла заострения  $\beta$ ), применение охлаждения и уменьшение толщины стружки дает сливную стружку.

**Стружка надлома** представляет собой отдельные чешуйчатообразные кусочки, отделяемые от поверхности и не связанные между собой. Такая стружка образуется при обычной скорости резания во время обработки хрупких материалов: чугуна, твердой бронзы, цинка. Поверхность изделия при этом получается очень шероховатой, потому что происходит вырывание кусочков обрабатываемого металла из поверхности детали.

Условия, при которых образуются различные виды стружки, необходимо учитывать при окончательной, чистой обработке изделий.

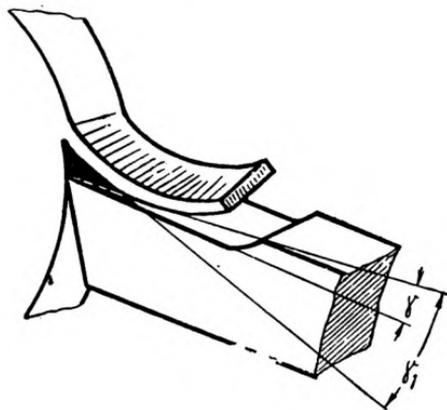


Рис. 8. Нарост на реце.

При точении мягких сталей и других вязких материалов часто можно наблюдать появление на передней поверхности, вдоль лезвия, небольшого комка как бы прилипшего металла. Этот комок называется **наростом**.

Образуется нарост под давлением, создаваемым стружкой в месте ее отделения. Твердость его в 2—2,5 раза выше, чем обрабатываемый материал.

Покрывая лезвие, нарост сам режет металл, из которого образовался.

Положительная роль нароста в том, что он защищает лезвие от износа, непосредственного действия теплоты резания, увеличивает действительную величину переднего уг-

ми, оснащенными пластинками твердого сплава, для стали — 0,4—0,6 мм, для чугуна — 0,6—0,8.

Износ по передней поверхности имеет место при обработке материалов, образующих сливную стружку, поэтому для облегчения схода стружки делают радиусную канавку.

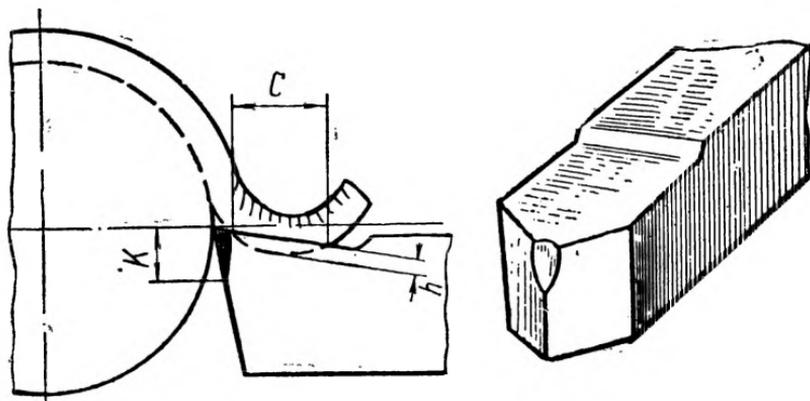


Рис. 9. Схема износа резца.

Радиус канавки для проходных резцов наружного и внутреннего точения можно принимать  $r = (10—15)S$ , где  $S$  — подача резца, а для проходных и отрезных резцов  $r = (50—60)S$ , но не менее 3 мм.

В процессе работы резец изнашивается по задней и передней поверхностям настолько, что перестает давать требуемую чистоту поверхности. При этом резко увеличивается сила резания и снижается точность обработки.

Время технологически удовлетворительной работы резца до определенной величины износа без переточки называют стойкостью. Стойкость характеризуется машинным временем работы инструмента и измеряется в минутах.

Каждый инструментальный материал имеет свои определенные свойства выдерживать большую температуру нагрева, не теряя при этом твердости. Так, например, для инструмента из углеродистой инструментальной стали температура не должна превышать 230°, для быстрорежущей — 600°, твердых сплавов — 900—950° и для минералокерамических — 1200—1250°.

Частая смена резца вызывает дополнительный расход дорогостоящего инструментального материала, абразивных кругов и увеличение количества простоев между переточками. Следовательно, назначение периода стойкости имеет

важное значение при выборе режимов резания, в особенности при выборе скорости резания.

Наиболее стойкими являются резцы, оснащенные пластинками твердого сплава и минералокерамикой, допускающие большие скорости без значительной потери твердости.

Стойкость также зависит от свойства обрабатываемого материала, сечения среза ( $tS$ ), углов заточки, формы передней поверхности и других факторов. При выбранных постоянных значениях глубины резания, подачи и скорости большая твердость обрабатываемого материала понижает стойкость резца. Особенно же резко влияет на период стойкости повышение скорости резания, так как при этом количество тепла, действующего на лезвие, увеличивается.

Для производительной работы нужно стремиться обработку производить при больших скоростях, но не огульным увеличением, а с учетом, сколько минут будет продолжаться такая удовлетворительная работа инструмента. Поэтому при назначенных величинах  $t$  и  $S$  скорость резания выбирается в соответствии с экономической стойкостью инструмента, которая обеспечивает наименьшую себестоимость обработки. Такая стойкость устанавливается в зависимости от формы главного режущего лезвия, вида инструмента, наличия охлаждения и других факторов. Для современных токарных резцов стойкость назначается в пределах 60—90 минут. Можно рекомендовать при назначении скорости пользоваться специальными таблицами режимов резания, где учитываются все перечисленные факторы, влияющие на стойкость.

## **СИЛА РЕЗАНИЯ И МОЩНОСТЬ ПРИ РЕЗАНИИ**

Частицы любого материала связаны между собой внутренней силой сцепления, поэтому при срезании верхнего слоя в обрабатываемой заготовке возникают силы сопротивления. Чтобы происходило резание, резец должен преодолевать их, а также силы, возникающие при трении стружки по передней грани и при трении главной задней грани о поверхность резания.

Равнодействующую силу сопротивления металлов резанию обозначают буквой  $P$ , причем ее величина должна быть меньше внешней силы, приложенной к резцу.

Возникающие в процессе обработки силы резания действуют одновременно как на резец, так и на деталь. Они имеют большое практическое значение, так как по их вели-

чине определяется необходимый расход мощности, значит, рациональное использование станка и инструмента.

На рис. 10 видно, что сила  $P$ , действующая на резец, направлена под некоторым углом к вершинам параллелепипеда. Полную силу  $P$  раскладывают на три составляющие—  $P_z$ ,  $P_x$ ,  $P_y$ , расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях.

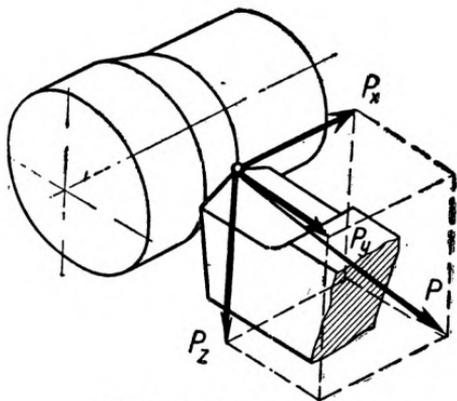


Рис. 10. Силы резания.

Сила  $P_z$  является главной составляющей силой резания и действует касательно поверхности точения в точке касания режущей кромки (в направлении скорости резания). Величина этой силы меньше полной примерно на

10%, поэтому для определения мощности и других расчетов учитывают  $P_z$  и она называется силой резания.

Вторая составляющая—  $P_x$  направлена вдоль обрабатываемой поверхности (параллельно подаче) и называется осевой силой, или силой подачи. Эта сила стремится оттолкнуть резец от поверхности резания по направлению к задней бабке.

Третья составляющая—  $P_y$  называется радиальной силой, так как направлена по радиусу заготовки. Под влиянием радиальной силы в процессе резания происходит прогиб тонких длинных деталей, отгибаются расточные резцы и поэтому возникают нежелательные вибрации.

Из этих трех составляющих сил резания постоянно действует во всех случаях обработки  $P_z$ , а  $P_x$  и  $P_y$  могут по отдельности отсутствовать.

При работе проходными резцами действуют все три составляющие, при подрезных— только  $P_z$  и  $P_x$ , а при работе отрезными (канавочными) резцами—  $P_z$  и  $P_y$ .

Главным фактором, определяющим величину силы резания  $P_z$ , является свойство обрабатываемого материала. Чем прочнее материал, тем сильнее он сопротивляется резанию, тем больше сила резания.

Существенное влияние также оказывают передний угол, угол в плане, сечение срезаемого слоя, радиус закругления вершины резца, скорость резания, охлаждение и др.

Чтобы при определении силы резания учесть влияние каждого фактора, для различных металлов экспериментально установлены постоянные коэффициенты  $K$ . Опытным путем также установлено, что при работе резцом с острой режущей кромкой и углом в плане  $\varphi = 45^\circ$  между величинами составляющих сил существует зависимость.

$$P_x = 0,25 P_z; P_y = 0,4 P_z.$$

Касательная сила резания для практических целей может быть определена по формуле

$$P_z = K f \text{ кг},$$

где  $K$  — коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал в  $\text{кг/мм}^2$ ;

$f$  — площадь поперечного сечения ( $tS$ ) срезаемого слоя в  $\text{мм}^2$ .

Для наиболее употребительных сортов металлов при обычных условиях обработки опытным путем установлен коэффициент резания.

Таблица 3

Значение постоянного коэффициента

Углеродистые и легированные конструкционные стали									
Предел прочности $\sigma_B$ в $\text{кг/мм}^2$	30÷40	40÷50	50÷60	60÷70	70÷80	80÷90	90÷100	100÷110	110÷120
Коэффициент $K$	138	152	162	178	191	200	226	240	260
	ч	у	г	у	н	ы			
Твердость по Бринеллю $H_B$	140÷160	160÷180	180÷200	200÷220	220÷240	240÷260			
Коэффициент $K$	81	86	92	98	104	108			

При обработке цветных металлов и их сплавов коэффициент резания принимается: бронза средней твердости—55; медь — 95—115; алюминий и силумины—40; дюралюминий средней твердости — 80.

Пользуясь таблицей, можно с достаточной для токарной практики точностью определить величину силы резания.

**Пример.** Определить  $P_z$  при обточке углеродистой стали  $\sigma_B = 65 \text{ кг/мм}^2$ , если глубина резания  $t = 4 \text{ мм}$ , подача

$S = 0,78$  мм/об, главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\gamma = 15^\circ$  и обработка производится без охлаждения.

По таблице 3 находим, что  $K = 178$ , а площадь поперечного сечения

$$f = t \cdot S = 4 \cdot 0,78 = 3,12 \text{ мм}^2.$$

Подставляем полученные величины в формулу

$$P_z = K \cdot f = K \cdot t \cdot S = 178 \cdot 3,12 = 55 \text{ кг}.$$

При получении готовой детали затрачивается определенное количество энергии на удаление припуска в виде стружки. Чтобы снять стружку с обрабатываемой поверхности, нужно преодолеть силу сцепления частиц материала, поэтому на режущее лезвие резца действует сила резания по всей длине точения. Обычно принято всю расходуемую на снятие стружки работу выражать через мощность, т. е. количество энергии, которая затрачивается в течение одной секунды.

Работа, выполненная в одну секунду, называется мощностью и измеряется в лошадиных силах или в киловаттах

$$(1 \text{ лс} = 75 \text{ кгм/сек}, 1 \text{ квт} = 1,36 \text{ лс} = 102 \text{ кгм/сек}).$$

Мощность, затрачиваемая непосредственно на процесс резания металла, называется полезной (эффективной) и обозначается буквой  $N_9$ .

При практических расчетах полезная мощность, затрачиваемая на резание (вращение заготовки), определяется по формуле

$$N_9 = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 75} \text{ лс},$$

где  $P_z$  — сила резания в кг;

$V$  — скорость резания в м/мин;

75 кгм/сек — единица лошадиной силы.

Вводя в эту формулу переводный коэффициент — 1,36, получим мощность в киловаттах

$$N_9 = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 102} \text{ квт}.$$

Мощность, рассчитанная по этой формуле при обычном точении, составляет на современных станках с коробкой скоростей 0,70—0,80 от всей мощности электродвигателя.

В практике токарной обработки, используя мощность шпинделя, которая имеется в паспорте каждого станка, можно найти наибольшую скорость резания  $V_N$ , при которой следует вести обработку.

При рациональном использовании станка мощность резания  $N_\rho$  должна быть равна или меньше мощности шпинделя  $N_{шп}$ , получаемой от электродвигателя.

Решив формулу скорости относительно скорости резания  $V$  и заменив  $N_\rho$  на  $N_{шп}$ , получим:

$$V_N = \frac{N_{шп} \cdot 60 \cdot 102}{P_z} \text{ м/мин.}$$

Рассмотрим пример практического определения наибольшей скорости резания.

На станке 1К62 требуется обточить вал  $\varnothing 70$  мм из стали с пределом прочности  $\sigma_b = 55 \text{ кг/мм}^2$ .

Необходимо определить наибольшее число оборотов шпинделя, если  $t = 3,5 \text{ мм}$ ,  $S = 0,60 \text{ мм/об}$ , передний угол  $\gamma = 15^\circ$  и угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ .

Согласно паспорту станка  $N_m = 10 \text{ кВт}$  и  $\eta = 0,78$ , поэтому мощность на шпинделе получится  $N_{шп} = 10 \cdot 0,78 = 7,8 \text{ кВт}$ .

Силу резания находим по формуле

$$P_z = K \cdot f \text{ кг},$$

$$f = 3,5 \times 0,6 = 2,1 \text{ мм}^2, K = 162 \text{ кг/мм}^2 \text{ (по табл. 3),}$$

$$P_z = 162 \times 2,1 = 340 \text{ кг}.$$

Теперь находим величину наибольшей скорости резания по мощности на шпинделе станка

$$V_N = \frac{N_{шп} \cdot 60 \cdot 102}{P_z} = \frac{7,8 \cdot 60 \cdot 102}{340} \approx 140 \text{ м/мин}$$

Искомое число оборотов шпинделя находим из формулы

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi D} = \frac{140 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70} = 636 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее меньшее из ряда (по паспорту) число оборотов, имеющихся на станке,  $n = 600 \text{ об/мин}$ .

Знание этих формул и простейшие расчеты позволяют токарю при заданных глубине и подаче быстро находить наиболее рациональную скорость резания.

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О МАТЕРИАЛАХ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Большинство деталей машин изготавливается из сравнительно дешевых и прочных черных металлов (сталь и чугун).

Черные металлы представляют собой сплав железа с углеродом. Железоуглеродистые сплавы, которые содержат до 2% углерода, называют сталью, а 2—6,7% — чугуном.

Кроме углерода, в чугуне и стали содержатся кремний, марганец, фосфор, сера, которые влияют на механические свойства металла.

К основным механическим свойствам материалов относятся: прочность, твердость, упругость, пластичность, ударная вязкость.

Из всех этих свойств особое значение имеют прочность и твердость, так как в зависимости от них назначают режимы обработки, материал режущей части и тип резца.

Прочностью называется способность металлов сопротивляться разрушению под действием внешних сил. Обычно прочность материалов определяется растяжением, а предел прочности представляет напряжение, полученное при делении силы, при которой наступает разрушение, на площадь поперечного сечения образца.

В таблицах механических свойств предел прочности различных материалов обозначается  $\sigma_b$  и измеряется в  $кг/мм^2$

$$\sigma_b = \frac{P}{F_0} \text{ кг/мм}^2$$

Твердостью металлов и сплавов называется способность оказывать сопротивление внедрению в поверхность другого тела. Обозначается твердость по Бринеллю Нв.

Твердость имеет важное значение, так как для снятия стружки с поверхности заготовки необходимо, чтобы твердость инструмента была не менее чем в 3 раза больше твердости изделия.

### Чугунные отливки

В зависимости от химического состава и технологии получения чугунные детали приобретают разные структуру и механические свойства (табл. 4).

Таблица 4

## Отливки из серого чугуна (ГОСТ 1412—54)

Малая прочность		Средняя прочность		Прочие	
марка чугуна	твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub>	марка чугуна	твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub>	марка чугуна	твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub>
СЧ12-28 .	143÷229	СЧ21-40	170÷241	СЧ32-52	187÷255
СЧ15-32 .	163÷229	СЧ24-44	170÷241	СЧ35-56	197÷269
СЧ18-36 .	170÷229	СЧ28-48	170÷241	СЧ38-60	207÷269

Буквы СЧ обозначают—серый чугун. Цифры после букв указывают предел прочности при растяжении и изгибе.

Таблица 5

## Отливки из ковкого чугуна (ГОСТ 1215—59)

Марка чугуна	Твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub> , не более	Марка чугуна	Твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub> , не более	Марка чугуна	Твёрдость по Бринеллю Н <sub>В</sub> , не более
КЧ30-6	163	КЧ37-12	163	КЧ56-4	269
КЧ33-8	163	КЧ45-6	241	КЧ60-3	269
КЧ35-10 .	163	КЧ50-4	241	КЧ63-2	269

Буквы КЧ обозначают — ковкий чугун, а цифры после букв — предел прочности при растяжении и относительное удлинение.

## Сталь

Сорта стали отличаются друг от друга по химическому составу и механическим свойствам. По назначению сталь подразделяется на конструкционную и инструментальную. Первую применяют для изготовления деталей машин и различных сооружений, а вторую — для различных режущих (резцы, сверла, фрезы), измерительных и других инструментов.

Конструкционные углеродистые стали бывают обыкновенные и качественные.

Обыкновенные стали применяются для строительных конструкций, крепежных деталей, листового проката, болтов, арматуры и т. д. Качественные идут в основном для изготовления деталей машин (валов, осей, зубчатых колес, винтов, колес),

Для маркировки стали используют буквенно-цифровую систему. Сталь обыкновенного качества обозначают буквами Ст, а справа пишут цифру условного номера ее марки (табл. 6).

Таблица 6

**Механические качества углеродистой стали  
обыкновенного качества**

Марка стали	Предел прочности $\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	Марка стали	Предел прочности $\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>
Ст. 0 .	32 ÷ 47	Ст. 4 .	42 ÷ 52
Ст. 1 .	32 ÷ 40	Ст. 5 .	50 ÷ 62
Ст. 2 .	34 ÷ 42	Ст. 6 .	60 ÷ 72
Ст. 3 .	38 ÷ 47	Ст. 7 .	70 ÷ 80 и выше

Качественную сталь обозначают двумя цифрами, характеризующими среднее количество углерода в сотых долях процента, например: 0,8, 10, 15, 20 и т. д. С увеличением количества углерода твердость стали повышается (табл. 7).

Таблица 7

**Механические свойства качественной конструкционной стали**

Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю $H_B$	Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю $H_B$
08	32	131	40	57	217
10	34	137	45	60	241
15	37	143	50	63	241
20	41	156	55	64	255
25	44	170	60	65	255
30	48	119	65	66	255
35	52	187	70	67	269

Если в состав качественной конструкционной стали, кроме углерода, входят хром, никель, марганец и другие элементы, ее механические, физические и химические свойства значительно повышаются. Такую сталь называют легированной.

Легированные стали в маркировке имеют дополнительные буквенные обозначения, которые указывают на наличие того или иного элемента. Например, в стали марок ОХ, ОХН, помимо углерода, входят хром и никель,

Кроме черных металлов (сталь, чугун), в автомобильной промышленности, приборостроении, сельскохозяйственном машиностроении и при различных ремонтных работах широко применяются также цветные металлы и их сплавы.

### **Инструментальные материалы для изготовления токарных резцов**

На режущих кромках токарного резца в процессе резания возникает высокая температура, появляется давление, вследствие чего происходит износ рабочих поверхностей его и инструмент становится негодным для использования. Чтобы резец возможно дольше работал без переточки, материал, из которого он изготовлен, должен хорошо сопротивляться износу при высокой температуре, быть значительно тверже обрабатываемого металла и обладать достаточной прочностью. Для изготовления токарных резцов в настоящее время применяют четыре основные группы инструментальных материалов, которые обеспечивают производительную обработку деталей из всевозможных материалов.

**Углеродистые инструментальные стали** применяются для токарных резцов, главным образом при обработке неметаллических и мягких материалов. Широко используются стали марок У10А, У11А и У12А (ГОСТ 1435—54). В этих марках буква У обозначает, что сталь углеродистая инструментальная, а цифры указывают на среднее содержание углерода в десятых долях процента; буква А показывает, что сталь получена в электрических печах и является высококачественной. Для токарных резцов общего назначения эти стали непригодны, так как обладают низкой теплостойкостью. Уже при температуре 200—250° закаленная режущая часть резцов из этих сталей теряет твердость и резец тупится.

**Быстрорежущая сталь.** В отличие от углеродистой инструментальной стали содержит, кроме углерода, в качестве основных примесей вольфрам, хром и ванадий, которые придают ей хорошие режущие свойства и более высокую теплостойкость. Инструменты (резцы, сверла, развертки и др.), изготовленные из быстрорежущей стали, после закалки приобретают большую твердость и сохраняют способность резания при температурах до 550—600°. Хотя во многих случаях быстрорежущие стали не обеспечивают обработки деталей из твердых материалов и на повышенных скоростях, однако еще многие инструменты и, особенно,

резцы для автоматной обработки изготавливаются только из них. Наиболее распространены марки быстрорежущей стали Р18 и Р9.

**Твердые сплавы.** В настоящее время основным инструментом для изготовления большинства токарных резцов являются различные марки твердых сплавов. Эти материалы используются в виде пластинок, которые получают путем спекания смеси порошков карбидов вольфрама и титана с кобальтом при температуре 1400—1600°

Наша инструментальная промышленность выпускает две группы сплавов: вольфрамокобальтовые (ВК) и титановольфрамокобальтовые (ТК).

Группы твердых вольфрамокобальтовых сплавов маркируют ВК15, ВК8, ВК6 и ВК3, ВК2, а титановольфрамокобальтовых — Т5К10, Т15К6, Т30К4 и Т60К6.

Каждая из этих групп имеет определенную область применения.

Резцы с пластинками вольфрамокобальтовых сплавов применяют, как правило, при обработке хрупких материалов (чугун, бронза), а также при обдирке стали, когда срезаются очень большие сечения стружки при низкой скорости. Твердые сплавы группы ТК применяются в металлообработке, в зависимости от марки для обдирочного, получистового, чистового и тонкого («алмазного») точения.

В таблице 8 даны основные свойства и область применения твердых сплавов.

Преимущество твердых сплавов в том, что они обладают хорошими режущими свойствами, высокой твердостью, сопротивляемостью на истирание сходящей стружки и сохраняют эти качества при температуре 900—1000°.

В настоящее время при обработке металлов резанием осваиваются более красностойкие минералокерамические сплавы, используемые в виде пластинок, прикрепляемых к державкам резцов. Исходным материалом для их изготовления служит минеральное сырье, содержащее окись алюминия —  $Al_2O_3$ . Наибольшее распространение получил минералокерамический сплав марки ЦМ332.

Минералокерамические материалы отличаются высокой красностойкостью (1200—1250°), значительной износостойкостью, что позволяет производить ими обработку на повышенных скоростях. Однако малая прочность и большая хрупкость минералокерамических пластинок пока ограничивают их массовое использование.

Назначение основных марок твердых сплавов

Группа и марки твердых сплавов	Твердость HRA	Обрабатываемый материал	Область применения
ВК15 . ВК8 .	86,0 88,0	Чугун, цветные металлы и неметаллические материалы	Черновое и получистовое точение при неравномерном сечении стружки и прерывистом резании
ВК6 .	88,0		Черновая и чистовая обработка при непрерывном резании
ВК3 . ВК2 . .	89,0 90,0		Чистовая обработка при непрерывном резании с большой скоростью
Т5К10 . .	88,5		Черновое и фасонное точение при непрерывном резании
Т15К6 .	90,0	Углеродистые и легированные стали	Получистовое и чистовое точение
Т30К4 . .	92,0		Точение и растачивание стали с малым сечением стружки при больших скоростях
Т60К6 .	90,0		Тонкое точение

### ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

Для тех или других машин детали могут производиться в различных цехах одного завода, а также часто и на разных заводах.

Несмотря на это, любая изготовленная деталь должна быть годной по своим размерам, геометрической форме, а при сборке машины безо всякой подгонки становиться на определенное ей место и удовлетворительно выполнять свои функции.

Такие детали называются взаимозаменяемыми.

Взаимозаменяемость улучшает качество продукции, увеличивает производительность труда. Большое значение имеет она не только в условиях заводской сборки, но и при эксплуатации машин, например при замене вышедших из строя деталей другими, запасными. Обычно эта операция легко и быстро выполняется на месте и не требует специально оборудованных мастерских.

Производство запасных деталей для автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин, двигателей в настоящее время организовано в больших масштабах.

Даже на заводах единичного машиностроения широко используется принцип взаимозаменяемости.

Чтобы удовлетворить условную взаимозаменяемость, готовые детали должны быть одинаковой точности, т. е. иметь правильную геометрическую форму, размеры и требуемую чистоту. Под точностью обработки следует понимать степень приближения готовой детали по всем размерам, форме и чистоте поверхностей к значениям, заданным чертежом.

Практика показала, что получить абсолютно точные детали невозможно. Их размеры будут иметь незначительные отклонения как между собой, так и от данных чертежа. Эти отклонения и возникают в результате неточностей системы станок—приспособление—инструмент—деталь и отличаются значительным разнообразием. Поэтому на практике добиваются такой точности, которая бы обеспечивала правильное взаимодействие частей собранного механизма. Для этого вводятся допустимые отклонения на все линейные размеры.

**Основные понятия о допусках.** Размеры деталей выбираются на основании расчета на прочность или на основании конструктивных особенностей при проектировании машин. Называются они номинальными и являются основными. Размеры, полученные при обработке и измеренные с наивысшей, практически достижимой точностью, называются действительными.

На практике же мы имеем дело с наблюдаемыми или полученными размерами, установленными при производственных измерениях с заданной точностью обычными измерительными инструментами. Поэтому размер, полученный путем измерения после обработки детали, просто будет считаться действительным.

При массовом производстве размеры могут иметь самые различные значения, так как обработка осуществляется на многих станках соответствующими инструментами, и в каждом отдельном случае могут иметь место неточности. Чтобы указать границы, между которыми может находиться размер изготовленной детали, устанавливают его наибольшие и наименьшие величины, называемые предельными размерами. Предельных размеров два: наибольший и наименьший. Разность между ними называется допуском на изготовление.

Отклонения на рабочих чертежах даются в долях миллиметра, и величину их назначают по специальным таблицам допусков для каждого интервала диаметров.

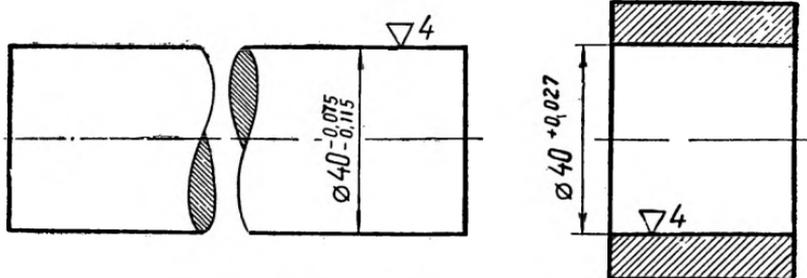


Рис. 11. Простановка отклонений размеров.

**Пример.** Надо изготовить вал и втулку (рис. 11). Диаметр вала  $40 \begin{smallmatrix} -0,075 \\ -0,115 \end{smallmatrix}$ , отверстия —  $40^{+0,027}$

В данном примере общий для двух деталей номинальный размер 40 мм.

При изготовлении вала получим:

наибольший предельный размер — 39,925 мм,

наименьший предельный размер — 39,885 мм.

Для отверстия:

наибольший предельный размер — 40,027 мм,

наименьший предельный размер — 40,0 мм.

Отклонения, равные нулю, на чертеже не проставляются, и наименьший предельный размер равен номинальному. Все размеры диаметров, полученные в процессе изготовления вала и отверстия, равные указанным, или любой размер между ними будут годными.

Токарь в практической работе должен по данным отклонениям определить допуск, так как разрешаемые при изготовлении данной детали возможные погрешности или неточности не должны превышать его величину.

Из сказанного вытекает, что чем больше допуск, тем проще изготовление детали.

На рис. 12 дается графическое изображение всех рассмотренных величин, которые более наглядно дают представление о размерах сопряженных деталей.

На рабочих чертежах деталей машин предельные размеры отклонений указываются более мелким шрифтом, верхнее над нижним.

Допускаемые отклонения, применяемые в современном машиностроении, с достаточной точностью позволяют изготовление любых изделий. При обтачивании на токарном станке различных деталей необходимо обеспечить следующие основные технические требования: точность размеров детали; точность формы детали, т. е. степень соответствия отдельных участков тем геометрическим формам, которые указаны на рабочих чертежах; точность взаимного расположения отдельных участков; чистота обработки, соответствующая требованиям чертежа.

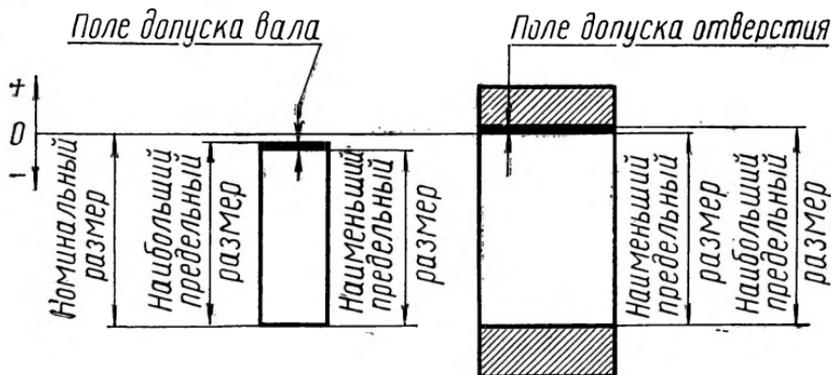


Рис. 12. Предельные размеры и поля допусков.

**Точность размеров**, как уже было сказано, обеспечивается предельными отклонениями. Неточность формы каждой цилиндрической ступени деталей может выражаться в овальности, конусности и т. п., но величина их отклонений не может быть больше, чем допуск на размер.

На чертежах также указываются неточность взаимного расположения отдельных участков (биение), величина несовпадения осей отдельных поверхностей. Ниже даны некоторые обозначения этих погрешностей. Условные обозначения на рис. 13 показывают:

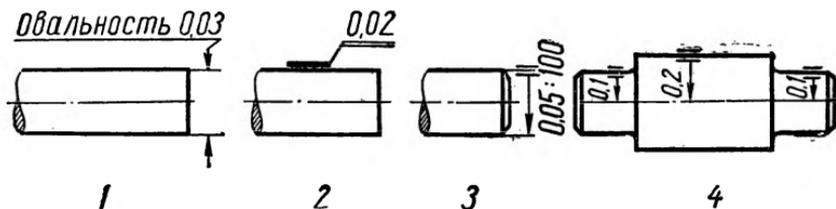


Рис. 13. Условные обозначения неточностей формы.

1. Овальность по диаметру не более 0,03 мм.
2. Отклонение от прямолинейности образующих не более 0,02 мм.
3. Конусность не более 0,05 по длине 100 мм.
4. Радиальное биение в центрах, соответственно, не более 0,1 и 0,2 мм.

**Сопряжение деталей.** Изготавливаемые различными способами детали машин при сборке соприкасаются своими рабочими поверхностями. Размеры этих поверхностей парных деталей называются сопряженными, имеют одинаковую геометрическую форму и незначительно отличаются по величине.

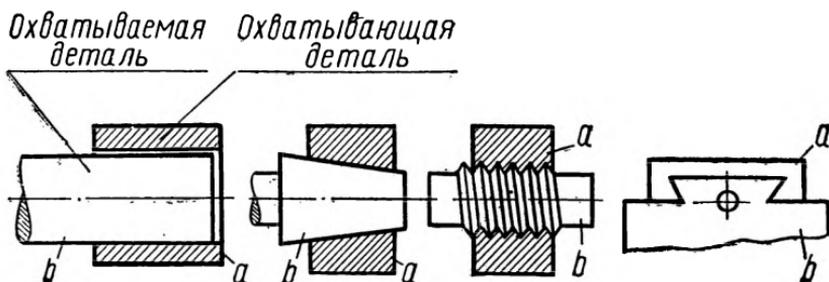


Рис. 14. Виды сопряженных поверхностей.

При соединении двух деталей одна из них как бы охватывает другую, поэтому для удобства практики охватывающую называют отверстием, а охватываемую — валом.

Существуют различные формы сопрягаемых поверхностей, но наиболее часто встречаются цилиндрические, конические, резьбовые и плоские.

**Посадки.** Детали машин и механизмов в процессе работы должны совершать относительное движение или находиться в неподвижном состоянии. Основным условием нормальной работы всякой машины является правильный выбор и осуществление характера сопряжения ее деталей, или, как говорят, посадок.

Посадкой называется характер соединения двух вставленных одна в другую деталей (представляет определенное соотношение действительных размеров вала и отверстия), обеспечивающих относительное их перемещение или неподвижность.

В машиностроении все посадки подразделяются на две основные группы: подвижные и неподвижные.

## Типы посадок и их обозначения:

### I. Подвижные

1. Скользящая — С
2. Движения — Д
3. Ходовая — Х
4. Легкоходовая — Л
5. Широкоходовая — Ш

### II. Неподвижные

1. Горячая — Гр
2. Прессовая — Пр
3. Легкопрессовая — Пл
4. Глухая — Г
5. Тугая — Т
6. Напряженная — Н
7. Плотная — П

Буквы соответствующих посадок являются сокращенными условными обозначениями и на чертежах проставляются справа от номинального размера.

Посадки Г, Т, Н и П при некоторых действительных размерах сопрягаемых деталей дают подвижные, а при других — неподвижные соединения, поэтому их иногда называют переходными.

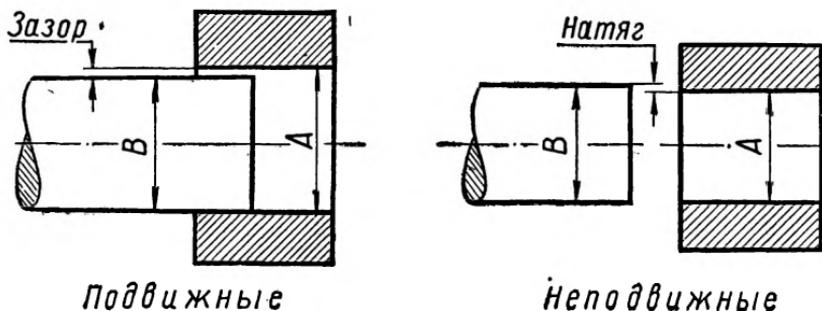


Рис. 15. Характер соединений.

В зависимости от соотношения действительных размеров вала и отверстия при их соединении могут получаться зазоры или натяги (рис. 15). Величина зазоров и натягов определяется величинами допусков сопрягаемых деталей.

**Классы точности и системы допусков.** Из практики известно, что не обязательно для всех машин изготавливать детали с одинаковой точностью, так как чем точнее деталь, тем больше приходится затрачивать труда.

В целях удешевления стоимости деталей ее точность устанавливается в зависимости от характера работы, выполняемой машиной. Величина допустимых отклонений размера определяется по классам точности в зависимости от диаметров и посадок.

В машиностроении предусмотрены следующие классы точности:

а) для диапазона диаметров  $1 \div 500$  мм

(десять классов точности)

1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5

7, 8, 9,

для посадочных размеров

для свободных размеров

б) для диапазона размера свыше 500 до 10000 мм

(двенадцать классов точности)

1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5

7, 8, 9, 10, 11

для посадочных размеров

для свободных размеров

Номера присвоены в порядке убывания точности. На рабочих чертежах классы точности и соответствующие посадки указывают после номинального размера. Например,  $\varnothing 45$  С<sub>4</sub> означает: скользящая посадка 4-го класса точности,  $\varnothing 50$  Гр — горячая посадка 2-го класса точности. Ввиду того что 2-й класс точности служит основным и применяется особенно широко, он не имеет цифрового обозначения.

Все посадки, установленные стандартами на допуски и посадки, могут быть осуществлены по системе отверстия или по системе вала.

В системе отверстия для всех посадок одного и того же класса точности при одинаковых номинальных размерах, предельные размеры отверстия остаются постоянными, а требуемая посадка получается за счет изменения предельных размеров вала.

Система вала характеризуется тем, что при тех же условиях предельные размеры вала остаются постоянными, а посадка получается с изменением предельных размеров отверстия. Система отверстия обозначается буквой А, а система вала — буквой В. Система отверстия имеет большее применение, так как ее основным достоинством является сокращение ассортимента режущего и измерительного инструментов при обработке вала.

**Чистота поверхностей.** Под чистотой поверхностей понимается величина размера микронеровностей, обуславливающих шероховатость обработанной различными способами поверхности. В процессе удаления стружки резцом на поверхности детали образуется след от инструмента под действием вибраций, трения его по детали, вырывания частичек металла и других факторов.

По ГОСТу 2789—59 принято 14 классов чистоты изготавливаемых деталей и изделий из любых материалов, кроме дерева. Они обычно указываются на рабочих чертежах.

## ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Колебания размеров у сопрягаемых деталей не должны превышать десятых, сотых, а нередко даже тысячных долей миллиметра. Чтобы уловить такие незначительные отклонения, требуется во время изготовления деталей производить неоднократные измерения точными мерительными инструментами.

В производственных условиях поверхности деталей обрабатываются с разной точностью, поэтому при измерениях их необходимо учитывать допуски на изготовление. В связи с этим назначается соответствующий мерительный инструмент, а цена деления его выбирается примерно в 3 раза меньше, чем величина допуска. Например, при обработке поверхностей с допуском 0,150 мм нужно пользоваться штангенциркулем, а с допуском 0,025 мм — микрометром.

Измерением определяют, насколько действительный размер отличается от номинального, или устанавливают годность изготовленных деталей (при использовании калибров).

Точность измерений зависит от состояния инструмента, температуры его и детали (она должна быть в пределах 20°), давления мерительного инструмента на деталь и т. д.

В зависимости от требуемой точности применяют большое разнообразие измерительных инструментов и приборов. Их можно разделить на следующие группы:

1. Линейки, кронциркули, нутромеры, дающие точность до 0,5 мм.

2. Штангенциркуль с ценой деления 0,1; 0,05; 0,02 мм для посадочных размеров.

3. Микрометры и индикаторы с точностью 0,01 мм для измерения шлифованных поверхностей и проверки на точность узлов станка.

4. Калибры — проверочные инструменты, используемые при контроле деталей, изготавливаемых в массовом производстве.

Если требуется точность менее 0,01 мм, пользуются паскаметрами (индикаторными скобами, рычажными инди-

торами, миниметрами с ценой деления до 0,001 мм и другими приборами).

**Штангенциркуль** — очень распространенный универсальный мерительный инструмент. Предназначен он для измерения наружных и внутренних размеров. Точность инструмента повышается за счет использования дополнительной линейки — нониуса, позволяющей получать отсчет дробных частей (0,1; 0,05 и 0,02 мм). Для того чтобы уяснить правила пользования штангенциркулем, необходимо рассмотреть зависимость между делениями основной линейки (штанги) и шкалой нониуса. Основное отличие между этими линейками состоит в том, что интервал делений основной линейки в один миллиметр, а нониуса — меньше на определенную величину. Например, если сдвинуть вплотную измерительные поверхности (губки) штангенциркуля с точностью 0,05, то нулевые риски совпадают, а последнее деление нониуса находится против 39-го деления основной линейки (рис. 16).

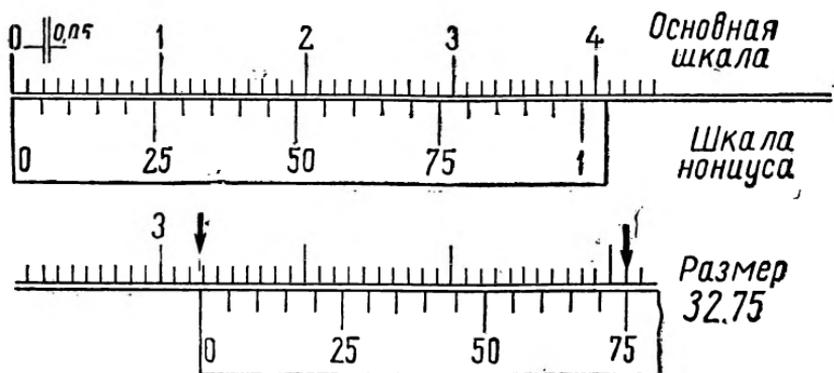


Рис. 16. Нониус штангенциркуля с точностью 0,05 мм и пример отсчета.

На нониусной линейке имеется 20 делений, которые в сумме равны 39 мм, поэтому интервал между соседними штрихами получится  $39 : 20 = 1,95$  мм.

Таким образом, деление нониуса меньше миллиметрового деления линейки на 0,05 мм. Это значит, что штангенциркуль имеет точность 0,05 мм.

Для удобства пользования нониусом его деления указаны числами сотых долей миллиметра через каждые 5 делений. При измерении отсчет целых миллиметров производят по делениям основной линейки (штанги), находящимся левее нулевого штриха нониуса, а дробная величина размера

определяется по самой шкале нониуса. Для этого находят деление нониуса, которое точнее других совпадает с каким-либо делением штанги.

По такому-же принципу устроены штангенрейсмусы, штангенглубиномеры и штангензубомеры.

**Микрометры** (рис. 17) служат для измерений наружных размеров с точностью 0,01 мм. Они бывают обычные — для гладких поверхностей и резьбовые — для определения среднего диаметра резьбы.

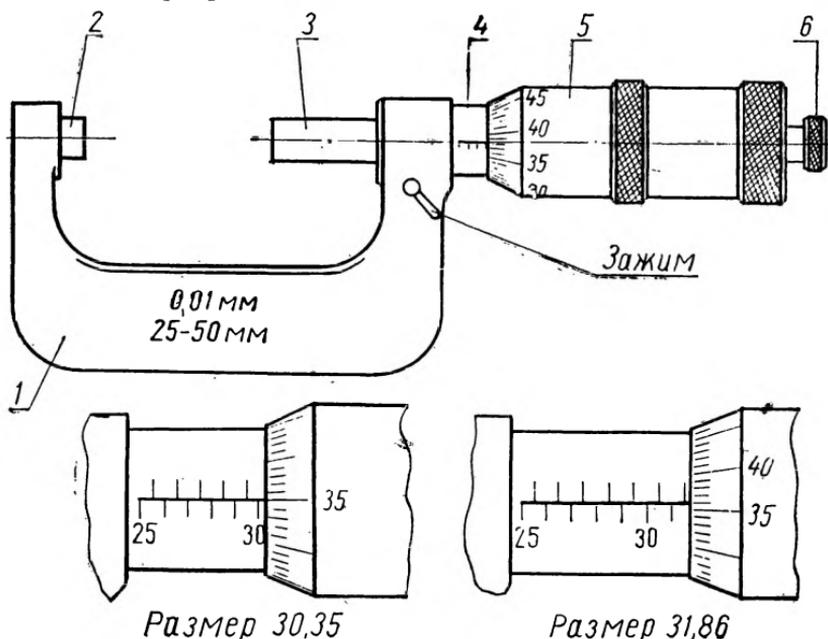


Рис. 17. Микрометр.

Состоит микрометр из стальной скобы 1; пятки 2, запрессованной в левом конце скобы; шпинделя 3 с микрометрическим винтом (шаг 0,5); гильзы 4 (стебель), внутри которой находится направляющая втулка с резьбой; барабана 5, на скошенной поверхности которого нанесен нониус (50 делений); трещотки 6 для ограничения измерительного усилия.

Сущность измерения любым микрометром состоит в том, что при вращении барабана шпindelъ перемещается до тех пор, пока левый (измерительный) конец его не коснется поверхности измеряемой детали. После этого по шкале на стебле и нониусе определяют отсчет размера. Так

как в микрометре имеется винтовая передача, то при одном обороте барабана шпindel переместится на величину шага винта, т. е. на 0,5 мм. При повороте барабана на одно деление шкалы шпindel перемещается только на 0,01 мм ( $0,5 : 50 = 0,01$ ).

Выпускаются микрометры с различным интервалом измерений:  $0 \div 25$  мм,  $25 \div 50$  мм,  $50 \div 75$  мм и больших—до 1000 мм. Отсчет величины размера производится по миллиметровой и полумиллиметровой шкалам на стебле. На скосе барабана по шкале нониуса отсчитываются сотые доли миллиметра.

Микрометр — очень точный инструмент, поэтому пользоваться им можно, если поверхности детали обработаны начисто. Кроме того, при небрежном обращении можно растянуть или сорвать нарезку микрометрического винта и инструмент выйдет из строя.

Прежде чем пользоваться инструментом, надо проверить правильность показаний с помощью мерного стержня. При необходимости шкалы микрометра настраивают на нулевое положение. Для этого отвертывают колпачок, вращают барабан до совмещения нулевого деления нониуса со штрихом на стебле, навинчивают и закрепляют колпачок.

Для внутренних измерений на практике применяются специальные микрометры — микрометрические глубиномеры и микрометрические штихмасы, которые по принципу работы и точности не отличаются от обычного микрометра. Если нужна точность до 0,002 мм, используют микрометры рычажные.

Индикаторы служат для проверки на точность узлов токарного станка, установки предварительно уже обработанных деталей, а также проверки биения, овальности и конусности цилиндрических поверхностей. По своему назначению они бывают специальные и универсальные с точностью 0,01 и 0,001 мм. Наиболее часто при выполнении различных работ на токарном станке применяются стойка с индикатором и индикаторный нутромер (рис. 18) с пределами измерений  $0 \div 5$  и  $0 \div 10$  мм.

Состоит индикатор из корпуса, внутри которого находится механизм часового типа, соединяющий измерительный стержень со стрелками циферблата. На циферблате есть две шкалы: черная — для отсчета положительных отклонений, красная — для отрицательных. Каждая шкала имеет 100 делений. Перемещение измерительного стержня на

1 мм соответствует одному обороту большой стрелки, поэтому точность показаний стрелки (цена деления) равна 0,01 мм. Малая стрелка на циферблате отмечает целые деления миллиметра.

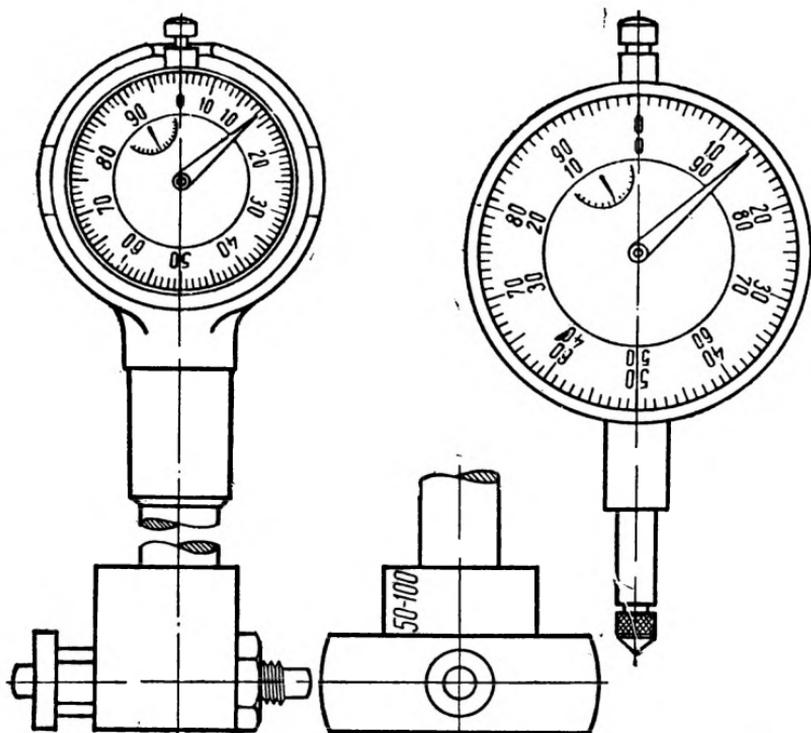


Рис. 18. Индикатор часового типа и индикаторный нутромер.

При проверке биения наконечник индикатора должен касаться поверхности медленно вращаемой от руки детали. При наличии биения или неровной поверхности мерительный стержень, перемещаясь через часовой механизм, передает стрелке циферблата отклонения.

Размеры глубоких отверстий диаметром  $18 \div 1000$  мм можно с большой точностью определять индикаторным нутромером. Состоит он из двух основных узлов — специальной измерительной части и индикаторной головки. В измерительной части имеются два диаметрально расположенных наконечника и центрирующий мостик, автоматически удерживающий индикатор в диаметральной позиции. Один

из наконечников подвижный, а второй — неподвижный, сменный. Для измерения отверстий разного размера имеет-ся комплект неподвижных стержней.

Перед тем как производить измерение, по диаметру отверстия выбирают стержень, а потом настроенный индикатор проверяют микрометром. Для этого микрометр устанавливают на размер, округленный до целых миллиметра, и на 2—3 мм меньше размера отверстия; измерительную часть вводят в микрометр и устанавливают так, чтобы стрелка циферблата показывала наименьший размер; затем поворачивают шкалу до совмещения нулевого деления со стрелкой.

Перемещая индикатор вдоль отверстия в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, определяют по отклонению стрелки циферблата овальность и конусность.

**Калибры** — бесшкальные измерительные инструменты, используемые для ограничения отклонений размеров, формы и взаимного расположения поверхностей детали. Они не определяют числового значения измеряемой величины, а позволяют установить годность детали. В производстве пользуются предельными калибрами, т. е. имеющими наибольший и наименьший предельные размеры. В соответствии с этими размерами калибры имеют две измерительные поверхности — проходной и непроходной частей. Различают калибры гладкие, резьбовые, конусные и др. Для проверки отверстий используются калибры-пробки, а для валов — скобы. Проходной стороне калибра-пробки соответствуют наименьший предельный размер и рабочая часть большей длины. Непроходная сторона имеет наибольший предельный размер и рабочую часть меньшей длины.

Калибры-скобы имеют две пары измерительных поверхностей, соответствующие наибольшему и наименьшему предельным размерам. Проходная сторона имеет наибольший размер, а непроходная — наименьший.

Вал считается годным, если скоба, опускаемая на него проходной стороной, скользит под действием своего веса, непроходная сторона этой скобы не проходит. Скобы бывают односторонние и двусторонние. Резьбовые калибры по устройству и применению не отличаются от калибров для гладких поверхностей.

Для измерения в градусах угловых величин применяют различные угломеры. Наибольшее распространение получили угломеры с нониусом, позволяющим производить измерение с точностью до 2°.

## ПРИЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ТОКАРНЫХ РАБОТ

**Наружные цилиндрические поверхности.** На токарном станке можно обрабатывать большое разнообразие деталей машин. Наиболее часто приходится обтачивать детали с цилиндрической поверхностью, например валики, оси, втулки, оправки и др.

Геометрически цилиндр образуется при вращении прямоугольника относительно неподвижной стороны. Основным свойством детали с цилиндрической поверхностью является то, что все точки на ее поверхности находятся на одинаковом расстоянии от оси цилиндра. Из этого свойства вытекает основное условие получения на токарном станке цилиндрической поверхности.

Заготовка при обработке может быть установлена в центрах, патроне и на планшайбе в зависимости от конфигурации и размеров обрабатываемого изделия.

Обработка в центрах позволяет сохранить постоянные установочные базы, не требует выверки и достаточно точна. Деталь непосредственно после токарной обработки может быть передана на другие станки (фрезерные, шлифовальные).

Прежде чем установить заготовку в центрах, нужно подготовить торцовые поверхности и сделать центровые отверстия. Наиболее распространенной является форма центровых отверстий с основным конусом  $60^\circ$ .

Конус  $120^\circ$ , предохраняющий основной от забоин, применяется, главным образом, при обработке деталей, которые многократно устанавливаются на станок (шпиндели, коленчатые валы, сверла, развертки и др.).

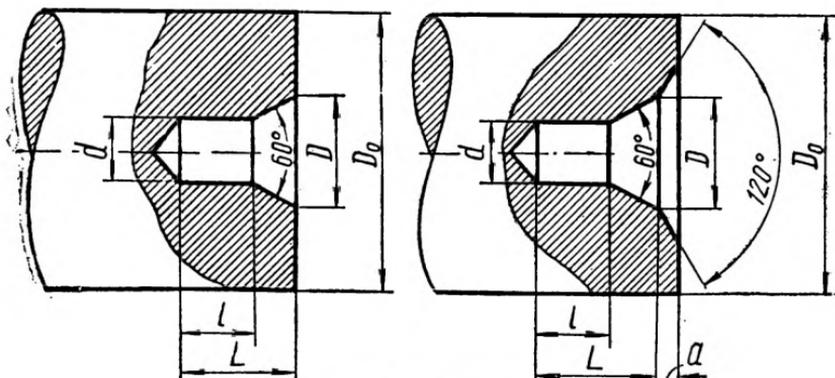


Рис. 19. Формы центровых отверстий.

Предохранительный конус позволяет также подрезать торцовые поверхности непосредственно в центрах.

Размеры центровых отверстий (рис. 19) выбирают в зависимости от диаметров концевых шеек  $D_0$  по таблице 9.

Таблица 9

Размеры центровых отверстий в мм

Интервал диаметров заготовки	Размеры величин					Наименьший диаметр концевой шейки $D_0$
	D	d	L	l		
5 ÷ 8	2,5	1,0	2,5	1,2	0,4	4,0
8 ÷ 12	4,0	1,5	4,0	1,8	0,6	6,5
12 ÷ 20	5,0	2,0	5,0	2,4	0,8	8,0
20 ÷ 30	6,0	2,5	6,0	3,0	0,8	10,0
30 ÷ 50	7,5	3,0	7,5	3,6	1,0	12,0
50 ÷ 80	10,0	4,0	10,0	4,8	1,2	15,0
80 ÷ 120	12,5	5,0	12,5	6,0	1,5	20,0
120 ÷ 180	15,0	6,0	15,0	7,2	1,8	25,0
180 ÷ 300	20,0	8,0	20,0	9,6	2,0	30,0

Размеры центровых отверстий должны быть одинаковы с обоих концов вала, независимо от их диаметра. Обычно они устанавливаются по диаметру меньшей шейки. Цилиндрическая часть центрового отверстия служит для разгрузки наименее прочной части центра (вершины), более точной установки и является как бы резервуаром для запаса масла. Основная коническая часть под углом  $60^\circ$  выполняет роль опоры заготовки на центр. В крупных и тяжелых деталях она может быть сделана в  $75^\circ$  или  $90^\circ$ , соответственно углу центров.

В крупных деталях после предварительной разметки на торцовых поверхностях производят сверление центровочных отверстий ручной или электрической дрелью, а в мелких — непосредственно на токарном станке. Комбинирован-

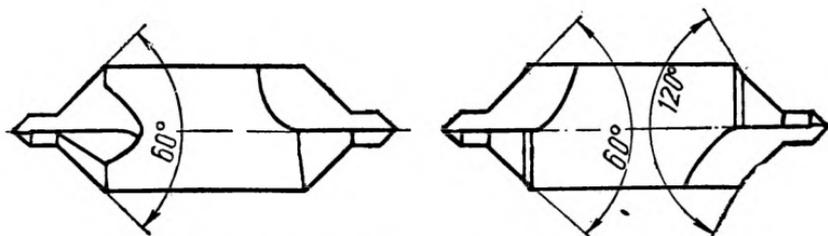


Рис. 20. Комбинированные центровочные сверла.

ные центровочные сверла (рис. 20) без предохранительного и с предохранительным конусом позволяют одновременно получить как цилиндрическую, так и коническую поверхность. Если таких сверл нет, центровые отверстия можно засверливать спиральным сверлом, диаметр которого равен размеру цилиндрической части  $d$ . Конические отверстия делают зенковкой.

Перед установкой заготовки необходимо проверить совпадение центров. Для этого перемещают центр задней бабки к переднему до касания их вершин. При этом легко обнаружить, насколько и в какую сторону они смещены. Более точную проверку делают методом контрольной стружки (проточка заготовки в центрах). В патронах обычно обрабатываются изделия, имеющие форму дисков, а также короткие валы, втулки, т. е. такие детали, у которых отношение длины  $L$  к диаметру заготовки  $D$  равно или меньше 4.

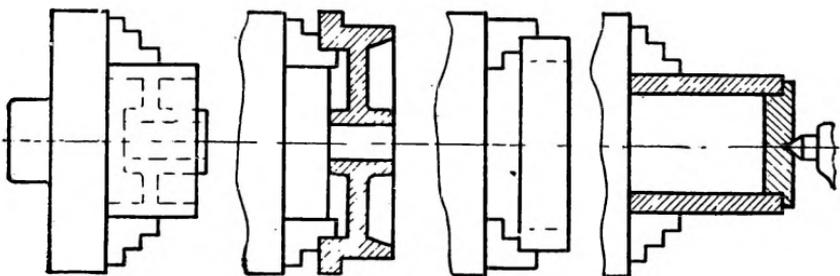


Рис. 21. Способы крепления заготовок в кулачковом патроне.

На рис. 21 показаны наиболее часто встречающиеся способы крепления заготовок. Применяемые в производстве патроны бывают: трехкулачковые, самоцентрирующие, четырехкулачковые с независимым перемещением кулачков, пневматические и гидравлические. На тяжелых обдирочных операциях при закреплении черных необработанных деталей сложной формы лучше применять четырехкулачковые патроны, а при массовом изготовлении деталей — самоцентрирующие, пневматические или гидравлические, которые обеспечивают быстрое и надежное закрепление заготовки.

Несимметричные по конфигурации изделия обрабатываются на планшайбах.

Планшайбы представляют собой диск с прорезами и пазами на рабочей стороне для закрепления деталей с

помощью угольников, накладных планок, болтов, гаек и прихватов. Несимметричные изделия, у которых центр тяжести смещен в сторону от центра планшайбы, должны быть обязательно уравновешены противовесом, для чего можно использовать соответствующего веса грузы.

### Применяемые резцы и правила их установки

Рациональная работа токарного резца во многом зависит от правильной установки его вершины относительно линии центров станка. Установка лезвия резца выше или ниже линии центров вызывает изменение переднего и заднего углов, что нарушает нормальную работу. В зависимости от размера обрабатываемого изделия хорошие результаты можно получить, если при черновом точении установить резец несколько выше — обычно от 0,3 до 1,2 мм, а при чистовом — по линии центров или на такую же величину ниже.

Чтобы резец не дрожал и в результате не получалась шероховатая поверхность, в каждом отдельном случае нужно учитывать длину вылета стержня. Он не должен превышать 1,5 высоты стержня. При установке резца по центру иногда бывает необходимо пользоваться подкладками. Их (не более одной-двух) укладывают заподлицо с резцедержателем. Подкладки должны быть ровными и одинаковой толщины. Чтобы патрон не задевал резцедержатель, резец устанавливают со стороны передней бабки.

Надо также помнить, что при обдирочных работах резец нельзя поворачивать головкой к передней бабке, так как под действием силы резания он может повернуться вправо и углубиться в обрабатываемую поверхность. Чтобы этого не случилось, необходимо установить стержень резца перпендикулярно к оси детали.

В настоящее время как для обдирочных, так и для чистовых работ применяют твердосплавные пластинки, поэтому в зависимости от свойства обрабатываемого материала и других условий работы важное значение имеет форма передней поверхности резца. Наиболее часто передняя поверхность делается плоской, плоской с фаской и радиусной с фаской. Форма заточки зависит от вида обработки, материала заготовки и материала самого резца.

Задний угол  $\alpha$  твердосплавных резцов для черновой обработки стали делается равным  $8^\circ$ , а для обработки чугуна —  $6^\circ$ .

У твердосплавных резцов для обработки при нежесткой системе, обтачивания и растачивания ступенчатых поверхностей в упор главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$ ; точении и растачивании при недостаточно жесткой системе  $\varphi = 60 \div 75^\circ$ ; точении в условиях жесткой системы  $\varphi = 45^\circ$ ; точении с малыми глубинами резания в условиях особо жесткой системы (станок — деталь — инструмент)  $\varphi = 10 \div 30^\circ$ .

Величину вспомогательного угла в плане  $\varphi_1$  при обработке широкими резцами можно рекомендовать равной  $0^\circ$ , прорезке пазов и отрезке —  $1 \div 3^\circ$ ; чистовой обработке —  $10—15^\circ$ ; при подаче резца в обе стороны —  $30^\circ$ .

Пользуясь приведенными данными, в каждом конкретном случае рабочей части придаются требуемые формы и углы. Это повышает стойкость резца.

### **Приемы обработки и режимы резания наружных цилиндрических поверхностей**

Цилиндрические детали могут иметь на поверхности буртики, являющиеся упорами для других деталей при сборе, канавки для стопорных и уплотнительных колец. В зависимости от конфигурации и количества деталей выбираются резец, последовательность обработки и режимы резания.

Обтачивают гладкие цилиндрические поверхности обычно проходными резцами в два прохода — черновой, когда снимают основную часть припуска ( $3 \div 5$  мм на сторону) и чистовой — для придания окончательного размера и чистоты поверхности. Для сокращения времени установки резца на требуемую глубину резания на современных токарных станках имеется специальное приспособление, называемое лимбом. Располагается оно у рукоятки винта поперечного и продольного суппортов, а лимб продольной подачи каретки в виде вращающегося диска большого диаметра монтируется на передней стенке фартука. При пользовании лимбом токарю прежде всего необходимо установить цену деления подвижного кольца, т. е. на какую величину углубится резец при повороте рукоятки на одно деление. Число делений на подвижном кольце и шаг винтов на станках различны, следовательно, и цена делений также будет неодинакова. На токарных станках обычно указывается, чему равно одно деление лимба.

Пользоваться лимбом нужно в следующей последова-

тельности: установить резец так, чтобы вершина резца коснулась поверхности детали у правого торца; повернуть кольцо с делениями до совпадения неподвижной метки с нулевым делением; отвести вручную резец вправо; вращением рукоятки поперечной подачи переместить резец на нужную глубину резания.

**Пример.** Допустим, лимб поперечной подачи имеет цену деления 0,05 мм. На сколько делений нужно повернуть рукоятку, чтобы резец углубился на 3 мм?

$$\text{Находим число делений } n = \frac{3}{0,05} = 60.$$

Соблюдая указанный порядок, поворотом рукоятки против неподвижной риски устанавливают 60-е деление лимба. Как известно, при этом радиус детали уменьшится на 3, а диаметр — на 6 мм.

Рукоятку при установке резца всегда вращают в одну сторону. Нужно помнить, что на точность установки влияет мертвый ход винта поперечной подачи. Если рукоятку повернули на величину больше требуемой, то для исправления ошибки ни в коем случае не следует подавать рукоятку назад, а необходимо сделать почти полный оборот в обратную сторону, а затем снова медленным вращением установить деление лимба.

Пользование лимбом сокращает время на измерение (особенно при черновых проходах) и повышает производительность.

Различные валы, оси и другие детали большей частью изготавливаются ступенчатыми, поэтому при обработке их в небольшом количестве (1—3 штуки), наряду с поперечным лимбом, используется также и лимб продольной подачи, который позволяет в процессе работы определить длину прохода без измерения.

При обработке первой детали токарь должен записывать установки лимбов по каждой ступени, а при обработке последующих использовать заранее известные положения резца.

В практике токарю часто приходится обрабатывать ступенчатые детали большими партиями, поэтому для измерения каждого линейного размера тратится много времени. Важнейшим средством повышения производительности труда при выполнении таких работ является применение упоров, которые обеспечивают автоматический контроль размеров уступов.

Упоры могут быть многопозиционными барабанного типа (рис. 22). Крепятся они на рейке станка так, чтобы зуб планки входил в канавку и предохранял от смещения. Барабан с ввернутыми упорами (винт с контргайками) вращается на запрессованном в корпус пальце. Положение

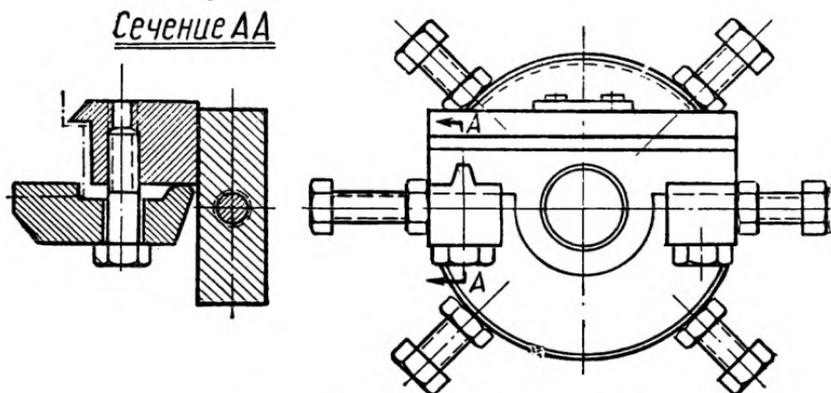


Рис. 22. Упор барабанного типа.

барабана устанавливается фиксатором, заскакивающим под действием пружины в одно из шести углублений. Вылет винтов на барабанном упоре выставляется при обработке первой детали в соответствии с размером поверхности и закрепляется контргайками.

При работе с упором автоматическую подачу нужно выключать, когда каретка суппорта не дошла на несколько миллиметров до упора, и подводить ее вручную.

### Обработка нежестких валов

Нежесткими называются детали, у которых длина в 10—12 раз больше диаметра.

Под действием возникающей в процессе резания радиальной силы длинные и тонкие валы отжимаются, что приводит к увеличению размера в средней части. Кроме того, появляются сильные вибрации и бывают случаи, когда детали вырываются из центров. Такие валы обычно обрабатывают в подвижных или неподвижных люнетах.

Выбор типа люнета зависит, главным образом, от конфигурации детали (гладкая или ступенчатая), а обработка требует соблюдения определенных условий установки кулачков, так как малейший пережим одного из кулачков может вызвать прогиб и брак.

Неподвижный люнет устанавливается на станине и закрепляется болтом и планкой (так же, как задняя бабка станка). Подвижные устанавливаются на каретке суппорта и обычно применяются при чистовой обточке гладких валов.

Использовать неподвижный люнет без подготовки шейки под кулачки можно при обточке чистотянутого проката. Во всех других случаях необходима подготовка шейки, выполняемая при небольшой глубине резания и подаче, большим углом в плане (подрезным резцом), малым радиусом закругления (не более 0,5 мм).

При обтачивании шейки особо нежестких валов удобно применять жесткую вспомогательную втулку с обработанной наружной поверхностью и восьмью установочными болтами.

В простейшем случае под диаметр подводятся два нижних кулачка, после чего закрепляют верхний. Более точная установка может быть произведена рейсмусом или индикатором.

При обработке длинного и тонкого валика (диаметром до 15 мм) из стали, бронзы или латуни необходимо, чтобы резец шел непосредственно за подвижным люнетом (рис. 23). С этой целью применяется специальное приспособление,

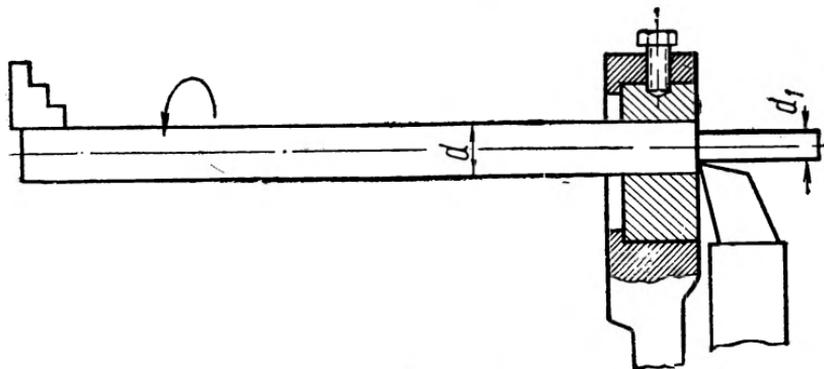


Рис. 23. Люнетное приспособление.

представляющее собой кронштейн, закрепленный на каретке суппорта. В расточке кронштейна находится бронзовый диск с отверстиями под соответствующий диаметр прутка, один конец которого крепится в патроне, а другой пропускается через люнетное отверстие диска. Подрезной резец подводится к диску вплотную и закрепляется.

## Выбор режима резания

Производительная работа на токарном станке во многом зависит от назначения элементов режима резания, т. е. выбора наиболее выгодного сочетания скорости, подачи и глубины резания, обеспечивающих при данных условиях наименьшую затрату машинного времени.

Выбор глубины резания зависит в основном от припуска на обработку заготовки и точности изготовления детали. Для производительной работы в первую очередь выгодно назначать глубину резания так, чтобы весь припуск снять за один черновой и один-два чистовых прохода. Обточка за один проход дает точность не выше 4-го класса, поэтому при изготовлении деталей повышенной точности разбивка на черновые и чистовые проходы обязательна.

Назначение глубины резания при черновом точении особых затруднений не представляет, так как производство заготовок в кузнечных и литейных цехах достигло высокой точности.

При чистовой обработке (до  $\nabla 5$ ) глубина резания берется в зависимости от степени точности и чистоты поверхности в пределах  $0,5 \div 2,0$  мм, а при классах чистоты поверхностей  $\nabla 6 \div \nabla 7$  — в пределах  $0,1 \div 0,4$  мм.

Повышение производительности работы станка во многом зависит от подачи. Выбор больших подач при черновой обработке ограничивается прочностью и состоянием станка, прочностью инструмента, необходимой точностью и чистотой поверхности, устойчивостью заготовки. Обычно при черновых проходах подачу берут выше  $0,3$  мм/об, а при чистовых — меньше  $0,3$  мм/об.

При выборе величин для заданных условий работы в зависимости от предела прочности обрабатываемого материала следует табличные данные умножить на поправочные коэффициенты.

Предел прочности обрабатываемого материала  $\sigma_b$  в кг/мм<sup>2</sup> до 50;  $50 \div 70$ ;  $70 \div 90$ ;  $90 \div 110$ .

Поправочный коэффициент  $K = 0,7; 0,75; 1,0; 1,25$ .

Выбрав глубину резания и подачу, по нормативным таблицам определяют скорость резания на точение, растачивание, прорезку, отрезку, нарезание резьбы и другие виды токарных работ.

Нормативы представляют собой собрание специально опробованных экспериментально и в производственных

Таблица 10

**Назначение подачи в зависимости от заданной чистоты поверхности  
при обработке резцами с пластинками из твердого сплава и из  
быстрорежущей стали**

Класс чистоты	Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане $\varphi_1$ в °С	Диапазон скоростей резания в м/мин	Радиус при вершине резца $r$ в мм		
				0,5	1,0	2,0
Подача $S$ в мм/об						
▽3	Сталь и чугун	5 10 15	Весь диапазон	—	1,0—1,1	1,3—1,5
				—	0,8—0,9	1,0—1,1
				—	0,7—0,8	0,9—1,0
▽4	Сталь и чугун	5 10—15	Весь диапазон	—	0,55—0,7	0,7—0,85
				—	0,45—0,6	0,6—0,7
▽5	Сталь	5	50	0,22—0,3	0,25—0,35	0,3—0,45
			50—100	0,28—0,35	0,35—0,4	0,4—0,55
			100	0,35—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6
	10—15	50	0,18—0,25	0,25—0,3	0,3—0,4	
		50—100	0,25—0,3	0,3—0,35	0,35—0,5	
		100	0,3—0,35	0,35—0,4	0,5—0,55	
Чугун	5 10—15	Весь диапазон	—	0,3—0,5	0,45—0,65	
			—	0,25—0,4	0,4—0,6	
▽6	Сталь	5	30—50	—	0,11—0,15	0,14—0,22
			50—80	—	0,14—0,20	0,17—0,25
			80—100	—	0,16—0,25	0,23—0,35
			100—130	—	0,2—0,3	0,25—0,39
			130	—	0,25—0,3	0,35—0,39
	Чугун	5	Весь диапазон	—	0,15—0,25	0,2—0,35
▽7	Сталь		100—110	—	0,12—0,15	0,14—0,17
			110—130	—	0,13—0,18	0,17—0,23
			130	—	0,17—0,20	0,21—0,27



условиях оптимальных режимов. Таблицы режимов резания имеются в любом справочнике токаря. Для примера рассмотрим одну из таких таблиц на точение.

В приведенной таблице величины скорости даны для стойкости резца 60 минут и обработки без корки. При изменении этих условий можно пользоваться поправочными коэффициентами.

Таблица 12

Поправочные коэффициенты

В зависимости от стойкости резца						Состояние поверхности заготовки			
принятая стойкость в мин	30	45	60	90	120	состояние поверхности	без корки	с коркой	
								литсейной	литейные загрязнения
$K_T$	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	$K_s$	1,0	0,80—0,85	0,5—0,6

**Пример.** Обрабатываемая деталь изготавливается из стали с  $\sigma_b = 60 \text{ кг/мм}^2$ . Найти рациональный режим резания на станке 1К62 резцом Т15К6 с  $\phi = 45^\circ$ ;  $\phi_1 = 15^\circ$ ;  $\gamma = 10^\circ$ ;  $r = 1 \text{ мм}$ . Диаметр заготовки 70 мм, готовой детали — 64 мм. Чистота обработанной поверхности  $\nabla 3$ .

Весь припуск при указанной чистоте поверхности снимаем за один проход, т. е.

$$t = \frac{70 - 64}{2} = 3 \text{ мм.}$$

Подачу назначаем по таблице 13 при обработке стали при угле  $\phi_1 = 15^\circ$ ,  $r = 1 \text{ мм}$ ,  $S = 0,7 \div 0,8 \text{ мм/об}$ . Можно принять подачу  $S = 0,74 \text{ мм/об}$ , которая имеется на станке 1К62.

Пользуясь таблицей 15, по глубине и подаче находим скорость резания  $V_T = 182 \text{ м/мин}$ .

Находим число оборотов шпинделя, соответствующее скорости

$$n = \frac{V_T \cdot 1000}{\pi D} = \frac{182 \cdot 1000}{3,14 \cdot 70} = 850 \text{ об/мин.}$$

Принимаем ближайшее число оборотов из имеющихся на станке

$$n = 800 \text{ об/мин.}$$

## Обработка отверстий

На токарном станке часто приходится обрабатывать различные сквозные или глухие отверстия. В зависимости от вида заготовки, ее материала, требуемой точности и чистоты поверхности отверстия применяют следующие способы: получение отверстий сверлением и рассверливанием; обработка отверстий растачиванием; получение отверстий зенкерованием, развертыванием.

При выборе способа обработки отверстия можно руководствоваться таблицей 13.

Таблица 13

Сравнительная характеристика отверстий при токарной обработке

Способ обработки отверстия	Класс точности	Класс чистоты
Растачивание получистовое	7—5	4—5
Растачивание чистовое	5—2	5—7
Растачивание тонкое	2	7—8
Сверление	5—4	3—4
Зенкерование	4—3	4—5
Развертывание получистовое	3	5—6
Развертывание чистовое	2	6—8

В сплошных заготовках отверстия делают сверлением. В настоящее время, главным образом, используются спиральные сверла, как наиболее производительные. Состоят они из конусного хвостовика для крепления в коническом отверстии пиноли задней бабки (рис. 24) или цилиндрического хвостовика для крепления в сверлильном патроне. Рабочая часть представляет собой цилиндр с двумя винтовыми канавками для образования режущих кромок и вывода стружки.

В зависимости от обрабатываемого материала сверло затачивается под углом  $116 \div 118^\circ$ . Две режущие кромки соединены перемычкой, а узкие ленточки (фаски), идущие вдоль винтовых канавок, служат для правильного направления в процессе сверления. Перемычка оказывает вредное влияние на процесс резания, так как она только сминая и скоблит металл. Величина ее зависит от диаметра сверла, и чем больше диаметр, тем длиннее перемычка. Поэтому для создания благоприятных условий резания, уменьшения силы подачи, повышения стойкости у сверл большого диаметра

ра (свыше 30 мм) перемычку подтачивают, доводя ее длину до одной десятой диаметра сверла.

Иногда перемычку прорезают канавкой (сверла конструкции В. И. Жирова). Заточка по методу В. И. Жирова способствует уменьшению осевой силы в несколько раз по сравнению со сверлами обычной заточки.

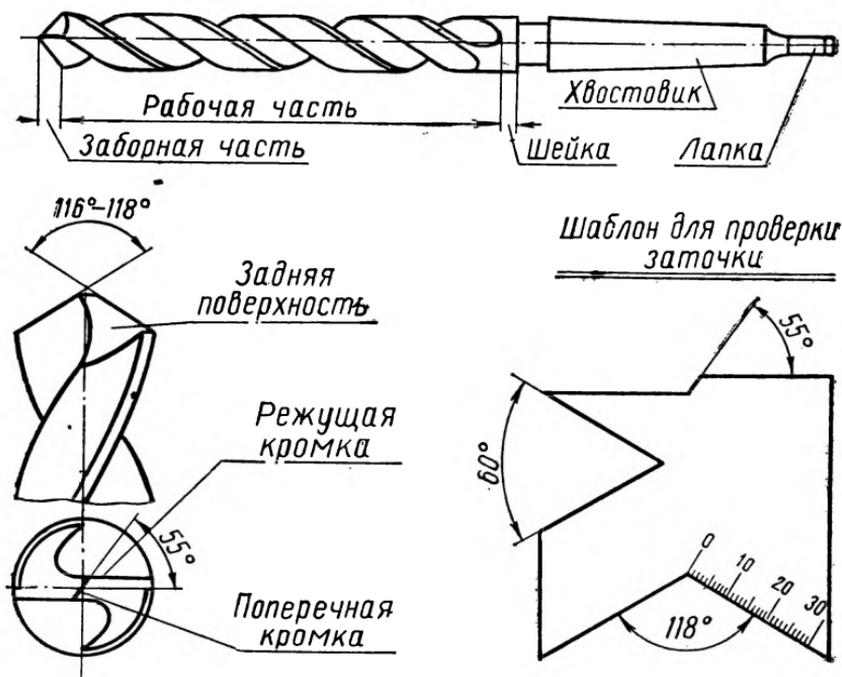


Рис. 24. Спиральное сверло, его элементы и шаблон для проверки заточки.

На многих заводах, производственных участках заточка сверл производится на специальных станках заточниками. Однако во многих случаях токарь сам затачивает сверла, поэтому он должен следить за тем, чтобы выполнялись все требования, а именно: режущие кромки должны быть прямолинейны, иметь одинаковую длину и располагаться под равными углами к оси сверла. Правильность заточки проверяется специальным шаблоном.

Рассверливание отверстий производится двумя сверлами: вначале сверлом с малым диаметром, а окончательно — диаметром требуемого размера.

Сверло крепится в коническом отверстии пиноли, и по-

дача осуществляется вручную вращением маховика. Этот способ малопроизводителен и очень утомителен для токаря, особенно при обработке большого количества деталей. Поэтому рационально при изготовлении партии однотипных деталей применять специальные державки, позволяющие сверление с автоматической подачей.

### Режимы резания при сверлении и рассверливании

Таблица 14

#### Ручные подачи при сверлении спиральными сверлами

Обрабатываемый материал	Диаметр сверла в мм до									
	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28
Сталь $\sigma_B < 90$ $> 90$ в кг/мм <sup>2</sup>	0,15	0,18	0,22	0,26	0,22	0,19	0,15	0,14	0,11	0,09
	0,11	0,14	0,16	0,18	0,16	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07
Чугун $H_B < 200$ $> 200$	0,27	0,35	0,40	0,40	0,40	0,35	0,30	0,25	0,21	0,17
	0,22	0,22	0,30	0,30	0,25	0,31	0,18	0,15	0,12	0,10

При рассверливании можно значение подач данной таблицы увеличить в 2—2,5 раза.

Таблица 15

#### Скорость резания ( $V$ м/мин) при сверлении отверстий спиральными сверлами из быстрорежущей стали

Обрабатываемый материал	Диаметр сверла в мм				
	5÷10	10÷15	15÷20	20÷25	25÷30
Сталь $\sigma_B=75$ кг/мм <sup>2</sup>	50÷30	40÷25	35÷23	30÷20	25÷18
Чугун серый $H_B=190$	45÷30	35÷25	27÷21	24÷20	23÷18

Примечания: 1. При обработке стали  $\sigma_B < 75$  кг/мм<sup>2</sup> и чугуна  $H_B < 190$  скорость резания следует брать несколько больше (примерно на 10%) табличных данных: при  $\sigma_B > 75$  кг/мм<sup>2</sup> и  $H_B > 190$  табличные значения следует уменьшать.

2. При обработке алюминия, дюралюминия и силуминов скорость резания можно в среднем увеличить в 4 раза.

Растачивание отверстий получило широкое применение и является основным методом, позволяющим получить по сравнению со сверлением, рассверливанием, зенкерованием более точные размеры и высокий класс чистоты.

Обработка отверстий растачиванием по существу мало отличается от точения наружных поверхностей. Разница заключается в использовании других конструкций резцов. Форма рабочей части их и размеры (сечение стержня, вылет резца) целиком зависят от размера обрабатываемого отверстия. Материал, форма передней поверхности и все углы, за исключением заднего, принимаются такими же, как и для наружного точения. Чтобы устранить трение между задней поверхностью резца и обработанной поверхностью детали, задний угол делается не менее  $12^\circ$ , а при малых диаметрах отверстия — больше.

Для обеспечения нормальной работы необходимо при черновом точении отверстий резец устанавливать несколько ниже линии центров станка, а при чистовом — несколько выше, чтобы под давлением стружки не произошло врезания.

Припуски на черновое растачивание зависят от конфигурации и размеров отверстия, а также от вида заготовки. Обычно черновой припуск снимается несколькими проходами, так как большой вылет не позволяет срезать весь слой металла за один раз. При нормальных условиях работы под чистовое растачивание можно рекомендовать следующие величины припуска:

При диаметре отверстия	Припуск на диаметр
<i>мм</i>	<i>мм</i>
18 ÷ 30	0,7
30 ÷ 50	1,2
52 ÷ 80	1,8
80 ÷ 100	1,5
свыше 100 до 200	2,0

Глубина резания и подача при растачивании черновых поверхностей выбирается в зависимости как от вылета, так и диаметра стержня резца. Для ориентировочного назначения подачи можно рекомендовать таблицу 16.

Скорость резания, выбранную по таблицам режимов для наружного точения, умножают на 0,9.

При работе обычными расточными резцами из-за малой их жесткости нельзя на высоких скоростях снимать стружку большого сечения, так как возникают вибрации (пружинение).

Токарь-новатор В. К. Семинский создал новый расточный резец, который позволяет повысить жесткость в 4—5 раз.

Таблица 16

Подачи для черного растачивания отверстий резцами с пластинками  
твердого сплава и быстрорежущей стали

Размер сечения стержня резца в мм	Вылет резца или оправки в мм	Обрабатываемый материал					
		стали и стальное литье			чугун, медные сплавы		
		глубина резания $t$ в мм до					
		2	3	5	2	3	5
подачи $S$ в мм/об							
10	50	0,08	—	—	0,12÷0,16	—	—
12	60	0,10	0,08	—	0,12÷0,20	0,12÷0,18	—
16	80	0,10÷0,20	0,15	0,10	0,20÷0,30	0,15÷0,25	0,10÷0,18
20	100	0,25÷0,50	0,15÷0,40	0,12÷0,20	0,40÷0,60	0,30÷0,50	0,25÷0,35
30	150	0,40÷0,70	0,20÷0,50	0,12÷0,30	0,50÷0,80	0,40÷0,60	0,25÷0,45

Примечание. Меньшие подачи рекомендуются при обработке прочных сталей и чугуна,  
а большие — при обработке мягких.

Резец (рис. 25) имеет квадратное сечение по всей длине и крепится на специальной подставке. Размеры его выбираются в зависимости от наименьшего диаметра расточки, а

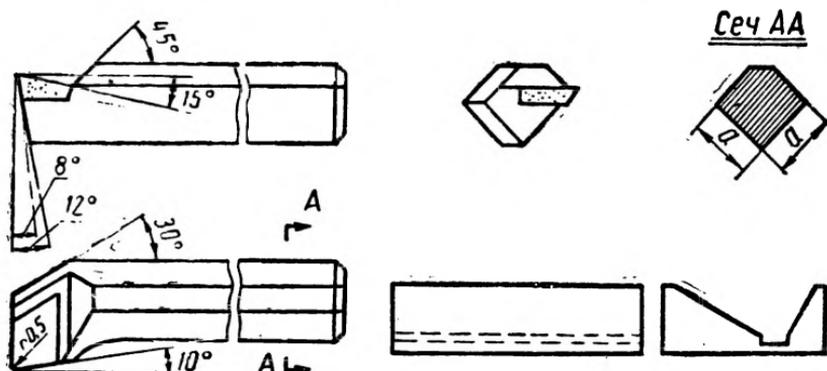


Рис. 25. Квадратный подрезной резец и призматическая подставка.

подставка изготавливается по размерам сечения стержня. Например, при растачивании отверстия диаметром 35 мм можно использовать резец сечением  $20 \times 20$ . Размер по диагонали при этом будет равен 28 мм и инструмент свободно пройдет в отверстие.

При растачивании отверстий более 30 мм рекомендуется применять цельные оправки со вставными резцами.



Рис. 26. Регулируемая расточная оправка.

На многих заводах получили применение регулируемые оправки (рис. 26). Они могут быть использованы для нарезания внутренней резьбы, выточки канавок и других работ.

**Зенкерование.** При черновой обработке отверстий

в отливках и поковках, когда детали обрабатываются большими партиями, при полусточковой обработке после сверла и чернового резца под последующее развертывание применяются зенкеры. Отличаются они от спиральных сверл количеством режущих кромок, которых обычно бывает три или четыре.

При работе зенкер закрепляется, как и сверло, в коническом отверстии пиноли задней бабки и подача осуществляется вручную.

Для обработки отверстий малых размеров (до 30 мм) применяются обычно цельные зенкера с тремя режущими лезвиями, а больших (до 100 мм) — насадные, устанавливаемые на специальные оправки. В настоящее время в производстве нашли широкое применение зенкера с пластинками твердого сплава, допускающие высокие скорости резания.

Чтобы придать лучшее направление зенкеру при растачивании отлитого отверстия, необходимо предварительно проточить его резцом на глубину  $5 \div 10$  мм. Для этой цели в резцедержателе закрепляют короткий расточный резец, которым и делают предварительную расточку.

Для получения цилиндрических отверстий высокого класса чистоты ( $\nabla 7, \nabla 8$ ) и точных размеров после сверления (до 10 мм), растачивания резцом или зенкерования требуется дополнительная обработка разверткой.

Развертывание является окончательной операцией обработки, и от соблюдения определенных приемов зависят не только производительность, но и качество поверхности и точность размеров отверстия.

Развертку в специальных качающихся оправках закрепляют шарнирно, так, чтобы она свободно направлялась по подготовленному отверстию, не изменяя оси. В зависимости от материала обрабатываемой детали выбирают соответствующий угол заборной части: для обработки чугуна угол уклона делается в пределах  $4-6^\circ$ , а для стали —  $12-15^\circ$ .

Припуск зависит от свойства обрабатываемого материала и от размера развертки. Нельзя оставлять большой припуск, так как это затруднит получение требуемого размера, а иногда может привести к поломке инструмента.

При выборе величины припуска можно руководствоваться данными таблицы 17.

Подача должна быть равномерной и для обработки стали соответствовать  $0,5 \div 2$  мм/об, а чугуна —  $1 \div 5$  мм/об.

Скорость резания при обработке сталей средней твердо-

## Припуск на диаметр под развертывание в мм

Вид припуска	Диаметр отверстия			
	12÷18	18÷30	30÷50	50÷75
	величина припуска			
Общий припуск на черновое и чистовое развертывание	0,15	0,20	0,25	0,30
Припуск на черновое развертывание	$0,10 \div 0,11$	0,14	0,18	$0,20 \div 0,22$
Припуск на чистовое развертывание	$0,04 \div 0,05$	0,06	0,07	$0,08 \div 0,10$

сти может колебаться в пределах  $6 \div 16$  м/мин, а при обработке чугуна —  $4 \div 14$  м/мин.

Развертывание, особенно стальных деталей, следует производить с обильным охлаждением эмульсией.

**Обработка конических деталей.** Наряду с цилиндрическими поверхностями, на токарных станках обрабатываются также различные детали с конической формой.

Различают наружные конусы и конические отверстия. В зависимости от назначения конусная поверхность может быть как по всей длине детали, так и на отдельных ее участках.

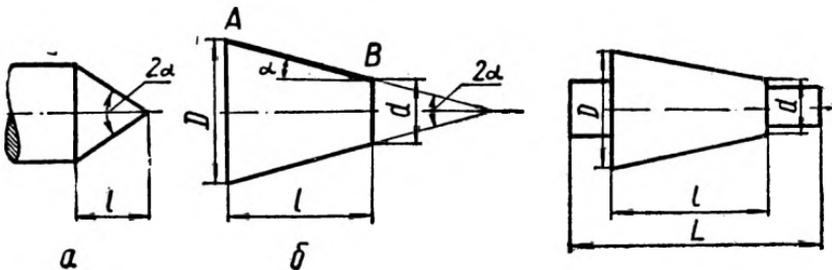


Рис. 27. Основные типы конических деталей.

На токарном станке обрабатываются конические шпильки, валы с шейкой под коническое отверстие, конические хвостовики многих режущих инструментов (сверл, зенкоров), центра станка, заготовки для конических шестерен, диски фрикционных передач и др.

На рис. 27 показаны основные размеры и элементы конуса:

D — диаметр большего основания конуса в мм;

$d$  — диаметр меньшего основания конуса в мм;  
 $l$  — длина конусной части в мм;  
 $L$  — длина всей детали в мм;  
 $2\alpha$  — угол при вершине конуса;  
 $\alpha$  — угол уклона конуса;

Углом уклона называется половина угла при вершине. Определяется он по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

Конусность  $K$  показывает отношение разности диаметров двух поперечных сечений к расстоянию между ними  $K = \frac{D-d}{l}$ . Конусность обычно дается правильной дробью  $\frac{1}{20}$ ;  $\frac{1}{50}$  ..., числитель которой показывает разность диаметров, а знаменатель — расстояние между ними.

Пользуясь этими основными формулами, можно для практических целей вывести следующие зависимости:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}; \quad D = 2l \cdot \operatorname{tg} \alpha + d; \quad D = K \cdot l + d; \quad d = D - K \cdot l$$

Для обеспечения взаимозаменяемости в нашем машиностроении приняты инструментальные конусы по Государственным общесоюзным стандартам Морзе и метрические.

Конусы системы Морзе бывают семи размеров, обозначаемых номерами 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6. Углы уклона у всех номеров этой системы различны и колеблются в пределах  $1^{\circ}25'43''$  —  $1^{\circ}30'25''$ , что создает определенные затруднения при настройке станков для обтачивания конических поверхностей.

Метрическая система конусов обозначается номерами 80, 100, 120, 160 и 200, а малые размеры конусов (без лапок) — 4 и 6. Конусы данной системы более последовательны, так как все номера имеют постоянную конусность  $K(1:20 = 0,05)$  и угол конуса  $2\alpha(2^{\circ}51'51'')$ .

Для всех видов конических изделий, для стандартизации размеров установлены соответствующие конусности и углы уклона.

В зависимости от длины конусной части детали и угла уклона обработку поверхностей на токарном станке можно производить одним из следующих способов: поворотом салазок верхнего продольного суппорта, смещением кор-

к		к	α	к		к	
1:200	0°18'37"	1:20	1°25'36"	1:5	5°42'38"	1:0,866	30°
1:100	0°17'12"	1:15	1°54'33"	2:3	9°27'45"	1:0,652	37°30'
1:50	0°34'23"	1:10	2°51'45"	1:1,866	15°	1:0,500	45°
1:30	0°57'18"	1:8	2°34'33"	1:1,207	22°30'	1:0,289	60°

пуса задней бабки, при помощи конусной линейки, широким резцом, совмещением двух подач.

Обтачивают конические поверхности, за исключением способа широким резцом, обычными проходными или расточными резцами. Резец необходимо устанавливать строго по высоте центров станка, в противном случае конические поверхности окажутся искаженными — вогнутыми или выпуклыми.

Рассмотрим особенности и приемы, выполняемые при обтачивании конических деталей перечисленными способами, и методы настройки станка.

При обтачивании конических поверхностей небольшой длины и с любым углом уклона применяется поворот салазок верхнего продольного суппорта. Этот способ позволяет обтачивать не только наружные поверхности, но и растачивать конические отверстия. Угол поворота (рис. 28, а) должен быть равен углу уклона, указанного на чертеже или определенного по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}.$$

Точность обработки поверхностей зависит, главным образом, от правильности установки верхней части суппорта по углу уклона.

Поворот и установка суппорта по заданному или подсчитанному углу производится по градусным делениям, нанесенным по окружности опорного фланца. Если градусных делений нет, пользуются угломером.

Указанным способом можно обрабатывать заготовки, закрепленные как в патроне, так и установленные на центрах. При установке на центрах обтачивают только усеченные конусы, а при закреплении в патроне можно обточить и расточить как усеченные, так и полные конические отверстия.

Основными недостатками этого способа являются: руч-

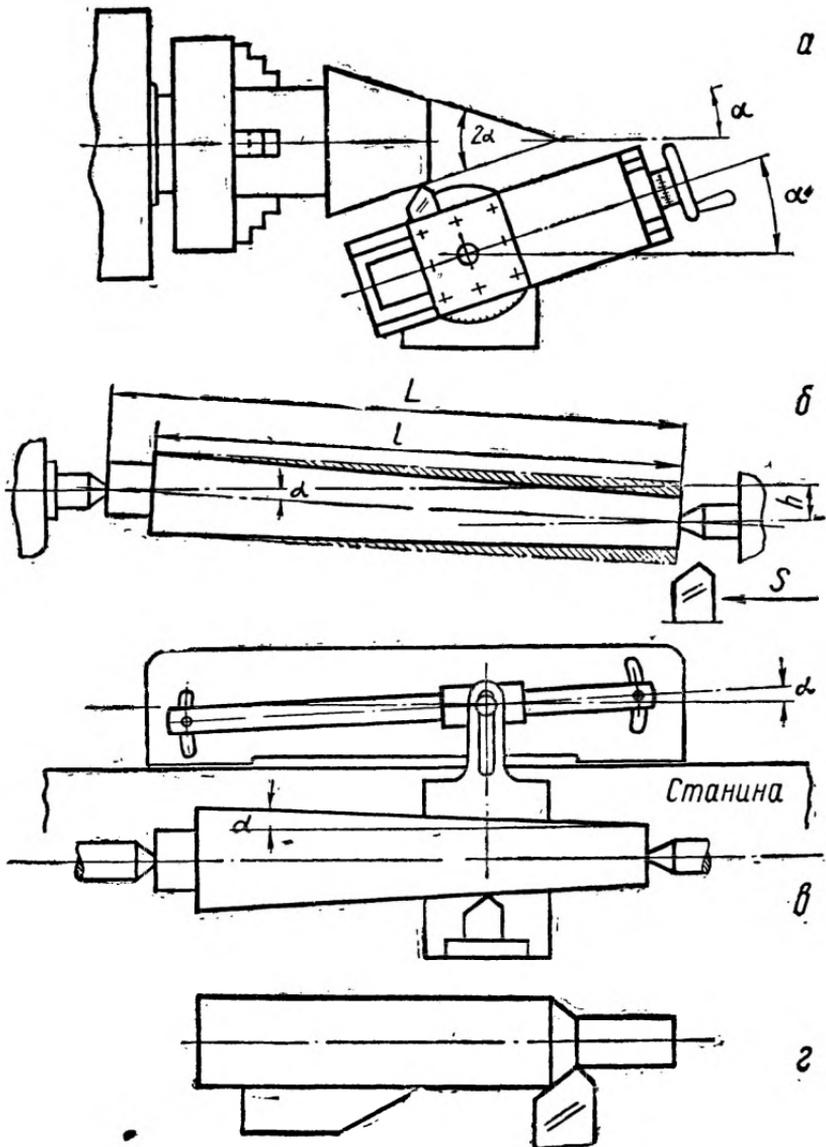


Рис. 28. Способы обточки конусов.

ная подача резца, снижающая производительность и чистоту поверхности; возможность обработки коротких поверхностей, ограниченных длиной хода верхней части суппорта. Обработка конических поверхностей смещением корпу-

са задней бабки обычно применяется при длинных конусных поверхностях—с небольшим углом уклона (рис. 28, б).

Смещение корпуса производится относительно среднего положения (оси станка) в ту или другую сторону в зависимости от направления конуса детали. Сдвинутый задний центр придает установленному изделию такое положение, при котором ось его вращения образует угол с направлением продольной подачи резца, отчего при обтачивании можно получить только конус. Величина поперечного смещения корпуса задней бабки может быть определена по общей формуле

$$S = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} \text{ мм}$$

или по формулам:

$$S = \frac{L \cdot K}{2}; S = L \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

При обработке сплошного усеченного конуса, когда  $L=1$ , величина поперечного смещения корпуса задней бабки определяется по формуле

$$S = \frac{D-d}{2}.$$

Из рассмотренных формул видно, что, чем больше длина и конусность детали, тем больше нужно сместить корпус задней бабки.

В практических целях можно считать, что величина смещения задней бабки при обработке конической части детали не должна быть больше примерно  $\frac{1}{100}$  всей ее длины.

Отсчет смещения бабки производится по шкале, нанесенной на опорной плите со стороны маховика, по лимбу станка, с помощью индикатора (точностью до 0,01).

Независимо от точности измерения смещения обточить конус правильно (по заданным размерам) невозможно, так как длина обрабатываемого изделия не будет равна расстоянию между опорными плоскостями заготовки и центров станка. Поэтому после предварительной установки и обтачивания точное смещение делают путем проверки полученного угла уклона конуса.

Способ смещения корпуса задней бабки является наиболее простым, так как не требует никаких дополнительных приспособлений и может быть осуществим на любом токар-

ном станке. Основным недостатком этого способа—центровые отверстия детали и центры станка срабатываются неравномерно, что снижает точность обработки конусов. Для уменьшения износа центровых отверстий применяют специальные шаровые (или просто закругленные) центры, вставляемые в пиноль задней бабки.

При обработке большого количества одинаковых деталей целесообразно использовать специальное приспособление, обеспечивающее одновременно две подачи — продольную и поперечную. Продольная получается, как обычно, от ходового валика (перемещение всей каретки), а поперечная — посредством конусной линейки (рис. 28, в).

Для поперечного перемещения резца необходимо винт суппорта выключить и соединить с ползунком, который, двигаясь по линейке, заставляет резец перемещаться точно под углом, равным углу уклона детали. Корпус конусной линейки крепится к станине, а собственно линейка поворачивается окло пальца.

Сущность настройки сводится к определению угла поворота линейки к оси станка, освобождению винта поперечного суппорта, соединению суппорта с ползунком и повороту верхнего суппорта на  $90^\circ$ .

Верхний продольный суппорт нужно повернуть, чтобы можно было производить после каждого прохода подачу резца.

Угол поворота линейки должен быть равен углу уклона конуса, указанного на чертеже или определенного по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}$$

(для линеек с градусной шкалой).

Для линеек, имеющих шкалу с миллиметровым делением, величину поворота производят по отсчету, определяемому по одной из следующих формул:

$$S = \frac{D-d}{2} \quad \frac{H}{1} \text{ мм};$$

$$S = \operatorname{tg} \alpha \quad H \text{ мм}; \quad S = \frac{H}{2} \quad K.$$

По сравнению со смещением центра задней бабки этот способ имеет ряд основных преимуществ. Он не нарушает основной настройки станка, т. е. центр задней бабки нахо-

дится в среднем положении. Отсутствует ненормальный износ центровых отверстий, поэтому такие детали могут обрабатываться на других станках. Можно получить конусы с углом уклона до 10—12°. Обеспечивается растачивание конических отверстий большой длины. В большинстве случаев этот способ дает точные размеры конуса без дополнительной установки, что повышает производительность труда.

Обработка конических поверхностей широким резцом (рис. 28, з) целесообразна только в случаях, когда длина образующей не превышает 15—18 мм.

Главная режущая кромка затачивается под заданным углом уклона и с помощью шаблона устанавливается в резцедержателе. Обработка осуществляется как при продольной, так и поперечной подаче резца.

Практически этот способ выгодно применять при обработке конусной части, расположенной у конца детали, когда угол уклона большой и не требуется высокой точности угла уклона и чистоты поверхности.

Для получения конических отверстий большого диаметра можно применять, за исключением смещения корпуса задней бабки, все три способа обработки наружных поверхностей.

Конические отверстия в сплошном материале получают в результате предварительного просверливания сверлом с диаметром меньше малого диаметра конуса на 2—3 мм.

Внутренние конусы с большим углом уклона перед растачиванием обрабатывают предварительно уступами. Внутренние конические отверстия малых размеров и в нормализованных деталях конусы обычно рационально обрабатывать комплектом разверток, который состоит из трех штук: черновой, получистовой и чистой (со сплошными зубьями).

Наружные конические поверхности проверяются с помощью шаблонов, калибров, а при очень больших углах уклонов — угломерами. При массовом изготовлении деталей большей частью применяют предельные калибры-пробки.

## Нарезание резьбы

Основные резьбовые детали (винт и гайка) в современных машинах имеют самое различное применение. Резьба служит для соединения деталей (разъемные соединения),

передачи движений, преобразований и передачи больших усилий в винтовых прессах.

Резьба представляет совокупность винтовой канавки и нитки, нанесенной на поверхность цилиндрического стержня (болт) или отверстия (гайка).

Основными элементами любой резьбы являются: шаг  $S$  — расстояние между двумя одноименными точками профилей соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы; угол профиля  $\alpha$  — угол между боковыми сторонами витка, измеренный в плоскости оси; наружный диаметр резьбы  $d_0$ , измеренный по вершинам профиля у болта и по впадинам у гайки; внутренний диаметр резьбы  $d_1$ , измеренный по впадинам у болта и вершинам у гайки.

В зависимости от направления винтовой линии различают резьбу правую и левую.

Правой называется такая резьба, когда виток направлен слева направо. При ввинчивании болта или навинчивании гайки вращение их происходит по часовой стрелке. Если же вращение этих деталей производится против хода часовой стрелки, т. е. винтовая линия направлена справа налево, резьба левая.

Правая резьба является основной и самой распространенной, а левая используется в необходимых случаях.

По количеству винтовых линий, нанесенных на поверхность деталей, различают одноходовые и многоходовые резьбы. В многоходовых за один оборот винта гайка переместится на расстояние, равное шагу, умноженному на число заходов. Это расстояние между одноименными точками одного и того же витка называется ходом  $L$ .

**Типы резьб.** Наиболее часто применяются треугольная, трапецеидальная и прямоугольная резьбы (рис. 29). Менее распространены упорные и круглые.

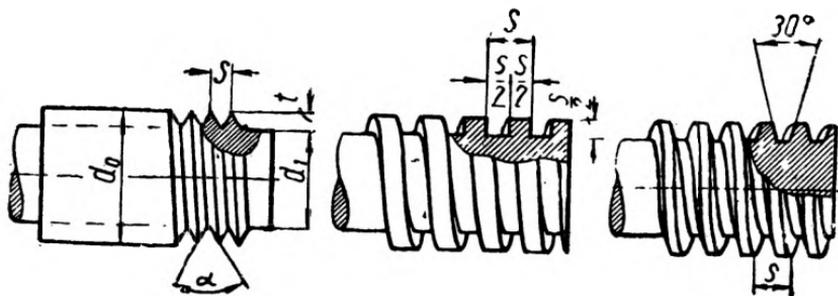


Рис. 29. Типы резьб.

Треугольные, или крепежные, подразделяются на метрическую, дюймовую и трубную.

Метрическая имеет угол профиля  $60^\circ$ , шаг ее измеряется в *мм*.

Различают основную метрическую резьбу, применяемую во всех крепежных соединениях, и мелкие — 1, 2, 3, 4 и 5-ю, обычно используемые на тонкостенных регулировочных деталях, а также в резьбовых соединениях, подвергающихся значительным толчкам.

Обозначаются метрические резьбы на рабочих чертежах буквой *М*, размерами наружного диаметра и шага, а мелкие — еще и номером. Например,  $M24 \times 3$  — основная метрическая, наружный диаметр 24 *мм*, шаг 3 *мм*. Иногда шаг не указывается —  $M12$ .

Перед обозначениями мелких метрических резьб ставится соответствующий номер, например:  $1M20 \times 1,5$  или  $1M20$ .

Дюймовая резьба имеет угол профиля  $55^\circ$ , а шаг измеряется количеством ниток на длине одного дюйма (25,4 *мм*). В машиностроении она используется редко. Наружный диаметр дюймовой резьбы на чертежах обозначается в дюймах, например:  $1/2''$ ,  $7/8''$ ,  $1''$ ,  $1\frac{3}{4}$  и т. д.

Трубная резьба имеет угол профиля  $55^\circ$  и отличается от рассмотренных тем, что у нее нет зазора между болтом и гайкой. Назначается она для плотных соединений, газо- и водопроводных труб и их деталей, а также штуцеров, муфт.

Трапециевидальная имеет профиль равнобокой трапеции с углом  $30^\circ$ . Размеры ее даются в миллиметрах. Основное назначение — передавать движения и небольшие усилия (ходовой винт токарного станка, винт домкрата). Обозначается на чертежах первыми четырьмя буквами ТРАП. Например, ТРАП24-5, где число 24 — величина диаметра, а 5 — шаг. В зависимости от шага резьбу делят на крупную, нормальную и мелкую. Наименьшие размеры этих резьб: шаг крупной — 8 *мм*, диаметр стержня — 22 *мм*, шаг нормальной — 3 *мм*, мелкой — 2 *мм*, диаметр стержня — 10 *мм*.

**Модульная резьба.** На практике токарю часто приходится изготавливать червячные винты, которые в паре с червячным колесом применяются для передачи вращательного движения под углом  $90^\circ$  в различных механизмах машин.

Профиль нитки обычно делается в форме трапеции с углом, равным  $40^\circ$ . При нарезании такого профиля главное лезвие должно быть параллельно оси резьбы. В случае непараллельности боковые поверхности получаются выпуклыми.

Шаг резьбы червяка — модульный и может быть определен по формуле

$$S = \pi m,$$

где  $S$  — шаг резьбы червяка в мм;

$\pi=3,14$ ;

$m$  — модуль.

**Получение резьбы на токарном станке.** Резьбовые поверхности на токарном станке можно получить различными способами в зависимости от размеров детали, их количества и точности резьбы.

На мелких деталях резьбу обычно нарезают плашками, метчиками. Это не представляет особой трудности, так как токарю не приходится настраивать станок.

Нарезание резьб любого шага резьбовыми резцами производится при соответствующей настройке станка.

Суппорт при этом перемещается с помощью ходового винта. Поэтому настройка станка сводится к нахождению определенного соотношения между вращением шпинделя и ходового винта, при котором резец перемещался на величину шага одноходовой или хода многоходовой нарезаемой резьбы.

Современные токарные станки имеют развитую коробку подач, обеспечивающую настройку на любой шаг резьбы путем перестановки соответствующих рукояток. На станках имеются таблицы с указанием положений рукояток для того или иного шага нарезаемой резьбы.

При работе на большинстве старых станков и многих операционных для нарезания резьбы заданного шага необходимо настройку производить подбором сменных зубчатых колес гитары, передающих вращение от шпинделя к ходовому винту.

На рис. 30 показана схема передачи такого движения.

Движение от шпинделя через трензель и сменные колеса передается к ходовому винту. Поэтому для настройки станка на резьбу с помощью сменных зубчатых колес следует определить их передаточное отношение по формуле

$$i = \frac{S_p}{S_{хв}},$$

где  $i$  — передаточное отношение сменных зубчатых колес;

$S_p$  — шаг нарезаемой резьбы;

$S_{хв}$  — шаг ходового винта станка.

Чтобы перейти к подсчету числа зубьев сменных колес, рассмотрим характеристику зубчатой передачи. При про-

стой зубчатой передаче, когда в зацеплении находятся два колеса, передающее вращение называется ведущим, а получающее — ведомым.

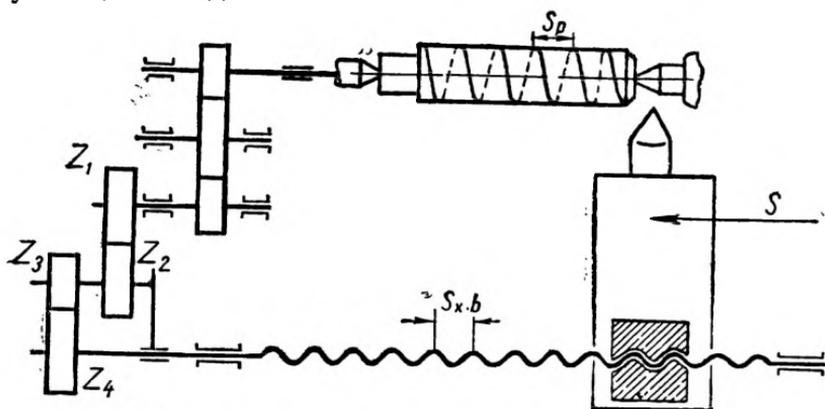


Рис. 30. Схема образования винтовой линии.

Числа зубьев колес обозначаются соответственно через  $Z_1$  и  $Z_2$ . Передаточное отношение представляет отношение числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого. Обозначив передаточное отношение буквой  $i$ , получим:

$$i = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

В сложной передаче имеются две или больше пары колес, поэтому каждую пару нужно рассматривать как простую. Таким образом, для определения передаточного отношения зубчатых колес гитары нужно произведение чисел зубьев ведущих колес разделить на произведение чисел зубьев ведомых. Следовательно,

$$i = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \dots}{Z_2 \cdot Z_4 \dots}$$

Приравнивая правые части этих формул, получим расчетное уравнение для подбора сменных колес

$$\frac{S_D}{S_{xв}} = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \dots}{Z_2 \cdot Z_4 \dots}$$

Для подбора соответствующего числа зубьев  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  и  $Z_4$  при станках имеются наборы шестерен следующих рядов:

а) 20, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110 и 120;

б) 20, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76 и 80.

В каждом наборе также имеется шестерня со 127 зубьями. Ее используют при подборе, когда шаг нарезаемого и ходового винтов даны в разных системах.

Если шаг ходового винта и нарезаемой резьбы выражен в различных системах, первой — в дюймах, второй — в миллиметрах или наоборот, то для перевода дюйма в миллиметры пользуются равенством  $1'' = 25,4 = \frac{127}{5} \text{ мм.}$

**Пример.** Шаг нарезаемого винта  $S_p = 1 \text{ мм}$ ; шаг ходового винта  $S_{хв} = 8 \text{ мм}$ .

Рассчитать число зубьев сменных колес.

**Решение.** Передаточное отношение между вращением шпинделя и ходового винта

$$i = \frac{S_D}{S_{хв}} = \frac{1}{8}.$$

Затем находят число зубьев колес

$$\frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{1}{8}, \text{ или } \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4}.$$

Чтобы получить шестерни с числом зубьев, имеющихся в наборах, умножают дроби на 20 и 25, т. е.

$$\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{20}{40} \cdot \frac{25}{100}.$$

Колеса  $Z_1 = 20$  и  $Z_3 = 25$  ведущие, а  $Z_2 = 40$  и  $Z_4 = 100$  ведомые, причем на ходовой винт устанавливают  $Z_4 = 100$ .

Подбор произведен в две пары, но при других передаточных отношениях его можно сделать в одну пару.

**Заготовки под нарезание резьбы.** Размеры диаметра стержня под наружную резьбу и отверстия под внутреннюю выбираются с учетом допускаемых отклонений, а также деформации материала, происходящей в процессе работы режущего инструмента.

Практически стержни следует обточить меньше номинального размера резьбы, руководствуясь таблицей 19.

Для мелких метрических резьб величина уменьшения стержня колеблется в пределах  $0,05 \frac{1}{T} 0,12 \text{ мм.}$

При нарезании резьб не на всю длину стержня или отверстия необходимо предусмотреть проточку (канавку). Диаметр ее делается немного меньше внутреннего диамет-

Таблица 19

## Диаметры обточки стержней под нарезание основной метрической резьбы резцом в мм

Диаметр резьбы	Диаметр стержня под резьбу	Диаметр резьбы	Диаметр стержня под резьбу	Диаметр резьбы	Диаметр стержня под резьбу
10	9,92	33	32,83	72	71,80
11	10,92	36	35,83	76	75,80
12	11,92	39	38,83	80	79,80
14	13,92	42	41,83	85	84,77
16	15,92	45	44,83	90	89,77
18	17,92	48	47,83	100	99,77
20	19,86	52	51,80	125	124,74
22	21,86	56	55,80	140	139,74
24	23,86	60	59,80	185	184,70
27	26,86	64	63,80	200	199,70
30	29,86	68	67,80		

Таблица 20

## Диаметры растачиваемых отверстий под нарезание основной метрической резьбы резцом в мм

Диаметр резьбы	Диаметр отверстия	Диаметр резьбы	Диаметр отверстия	Диаметр резьбы	Диаметр отверстия
10	8,3	45	39,7	110	102,9
11	9,3	48	42,1	115	107,9
12	10,0	52	46,1	120	112,9
14	11,7	56	49,5	125	117,9
16	13,7	60	53,5	130	122,9
18	15,1	64	56,9	140	132,9
20	17,1	68	60,9	145	137,9
22	19,1	72	64,9	150	142,9
24	20,5	76	68,9	155	147,9
27	23,5	80	72,9	160	152,9
30	25,9	85	77,9	165	157,9
33	28,9	90	82,9	170	162,9
36	31,3	95	87,9	175	167,9
39	34,3	100	92,9	180	172,9
42	36,7	105	97,9	185	177,9

ра резьбы. Так, при шагах  $1 \div 2$  мм он должен быть на  $0,2 \div 0,4$  мм меньше внутреннего; при шагах  $2 \div 4$  мм — на  $0,4 \div 0,8$  мм; от 4 до 6 мм и выше — на  $0,8 \div 1,2$  мм.

На болтах, шпильках и некоторых других деталях канавок не делают, а в конце каждого прохода быстро отводят резец, получая при этом резьбу неполного профиля (сбор).

Диаметр сверла для сверления отверстий под резьбу

можно найти с достаточной для практической цели точностью по формуле

$$d_{св} = d_0 - 1,1S,$$

где  $d_{св}$  — диаметр сверла под резьбу в мм;

$d_0$  — наружный диаметр резьбы в мм;

$S$  — шаг резьбы в мм.

**Пример.** Найти диаметр сверла под резьбу М30 с шагом 3,5 мм.

$$d_{св} = 30 - 1,1 \cdot 3,5 = 26,15 \text{ мм.}$$

**Резьбовые резцы и их установка.** Резьбовые резцы, применяемые при нарезании различных резьб на деталях из стали, изготавливаются из твердого сплава марки Т15К6, а также из быстрорежущей стали марки Р-18.

Угол профиля резцов из быстрорежущей стали для нарезания метрической резьбы делается  $60^\circ$ , а для твердосплавных  $59^\circ \div 59^\circ 30'$ , так как при работе с большими скоростями имеет место некоторое разваливание профиля.

Остальные размеры, элементы резца, его углы заточки не зависят от материала.

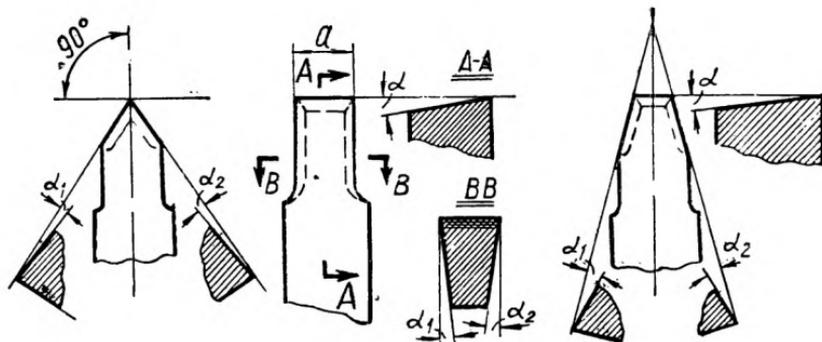


Рис. 31. Профили и углы резьбовых резцов.

На рис. 31 показаны профили и углы основных резцов, применяемых для нарезания различных резьб.

У резцов для треугольной метрической резьбы задний угол делается в пределах  $12^\circ \div 15^\circ$ , а боковые поверхности затачиваются под углом  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Если шаг малый (до 2 мм), эти углы делаются одинаковыми и равными  $3^\circ \div 5^\circ$ .

При нарезании резьб с большим углом подъема (более  $4^\circ$ ) боковой угол  $\alpha_1$  при правой резьбе, а  $\alpha_2$  — при левой увеличиваются до  $6^\circ \div 8^\circ$ . Чтобы устранить возможные иска-

жения профиля, передний угол делается равным нулю, и только, при обработке очень мягких материалов он может быть  $3-4^\circ$ .

Заточка всех резьбовых резцов производится по специальным шаблонам, имеющим форму, соответствующую профилю нарезаемой резьбы.

### Приемы нарезания резьб

**Треугольная резьба.** Резец для ее нарезания имеет острую вершину. Работает он в тяжелых условиях, так как снимаемые одновременно обеими режущими кромками стружки сталкиваются и резец начинает рвать поверхность профиля. При этом затрудняется сход стружки и отвод тепла, резец перегревается и с увеличением глубины резания легко обламывается. Чтобы избежать поломок, приходится увеличивать число проходов и, следовательно, снижать производительность.

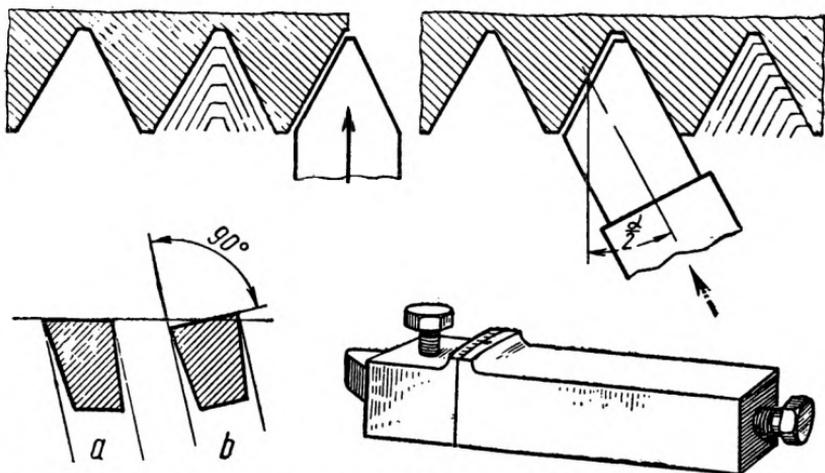


Рис. 32. Способы нарезания треугольной резьбы и резцовая державка.

На практике пользуются следующими способами:

а) если шаг резьбы не превышает  $2 \text{ мм}$ , заглубление резца осуществляется поперечной подачей перед каждым проходом его, а также смещением его на  $0,1 \div 0,15 \text{ мм}$  с помощью лимба верхнего суппорта поочередно влево или вправо (рис. 32). Это значительно облегчает работу резца при черновых проходах;

б) если нарезают треугольную резьбу с шагом больше  $2 \text{ мм}$ , заглубление резца производят не в поперечном на-

правлении, а под углом к оси профиля резьбы. Для этого верхние салазки суппорта поворачивают на угол, равный половине угла профиля. Резец работает одним режущим лезвием, что облегчает удаление стружки при черновых проходах и повышает производительность.

Независимо от приема нарезания треугольной резьбы, чистовые проходы резца производят установкой только при помощи поперечной подачи суппорта. Величина подачи резца как при черновых, так и при окончательных проходах определяется делением высоты профиля резьбы на число проходов.

**Трапецеидальная резьба.** При нарезании этой резьбы в отличие от треугольной пользуются только поперечной подачей.

При шаге резьбы до 5 мм обычно ведут обработку одним резцом полного профиля, а при больших шагах — несколькими.

Вначале прорезают винтовую канавку нормальным канавочным резцом, ширина которого на 0,2 мм меньше ширины впадины резьбы, а потом придают требуемые размеры профильным резцом. Если приходится нарезать прямоугольную или трапецеидальную резьбу с большим углом подъема (многоходовые), необходимо установку резца для черновых проходов выполнять так, как показано на рис. 32, а, б. В таких случаях применяют специальные державки, позволяющие при изменении угла подъема использовать резцы с нормальной заточкой. На рисунке изображена державка, предложенная токарем-новатором т. Мехонцевым. Для настройки приспособления имеется градусная шкала, по которой согласно углу подъема винтовой линии поворачивается головка с установленным резцом.

**Многоходовая резьба.** Первая винтовая канавка многоходовых резьб выполняется, как обычная одноходовая, только станок настраивается не на величину шага, а на величину хода, равную числу заходов, умноженную на шаг, т. е.

$$L = n \cdot S \text{ мм.}$$

После первого захода заготовку необходимо поворачивать на некоторую часть оборота для нанесения следующего захода нитки. Величина поворота зависит от количества заходов и определяется делением  $360^\circ$  на  $n$  (число заходов).

Следовательно, для обеспечения правильного взаимного расположения витков, кроме настройки станка на вели-

чину хода  $L$ , необходимо иметь делительные устройства, чтобы осуществить поворот детали.

Поворот заготовки после получения первой винтовой нитки для нарезания очередной производится при неподвижных узлах (механизмах) станка.

В настоящее время в токарной практике применяются как простые приемы и приспособления, так и специальные делительные механизмы.

Простым устройством являются поводковые патроны, которые имеют несколько пазов, точно расположенных по окружности относительно друг друга под углом, равным углу поворота заготовки. После нарезания первой канавки винт снимают с центров и, повернув на требуемую часть оборота, вводят изогнутый конец хомутика в соответствующий паз и закрепляют снова на центрах.

Более точное деление резьбы на заходы производится с помощью специальных делительных патронов. Кольцо патрона имеет градусную шкалу и может поворачиваться вместе с деталью на требуемый угол при неподвижном станке. Деление резьбы на заходы также можно осуществить перемещением продольного суппорта с резцом, каждый раз на величину шага. Этот способ простой и доступный каждому токарю и на любом станке, но менее точный.

Используя при перемещении резца индикатор, можно деление произвести с точностью  $0,01$  мм.

Новейшие модели отечественных токарных станков (1К62) снабжаются специальным делительным механизмом, расположенным непосредственно на шпинделе и связанным с рукояткой на панели коробки скоростей. Это позволяет значительно быстрее производить поворот заготовки, а следовательно, повышает производительность труда.

**Понятие о кратности резьбы.** В большинстве случаев при резьбовых работах во время обратной подачи суппорта резец, как правило, выводят из канавки, чтобы избежать его поломки из-за мертвого хода между разъемной гайкой и ходовым винтом.

Начинающему токарю нужно знать — если суппорт получает подачу механическую (разъемная гайка включена), то относительное положение ходового винта и нарезаемой резьбы не нарушается.

При ручном перемещении суппорта в исходное положение разъемная гайка выключается, поэтому нарушается связь между резцом и ходовым винтом.

Перед включением разъемной гайки для очередного про-

хода резца нужно знать, являются ли шаг нарезаемой резьбы и шаг ходового винта кратными.

Если шаг нарезаемой резьбы делится без остатка на шаг ходового винта или наоборот, то такие резьбы кратны и называются четными. При нарезании четной резьбы разъемную гайку можно включать в любом положении, и резец всегда точно попадет в первоначальную винтовую канавку.

Если при делении шагов получается остаток, то резьба называется нечетной. Во время нарезания нечетной резьбы разъемную гайку можно включать только при определенном положении ходового винта относительно нарезаемой резьбы, в противном случае резец не попадет в канавку.

Новейшие токарные станки обладают быстрым обратным вращением шпинделя, что допускает нарезание любой резьбы без выключения разъемной гайки.

### Режимы резания при нарезании резьб

Нарезание наружных и внутренних треугольных и других резьб происходит со значительно меньшими режимами резания, чем точение гладких поверхностей. Это объясняется тяжелыми условиями работы резьбового резца и невозможностью своевременного выключения его при больших скоростях.

Глубина резания выбирается в зависимости от количества черновых и чистовых проходов.

Для метрических резьб при работе резцами из быстрорежущей стали Р18 можно пользоваться таблицами.

Таблица 21

#### Нарезание резьбы быстрорежущими резцами

а) число проходов

Материалы	Проходы	Шаг резьбы S в мм											
		1,5	1,75	2÷3	3,5÷ 4,5	5,0÷ 5,5	6,0	1,5	1,75	2÷3	3,5÷ 4,5	5,0÷ 5,5	6,0
		наружная резьба						внутренняя резьба					
Сталь углеродистая	Черновой	4	5	6	7	8	9	5	6	7	9	10	12
	Чистовой	2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	5	5
Легированные стали и стальное литье	Черновой	5	6	7	9	10	12	6	7	9	11	12	15
	Чистовой	3	4	4	5	5	5	4	4	5	6	7	7
Чугун, бронза, латунь	Черновой	4	5	6	6	6	6	5	6	7	7	8	8
	Чистовой	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	5

б) скорость резания в м/мин

Шаг резьбы S в мм	Резьба наружная			Резьба внутренняя		
	проходы					
	черновые	чистовые	зачистные	черновые	чистовые	зачистные
До 2,5	36	64		29	51	
• 3	31	56		25	45	
• 3,5	30	50		24	40	
• 4	27	48	4	22	38	4
• 4,5	25	44		20	35	
• 5	24	42		19	33	
• 5,5	22	41		17	32	
• 6	22	38		17	30	

При нарезании метрических резьб резцами с пластинками твердых сплавов число проходов и скорость резания также можно взять из таблиц.

Таблица 22

Резцы резьбовые с пластинками Т15К6

(Резьба метрическая крепежная)

а) число проходов

Шаг резьбы в мм	1,5	2	3	4	5	6
-----------------	-----	---	---	---	---	---

Число проходов

Черновых	2—3	2—3	3—5	4—6	5—7	6—8
Чистовых	2	2	2	2	2	2

При нарезании внутренних резьб черновой проход берется на единицу больше.

б) скорость резания в м/мин

Предел прочности стали $\sigma_B$ в кг/мм <sup>2</sup>	Наружная резьба, 3-й класс точности					Внутренняя резьба, 3-й класс точности						
	подачи											
	1,5	2	3	4	5	6	1,5	2	3	4	5	6
55 ÷ 62	162	150	145	142	141	138	142	131	124	119	116	113
63 ÷ 70	144	133	129	127	125	123	127	117	110	106	103	101
71 ÷ 79	141	130	129	123	119	117	120	110	107	101	98	96
80 ÷ 90	125	116	115	109	106	104	107	98	96	90	87	85

Во время работы резцами из быстрорежущих сталей необходимо применять смазочно-охлаждающие жидкости: для сталей—эмульсия, сульфозфрезол, сурепное масло; для чугуна — без охлаждения, керосин; для бронзы, латуни и алюминия — без охлаждения, сурепное масло.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ СЛУЧАИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

1. **Обтачивание под квадрат.** Чтобы выточить диаметр стержня под квадрат, необходимо знать следующую зависимость:

$$D = 1,414a,$$

где  $D$  — наименьший размер обтачивания;  
 $a$  — сторона квадрата.

2. **Обтачивание под шестигранник.** Размер обтачиваемого диаметра участка под последующую обработку шестигранника определяется по формуле

$$D = 1,155a,$$

где  $D$  — диаметр заготовки под шестигранник;  
 $a$  — размер шестигранника под ключ.

Чтобы грани квадрата или шестигранника были закруглены, необходимо диаметры заготовок, найденные по формулам, уменьшить на несколько миллиметров.

3. **Обработка эксцентричных деталей.** На токарных станках, кроме обычных одноосных деталей, могут обраба-

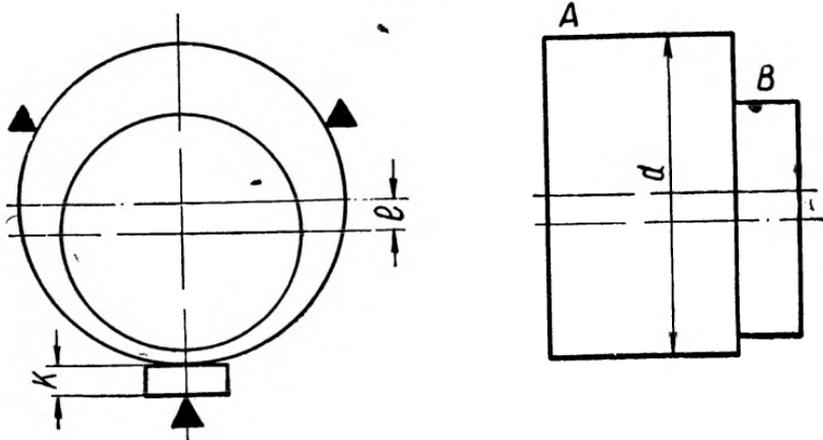


Рис. 33. Схема зажима эксцентриков валика.

тываться различные эксцентрики, коленчатые валы и другие детали, у которых оси поверхностей параллельны, но смещены на некоторое расстояние (рис. 33).

Рассмотрим наиболее простые методы получения подобных деталей.

Крупные короткие, с большим эксцентриситетом детали обычно закрепляются в четырехкулачковом патроне за поверхность А. Обрабатывается поверхность Б. При этом требуемое смещение производится перемещением двух диаметрально расположенных кулачков по разметке, имеющейся на торцовой поверхности.

При небольшой величине  $e$  можно также обработку осуществить в самоцентрирующем трехкулачковом патроне.

Необходимое смещение заготовки (равное эксцентриситету) может быть достигнуто подкладкой пластинки между одним из кулачков.

Толщину этой пластинки  $K$  можно определить с достаточной для практических целей точностью по формуле

$$K = 1,5e \left( 1 + \frac{e}{2d} \right),$$

где  $K$  — толщина пластинки в мм;

$e$  — эксцентриситет;

$d$  — диаметр поверхности зажима в мм.

**Пример.** Определить толщину пластинки при обработке эксцентрика в самоцентрирующем патроне, если  $e = 2$  мм, а диаметр зажима равен 80 мм.

$$K = 1,5 \cdot 2 \left( 1 + \frac{2}{2 \cdot 80} \right) = 3 \text{ мм.}$$

При обработке эксцентричных валиков в центрах необходимо на торцовые поверхности нанести по две пары центровых отверстий.

Одна пара для обтачивания основной поверхности, а другая — для эксцентриковой поверхности.

### Накатывание

В токарной практике очень часто приходится на головках винтов измерительных инструментов, на рукоятках калибров с целью лучшего удержания их рукой делать специальную рифленую поверхность. Рифленая поверхность называется накаткой и бывает прямая и перекрестная (косая).

Шаг накатки зависит от диаметра и ширины рифленой поверхности.

При прямой накатке принимают, независимо от материала детали, шаг от 0,5 до 1,2 мм, а при перекрестной на латунных и алюминиевых деталях шаг делается от 0,6 до 1,2 мм, на стальных — от 0,6 до 1,6 мм.

Мелкие шаги берутся при малых диаметрах, а крупные — при больших.

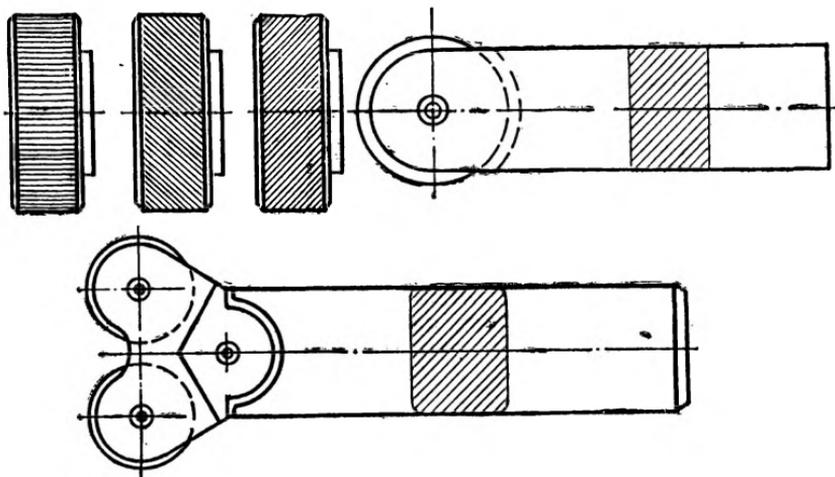


Рис. 34. Ролики для накатывания и применяемые державки.

На рис. 34 показаны ролики и державки, применяемые при получении накатки.

Ролики изготавливаются из инструментальных сталей У10А, У11А, Х12А, ХВГ и 5ХНМ диаметром 20—25 мм и шириной 10 мм.

Для образования прямой накатки ролик, установленный в державке, крепится в резцедержателе так, чтобы ось ролика находилась на высоте линии центров.

При нанесении на поверхность детали перекрестной накатки берется специальная державка с двумя роликами с правой и левой насечками, расположенными один над другим.

Практически, чтобы получить чистую накатку, без рванин и выкрашиваний, размер ролика берут так, чтобы диаметр изделия делился без остатка на диаметр ролика.

При работе ролики необходимо тщательно очищать стальной щеткой от стружки и обильно смазывать маслом.

При выборе режима работы можно рекомендовать данные таблицы 23.

Таблица 23

Режимы работы при рифлении							
Диаметр обрабатываемой поверхности в мм	10	15	20	30	50	75	100
Шаг рифлей в мм	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2	1,2
Окружная скорость детали в м/мин	15÷20						
Подача в мм/об	1,0	1,15	1,5	1,8	2,0	2,5	2,5
Число проходов	9÷5	4÷6	5÷6	5÷6	6÷8	8÷10	1÷10

Примечание. При обработке бронзы скорость накатывания может быть 25 ÷ 40 м/мин, латуни — 40 ÷ 50 м/мин и алюминия — 80 ÷ 100 м/мин.

### ПРИМЕНЕНИЕ НАИБОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Главное направление в работе токаря — повседневное повышение производительности труда путем применения наиболее прогрессивной технологии.

Технологический процесс токарной обработки представляет выбор определенной последовательности переходов, необходимого режущего и измерительного инструмента, приспособлений и режима резания.

Выбор последовательности обработки зависит как от размеров и конфигурации, так и от количества изготавливаемых в партии деталей. При изготовлении нескольких деталей (до 3 штук), как правило, обработку ведут по методу укрупнения операций за одну или две установки, которые выбираются так, чтобы обеспечить соосность обрабатываемых поверхностей и выполнять при каждом закреплении большое количество переходов. Когда одновременно обрабатывается большое количество одинаковых деталей, необходимо технологическую последовательность расчленить на отдельные, более мелкие, операции.

Правильный выбор последовательности обработки на

токарном станке является основным определяющим фактором производительной работы.

Для того чтобы знать пути повышения производительности труда, рассмотрим, из каких затрат складывается время изготовления одной детали, т. е. штучное время.

Штучное время расходуется на резание, выполнение всех рабочих приемов, обслуживание станка и может быть определено по формуле

$$T_{шт} = T_0 + T_v + T_{обсл} + T_{ен} \text{ минут,}$$

где  $T_{шт}$  — штучное время в *мин*;

$T_0$  — основное, или машинное время, в течение которого происходит работа резца;

$T_v$  — вспомогательное время затрачивается на управление станка, установку резца, крепление детали и измерение;

$T_{обсл}$  — время технического обслуживания рабочего места;

$T_{ен}$  — личное время токаря.

Решающее значение в изготовлении детали имеет сумма основного и вспомогательного времени (оперативное время —  $T_{оп}$ ).

Несмотря на применение современных станков и режущего инструмента, в настоящее время при изготовлении деталей в условиях единичного производства вспомогательные затраты составляют иногда 70—80% и даже в условиях массового производства — до 50%.

Машинное время обработки все время уменьшается за счет использования высоких режимов резания, а вспомогательное остается почти неизменным. Поэтому можно сделать вывод, что сокращение вспомогательного времени является, наряду с уменьшением машинного, основным резервом повышения производительности труда.

Сокращение затрат вспомогательного времени в условиях производства обеспечивается применением быстродействующих зажимных приспособлений за счет использования различных копировальных и других устройств, автоматизирующих процесс токарной обработки.

Рассмотрим несколько приемов сокращения времени обработки на токарном станке.

1. Перед началом работы в соответствии с количеством деталей в партии необходимо наметить технологическую последовательность всей обработки, подготовить необходимый режущий инструмент, приспособления.

Важным фактором сокращения вспомогательного времени является правильное расположение и закрепление в резцедержателе резцов в порядке их ввода в работу. Токарь должен так выбирать последовательность обработки отдельных поверхностей, чтобы уменьшить рабочие и холостые перемещения инструмента. Экономию вспомогательного времени токарь может создать, применяя метод цикличности переходов.

Сущность этого метода состоит в том, что при обработке простых деталей в большом количестве переходы не повторяются, а выполняются у каждой двух деталей в обратной последовательности. Такой простой порядок чередования обработки отдельных поверхностей позволяет почти полностью исключать холостые перемещения резца.

2. Одним из передовых приемов сокращения вспомогательного времени является использование быстродействующих поводковых устройств. Применяются они для связи детали со шпинделем станка. Обычные винтовые хомутики и поводковые патроны требуют много вспомогательного времени на установку и съем детали. Они также небезопасны в процессе обработки, поэтому все больше заменяются быстродействующими плавающими центрами и поводковыми патронами, которые обеспечивают закрепление заготовки в центрах при минимальной затрате времени и усилия.

3. Способствует сокращению вспомогательных затрат и применению методов совмещения переходов. Сущность его сводится к закреплению в резцедержателе двух резцов для обработки различных переходов. Например, можно совместить снятие фаски и прорезку канавок на ступенчатых валиках.

4. Если позволяет обычный резцедержатель при обработке ступенчатых деталей с короткими ступенями, необходимо применять способ многорезцовой обработки.

Многорезцовая обработка позволяет одновременно сокращать как машинное время, так и вспомогательные затраты.

5. Сокращение времени на холостые ходы может быть достигнуто путем применения комбинированного резца для обработки двух переходов, подрезания торца и снятия фаски, отрезания и получения сферической головки.

Умелое использование отогнутого проходного резца позволяет выполнять одновременно подрезание торца, снятие фаски (правой), растачивание отверстия и снятие левой фаски.

Применение в практической работе рассмотренных способов в отличие от обычного порядка поможет значительному повышению производительности труда.

## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

В токарных станках, выпускаемых отечественной станкостроительной промышленностью, в последние годы произошел ряд значительных изменений, направленных на увеличение мощностей и верхнего предела чисел оборотов шпинделя. Всё больше находят применение различные автоматические элементы управления, позволяющие резко сокращать вспомогательные затраты и увеличивать производительность труда. Поэтому токарю необходимо знать устройство современного токарного станка, чтобы полнее использовать все возможности, уметь быстро и точно производить настройку.

Несмотря на разнообразие типов—конструкций токарных станков, все они в основном имеют общие механизмы и по характеру работы сходны между собой. Это облегчает их изучение и эксплуатацию.

Основными узлами станка являются: станина, передняя бабка с размещенной в ней коробкой скоростей, задняя бабка, коробка подач, фартук суппорта и собственно суппорт, органы управления и привод.

**Рабочие движения.** Характерной и объединяющей особенностью токарных и относящихся к данной группе станков является то, что все они предназначены для обработки поверхностей вращения.

Процесс резания на токарном станке осуществляется перемещением определенным образом режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности и удалением припуска.

Для получения требуемой геометрической формы заготовке сообщается вращательное, главное, а резцу — поступательное движение подачи.

Главное движение необходимо, чтобы обеспечить снятие слоя металла. Движение подачи обеспечивает снятие слоя металла непрерывно по обрабатываемой поверхности.

Остальные движения, связанные с подводом и отводом резца, перемещением задней бабки, пуском и остановкой станка, называются вспомогательными. Непосредственного участия в обработке они не принимают, а служат для обеспечения процесса резания.

**Типы токарных станков** зависят от наибольшего диаметра заготовки, устанавливаемого при обработке над станиной, и максимального расстояния между центрами станка при закреплении задней бабки в ее крайнем положении в конце станины.

В соответствии с этими размерами токарные станки делятся на три группы:

- 1) мелкие — с высотой центров до 150 мм;
- 2) средние — с высотой центров 150—300 мм;
- 3) крупные — с высотой центров свыше 300 мм.

Заводские таблички, укрепленные на станках, имеют обозначения 1616, 1А616, 1А62, 1К62, 1620, 1М620, 165, 1624 и т. д.

Первая цифра показывает группу станка. В станкостроении принято все токарные станки обозначать цифрой 1, сверлильные — 2, шлифовальные — 3, специальные — 4, зуборезные и резьбонарезные — 5, фрезерные — 6, долбежные и протяжные — 7, разрезные — 8 и все остальные — цифрой 9. Вот почему номер всякого токарного станка начинается с цифры 1.

Вторая цифра обозначает тип станка внутри группы. Различают следующие типы: 1 — автоматы одношпиндельные, 2 — автоматы многошпиндельные, 3 — револьверные, 4 — сверлильно-отрезные, 5 — карусельные, 6 — токарные и лобовые, 7 — многолезцовые, 8 — специальные, 9 — разные токарные.

Третья цифра (а для некоторых токарных станков и четвертая) условно указывает на основные размеры.

Так, станок 1616 — токарно-винторезный, с высотой центров 160 мм; станок 162 — токарно-винторезный, с высотой центров 200 мм.

Кроме цифр, в номер станка часто включают буквы. Если буква стоит между первой и второй цифрами, это показывает на различие технической характеристики станков одного и того же размера. Например, все станки моделей 162, 1А62, 1Б62, 1К62 являются токарными с высотой центров, равной 200 мм. Однако модель 162 имеет максимальное число оборотов в минуту 600, 1А62—1200, 1Б62—1500, современный токарно-винторезный станок модели 1К62 имеет 2000 об/мин.

Буква, стоящая в конце номера станка, говорит о том, что изменена основная (базовая) модель.

## Назначение токарного станка

Одним из распространенных типов станков, применяемых в условиях производства, являются станки модели 1К62, выпускаемые заводом «Красный пролетарий» взамен станков 1А62.

Универсальный токарно-винторезный станок 1К62 предназначен для обтачивания разнообразных гладких поверхностей, нарезания резьб, метрической, дюймовой, модульной.

Станок характеризуется следующими основными данными.

Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной,—400 мм, над нижней частью суппорта—220 мм, наибольший диаметр обрабатываемого прутка — 36 мм. Расстояние между центрами—1000 мм. Пределы чисел оборотов шпинделя—от 12,5 до 2000 об/мин. Пределы продольных и поперечных подач—0,075÷4,46 мм/об. Диапазон подач 0,075÷2,23 мм/об устанавливается при любых числах оборотов шпинделя, а диапазон 2,44÷4,46 мм/об—только в тех случаях, когда шпиндель вращается со скоростью 0÷630 об/мин.

Мощность главного электродвигателя—10 квт. Повышение технических данных станка позволяет полнее использовать возможности современных токарных резцов, оснащенных твердыми сплавами, и производить обработку деталей из различных материалов.

**Кинематическая схема.** Различные модели токарных станков отличаются друг от друга по основным размерам, устройству отдельных механизмов, узлов и деталей, по способу изменения числа оборотов и подач, по виду привода и т. д.

Понять устройство станка помогают особые условные чертежи, называемые кинематическими схемами. Они дают полное представление о взаимодействии отдельных механизмов и деталей, участвующих в передаче движений.

Для составления кинематических схем в машиностроении используются целым рядом условно принятых обозначений элементов передач (см. рис. 35).

В производственной практике токарю постоянно приходится производить настройку для выполнения разнообразных работ, изменять число оборотов шпинделя и устанавливать требуемую подачу. Чтобы все эти работы выполнять

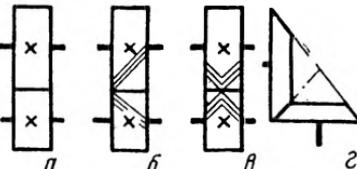
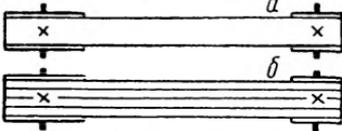
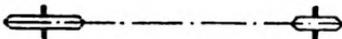
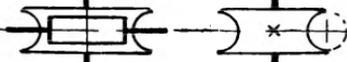
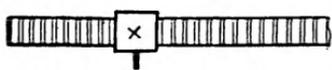
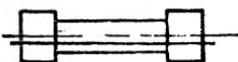
<p><i>Зубчатые передачи:</i>  <i>а, б, в</i> — цилиндрические — соответственно с прямыми, косыми и шеврон зубьями;  <i>г</i> — конические</p>	
<p><i>Ременные передачи:</i>  <i>а</i> — плоским ремнем;  <i>б</i> — клиновым ремнями</p>	
<p><i>Передача цепью</i></p>	
<p><i>Червячная передача</i></p>	
<p><i>Реечная передача</i></p>	
<p><i>Муфты:</i>  <i>а</i> — кулачковая односторонняя;  <i>б</i> — кулачков двусторонняя;  <i>в</i> — дисковая двусторонняя</p>	
<p><i>Винтовая передача:</i>  <i>а</i> — гайка неразъемная;  <i>б</i> — гайка разъемная</p>	
<p><i>Вал, валик, ось</i></p>	
<p><i>Шпиндель</i></p>	
<p><i>Блок зубчатых колес</i></p>	

Рис. 35. Основные условные обозначения для кинематических схем.

сознательно и с наименьшей затратой времени, нужно знать устройство современных токарных станков.

**Цепь главного движения.** Шпиндель получает вращательное движение через зубчатую коробку скоростей от электродвигателя мощностью 10 кВт и с числом оборотов в минуту  $n = 1450$ .

Из кинематической схемы (рис. 36) видно, что с помощью клиноременной передачи вращение передается на шкив фрикционного вала I коробки скоростей.

Внутри коробки на этом валу свободно сидят блок зубчатых колес 56—61, жестко связанных с левой половиной муфты  $M_1$ , и колесо обратного хода 50, связанное с правой половиной той же муфты.

На кинематической схеме цифрами дано число зубьев колес.

Вращательное движение к шпинделю через зубчатые колеса, расположенные на промежуточных валиках, осуществляется включением муфты  $M_1$  вправо и влево. При включении муфты  $M_1$  влево получается прямой, а вправо — обратный ход.

Передвижение блоков зубчатых колес по шлицевым валикам, производимое двумя рукоятками 1 и 2, позволяет получить 23 различные скорости вращения шпинделя при прямом ходе и 12 скоростей — при обратном ускоренном ходе.

Движением рукоятки 2 выбирается нужный ряд чисел оборотов по таблице, помещенной над рукояткой, а вращением рукоятки 1 устанавливается требуемое число оборотов шпинделя и происходит перемещение зубчатых блоков 34—39 и 47—55—38. Шестерни этих блоков образуют шесть комбинаций зацепления и соответственно шесть различных скоростей вращения шпинделя. Рукоятка 2 перемещает блок шестерен перебора 88—45, 22—45, 43—54, что дает еще три комбинации зацепления. Поэтому шпиндель может получить  $6 \times 3 = 18$  различных скоростей вращения через перебор. Кроме того, 6 различных чисел оборотов, полученных с помощью блоков 34—39, 47—55—38, могут передаваться непосредственно от вала III через зубчатые колеса 65—43. При обратном вращении шпиндель получает 12 скоростей — от 19 до 2420 об/мин.

**Цепь подачи.** Движение подачи получается через звено увеличения шага двухскоростного механизма реверса, управляемого рукояткой 4, гитары сменных колес, коробки подач и механизма подач фартука. Перемещение блока  $B_6$

влево позволяет через зубчатые шестерни 60—60 передавать движение непосредственно от шпинделя, а вправо — от вала III через шестерни 45—45.

При нахождении блока Б<sub>6</sub> в крайнем правом положении подача и шаг резьбы увеличиваются в 2; 8 и 32 раза, в зависимости от передаточного отношения перебора.

Для изменения направления вращения ходового винта используются шестерни 42, 28 и 35, которые последовательно вводятся в зацепление с тройным блоком Б<sub>7</sub>. При этом получается две скорости правого и одна — левого вращения.

От вала VIII через гитарные шестерни вращение поступает в коробку подач.

Для нарезания метрических и дюймовых резьб и получения механической подачи сменные блоки гитары устанавливаются так, чтобы в зацеплении находились 42—95—50.

Когда требуется нарезать модульные и питчевые резьбы, сменные блоки переворачивают и вращение передается через колеса 64—95—97.

В самой коробке подачи имеется семиступенчатый набор шестерен, четырехступенчатый множительный механизм и переключающее устройство с обгонной муфтой.

В зависимости от условий работы настройка коробки подач может иметь следующие варианты:

1. Вращение от вала IX передается к валу X через зубчатые колеса 35—37—35. При этом муфты М<sub>2</sub>, М<sub>3</sub> и М<sub>4</sub> должны быть выключены.

С помощью накидного механизма и шестерен 35—28 и 23—35, двух блоков Б<sub>8</sub> и Б<sub>9</sub> множительного механизма вращение передается от вала X к XIV. Включением муфты М<sub>5</sub> вращение от вала XIV передается ходовому винту.

По такому варианту коробка подач настраивается для нарезания дюймовых, питчевых и торцовых резьб.

2. Для нарезания метрических и модульных резьб, а также для получения механической подачи производят перенастройку.

Шестерня 35 на валу X выводится из зацепления с шестерней 37, а муфты М<sub>2</sub> и М<sub>4</sub> включают.

В этом случае вращение от вала IX на XIV передается муфтой М<sub>2</sub>, набором шестерен на валу IX — муфтой М<sub>4</sub> и множительным механизмом. Далее через блок В<sub>10</sub> и двухвенцовую шестерню 56, обгонную муфту М<sub>6</sub> движение передается ходовому валу XVII для осуществления механических подач суппорта.

3. При необходимости нарезания резьб повышенной точности включаются муфты  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_5$ , вследствие чего соединяются валики  $IX$ ,  $XI$ ,  $XIV$  непосредственно с ходовым винтом  $XVI$ , минуя коробку подач. При такой настройке на гитаре устанавливаются сменные зубчатые колеса для получения нужного шага, определенные путем подсчета или подбора по таблицам.

Через зубчатые колеса 27—20—28 движение от ходового валика  $XVII$  передается на вал червячной передачи, а с помощью колес 40, связанных с венцами кулачковых муфт  $M_6$ ,  $M_8$ ,  $M_7$ ,  $M_9$ , вращение поступает на вал  $XXI$  и реечную передачу.

Включение муфт  $M_6$ ,  $M_7$  обеспечивает продольную подачу в ту или другую сторону. Поперечная подача в том или ином направлении осуществляется включением муфт  $M_8$  и  $M_9$ .

**Особенности станка.** Токарно-винторезный станок 1К62 по сравнению со станками общего назначения обладает более широкими технологическими возможностями, имеет ряд элементов автоматизации, что повышает производительность.

Для управления коробкой скоростей (24 скорости) и коробкой подач (48 подач) на станке имеются только две рукоятки.

Включение механической подачи производится специальной (мнемонической) рукояткой, поворот которой совпадает с направлением выбранной подачи. Это упрощает движение и исключает возможность ошибочных включений.

В задней части станины имеется ниша, в которой установлен электродвигатель для быстрых перемещений каретки суппорта в продольном и поперечном направлениях. Причем включение быстрых перемещений производится той же рукояткой, что и подача, с нажатием кнопки  $K$ , расположенной в верхней части рукоятки. Лимбы, установленные на станке, позволяют быстро и точно производить продольную и поперечную подачи, а также перемещение пиноли задней бабки. Цена деления лимба продольной подачи — 1 мм, а поперечной и верхней части суппорта — 0,05 мм.

На станке можно производить обработку одинаковых деталей с помощью упора, устанавливаемого на передней направляющей станины.

При сверлильных работах обеспечивается механическая подача задней бабки путем соединения ее с суппортом. Лимб, установленный на заднем конце шпинделя, предна-



значен для деления на заходы при нарезании многозаходных резьб.

Коробка подачи станка управляется двумя рукоятками 6 и 5 (рис. 37).

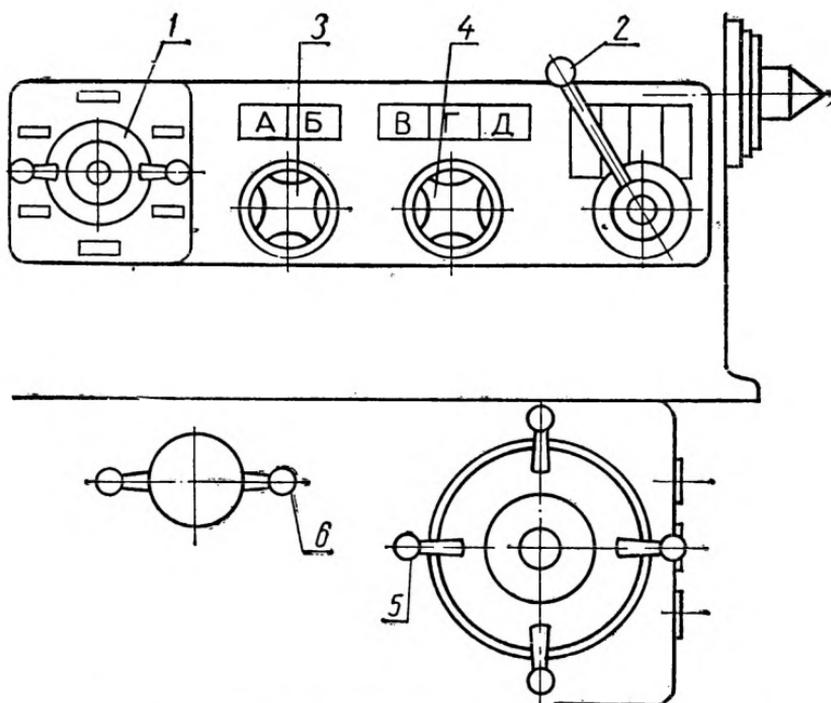


Рис. 37. Рукоятки управления коробки скоростей и подач.

Рукоятка 6 имеет пять различных положений и служит для настройки станка при нарезании нужного вида резьбы или получении механической подачи суппорта. Вращается она по ходу часовой стрелки.

Рукоятка 5 состоит из штурвала и барабана со шкалой. Имеющаяся на барабане таблица служит для выбора нужной величины подачи или шага резьбы. Штурвал с барабаном могут иметь четыре положения для выбора в каждом отдельном случае нужного шага резьбы или подачи. Для получения самой величины шага резьбы или подачи штурвал с диском оттягивают на себя, поворачивают до совпадения рисок диска и таблицы, после чего вдвигают на место, фиксируя его тем самым в новом положении.

## РАБОЧЕЕ МЕСТО ТОКАРЯ И ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

В повседневной работе токарь тесно связан с рабочим местом, где совершаются все его производительные движения.

Рабочим местом называется производственный участок, на котором находятся станок и инструментальный шкаф с различными инструментами и приспособлениями к станку (патроны, планшайбы, хомутики и т. д.).

От того, как на рабочем месте расположены необходимые измерительные инструменты, техническая документация, заготовки, приспособления, детали, будут создаваться условия высокопроизводительной и безопасной работы.

Рабочее место в каждом производственном процессе играет важную роль, так как экономия материалов, энергии, инструмента начинается с этих маленьких участков.

Часто на производстве можно видеть рабочего, копающегося в своей тумбочке, отыскивая среди хаотически разбросанных предметов нужный ему инструмент. Естественно, что такой порядок не способствует сокращению вспомогательных затрат, резко снижает производительность труда и нередко приводит к порче дорогостоящих инструментов.

При организации рабочего места можно рекомендовать следующие правила: на рабочем месте не должно быть ничего лишнего; каждому инструменту следует отвести свое определенное место; все необходимые для работы предметы надо располагать так, чтобы они не стесняли движений; заготовки и детали укладывать на специальных сплошных стеллажах. При пользовании ими лишние движения должны быть устранены.

Правильная организация рабочего места обеспечивает экономию основных и вспомогательных материалов. Борясь за экономию сырья и материалов, нельзя допускать брака, потери деталей, поломки режущего и преждевременного износа мерительного инструмента.

Режимы обработки надо выбирать так, чтобы использовать всю мощь станка.

Токарь должен своевременно производить смену и заточку резцов, так как работа затупившимся инструментом приводит к резкому ухудшению поверхности деталей, точности геометрической формы.

Любой токарный станок имеет ряд вращающихся деталей, неосторожное и неправильное обращение с которыми, как правило, приводит к травмам.

Сама образующаяся металлическая стружка нередко является причиной всевозможных несчастных случаев.

Соблюдение правил техники безопасности прежде всего является основным условием сохранения здоровья рабочего.

На каждом производственном участке имеются инструкционные карты техники безопасности, основные требования которых сводятся к следующему:

1. Не носить свободной одежды.

2. Пользоваться защитными очками и специальными крючками для удаления стружки со станка.

3. Не пользоваться неисправными ключами, так как могут быть срывы с гайки или головки болта, в результате чего рабочий может поранить пальцы или даже упасть и ушибиться.

4. Увеличивать длину рукоятки ключа при помощи ключа или трубки нельзя, так как они могут сорваться и вызвать ушиб.

5. Необходимо следить за всеми токопроводящими проводами, электромоторами, наличием заземления, за исправностью рубильников и выключателей.

Обязательным условием безопасной работы токаря на станке также является соблюдение ряда правил.

### **До работы:**

Проверить исправность станка, правильность включения рычагов скоростей и подач; исправность ограждений; жесткость закрепления обрабатываемой детали, инструмента, приспособлений, а также узлов станка.

### **Во время работы:**

Вводить резец в заготовку постепенно, без удара; не останавливать шпиндель до выключения подачи; не тормозить руками патрон после выключения станка; не производить никаких измерений во время вращения детали.

---

## ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов М. И. Приспособления для токарных станков. Профтехиздат, 1961.
- Аваков А. А. В помощь станочнику. Ростиздат, 1961.
- Бруштейн В. Е., Деметьев В. И. Токарное дело. Трудрезервиздат, 1959
- Мукин И. М. Справочник молодого токаря. Трудрезервиздат, 1958.
- Оглоблин А. Н. Основы токарного дела. Машгиз, 1960.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Основы резания на токарном станке	3
Токарный резец и его работа	9
Образование стружки и ее формы	13
Сила резания и мощность при резании . . . . .	18
Краткие сведения о материалах, обрабатываемых на токарных станках . . . . .	23
Допуски и посадки	28
Измерение деталей . . . . .	35
Приемы выполнения основных видов токарных работ	41
Некоторые особые случаи токарной обработки . . . . .	79
Применение наиболее рациональной технологии обработки деталей . . . . .	82
Основные сведения о токарных станках . . . . .	85
Рабочее место токаря и правила техники безопасности	93
Литература . . . . .	95



ШАХБАЗЯН Шаярзи Абрамович

В ПОМОЩЬ МОЛОДОМУ ТОКАРЮ

Редактор Ю. А. Свакьян  
Художественный редактор М. В. Маринюк  
Оформление С. С. Соколова  
Технический редактор Л. М. Боровивская  
Корректор Е. Г. Харченко

---

Изд. № 43/100611. Пл. № 163. Сдано в набор 31-III 1962 г. Подписано к печати 21-V 1962 г. Формат 84 x 108/32. Объем 3,0 физ. п. л. (1,5 бум. л.), 4,92 уч. п. л., 5,89 уч.-изд. л. Тираж 40000. ПК 24125.

Ростовское книжное издательство, Ростов-на-Дону, Красноармейская ул.,  
Типография **им. Калинина** Облполиграфздата Управления культуры  
в г. Ростове-на-Дону, Заказ № 79. Цена 22 коп.