

П.М. Денежный

Токарное дело

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
П11

П11 **П.М. Денежный**
Токарное дело / П.М. Денежный – М.: Книга по Требованию, 2023. – 240 с.

ISBN 978-5-458-26968-1

В книге описаны конструкции, принцип действия токарных станков 16К20 и 1К20 и технология изготовления деталей на них, освещены вопросы организации рабочего места токаря, приведены сведения о построении технологического процесса токарной обработки, выбора режима резания, инструментах и приспособлениях, о механизации и автоматизации токарной обработки

ISBN 978-5-458-26968-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Глава I Основные сведения о токарной обработке

§ 1. Назначение и сущность токарной обработки

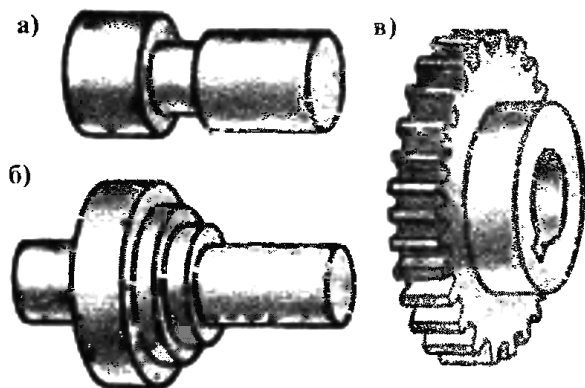
Среди различных способов изготовления деталей для машин, механизмов, приборов и других изделий широко применяют обработку резанием: точение, сверление, фрезерование, шлифование и др.

Обработка резанием заключается в образовании новых поверхностей путем деформирования и последующего отделения поверхностных слоев материала с образованием стружки*.

* Определение по ГОСТ 3.1109-73

1 ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ. ПОЛУЧАЕМЫЕ ОБРАБОТКОЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ:

а — ступенчатый вал, б — шкив, в — зубчатое колесо (шестерня)



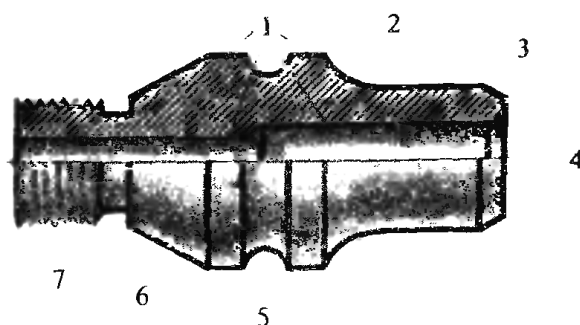
Валы, шкивы, зубчатые колеса и многие другие детали, называемые телами вращения (рис. 1, *а—в*), изготавливают на токарных станках.

Инструментами для обработки заготовок служат резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики и др.

Токарной обработкой (точением) можно получить детали с цилиндрическими, коническими, фасонными и плоскими поверхностями, а также нарезать резьбу, делать фаски и галтели (рис. 2).

2 ВИДЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ:

1 — цилиндрическая, 2 — галтель, 3 — фаска, 4 — плоская (торцовая), 5 — фасонная, 6 — коническая, 7 — резьбовая



§ 2. Основные части и узлы токарного станка

Токарный станок, оснащенный специальным устройством для нарезания резьбы, называется токарно-винторезным.

На рис. 3 изображен общий вид токарно-винторезного станка 1К62.

Станина 4 — массивное чугунное основание, на котором смонтированы основные механизмы станка. Верхняя часть станины имеет две плоские и две призматические направляющие, по которым перемещаются суппорт и задняя бабка. Станина установлена на двух тумбах.

Передняя бабка 1 — чугунная коробка, внутри которой расположены главный рабочий орган станка — шпиндель и коробка скоростей. Шпиндель представляет собой полый вал. На правом конце шпинделя крепятся приспособления, зажимающие заготовку.

Шпиндель получает вращение от расположенного в левой тумбе электродвигателя через клиноременную передачу и систему зубчатых колес и муфт, размещенных внутри передней бабки. Этот механизм называется коробкой скоростей и позволяет изменять частоту вращения (число оборотов в минуту) шпинделя.

Суппорт 6 — устройство для закрепления резца и обеспечения движения подачи, т. е. перемещения резца в различных направлениях. Движение подачи может осуществляться вручную или механически. Механическое движение подачи суппорт получает от ходового вала или ходового винта (при нарезании резьбы).

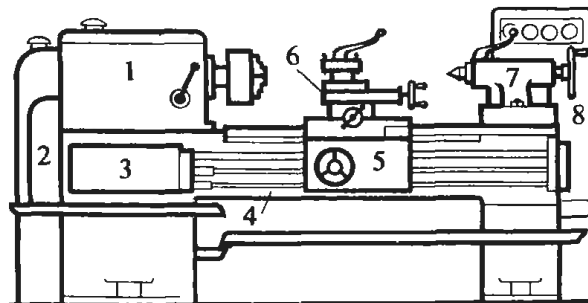
Суппорт состоит из каретки, которая перемещается по направляющим станины, фартука, в котором расположен механизм преобразования вращательного движения ходового вала и ходового винта в прямолинейное движение суппорта, механизма поперечных салазок, механизма резцовых (верхних) салазок, механизма резцедержателя.

Коробка подач 3 представляет собой механизм, передающий вращение от шпинделя к ходовому валу или ходовому винту. Она позволяет изменять скорость движения подачи суппорта (величину подачи). Вращательное движение в коробке подач передается от шпинделя через реверсивный механизм и гитару со сменными зубчатыми колесами.

Гитара 2 предназначена для настройки станка на требуемую величину подачи или шаг на-

3 ОБЩИЙ ВИД ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА 1К62:

1 — передняя бабка с коробкой скоростей, 2 — гитара сменных колес, 3 — коробка подач, 4 — станина, 5 — фартук, 6 — суппорт, 7 — задняя бабка, 8 — шкаф с электрооборудованием



резаемой резьбы путем установки соответствующих сменных зубчатых колес.

Задняя бабка 7 предназначена для поддержания конца длинных заготовок в процессе обработки, а также для закрепления и подачи стержневых инструментов (сверл, зенкеров, разверток).

Электрооборудование станка размещено в шкафу 8. Включение и выключение электродвигателя, пуск и остановка станка, управление коробкой скоростей и коробкой подач, управление механизмом фартука и т. д. производится соответствующими органами управления (рукоятками, кнопками, маховичками).

Для закрепления заготовок на токарном станке применяют: патроны, планшайбы, цанги, центры, хомутики, люнеты, оправки.

Для контроля точности обработки деталей токарь использует штангенциркули, микрометры, калибры, шаблоны, угломеры и другие измерительные инструменты.

§ 3. Понятие о процессе образования стружки

Детали машины изготавливают из заготовок. Слой металла, который срезают с заготовки во время обработки, называют припуском. Заготовка — предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств материала изготавливают деталь.

Процесс резания сопровождается сложными физическими явлениями (пластическими и упру-

гими деформациями заготовки, тепловыделением, образованием нароста на режущей части инструмента), которые оказывают большое влияние на работу режущего инструмента, производительность труда и качество обработки.

Для осуществления процесса резания на токарном станке необходимы два движения: главное движение *I* и движение подачи *II* (рис. 4, а, б).

Главным движением является вращательное движение заготовки; на него расходуется большая часть мощности станка. Если подвести к вращающейся заготовке резец, то он проточит кольцевую канавку, а чтобы обработать заготовку по всей цилиндрической поверхности, необходимо перемещение резца вдоль ее оси.

Движение подачи — это поступательное движение резца, обеспечивающее непрерывное врезание его в новые слои металла.

На обрабатываемой заготовке различают следующие поверхности: обрабатываемая — поверхность, с которой должен быть срезан слой металла;

обработанная — поверхность, полученная на заготовке после срезания слоя металла (стружки);

поверхность резания — образуемая на обрабатываемой заготовке непосредственно режущей кромкой (см. рис. 4).

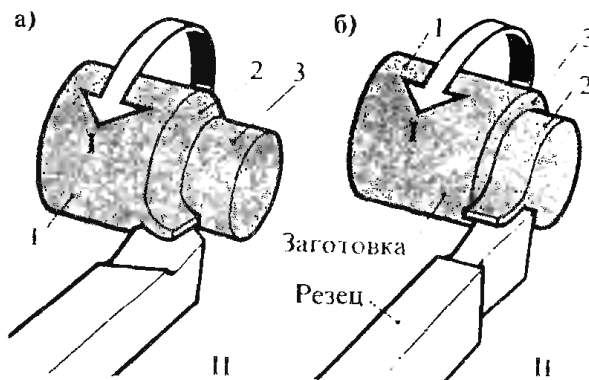
Поверхность резания может быть конической, цилиндрической, плоской (торцевой) и фасонной, в зависимости от формы режущей кромки резца и расположения ее относительно детали (см. рис. 2).

В машиностроении применяют различные режущие инструменты, но принцип их работы в основном сходен. Наиболее простой режущий инструмент — резец. Его режущая часть представляет собой тело клиновидной формы, которое под действием силы *P*, передаваемой рабочим механизмом станка, врезается в поверхностный слой заготовки, сжимая его (рис. 5). В этом сжатом слое возникают внутренние напряжения. Когда при дальнейшем углублении резца внутренние напряжения превысят силы сцепления между молекулами металла, сжатый элемент 2 скалывается и сдвигается вверх по рабочей поверхности резца. Последующее движение резца сжимает, скалывает и сдвигает очередные элементы металла, образуя стружку*.

* Теоретическое обоснование работы резца изучается в теме учебной программы «Основные сведения о механизмах и машинах».

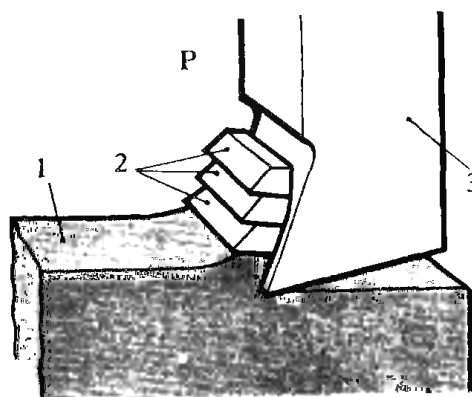
4 ДВИЖЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ СТАНКОМ, И ПОВЕРХНОСТИ НА ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ЗАГОТОВКЕ:

а — при наружном точении, б — при подрезании и заточке. 1 — обрабатываемая поверхность, 2 — поверхность резания, 3 — обработанная поверхность. *I* — главное движение, *II* — движение подачи



5 ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ.

1 — заготовка, 2 — элементы стружки, 3 — резец

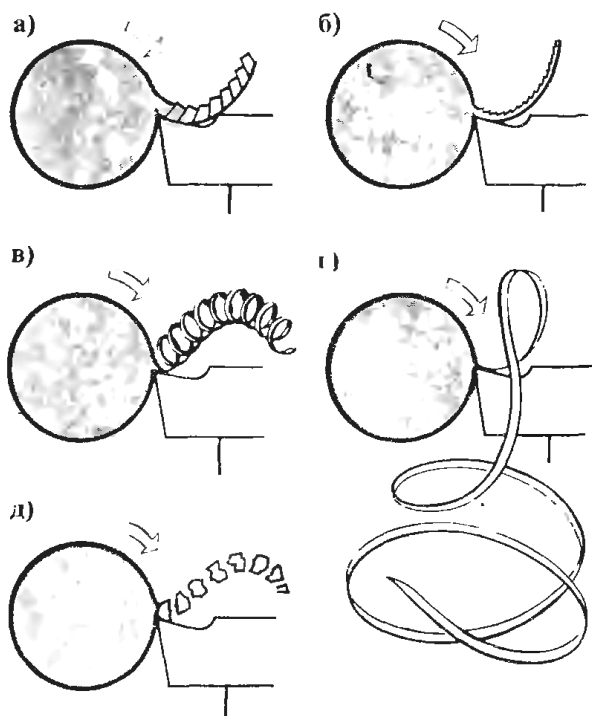


В зависимости от условий обработки и обрабатываемого материала образуется стружка различной формы.

Элементная стружка (стружка скалывания) образуется при обработке твердых и маловязких материалов с низкой скоростью резания (например, при обработке твердых сталей). Отдельные элементы такой стружки слабо связаны между собой или совсем не связаны (рис. 6, а).

6 ВИДЫ СТРУЖКИ:

а — элементная, б — ступенчатая, в — сливная спиральная, г — сливная ленточная, д — надлома



Ступенчатая стружка образуется при обработке стали средней твердости, алюминия и его сплавов со средней скоростью резания. Она представляет собой ленту, гладкую со стороны резца и зазубренную с внешней стороны (рис. 6, б).

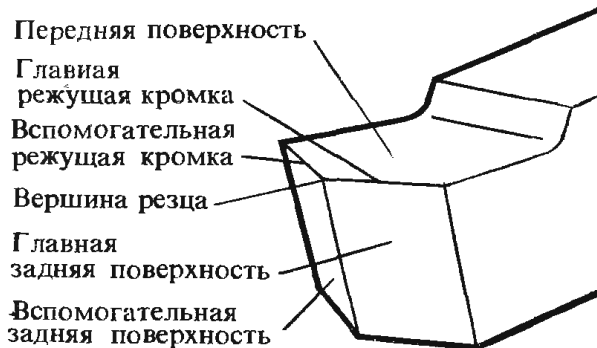
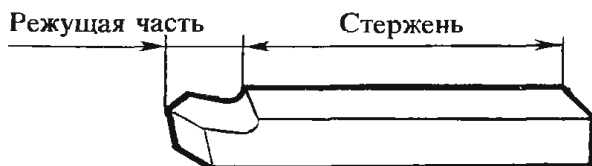
Сливная стружка получается при обработке мягкой стали, меди, свинца, олова, некоторых пластмасс при высокой скорости резания. Эта стружка имеет вид спирали (рис. 6, в) или длинной (часто путанной) ленты (рис. 6, г).

Стружка надлома образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и состоит из отдельных кусочков (рис. 6, д).

§ 4. Части, элементы и углы резца

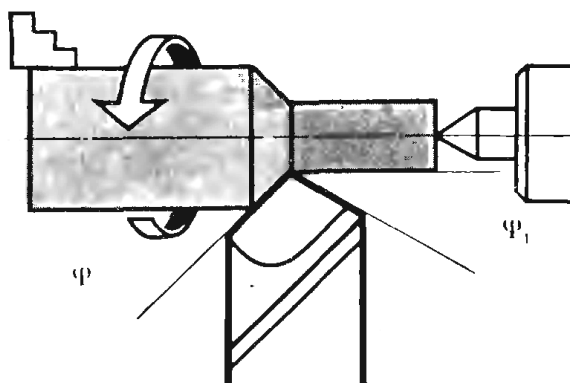
Резец (рис. 7) состоит из тела (державки) и головки (режущей части). Державка служит для закрепления резца в резцедержателе станка.

7 ЧАСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЦА



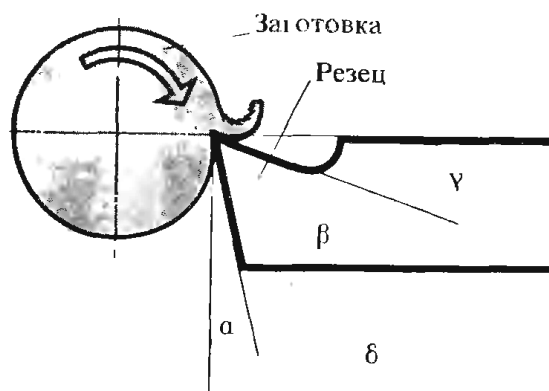
8 УГЛЫ РЕЗЦА В ПЛАНЕ:

ϕ — главный, ϕ_1 — вспомогательный



9 ОСНОВНЫЕ УГЛЫ РЕЗЦА:

α — главный задний, β — заострения, γ — передний, δ — угол резания



На головке резца различают следующие элементы:

переднюю поверхность, по которой сходит стружка;

задние поверхности (главную и вспомогательную, обращенные к обрабатываемой заготовке);

режущие кромки: главную, образованную пересечением передней и главной задней поверхностей, и вспомогательную, образованную пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей;

вершину резца — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок. Вершина резца может быть острой, закругленной или срезанной.

Чтобы обеспечить необходимую режущую способность инструмента, получить требуемую точность и качество поверхности детали при высокой производительности труда, необходимо правильно выбрать геометрию резца, т. е. величины углов головки резца. Различают углы в плане и основные углы резца (углы рабочего клина).

Углами в плане называются углы между режущими кромками резца и направлением подачи: ϕ (фи) — главный угол в плане, ϕ_1 — вспомогательный угол в плане (рис. 8).

Основные углы резца (рис. 9): передний угол γ (гамма), главный задний угол α (альфа), угол заострения β (бэта), угол резания δ (дэльта). Угол наклона режущей кромки λ (ламбда) — угол между режущей кромкой и опорной плоскостью резца.

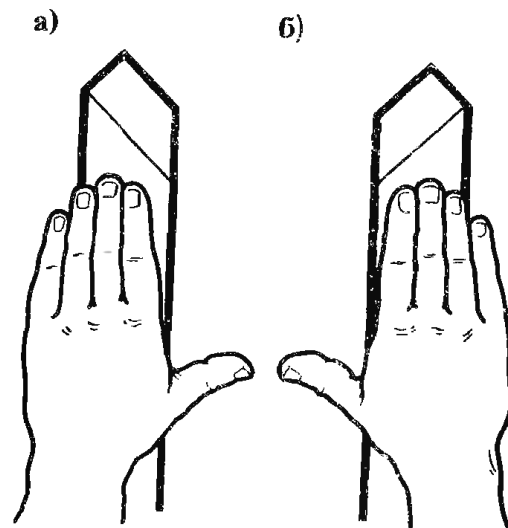
Числовые значения углов резца принимаются по таблицам «Справочника токаря» в зависимости от условий обработки*. Подробные сведения о геометрии резца приведены в гл. XVIII.

§ 5. Классификация токарных резцов

Для токарной обработки применяют разнообразные резцы. В зависимости от направления движения подачи различают левые и правые резцы (рис. 10, а, б). По форме и расположению головки относительно стержня резцы могут быть прямыми, отогнутыми и оттянутыми (рис. 11, а—в). По назначению различают про-

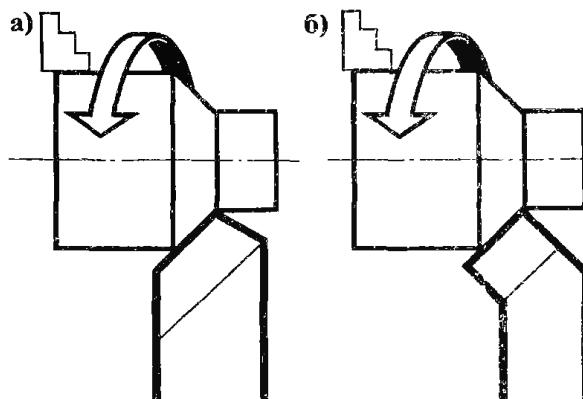
10 ВИДЫ РЕЗЦОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДАЧИ:

а — левый, б — правый

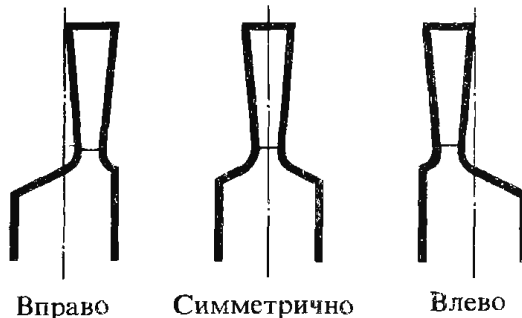


11 ФОРМЫ ГОЛОВКИ РЕЗЦОВ:

а — прямой, б — отогнутый, в — оттянутый



в)



Вправо

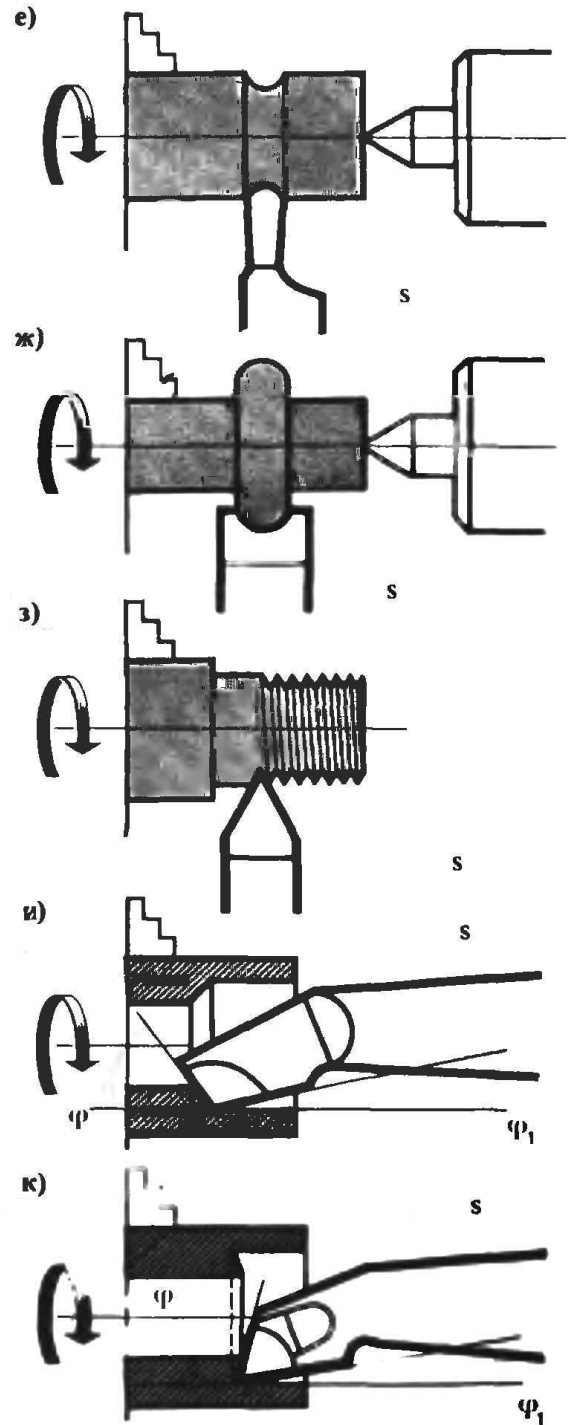
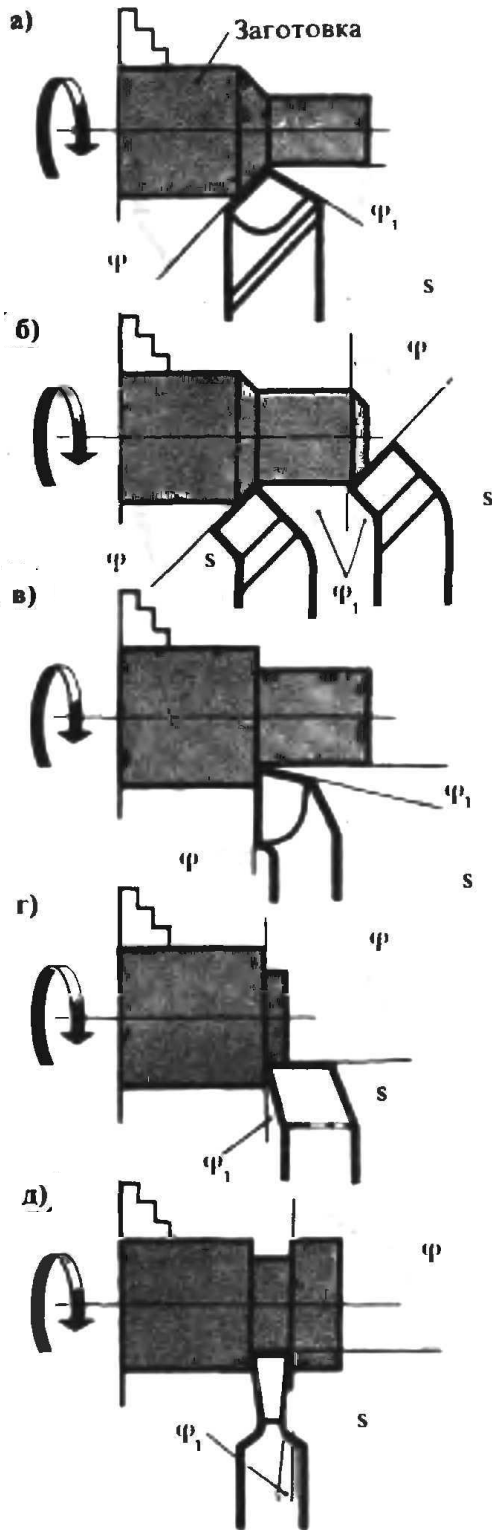
Симметрично

Влево

* Б. Г. Зайцев, П. И. Завгороднев, А. С. Шевченко. Справочник молодого токаря. М., «Высшая школа», 1973.

12 КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЦОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ:

а — проходной прачмой, б — проходной отогнутый, в — проходной упорный, г — подрезной, д — отрезной, е — прорезной ж — фасонный, з — резьбовой и — расточной проходной, к — расточной упорный



ходные, упорные, подрезные (торцовые), прорезные, отрезные, фасонные, резьбовые и расточные резцы (рис. 12, а—к). Резцы подразделяются также на черновые, служащие для предварительной обработки, и чистовые, предназначенные для окончательной (чистовой) обработки.

Резцы могут быть цельные, выполненные из одного материала, и составные: державка из конструкционной стали, а режущая часть резца из специального инструментального материала. Составные резцы бывают сварные, с напаянной режущей пластинкой и с механическим креплением режущей пластинки (рис. 13, а—г).

§ 6. Материалы резцов

Рабочая часть режущего инструмента, в том числе резца, должна обладать высокой твердостью, красностойкостью (способностью не терять твердости при высокой температуре), высокой износостойкостью (сопротивлением истиранию), а также высокой вязкостью (сопротивлением ударной нагрузке). Материалы, из которых изготавливаются рабочие части режущих инструментов, должны отвечать указанным требованиям.

Инструментальные материалы делят на следующие три группы.

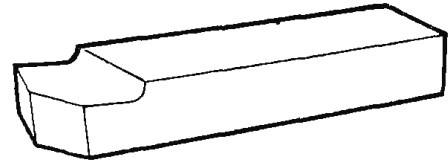
Первая группа — материалы для инструментов, работающих на низких скоростях резания. К ним относятся высококачественные углеродистые инструментальные стали (У10А, У11А, У12А) твердостью HRC 60—64 после закалки. Инструмент из этих сталей сохраняет режущие свойства при температуре нагрева только до 200—250 °С, поэтому применяется редко. В эту группу входят также легированные инструментальные стали: хромокремнистая 9ХС, хромовольфрамовая ХВ5, хромомарганцовистая ХВГ и др., имеющие красностойкость 250—300 °С.

Вторая группа — материалы для инструментов, работающих на повышенных скоростях резания, — быстрорежущие стали Р9, Р12, Р6М5, Р9К5Ф2 и др. После термической обработки эти стали приобретают высокую твердость (HRC 62—65), высокую износостойкость и красностойкость до 650 °С.

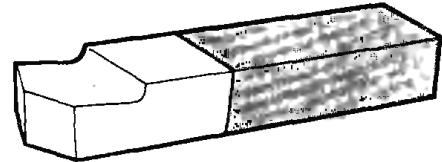
13 КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЦОВ ПО СПОСОБУ КРЕПЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ:

а — цельный, б — сварной, в — с напаянной пластинкой, г — с механическим креплением пластинки

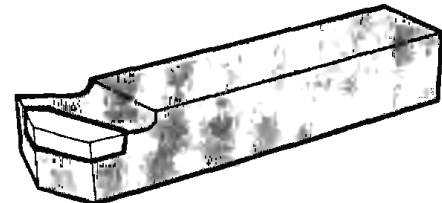
а)



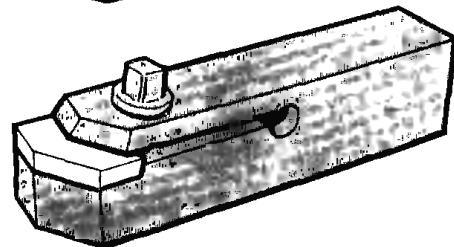
б)



в)



г)



Третья группа — материалы для инструментов, работающих на высоких скоростях резания, — металлокерамические твердые сплавы, выпускаемые в виде пластинок различных размеров и форм. Красностойкость твердого сплава достигает 1000 °С.

Для обработки чугуна, а также цветных металлов и сплавов применяют твердые сплавы вольфрамокобальтовой группы (ВК): ВК8 — для обдирочной обработки, ВК6 — для получистовой и чистовой обработки. Для обработки сталей применяют твердые сплавы титановольфрамокобальтовой группы (ТК): Т5К10 — для черновой обработки и при прерывистом резании, Т15К6 — для получистовой и чистовой обработки.

Подробно об инструментальных материалах излагается в гл. XVII.

§ 7. Износ и заточка резцов

В результате трения стружки о переднюю поверхность резца, а задних поверхностей резца о заготовку, рабочая часть резца изнашивается. Работать изношенным резцом нельзя, так как снижается производительность труда, ухудшается точность и качество обработки. Изношенный (затупленный) резец перетачивают.

Для заточки резцов используется точильно-шлифовальный станок. На рис. 14, а показан точильно-шлифовальный станок ЗБ634. Основной узел точильно-шлифовального станка — шпиндельная головка 4, представляющая собой двухскоростной встроенный электродвигатель, на обоих концах его вала (шпинделя) установлены абразивные круги 3. Шлифовальный круг из электрокорунда предназначен для заточки резцов из быстрорежущей стали, шлифовальный круг из зеленого карбида кремния предназначен для заточки резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава.

Устойчивое положение затачиваемого резца обеспечивается при помощи подручника (рис. 14, б). Сегментом 8 и поворотным столиком 9 регулируется положение резца по отношению к центру круга и под требуемым углом к рабочей поверхности круга. По высоте резец устанавливают так, чтобы его вершина находилась на уровне центра круга или несколько выше его (но не более чем на 10 мм).

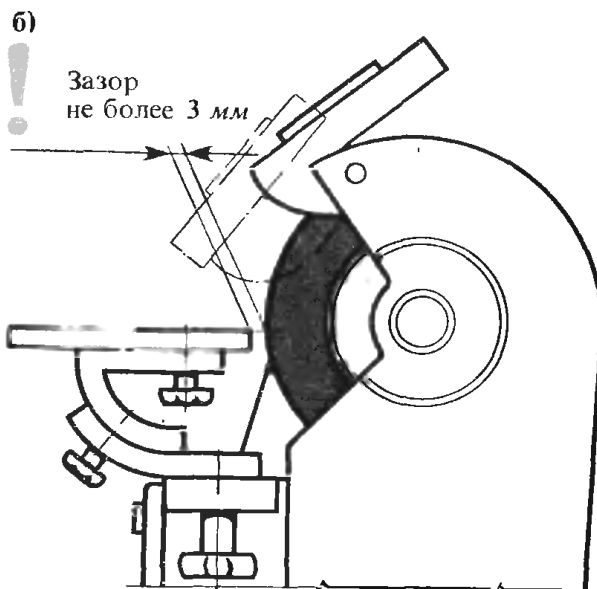
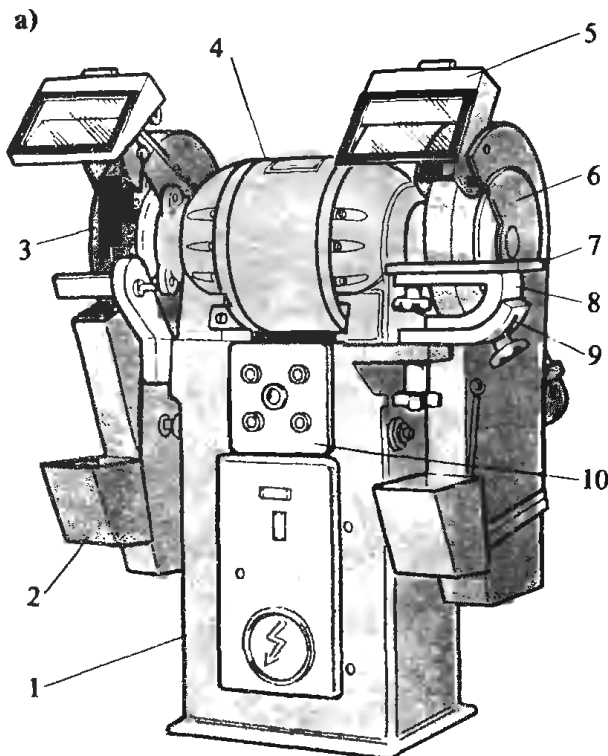
При заточке (рис. 15) резец слегка прижимают затачиваемой поверхностью к вращающемуся кругу, а чтобы износ круга происходил равномерно и чтобы затачиваемая поверхность получалась плоской, резец все время передвигают вдоль рабочей поверхности круга. Сначала затачивают главную и вспомогательную поверхности, затем переднюю поверхность и вершину резца*. После заточки осуществляют доводку резца. Доводка заключается в пригирке задних и передних поверхностей, на узких участках вдоль режущей кромки, что обеспечивает straightening кромки и повышение стойкости резца. Доводку резца выполняют на алмазных доводочных кругах**

Геометрию резца после заточки проверяют специальными шаблонами, угломерами или приборами.

Резцы должен затачивать рабочий, получивший соответствующий инструктаж по технике безо-

14 ТОЧИЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНЫЙ СТАНОК (ТОЧИЛО) ЗБ634:

а — общий вид, б — установка подручника; 1 — станция, 2 — резервуар для воды, 3 — шлифовальный круг, 4 — шпиндельная головка, 5 — щиток, 6 — защитный кожух, 7 — регулируемый подручник, 8 — поворотный сегмент, 9 — поворотный столик, 10 — пульт управления



* Подробнее о процессе заточки резца см. в гл. XVII.

** Подробнее об алмазной доводке см. в гл. XVII.

пасности. При работе на заточном станке необходимо руководствоваться следующими требованиями безопасности:

перед тем, как приступить к заточке инструмента, убедиться в полной исправности всех механизмов станка, в наличии и исправности ограждения круга и правильности направления вращения круга (круг должен вращаться на резец);

проверить правильность установки подручника: зазор между рабочей поверхностью круга и подручником не должен превышать 3 мм (см. рис. 14, б);

перестановка подручника допускается только после полной остановки круга; запрещается работа без подручника и без ограждения круга;

во время заточки следует закрыть зону заточки прозрачным экраном или надеть защитные очки.

Необходимо соблюдать следующие правила пользования резцами:

перед включением подачи резец отвести от детали; это предохранит режущую кромку от выкрашивания;

рекомендуется периодически заправлять резец мелкозернистым абразивным бруском, непосредственно в резцедержателе, что удлиняет время работы резца;

не допускать значительного затупления резца по задней поверхности; перетачивать резец до наступления разрушения режущей кромки, т. е. при ширине изношенной площадки на главной задней поверхности резца 1–1,5 мм;

не использовать резцы в качестве подкладок;

сдать в кладовую твердосплавный резец, если пластинка из твердого сплава отделилась от державки;

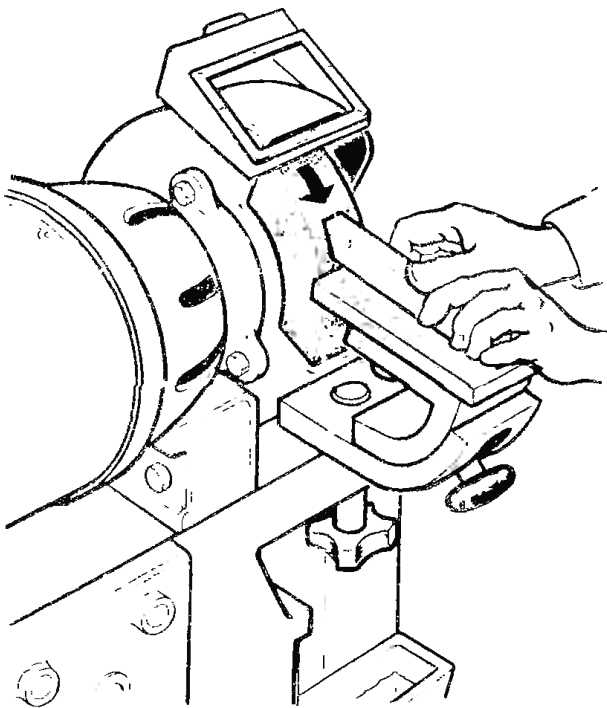
нельзя складывать резцы в инструментальном шкафчике беспорядочно («навалом»), необходимо следить, чтобы кромки резцов не касались стенок ящика.

§ 8. Понятие о режиме резания при точении

Процесс резания характеризуется определенным режимом. К элементам режима резания относятся глубина резания, подача и скорость резания.

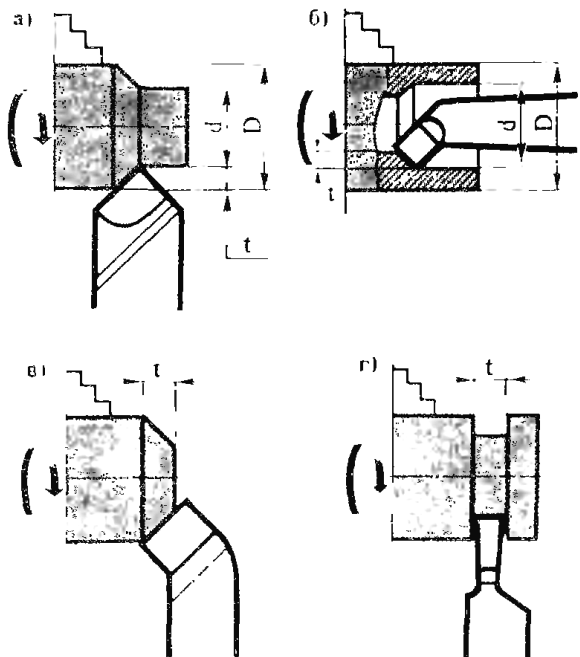
Глубина резания t — величина срезаемого слоя за один проход резца, измеряемая в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности. При наружном продольном

15 ЗАТАЧИВАНИЕ (ЗАТОЧКА) ОТРЕЗНОГО РЕЗЦА ПЕРИФЕРИЕЙ ПЛОСКОГО КРУГА

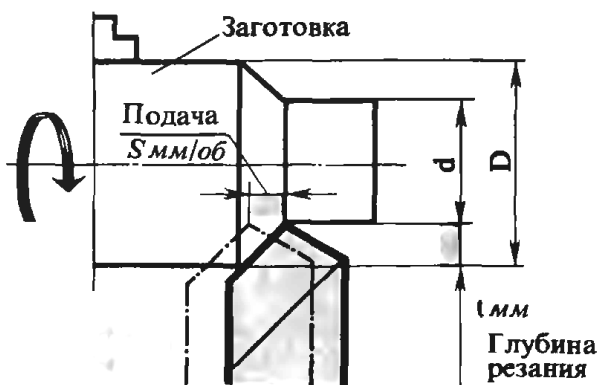


16 ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ОБРАБОТКИ:

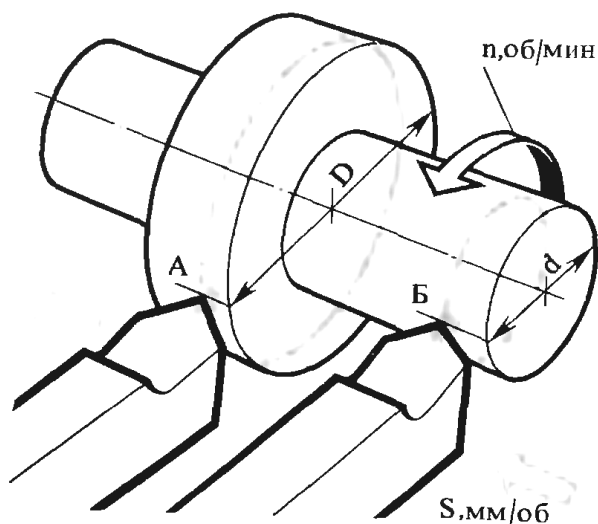
а — наружное точение (обтачивание) б — растачивание, в — подрезание торца, г — отрезание



17 ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗАНИЯ ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ



18 ДАННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ



точении глубина резания определяется как полуразность между диаметром заготовки (обрабатываемой поверхности) D и диаметром обработанной поверхности d (рис. 16, а), т. е.

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм.}$$

При растачивании (рис. 16, б) глубина резания представляет собой полуразность между диаметром отверстия после обработки и диаметром отверстия до обработки (рис. 16, в). При подрезании глубиной резания является величина срезаемого слоя, измеренная перпендикулярно к обработанному торцу (рис. 16, г), а при прорезании и отрезании глубина резания равна ширине канавки, образуемой резцом (см. рис. 16, г).

Подача (точнее, скорость подачи) — величина перемещения режущей кромки в направлении движения подачи за один оборот заготовки (s мм/об) (рис. 17). При точении различают продольную подачу, направленную вдоль оси заготовки; поперечную подачу, направленную перпендикулярно оси заготовки; наклонную подачу под углом к оси заготовки (при обработке конической поверхности).

Скорость резания v — путь, пройденный наиболее удаленной от оси вращения точкой поверхности резания относительно режущей кромки резца за единицу времени (м/мин). Скорость резания зависит от частоты вращения и диаметра обрабатываемой заготовки. Чем больше диаметр D заготовки, тем больше скорость резания при одной и той же частоте вращения, так как за один оборот заготовки (или за одну минуту) путь, пройденный точкой A на поверхности резания (рис. 18), будет больше пути, пройденного точкой B ($\pi D > \pi d$).

Величину скорости резания можно определить по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин,}$$

где $\pi = 3,14$; D — наибольший диаметр поверхности резания, мм; n — частота вращения заготовки (число оборотов в минуту).

Если известна скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента и диаметр заготовки D , можно определить требуемую частоту вращения заготовки и настроить на эту частоту шпиндель:

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

§ 9. Организация и обслуживание рабочего места токаря

Рабочим местом называется часть производственной площади цеха, на которой размещены один или несколько исполнителей ра-