

ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ



СЕРИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ  
КУРСЫ

П. М. ДЕНЕЖНЫЙ  
Г. М. СТИСКИН  
И. Е. ТХОР

# ТОКАРНОЕ ДЕЛО



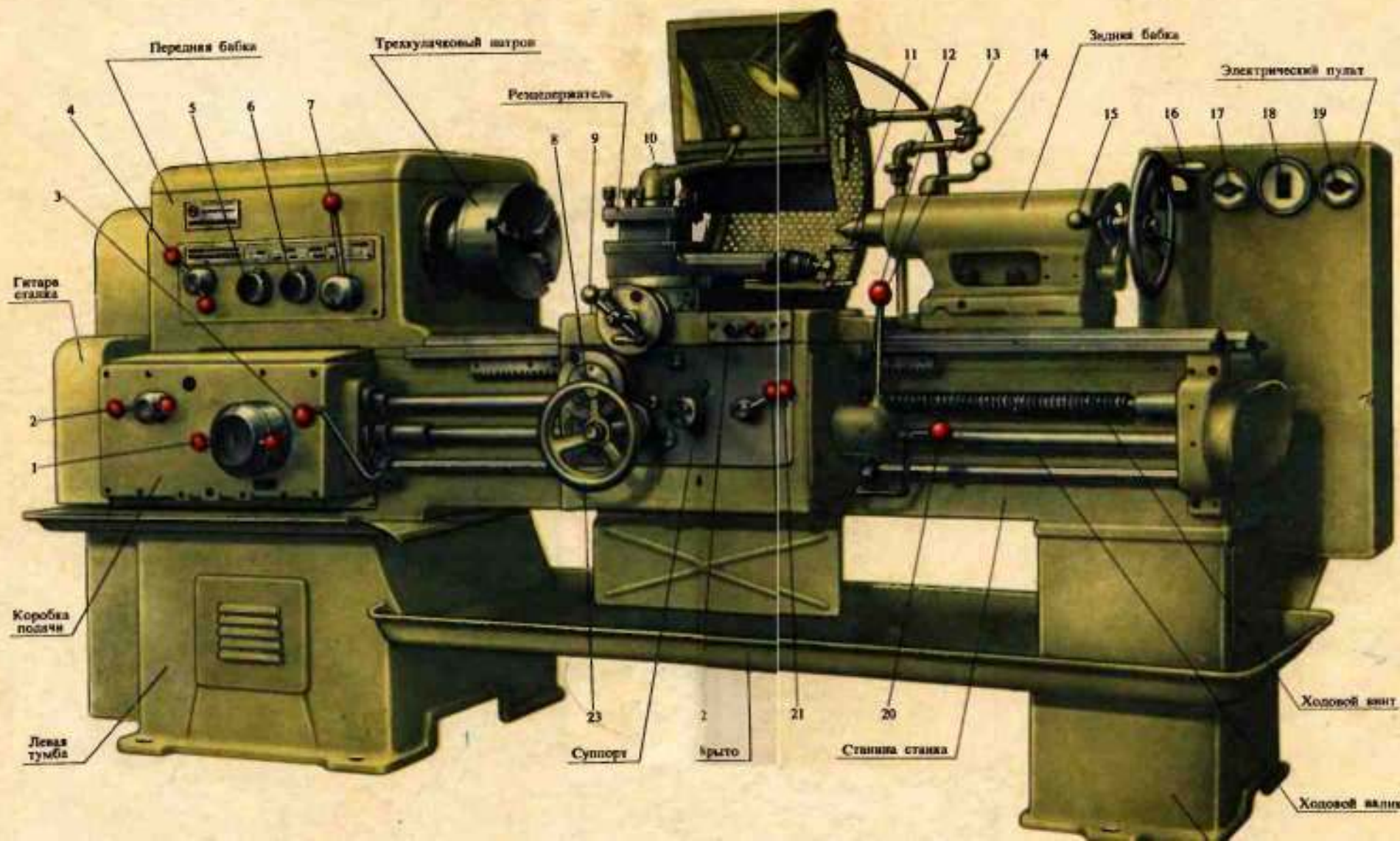
# ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКА 1К62:

рыкоятки: 1 — выбора и величины или шага резьбы (управление нажимным зубчатым колесом конуса и блоками множительного механизма), 2 — выбора подачи или резьбы, 3, 20 — фрикционной муфты, 4, 7 — уста-

новки чисел оборотов в минуту шпинделя, 5 — выбора увеличенного и нормального шага резьбы (управление блоком звена увеличения шага), 6 — настройки станка на нарезание правой или левой резьбы (управление механизмом трения), 8 — отключения реечного зубчатого колеса от рейки при нарезании резьбы, 9 — переме-

щения поперечного суппорта, 10 — поворота и зажима резцедержателя, 11 — перемещения верхних салазок суппорта, 13 — включения продольной и поперечной подач суппорта, 14 — зажима пинноли задней бабки, 15 — крепления задней бабки, 21 — управления разъемной гайкой ходового винта; кнопки: 12 — вклю-

чения ускоренной подачи каретки и суппорта (включение и выключение электродвигателя и механизма ускоренного хода), 22 — пуска и остановки двигателя главного движения; маховички: 16 — подачи пинноли задней бабки, 23 — перемещения каретки; выключатели: 17 — местного освещения; 18 — общий; 19 — насоса подачи охлаждающей жидкости



Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е.  
ДЗЗ Токарное дело. Учебное пособие для проф-  
техн. училищ. «Высш. школа», М., 1972.  
304 с. с илл.

В книге описаны конструкции, принцип дей-  
ствия токарных станков и технология обработки  
заготовок на них; освещены вопросы техники  
безопасности и организации рабочего места то-  
каря; приведены сведения о построении техно-  
логического процесса токарной обработки, вы-  
боре режимов резания, материалах и инстру-  
ментах, о механизации и автоматизации токар-  
ной обработки, об экономике производства и  
научной организации труда.

Книга предназначена в качестве учебного посо-  
бия для профессионально-технических училищ  
и может быть использована для подготовки  
токарей на производстве.

3—12—4  
65—72

6П4.61

Денежный Петр Монсеевич,  
Стискин Григорий Монсеевич,  
Тхор Иван Ефимович

ТОКАРНОЕ ДЕЛО  
Научный редактор  
Б. Н. Обшадко

|                                            |                         |
|--------------------------------------------|-------------------------|
| Редактор                                   | А. М. Мокрецов          |
| Макет, разработка и<br>выполнение рисунков | И. Н. Веселова-Новицкая |
| Художественный редактор                    | С. Г. Абелли            |
| Технический редактор                       | С. П. Передерий         |
| Корректор                                  | М. М. Малиновская       |

Т-15870. Сдано в набор 2/VI 1972 г. Подп. к печати  
23/XI 1972 г. Формат 70×90/16. Объем 19 печ. л.  
Усл. п. л. 22,23. Уч.-изд. л. 22,33. Изд. № М-153.  
Тир. 300 000 (100 000—300 000) экз. Цена 75 коп. Зак. 525.

План выпуска литературы издательства «Высшая  
школа» (Профтехобразование) на 1973 год. Позиция  
№ 65.

Москва, К-51, ул. Неглинная, 29/14. Издательство  
«Высшая школа»

Ярославский полиграфкомбинат «Союзполиграфпром»  
при Государственном комитете Совета Министров  
СССР по делам издательства, полиграфии и книжной  
торговли. Ярославль, ул. Свободы, 97.

Отзывы и замечания направлять по адресу:  
Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издатель-  
ство «Высшая школа».



## ВВЕДЕНИЕ

Без машин немыслима жизнь человека в современном обществе. Уголь, руда, нефть добываются с помощью угольных комбайнов, врубовых машин, шагающих экскаваторов, буровых установок. Тепловозы, электровозы, теплоходы, самолеты, автомашины, мотоциклы перевозят людей и грузы, связывают самые отдаленные точки земного шара. Для изготовления различных видов оборудования применяют машины-орудия: молоты, прессы, металлорежущие станки.

В современном производстве сельскохозяйственных продуктов также используют различные машины. Машины выпекают хлеб, изготавливают обувь. Нас в быту также обслуживают машины: холодильники, пылесосы, полотеры и т. д.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание развитию машиностроения — основы технического прогресса страны. Советское машиностроение после Великой Октябрьской социалистической революции прошло большой и нелегкий путь развития. К началу тридцатых годов Коммунистическая партия взяла курс на индустриализацию нашей страны, началось строительство промышленных предприятий. Уже в 1930 г. вступил в строй первенец отечественного тракторостроения — Сталинградский тракторный завод, через три года сельское хозяйство стало получать машины Челябинского тракторного завода. В июле 1933 г. вошел в строй гигант советского тяжелого машиностроения — Уральский машиностроительный завод (Уралмаш).

В годы Великой Отечественной войны машиностроительные предприятия нашей страны внесли огромный вклад в дело победы — оснащали Советскую Армию мощной боевой техникой: самолетами, танками, артиллерией, боеприпасами и другими средствами военной техники.

За исторически короткие сроки в СССР создана мощная, технически оснащенная машиностроительная индустрия. Еще в предвоенные годы Советский Союз освободился от иностранной экономической зависимости. В настоящее время наша страна не только производит, но и экспортирует многие современные машины и оборудование. По общему объему продукции машиностроения наша страна занимает первое место в Европе и второе место в мире.

Наши успехи в машиностроении прежде всего результат самоотверженного труда миллионов рабочих, инженеров и техников машиностроительных предприятий. Образцы творческого отношения к работе показывают тысячи передовиков и новаторов производства. Труд машиностроителей по достоинству оценен Коммунистической партией Советского Союза и Советским правительством. За достижения в создании и совершенствовании машин многие из них удостоены Государственной и Ленинской премий СССР, награждены орденами и медалями СССР. Лучшим присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда.

Машиностроение имеет первостепенное значение для технического перевооружения всего нашего народного хозяй-



ства. Но для того чтобы успешно решить эту сложную задачу, необходимо машиностроение перестроить на базе новейшей технологии, оснастить его самыми совершенными средствами производства, внедрить комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов. Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану на 1971—1975 гг. предусматривают дальнейшее развитие всех отраслей машиностроения. Выпуск промышленной продукции машиностроения возрастет в 2,5 раза.

Современный машиностроительный завод — это сложный комплекс тесно связанных между собой различных цехов, отделов, служб. Например, заготовительные цехи производят заготовки, из которых в других цехах делают детали для машины. Некоторые заготовки получают в литейных цехах заливкой жидкого металла в специальные формы, другие — штамповкой из нагретого металла на молотах или прессах или — штамповкой в холодном состоянии из листового металла, или изготовляют из проката.

Чтобы получить деталь нужной формы с требуемыми размерами и качеством поверхности (шероховатостью), заготовку подвергают обработке резанием, т. е. срезают с ее поверхности лишние слои металла.

Обработку резанием осуществляют обычно на металлорежущих станках, в том числе и на токарных: универсальных (токарно-винторезные) и револьверных станках, многорезцовых полуавтоматах, одношпиндельных и многошпиндельных автоматах, лобовых и карусельных станках и др.

Среди рабочих-станочников одной из широко распространенных специальностей является токарь, так как токарные станки — это самая крупная группа станков в механическом цехе.

Специальность токаря необходима не только на машиностроительных заводах. На любом предприятии есть цехи

или мастерские, где ремонтируют машины, изготавливают детали взамен изношенных. Здесь также основным видом оборудования является токарный станок и ведущим рабочим — токарь.

Чтобы стать токарем, нужно знать свойства металлов и их назначение, уметь читать чертежи, знать режущие инструменты, уметь их затачивать и правильно эксплуатировать, хорошо знать устройство, работу и наладку станка.

Кадры рабочих для машиностроения, так же как и для других отраслей народного хозяйства, готовит система профтехобразования. Учащиеся училищ профтехобразования получают необходимую теоретическую подготовку, приобретают практические навыки работы на современном оборудовании.

Программа обучения токарей в профессионально-технических училищах построена таким образом, что сначала учащиеся знакомятся с устройством и работой токарного станка и основами токарной обработки и затем, сочетая теоретическое обучение с практическими занятиями в учебных мастерских, более глубоко изучают различные виды токарной обработки, наладку станка, рациональную эксплуатацию инструментов, знакомятся с организацией и экономикой машиностроительных предприятий.

В училище молодой рабочий получает специальность токаря второго-третьего разряда.

Это определенный минимум знаний и навыков, который нужен токарю для выполнения сравнительно несложных работ. А потом перед ним открывается широкая дорога творческого труда, дальнейшей учебы, совершенствования мастерства.

Счастливого трудового пути тебе, молодой друг!

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

# ОСНОВЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА

### ГЛАВА-1

Основные сведения  
о токарной обработке

### ГЛАВА-2

Обработка наружных  
цилиндрических поверхностей

### ГЛАВА-3

Обработка цилиндрических  
отверстий

### ГЛАВА-4

Построение технологических  
процессов токарной обработки

### ГЛАВА-5

Нарезание резьбы плашками  
и метчиками

### ГЛАВА-6

Обработка конических  
поверхностей

## ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

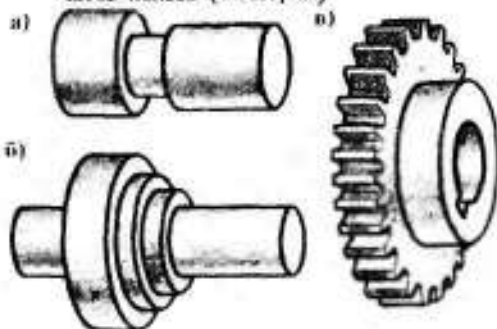
### § 1. Назначение и сущность токарной обработки

Среди различных способов изготовления деталей для машин, механизмов, приборов и других изделий широко применяют обработку резанием, например точение, фрезерование, сверление, шлифование и т. д. Сущность обработки резанием состоит в снятии с заготовки поверхностного слоя с целью получения из нее детали нужной формы, требуемых размеров и качества поверхностей.

Детали типа валов, втулок, зубчатых колес и подобных им, называемых телами вращения (рис. 1, а, б, в), изготавливают (обрабатывают) на токарных станках резцом, сверлом и другими режущими инструментами. Для этого заготовку и режущий инстру-

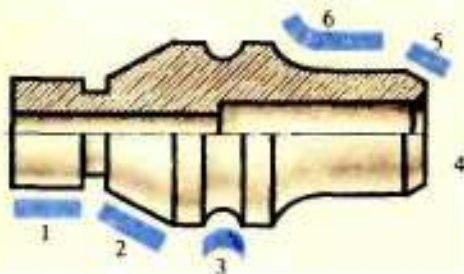
### 1. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ОБРАБОТКОЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ:

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



## 2. ВИДЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКОЙ:

1 — цилиндрическая, 2, 5 — конические, 3 — фасонная, 4 — плоская торцовая, 6 — галтель (конструктивный элемент)



мент прочно закрепляют в имеющиеся на станке специальные приспособления: патрон, центры, резцедержатель и т. д.

Токарной обработкой (точением) можно получить детали, имеющие цилиндрические, конические, фасонные и торцовые поверхности, делать фаски — конические поверхности небольшой длины на кромках, т. е. на пересечениях цилиндрической, конической или фасонной поверхностей с торцовой поверхностью, выполнять галтели — фасонные переходы между ступенями наружных или внутренних поверхностей различного диаметра (рис. 2), нарезать резьбу.

## § 2. Основные части и узлы токарного станка

Токарные станки предназначены для получения из заготовок различных деталей, имеющих форму тел вращения. Если на станке имеется устройство для нарезания резьбы, то такой станок называется токарно-винторезным.

На рис. 3 изображен общий вид токарно-винторезного станка модели

1К62, указаны основные части, узлы и органы управления\*.

Станина 4 — массивное чугунное основание, на котором смонтированы все основные узлы станка. Верхняя часть станины имеет две плоские и две призматические направляющие, по которым могут перемещаться подвижные узлы станка. Станина установлена на двух тумбах.

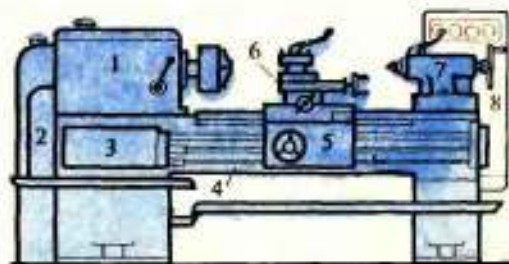
Передняя бабка 1 — чугунная коробка, внутри которой расположен главный рабочий орган станка — шпиндель, представляющий собой полый вал, на правом конце которого крепятся приспособления, зажимающие заготовку, например патрон.

Шпиндель получает вращение от расположенного в левой тумбе электродвигателя через клиноременную передачу и систему зубчатых колес и муфт, размещенных внутри передней бабки. Механизм (т. е. система зубчатых колес и муфт), который позволяет изме-

\* Станок изготавливается Московским заводом «Красный пролетарий» имени Ефремова. Цифра 1 означает, что станок относится к группе токарных станков, цифра 6 — тип станка в данной группе (здесь — токарно-винторезный), цифра 2 — условный размер станка (в данном случае высота центров — 200 мм), буква К означает, что станок усовершенствован по сравнению с ранее выпущенными моделями.

## 3. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 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





нять числа оборотов шпинделя, называют коробкой скоростей.

**Суппорт 6** — устройство для закрепления резца, обеспечения движения подачи, т. е. перемещения резца в различных направлениях. Движения подачи могут осуществляться вручную и механически. Механическое движение подачи суппорт получает от ходового винта и ходового вала.

**Фартук 5** — система механизмов, преобразующих вращательное движение ходового винта и ходового вала в прямолинейное движение суппорта.

**Коробка подач 3** — механизм, передающий вращение ходовому винту и ходовому валу и изменяющий величину подачи. Вращательное движение в коробку подач передается от шпинделя с помощью реверсивного механизма и гитары со сменными зубчатыми колесами.

**Гитара 2** предназначена для настройки станка на требуемую подачу подбором соответствующих сменных зубчатых колес.

**Задняя бабка 7** предназначена для поддержания правого конца длинных заготовок в процессе обработки, а также закрепления сверл, зенкеров и разверток.

Электропривод станка получает электроэнергию от сети промышленного тока. Общее включение станка производится пакетным выключателем, расположенным на специальном щите. Электрооборудование станка размещается в шкафу 8.

Включение и выключение электродвигателя, пуск и остановка станка, управление механизмами станка осуществляют соответствующими кнопками, ручками, маховичками.

В качестве режущего инструмента при работе на токарно-винторезном станке используют различные типы резцов, а также сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки.

При работе на токарном станке применяют различные приспособления для закрепления заготовки: различной конструкции патроны, планшайбы, цанги, центры, хомутики, люнеты, оправки. К станку прилагается комплект ключей и других принадлежностей.

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

Более подробные сведения о станке, режущих и измерительных инструментах и приспособлениях приведены в последующих главах книги.

### § 3. Понятие о процессе образования стружки

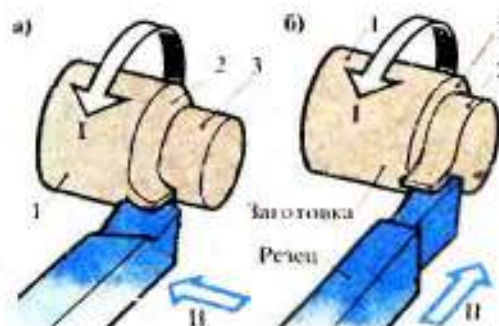
Процесс резания — это процесс образования стружки. Он сопровождается сложными физическими явлениями — пластическими деформациями, тепловыделением, образованием нароста на режущей части инструмента и т. д., оказывающими непосредственное влияние на работу режущего инструмента, производительность труда и качество обработки.

Заготовка — необработанный кусок металлического материала, по форме напоминающий деталь, которую окончательно можно получить, например, обработкой резанием. Слой металла, который удаляют с заготовки, для того чтобы получить из нее деталь, называют припуском. Следовательно, процесс резания характеризуется снятием припуска с заготовки.

Процесс резания на токарном станке может происходить при условии, если будут осуществляться одновременно два его основных движения (рис. 4, а, б): главное движение *I* и движение подачи *II*. Главным движением является вращательное движение, совершаемое заготовкой, на него рас-

#### 4. ДВИЖЕНИЯ И ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ:

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



ходуется большая часть мощности станка. Если мы подведем 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 заготовке различают обрабатываемую поверхность, обработанную поверхность и поверхность резания (см. рис. 4).

Обрабатываемой называют поверхность 1, с которой должен быть удален слой металла; обработанной называют поверхность 3, полученную после снятия стружки (слоя металла). Поверхность 2, образуемая на обрабатываемой заготовке непосредственно режущей кромкой инструмента, называют поверхностью резания. Поверхность резания может быть конической, цилиндрической, плоской (торцовой) и фасонной.

В машиностроении применяют разнообразные по форме и размерам режущие инструменты, но принцип работы всех их в основном сходен. Поэтому процесс образования стружки целесообразно рассматривать на примере работы резца — наиболее простого режущего инструмента.

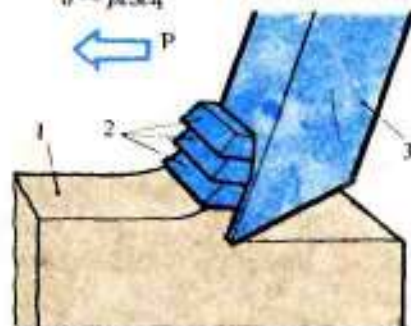
Резец 3 (рис. 5) под действием силы  $P$ , передаваемой рабочим механизмом станка, врезается в поверхностный слой заготовки 1, сжимая его. Процесс сжатия сопровождается упругими и пластическими деформациями. При дальнейшем углублении резца возрастают и внутренние напряжения в поверхностном слое. Когда они достигнут величины прочности обрабатываемого металла, сжатый элемент 2 его скалывается и сдвигается вверх по поверхности резца. Последующее движение резца сжимает, скалывает и сдвигает очередные элементы металла, образуя стружку.

В зависимости от условий обработки металлического материала образуется стружка различной формы.

Элементная стружка (стружка скалывания) получается при обработке твердых и маловязких материалов с малой скоростью резания (например, твердая сталь). Отдельные элементы такой стружки слабо связаны между

#### 5. ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ:

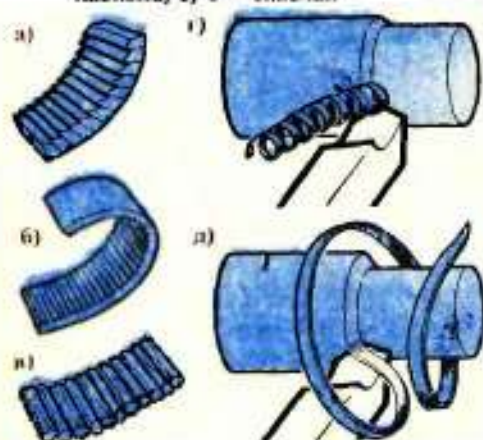
*1 — заготовка, 2 — элементы стружки, 3 — резец*





## 6. ВИДЫ СТРУЖКИ:

*а — скалывания, б — ступенчатая, в — надлома, г, д — сливная*



собой или совсем не связаны (рис. 6, а). Ступенчатая стружка образуется при обработке стали средней твердости, алюминия и его сплавов со средней скоростью резания. Она представляет собой ленту с гладкой поверхностью со стороны резца и зазубренную с внешней стороны (рис. 6, б).

Сливная стружка получается при обработке с высокой скоростью мягкой стали, меди, свинца, олова.

Эта стружка имеет вид длинной без зазубрин ленты или плоской спирали (рис. 6, г, д).

Стружка надлома образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и имеет вид как бы отдельных вырванных кусочков (рис. 6, в).

## § 4. Части, элементы и главные углы резца

Основным режущим инструментом токаря является резец. Рабочая часть резца имеет форму клина — простейшего орудия, известного человеку еще с древних времен. Усилия, приложенные к клину, по закону механики значительно увеличиваются на его ра-

бочих поверхностях. Когда величина давления на клин превысит силу сцепления частиц материала, происходит расщепление материала. Работа резца имеет много общего с работой клина.

Резец (рис. 7) состоит из двух частей: головки, т. е. режущей части, и стержня (тела), которым резец закрепляется в резцедержателе.

Головка имеет следующие элементы: переднюю поверхность, по которой сходит стружка;

задние поверхности (главная и вспомогательная), обращенные к обрабатываемой заготовке;

режущие кромки: главную (образованную пересечением передней и главной задней поверхностями), вспомогательную (образованную пересечением передней и вспомогательной задней поверхностями);

вершину резца — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

Вершина резца может быть острой или закругленной.

Для того чтобы обеспечить необходимую режущую способность инструмента, получить требуемую точность и ка-

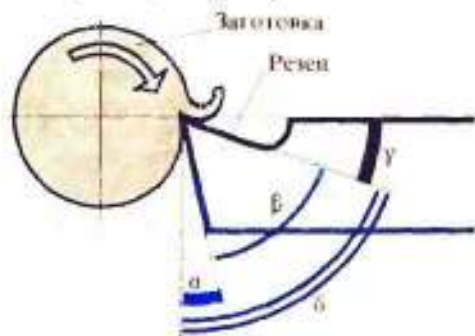
## 7. ЧАСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ ТОКАРНОГО РЕЗЦА





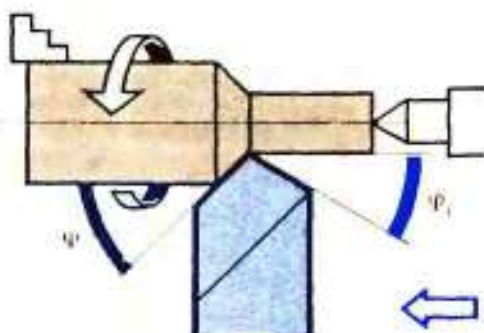
## 8. ОСНОВНЫЕ УГЛЫ РЕЗЦА:

$\alpha$  — главный задний,  $\beta$  — заострения,  $\gamma$  — передний,  $\delta$  — угол резания



## 9. УГЛЫ РЕЗЦА В ПЛАНЕ:

$\varphi$  — главный,  $\varphi_1$  — вспомогательный



чество поверхности детали, высокую производительность труда, необходимо правильно выбрать геометрию резца, т. е. величины углов и форму передней поверхности.

К основным углам резца (углам рабочего клина) относятся (рис. 8): передний угол  $\gamma$  (гамма), главный задний угол  $\alpha$  (альфа), угол заострения  $\beta$  (бета) и угол резания  $\delta$  (дельта).

Передний угол  $\gamma$  служит для облегчения процесса образования и схода стружки. В зависимости от прочности и твердости обрабатываемого материала, а также материала режущей части резца и других факторов передний угол может быть от 0 до 30°.

Главный задний угол  $\alpha$  служит для уменьшения трения между резцом и поверхностью заготовки, назначается в пределах 6—12°.

Углом заострения  $\beta$  называется угол между передней и задней поверхностями резца.

Углом резания  $\delta$  называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, касательной к поверхности резания (это сумма углов  $\alpha + \beta$ ).

Углами в плане называются углы между кромками резца и направлением подачи (рис. 9). Величина углов в плане  $\varphi$  и  $\varphi_1$  влияет на стойкость резца и качество обработанной поверхности. Число

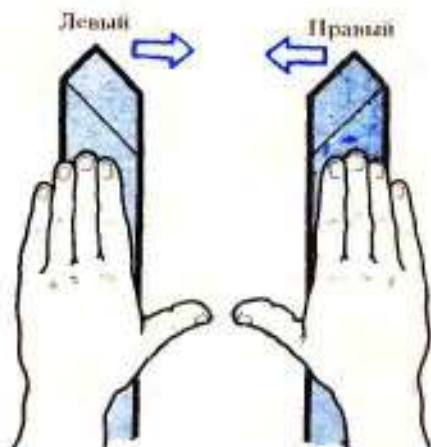
вые значения углов рабочего клина и углов в плане резца принимаются по справочным таблицам в зависимости от условий обработки.

Подробные сведения о геометрии резца приведены в главе 17.

## § 5. Классификация токарных резцов

Для токарной обработки применяются разнообразные по конструкции резцы. В зависимости от направле-

## 10. ПРАВЫЕ И ЛЕВЫЕ РЕЗЦЫ



ния движения подачи различают правые и левые резцы (рис. 10). По форме и расположению головки относительно стержня резцы могут быть прямые, отогнутые и с оттянутой головкой (рис. 11, а, б, в).

По назначению различают резцы проходные, упорные, подрезные, отрезные, прорезные, фасонные, резьбовые, расточные (рис. 12).

Различают также черновые резцы, служащие для предварительной обработки, и чистовые резцы, предназначенные для окончательной обработки.

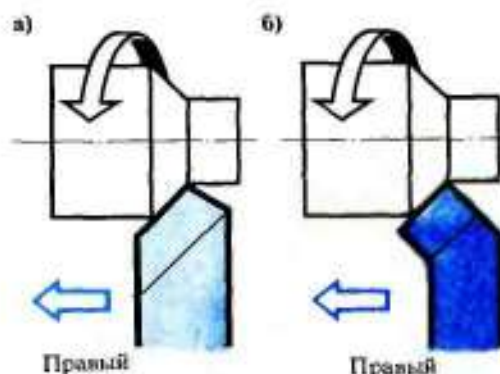
## 12. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЦОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ:

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

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

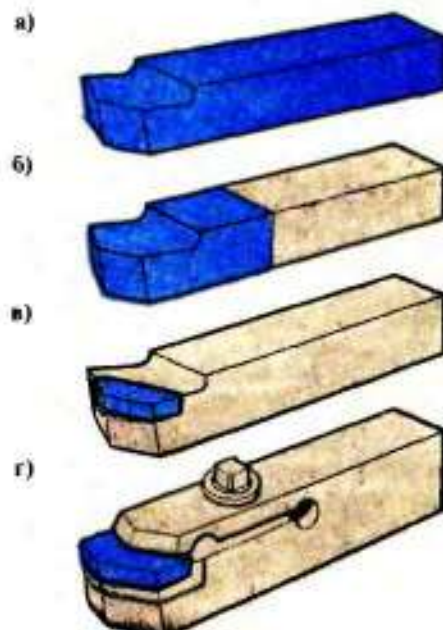
## 11. ФОРМА ГОЛОВОК РЕЗЦОВ:

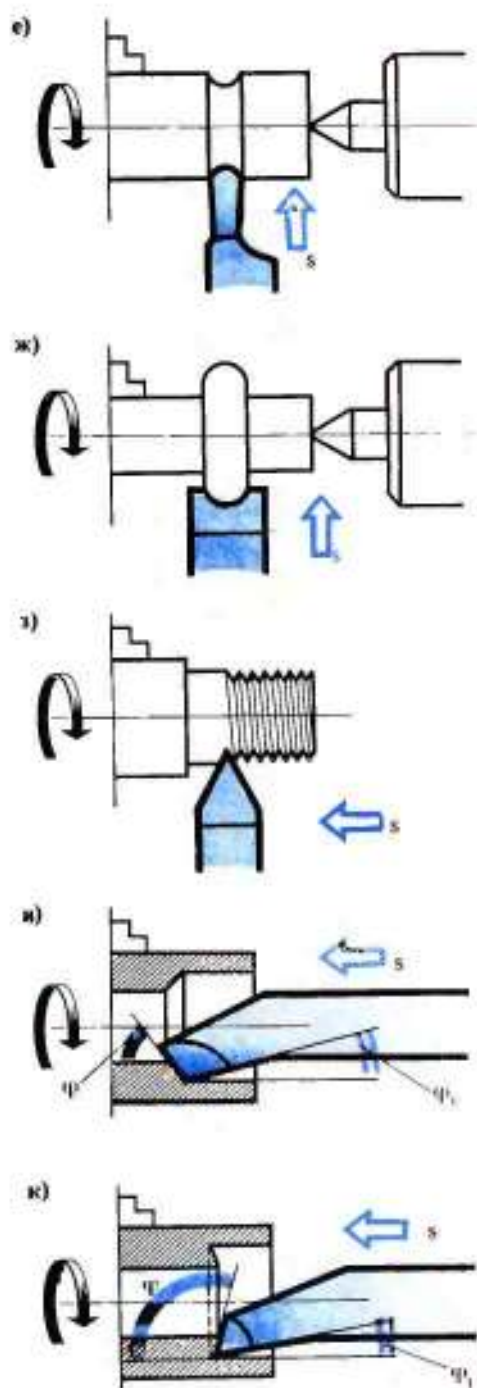
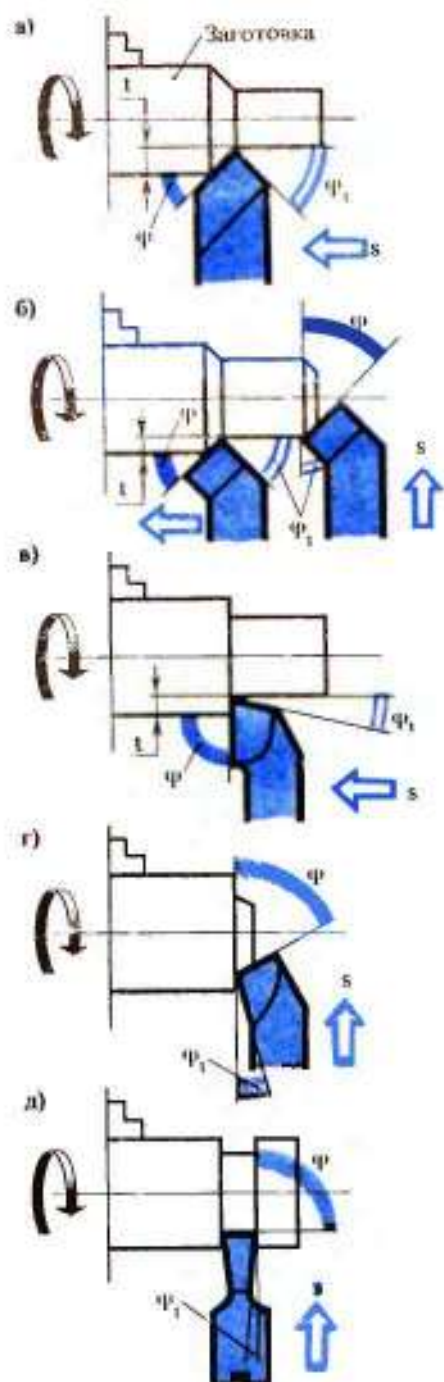
*а — прямая, б — отогнутая, в — оттянутая*



## 13. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕЗЦОВ ПО СПОСОБУ КРЕПЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ:

*а — цельный, б — сварной, в — с напаянной пластиной, г — с механическим креплением пластины*







## § 6. Материалы резцов

При обработке металл оказывает сопротивление снятию стружки, т. е. сопротивлению работе резца. Поэтому к материалу, из которого изготовляют резцы, предъявляют высокие требования.

Чтобы режущая часть резца могла врезаться в поверхность заготовки, твердость ее должна быть выше твердости обрабатываемого металла.

В процессе обработки металл, сопротивляясь внедрению режущей части инструмента в срезаемый слой, давит на переднюю поверхность резца; эта сила давления стремится изогнуть, сломать резец.

Поэтому материал, из которого сделан резец, должен обладать достаточной прочностью.

Режущая кромка резца, испытывающая при работе ударные нагрузки, не должна выкрашиваться, поэтому материал режущей части должен быть достаточно вязким.

Передняя и задняя поверхности резца, соприкасающиеся в процессе резания с металлом, подвергаются истиранию и нагреву до температуры  $1000^{\circ}\text{C}$ , в результате чего режущая часть резца изнашивается, инструмент затупляется. Следовательно, инструментальные материалы должны быть износостойкими при высокой температуре в течение продолжительного времени, т. е. обладать высокой красностойкостью.

Инструментальные материалы, применяемые для изготовления режущего инструмента, можно разделить на группы.

1. Материалы для инструментов, работающих на низких скоростях резания. К ним относятся инструментальные углеродистые стали — качественные (марки У10, У12 и др.) и высококачественные (марки У10А, У12А и др.) с твердостью  $HRC\ 58-64$  после

термической обработки. Инструмент из этих сталей сохраняет режущие свойства при температуре нагрева лишь до  $200-250^{\circ}\text{C}$ . В эту группу входят также инструментальные легированные стали: хромокремнистая 9ХС, хромовольфрамовая ХВ5, хромомарганцовистая ХВГ и др. После термической обработки эти стали выдерживают в процессе резания температуру нагрева до  $250-300^{\circ}\text{C}$ .

2. Материалы для инструментов, работающих на повышенных скоростях. К ним относятся быстрорежущие стали Р9, Р12, Р18, Р6М3, Р9К5 и др. После термической обработки эти стали приобретают высокую твердость ( $HRC\ 62-65$ ), прочность и износостойкость. Резец, изготовленный из этих сталей, сохраняет режущие свойства при нагреве в процессе работы до температуры  $600-650^{\circ}\text{C}$ .

3. Материалы для инструментов, работающих на высоких скоростях. К ним относятся металлокерамические твердые сплавы, выпускаемые в виде пластинок различных размеров и форм, а также алмазы.

Для изготовления металлорежущих инструментов применяют три группы металлокерамических сплавов: вольфрамовую (ВК), титановольфрамовую (ТК) и титанотанталовольфрамовую (ТТК).

Резцы, оснащенные пластинками из твердых сплавов вольфрамовой группы, используют для обработки чугунов, цветных металлов и сплавов, ВК8 — для обдирочной обработки, ВК6 — для чистовой.

Твердые сплавы титановольфрамовой группы предназначены для обработки углеродистых и легированных сталей: для черновой обработки, а также при прерывистом резании используют резцы, оснащенные пластинками Т5К10 для получистовой и чистовой обработки — резцы с пластинками Т15К6.

Твердые сплавы титанотанталовольфрамовой группы (ТТ7К12) используют для черновой обработки по корке стальных поковок, штамповок и отливок с раковинами и различными неметаллическими включениями, а также при работе резца с ударами.

Минералокерамические материалы, предназначенные для изготовления режущего инструмента, выпускаются в виде пластин белого цвета, которые крепятся к державке инструмента. Наиболее распространенная марка ЦМ-332 (микролит) обладает высокой твердостью, теплостойкостью и износостойкостью. Хрупкость этого материала ограничивает его широкое применение. Сплав ЦМ-332 используют только для чистовой и получистовой обработки углеродистых и легированных сталей, медных и алюминиевых сплавов и чугунов.

Применение алмазных инструментов позволяет производительно и высококачественно обрабатывать самые твердые материалы.

Алмазные резцы различаются по своему назначению и методам крепления кристалла алмаза к державке. Кристалл алмаза может впаиваться в паз державки или закрепляться механическим способом.

## § 7. Износ и заточка резцов

В процессе резания в результате трения стружки о переднюю поверхность резца, а задних поверхностей резца о поверхность заготовки рабочая часть резца изнашивается, режущая кромка разрушается (местное выкрашивание). Работать таким резцом уже нельзя, так как ухудшается точность обработки, качество обработанной поверхности, снижается производительность труда. Затупленный резец отдадут в переточку, которую, как правило, выполняют специальные рабочие — за-

точники, однако токарь должен уметь и сам затачивать инструмент.

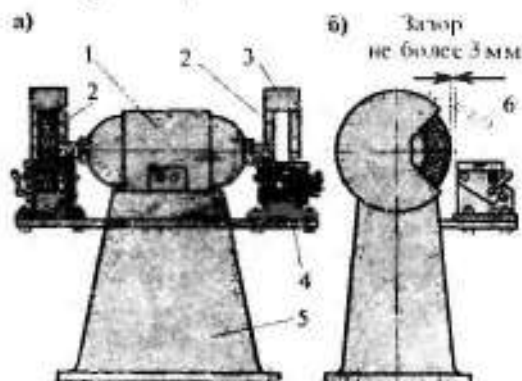
К наиболее простым заточным станкам, применяемым для заточки резцов, относятся точильно-шлифовальные (точила). Основной узел точила — шпиндельная головка 1 (рис. 14, а) — представляет собой двухскоростной электродвигатель, на обоих концах его вала (шпинделя) установлены абразивные (шлифовальные) круги 2 — один из них из электрокорунда и предназначен для заточки резцов из быстрорежущей стали, а другой из зеленого карбида кремния — для заточки резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава.

Чтобы обеспечить устойчивое положение затачиваемого резца, на станке имеется специальное приспособление — подручник 4.

Конструкция подручника позволяет регулировать положение резца и по высоте и под требуемым углом по отношению к рабочей поверхности круга. По высоте резец должен быть установлен так, чтобы верхняя точка касания затачиваемой поверхности с по-

## 14. ЗАТОЧНОЙ СТАНОК ДЛЯ РЕЗЦОВ (ТОЧИЛО):

а — общий вид, б — установка подручника; 1 — шпиндельная головка, 2 — шлифовальный круг, 3 — защитный кожух, 4 — подручник, 5 — станина, 6 — регулируемый щиток



верхностью круга находилась на уровне шпинделя шлифовальной головки или несколько выше ее, но не более чем на 10 мм.

При заточке вручную (рис. 15) резец с легким нажимом прижимают затачиваемой поверхностью к вращающемуся кругу, а для того, чтобы износ круга происходил равномерно и чтобы затачиваемая поверхность получалась плоской, резец все время передвигают вдоль рабочей поверхности круга.

Сначала затачивают главную и вспомогательную задние поверхности, затем переднюю поверхность и вершину резца.

Заточка вручную на точильно-шлифовальных станках имеет следующие недостатки: трудность получения первоначальных (заданных) геометрических параметров режущей части резца, возможность появления прижогов и трещин на затачиваемых поверхностях, необходимость последующей доводки резца на универсально-заточных или специальных станках.

Необходимость доводки вызывается тем, что зерна круга при заточке оставляют на режущих кромках, передней

и задних поверхностях резца микронеровности, которые оказывают большее влияние на работу резца, на качество обработки. Микронеровности (зазубрины) режущей кромки копируются непосредственно на обработанной поверхности, ухудшая ее качество (чистоту обработки); в то же время, являясь источниками концентрации местных напряжений, они вызывают ослабление и выкрашивание режущей кромки. Кроме того, чем выше микронеровности на задних и передней поверхностях резца, тем больше трение между деталью и резцом, тем быстрее изнашивается резец.

Сущность доводки заключается в притирке задних и передней поверхностей на узких участках вдоль режущей кромки.

Доводка производится обычно на алмазных доводочных кругах.

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

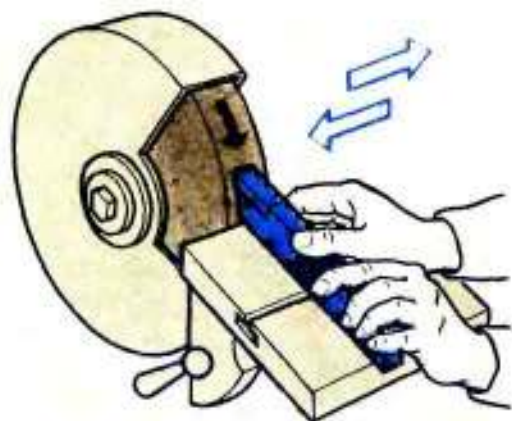
Затачивать резцы может лишь рабочий, получивший инструктаж по технике безопасности.

При работе на точиле необходимо руководствоваться следующими требованиями безопасности:

перед тем как приступить к заточке инструмента, убедиться в полной исправности всех механизмов и устройств станка, в том числе в наличии и исправности ограждения круга; проверить правильность установки подручника. Зазор между рабочей поверхностью круга и краем подручника должен быть не более 3 мм (см. рис. 14, б). Перестановка подручника допускается только после полной остановки круга;

Запрещается работа на станке без применения подручника и без ограждения круга; проверить направление вращения круга: круг должен вращаться на резец

## 15. ЗАТАЧИВАНИЕ РЕЗЦА ПЕРИФЕРИЕЙ ПЛОСКОГО КРУГА





так, чтобы искры летели вниз, а не вверх;

установить предохранительный прозрачный экран или надеть защитные очки.

Для сохранения работоспособности резцов до естественного износа необходимо соблюдать правила ухода за ними:

нельзя складывать резцы в инструментальном шкафчике беспорядочно («навалом») или так, чтобы режущие кромки касались стенки ящика);

перед выключением подачи резец следует отводить от детали, это предохранит режущую кромку от выкрашивания;

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

нельзя доводить заднюю грань резца до большого затупления, следует перетачивать резец до наступления разрушения режущей кромки, т. е. при ширине изношенной площадки на задней поверхности резца 1—1,5 мм;

нельзя использовать резцы в качестве подкладок;

твердосплавный резец сдавать в кладовую, когда пластинка твердого сплава сточена на  $\frac{3}{4}$  длины. Если пластинка твердого сплава отделилась от державки, ее следует сохранить и сдать в кладовую.

## § 8. Понятие о режиме резания при точении

К элементам режима резания при точении относятся глубина резания, подача и скорость резания.

Глубина резания  $t$  — величина срезаемого слоя за один проход инструмента, измеряемого в направлении, перпендикулярном к обработанной поверхности. Глубина резания измеряется в миллиметрах.

При наружном продольном точении (рис. 16, а) глубина резания определяется как полуразность между диаметром заготовки  $D$  (обрабатываемой поверхности) и диаметром обработанной поверхности  $d$ :

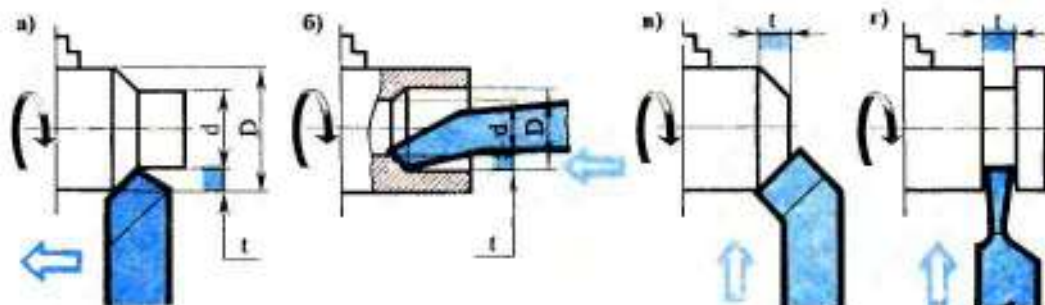
$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм.}$$

При растачивании (рис. 16, б) глубина резания представляет собой полуразность между диаметром отверстия после обработки и диаметром отверстия до обработки.

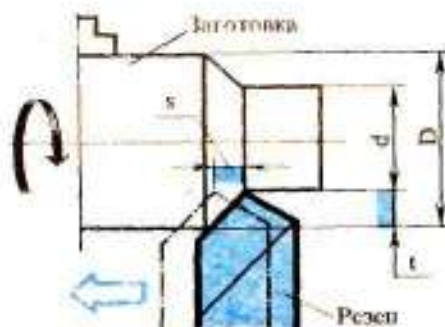
При подрезании за глубину резания принимают величину срезаемого слоя, измеренную в направлении, перпендикулярном к обработанному торцу, т. е. к обработанной поверхности (рис.

### 16. ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ ПРИ ВИДАХ ОБРАБОТКИ:

*а — наружном точении, б — растачивании, в — подрезании торца, г — отрезании*



## 17. ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ И ПОДАЧА ПРИ НАРУЖНОМ ТОЧЕНИИ



16, в); при отрезании (рис. 16, г) глубина резания равна ширине канавки, образуемой отрезным резцом.

Подача (точнее скорость подачи)  $s$  — величина перемещения режущей кромки резца и направления подачи за один оборот заготовки. Подача измеряется в мм/об (рис. 17).

При точении различают продольную подачу, направленную вдоль оси заготовки, поперечную подачу, направленную перпендикулярно оси заготовки, и наклонную подачу под углом к оси заготовки (при обработке на станке конической поверхности).

Скорость резания  $v$  — путь, пройденный наиболее удаленной от оси вращения точкой поверхности резания относительно режущей кромки резца в единицу времени. Скорость резания измеряется в м/мин. Скорость резания зависит от скорости вращения и диаметра обрабатываемой заготовки. Чем больше диаметр  $D$  заготовки, тем больше скорость резания при одном и том же числе оборотов в минуту. В самом деле, за один оборот заготовки (или за одну минуту) путь, пройденный точкой А на поверхности резания (рис. 18), будет больше пути, пройденного точкой Б, так как диаметр  $D$  поверхности резания больше

диаметра  $d$ . 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 в мм;

$n$  — число оборотов заготовки в минуту (об/мин).

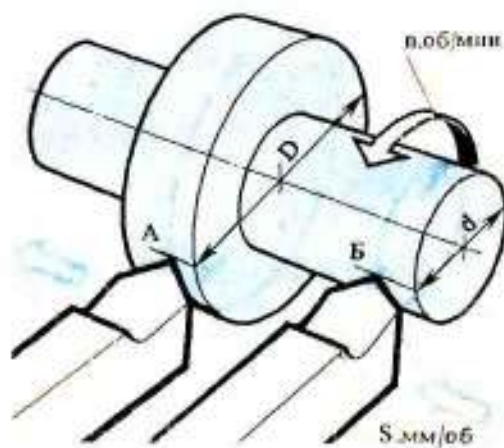
Если известна скорость резания  $v$ , допускаемая режущими свойствами инструмента, и диаметр заготовки  $D$ , можно определить требуемое число оборотов в минуту заготовки и настроить на это число оборотов рабочий орган станка — шпиндель:

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

Пример. Резец из быстрорежущей стали допускает скорость резания  $v = 30$  м/мин, диаметр заготовки  $D = 80$  мм. Определить требуемое число оборотов в минуту шпинделя:

$$n = \frac{1000 v}{3,14 D} = 318 \frac{30}{80} \approx 120 \text{ об/мин.}$$

## 18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ





## § 9. Смазочно-охлаждающие жидкости для точения

В процессе резания металлов в результате трения резца о поверхность заготовки возникает большое количество тепла. Высокая температура в зоне резания ускоряет износ резца, ухудшает качество обработанной поверхности.

Чтобы уменьшить образование тепла и отвести наибольшее его количество из зоны резания, а также уменьшить трение поверхности резца о заготовку, используют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Применение той или иной смазочно-охлаждающей жидкости зависит от вида обработки (черновая или чистовая), свойств обрабатываемого материала, скорости и глубины резания, вида стружки, требований к качеству обработанной поверхности, способа подачи жидкости и других условий.

Принято делить смазочно-охлаждающие жидкости на две группы.

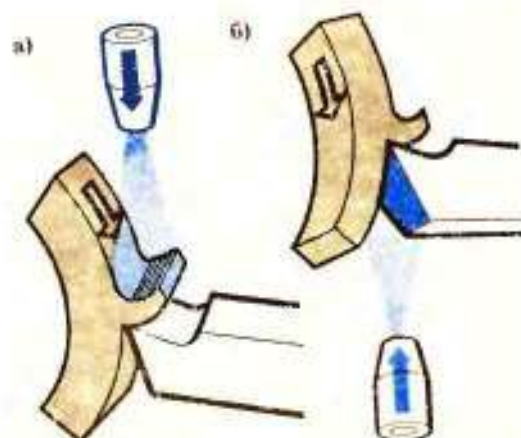
К первой группе относят жидкости, основной целью применения которых является получение охлаждающего действия. В эту группу входят водные растворы соды и мыла, водные эмульсии и другие составы; они характеризуются большой теплостойкостью и теплопроводностью, применяются для грубой (обдирочной, черновой) обработки.

Ко второй группе относят жидкости, характеризующиеся большой смазывающей способностью (минеральные масла и их смеси, керосин, сульфозел — минеральное осерненное масло и др.).

Чугун и другие хрупкие материалы обрабатывают «всухую», т. е. без охлаждения, так как мелкая, осыпающаяся стружка смешивается со смазочно-охлаждающей жидкостью, попадает на поверхность, по которым перемещаются подвижные узлы станка, и ускоряет их износ.

## 19. СПОСОБЫ ПОДВОДА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ:

*а — на стружку, б — на заднюю поверхность резца*



Струю смазочно-охлаждающей жидкости следует подавать сверху в то место сходящей стружки, где она отделяется от заготовки (рис. 19, а), или снизу через узкое сопло (рис. 19, б).

## § 10. Организация и обслуживание рабочего места токаря

Рабочим местом называется часть производственной площади цеха или мастерской, оснащенная оборудованием, инструментами, приспособлениями, необходимыми для выполнения определенного производственного (или учебного) задания.

Организация рабочего места должна обеспечивать возможно меньшие затраты времени, количества движений и усилий на выполняемую работу, необходимое ее качество, наименьшую утомляемость, высокую работоспособность рабочего, полную безопасность работы, экономное использование производственной площади, сохранность оборудования и оснастки.



На рабочем месте токаря должна находиться инструментальная тумбочка (рис. 20), в которой хранятся режущие и измерительные инструменты, малогабаритные приспособления, необходимые для работы. Заготовки и готовые детали укладываются на стеллаже. Патроны, люнеты и другие крупные принадлежности хранят на нижней полке стеллажа.

Перед станком на полу укладывается деревянная решетка.

Рабочее место должно всегда содержаться в чистоте. Грязь и беспорядок

приводят к потерям рабочего времени, браку, несчастным случаям, простоем и преждевременному износу оборудования.

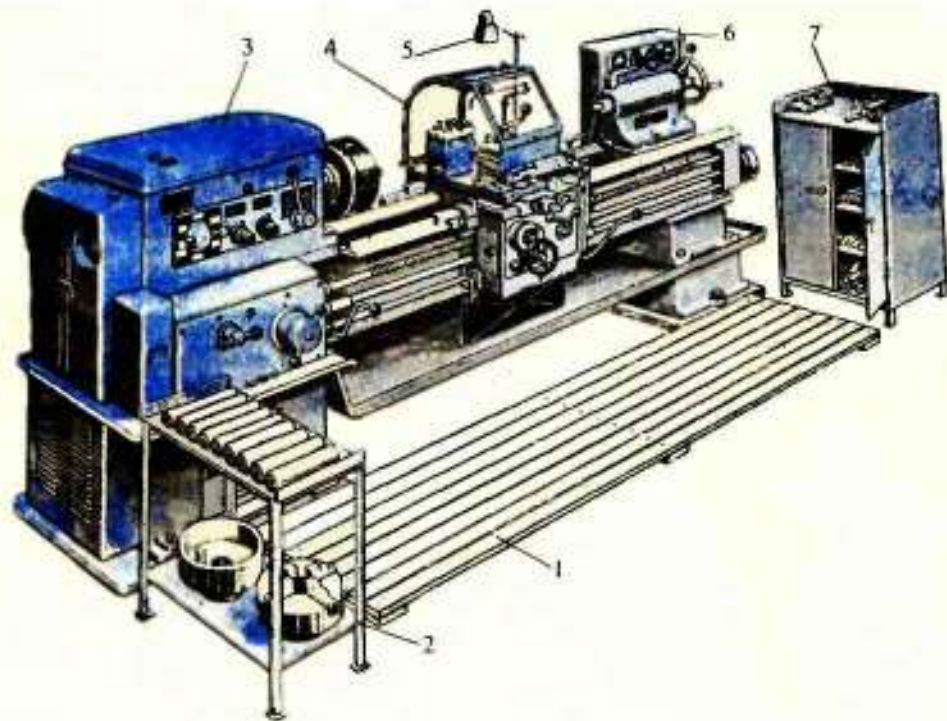
Пол на рабочем месте должен быть ровным и чистым, не иметь подтеков масла и смазочно-охлаждающей жидкости.

Общая освещенность рабочего места должна быть не менее 75 лк (люкс), а зоны обработки и мест расположения основных органов управления станком — 300 лк. Стены цеха (мастерской) окрашиваются в светлые тона. Рабочие помещения должны быть оборудованы надежными установками и устройствами, обеспечивающими удаление загрязненного и приток чистого воздуха. В цехе (мастерской) температура воздуха должна составлять 15—18°С.

На рабочем месте должна создаваться благоприятная трудовая обстановка

## 20. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ (С ПРАВЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ШКАФЧИКА):

1 — решетка, 2 — стеллаж, 3 — станок, 4 — ограждение, 5 — лампа местного освещения, 6 — щит, 7 — инструментальный шкафчик



что подразумевает внедрение промышленной эстетики и поддержание чистоты и порядка.

Промышленная эстетика повышает производительность труда и положительно влияет на самочувствие рабочего. Промышленная эстетика рекомендует соответствующее оформление рабочего места: окраску стен, станка; использование декоративных растений и т. д.

В понятие обслуживания рабочего места входят своевременное обеспечение производственным (учебным) заданием, заготовками, технической документацией (чертежами, технологическими картами, инструкциями) и оснасткой (инструментами и приспособлениями), а также систематический контроль и приемка готовых деталей, обеспечение исправности станка, приспособлений и электрооборудования.

### Контрольные вопросы

1. Чем характеризуются детали, обрабатываемые на токарном станке?
2. Назовите основные узлы токарно-винторезного станка и укажите их назначение.
3. В чем заключается сущность процесса резания металлов?
4. Какие поверхности различают на обрабатываемой заготовке?
5. Назовите основные части, элементы и углы токарного резца.
6. Из каких материалов изготавливают режущую часть резцов?
7. Как затачивают резец?
8. Что такое глубина резания, подача, скорость резания?
9. Как зависит число оборотов в минуту шпинделя от допускаемой скорости резания и диаметра детали?
10. Для чего применяются смазочно-охлаждающие жидкости?
11. Как должно быть организовано рабочее место токаря?

## ГЛАВА 2. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### § 11. Детали с наружными цилиндрическими поверхностями

Валы, шестерни, оси, пальцы, штоки, поршни и другие детали имеют наружные цилиндрические поверхности. Цилиндрическая поверхность — простейшая форма поверхности, образуемая вращением прямой линии по окружности параллельно принятой оси.

К цилиндрическим поверхностям предъявляются следующие требования:

прямолинейность образующей;

цилиндричность в любом сечении, перпендикулярном оси, окружности должны быть одинакового диаметра;

круглость: любое сечение должно иметь форму правильной окружности;

соосность: расположение осей ступеней ступенчатой детали на общей прямой.

Абсолютно точно выдержать все требования, предъявляемые к цилиндрическим поверхностям, невозможно и в этом нет практической необходимости. На чертежах деталей указываются допускаемые отклонения формы и расположения поверхностей. Эти указания даются условными обозначениями или текстом в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД, ГОСТ 2.308—68).

Для установки и закрепления заготовок на станке применяют приспособления общего назначения, к ним относятся патроны, центры, комутики.

Заготовки небольшой длины закрепляют в патронах, которые бывают самоцентрирующие и несамосцентрирующие.

Заготовки, имеющие правильные наружные цилиндрические поверхности (прокат, штампованные поковки, высококачественные отливки), а также предварительно обточенные детали закрепляют в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Заготовки с неровными наружными поверхностями (поковки свободной ковки, грубые отливки) и несимметричные детали закрепляют в несамосцентрирующем четырехкулачковом патроне.

### § 12. Установка и закрепление заготовок в патронах

Трехкулачковые самоцентрирующие токарные патроны. У трехкулачкового самоцентрирующего патрона все три кулачка сходятся к центру и расходятся одновременно, поэтому они обеспечивают совпадение оси заготовки с осью шпинделя.

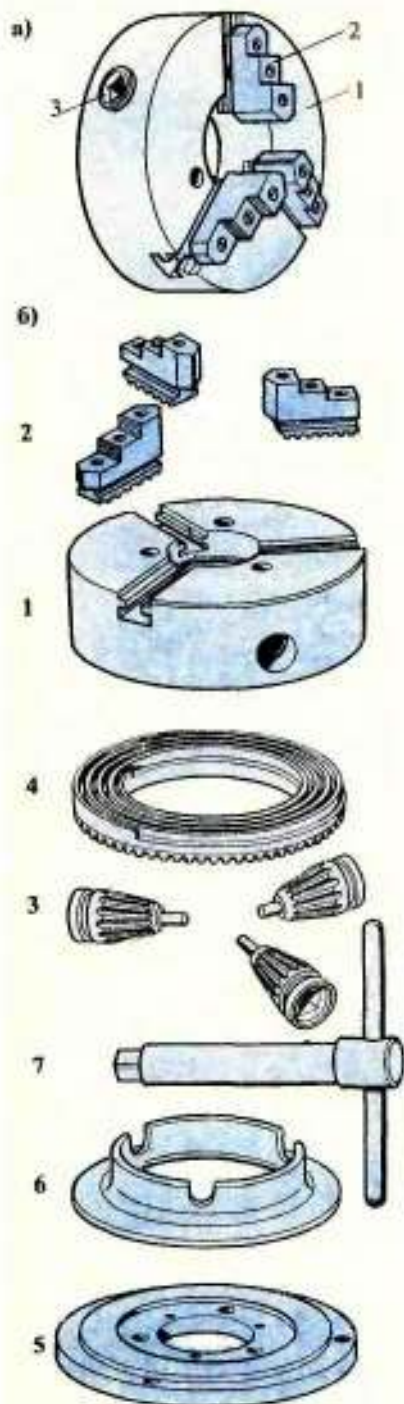
Наиболее распространенный трехкулачковый самоцентрирующий патрон показан на рис. 21, а.

В радиальных пазах корпуса 1 патрона расположены три кулачка. Своими спиральными выступами на подошве кулачки входят в канавки спиральной резьбы конического зубчатого колеса.

#### 21. ТРЕХКУЛАЧКОВЫЙ САМОЦЕНТРИРУЮЩИЙ ПАТРОН:

*а — общий вид, б — устройство: 1 — корпус, 2 — кулачки, 3 — конические зубчатые колеса, 4 — конический диск со спиральной резьбой, 5 — планшайба, 6 — промежуточный диск, 7 — ключ*





са 3. Это колесо приводится во вращение с помощью ключа 7, вводимого в гнездо одного из трех малых зубчатых колес 3, сопряженных с большим коническим диском 4 (рис. 21, б).

По спиральной резьбе большого конического колеса кулачки патрона могут одновременно двигаться к центру или от центра, т. е. зажимать или освобождать заготовку.

Радиусы кривизны на разных участках спиральной резьбы конического колеса различны, а радиусы кривизны спиральных выступов у кулачков одинаковы, поэтому соприкосновение выступов кулачков и витков спиральной резьбы происходит по узким площадкам. Это вызывает значительные удельные давления и приводит к ускоренному износу кулачков, что является существенным недостатком спиральных патронов.

На рабочем месте токаря рекомендуется иметь два трехкулачковых патрона: один для обдирочных работ, второй с незакаленными кулачками — для чистовых. Для некоторых работ, например для закрепления тонкостенных заготовок, когда обычные кулачки могут вызвать прогиб стенок, применяют широкие кулачки (рис. 22, а) или разрезную втулку (рис. 22, б).

Для изготовления точных деталей применяют патроны со сменными незакаленными кулачками.

Заготовки больших диаметров закрепляют в перевернутых кулачках, в этом случае уступы кулачков создают надежный упор заготовке (рис. 23).

Рабочие поверхности кулачков самоцентрирующего патрона изнашиваются неравномерно, поэтому их периодически растачивают или расшлифовывают.

Для того чтобы не повредить обработанную поверхность детали, на цельные закаленные кулачки можно закреплять сменные насадные кольца (рис. 24), которые затем растачивают

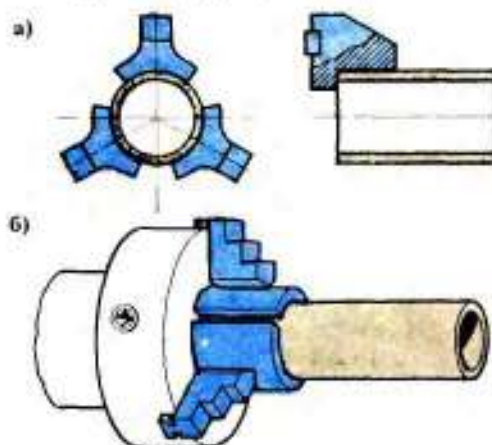
по диаметру поверхности закрепляемой заготовки\*.

На пазах корпуса патрона и на кулачках нанесены цифры 1, 2, 3 или соответственное количество накерненных точек. При сборке патрона кулачки в пазы вставляют поочередно и

\* Предложение лауреата Государственной премии СССР И. Е. Тхора.

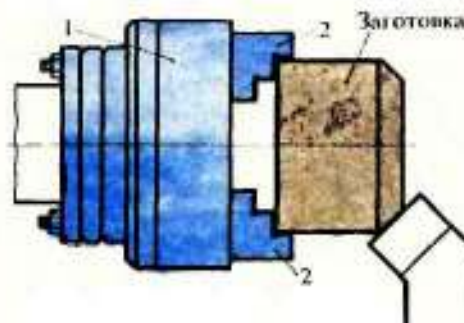
## 22. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ЗАГОТОВОК В ТРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ:

*а — при помощи широких кулачков, б — при помощи разрезной ступицы*



## 23. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ В ПЕРЕВЕРНУТЫХ КУЛАЧКАХ ПАТРОНА:

*1 — корпус патрона, 2 — кулачок*

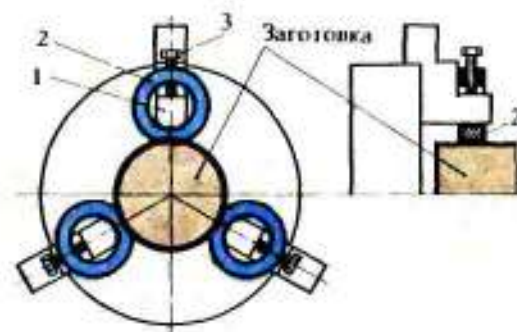


в порядке возрастающих цифр (точек).

Четырехкулачковый простой патрон. Патрон имеет четыре зажимных кулачка, которые перемещаются независимо один от другого в пазах корпуса 1 (рис. 25). На каждом кулачке имеется «полугайка», сопрягаемая с винтом, расположенным в пазах. Для закрепления заготовки в

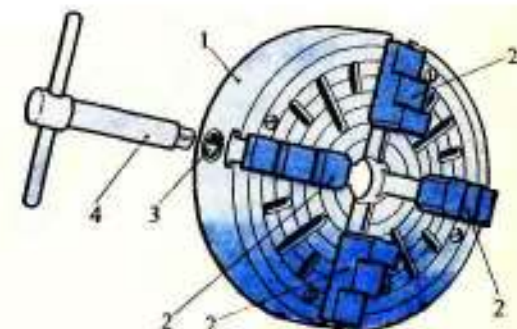
## 24. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПОМОЩИ СМЕННЫХ КОЛЕЦ НА КУЛАЧКАХ ПАТРОНА:

*1 — кулачок, 2 — кольцо, 3 — стопорный болт*



## 25. ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВЫЙ ПАТРОН:

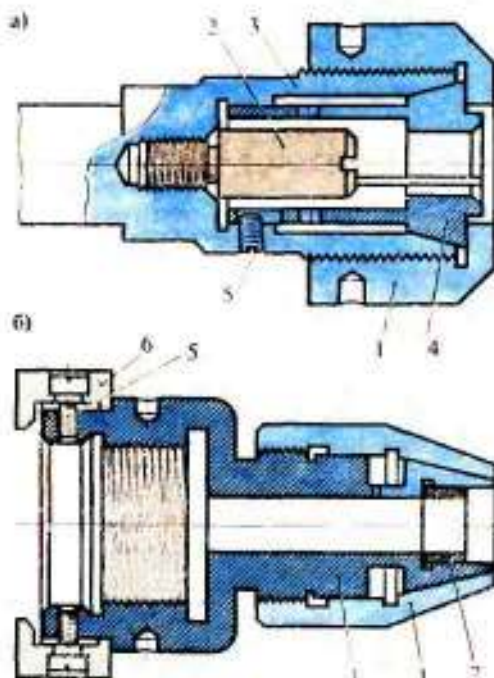
*1 — корпус патрона (планшайба), 2 — кулачки, 3 — гнездо винта, 4 — ключ*





## 26. ЦАНГОВЫЕ ПАТРОНЫ:

*а — со вставной цангой, б — цельный чугунный; 1 — нажимная гайка, 2 — регулируемый упор, 3 — корпус, 4 — цанга, 5 — винт, 6 — фиксирующая планка, 7 — установочная втулка*



патроне ключ 4 вводится в гнездо винта 3.

**Цанговые патроны.** Заготовки диаметром до 60 мм с предварительно обработанной поверхностью целесообразно закреплять не в кулачковом патроне, а в обжимном цанговом патроне (рис. 26, а).

Цанга 4 (тонкостенная стальная втулка с прорезями), сжимаясь, при наворачивании гайки 1 на резьбу цилиндрического участка корпуса 3 патрона входит в коническую расточку корпуса.

Цанга патрона (рис. 26, б) изготовлена из серого чугуна (СЧ18-32). Такой патрон прост в изготовлении и обес-

печивает надежность закрепления не меньшую, чем патрон со стальной цангой. Окончательно зажимную поверхность чугунной цанги растачивают на том станке, на котором будет обрабатываться заготовка.

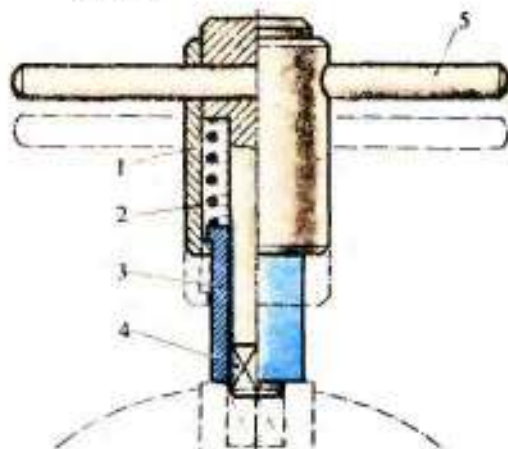
**Эксплуатация токарных патронов.** При закреплении заготовки в патроне нельзя применять удлинители для рукоятки ключа. При закреплении и освобождении заготовки рукоятку ключа захватывают обеими руками (по ее концам).

Нельзя оставлять ключ в патроне, так как это может быть причиной травмы. Рекомендуется применять безопасный ключ с подпружиненным рабочим стержнем (рис. 27). При нажиме на рукоятку 5 стержень ключа полностью входит в гнездо. Если ключ оставлен в патроне и снят нажим на рукоятку, пружина 2 вытолкнет ключ из гнезда патрона.

Токарный патрон периодически разбирают, очищают и смазывают. При

## 27. КЛЮЧ С ПОДПРУЖИНЕННЫМ РАБОЧИМ СТЕРЖНЕМ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВКИ В ПАТРОНЕ:

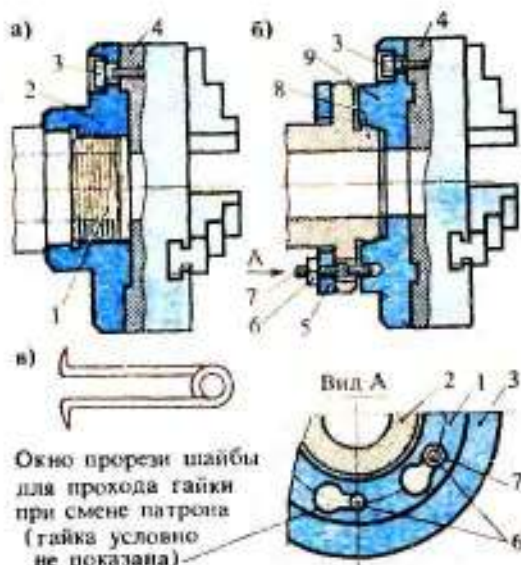
*1 — неподвижная трубка, 2 — пружина, 3 — подвижная трубка, 4 — ключ, 5 — рукоятка*





## 28. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТОКАРНОГО ПАТРОНА НА РЕЗЬБЕ (а), НА КОНУСЕ (б); ПРОВОЛОЧНЫЙ ОЧИСТИТЕЛЬ (в):

1 — резьбовой конец шпинделя, 2 — планшайба, 3 — винт, 4 — корпус, 5 — шайба, 6 — гайка, 7 — резьбовая шпилька, 8 — посадочный конус шпинделя, 9 — планшайба



хранении патрона в инструментальной тумбочке кулачки должны быть сведены к центру, а центральное отверстие закрыто пробкой из пенопласта. На некоторых токарных станках патрон навинчивается на резьбу шпинделя (рис. 28, а). При этом должны соблюдаться следующие правила техники безопасности:

не допускается навинчивание и свинчивание патрона при включенном вращении шпинделя;

при навинчивании и свинчивании под патрон подкладывают деревянный брус, высота которого обеспечивает совпадение отверстия патрона с резьбой шпинделя;

резьбовой конец шпинделя и резьба в центральном отверстии патрона перед

навинчиванием должны быть протерты и смазаны. Резьбу в патроне перед этим очищают проволочным очистителем (рис. 28, в);

тяжелые патроны устанавливают и снимают с помощью кран-балки или специального съемника.

У современных станков планшайба патрона центрируется по наружному конусу шпинделя и притягивается к торцу фланца четырьмя винтами с гайками (рис. 28, б). Фланцевое закрепление патрона обеспечивает высокую точность центрирования, жесткость, исключает самоотвинчивание. Для смены патрона ослабляют четыре гайки 6, а шайбу 5 поворачивают так, чтобы окна прорези шайбы были против гаек; патрон в этом случае снимается легко. Установку и закрепление патрона выполняют в обратном порядке.

## § 13. Установка и закрепление заготовок в центрах

Центры. Заготовки деталей типа валов, длина которых превышает диаметр в пять и более раз, обычно обрабатывают с установкой коническими поверхностями центровых отверстий на центрах станка (установка в центрах). В качестве зажимных приспособлений используют: передний опорный центр, закрепляемый в шпинделе станка, и задний опорный центр, закрепляемый в шпироли задней бабки. Передний центр вращается вместе с заготовкой, а задний центр неподвижен, поэтому между заготовкой и задним центром возникает трение.

В цилиндрическую часть центрального отверстия заготовки со стороны задней бабки вводят густую смазку, которая нагревается, попадает на конус центра и смазывает его, уменьшая трение.

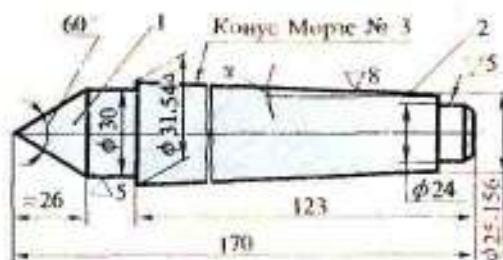
Центровые отверстия типа Б (см. рис. 29, б и табл. 1) имеют предохранительный конус под углом  $120^\circ$ . Если на торце заготовки появится забоина, основной посадочный конус в этом случае не нарушится.

Опорный центр (рис. 30) имеет рабочий конус 1 с углом  $60^\circ$  (а для тяжелых станков  $70^\circ$  или  $90^\circ$ ) и хвостовик 2, выполненный по стандартному конусу; конус Морзе № 2, 3, 4 с углом уклона  $1^\circ 26'$  или метрический конус M60, M100, M120 с углом уклона  $1^\circ 30'$ .

Обычный (жесткий) опорный центр

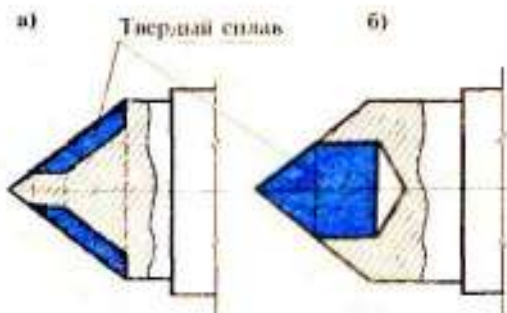
### 30. ЖЕСТКИЙ ОПОРНЫЙ ЦЕНТР:

1 — рабочий конус, 2 — хвостовик



### 31. ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ ЦЕНТРЫ:

а — с наплавленным слоем твердого сплава, б — с впаянным наконечником



применяют при сравнительно небольшой скорости вращения (до 120 об/мин), так как между заготовкой и рабочим конусом центра возникает трение, что приводит к нагреву и быстрому износу центра.

Применяют и износостойкие центры, у которых на рабочий конус наплавлен слой твердого сплава или впаян твердосплавный наконечник (рис. 31, а, б). При обработке на высоких скоростях резания задний центр должен быть вращающимся (рис. 32). Во вращающемся центре установлен рабочий центр (шпиндель) 2, вращающийся в подшипниках (для легких работ — радиально-упорные шарикоподшипники, а для повышенных нагрузок — ради-

### 29. РАЗМЕРЫ ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ:

а — тип А — без предохранительного конуса, б — тип Б — с предохранительным конусом

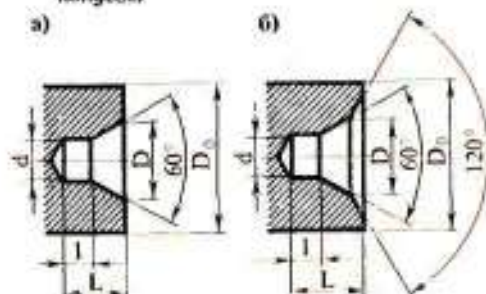


Таблица 1

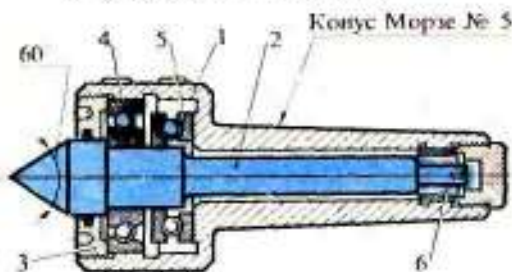
Размеры центровых отверстий (рис. 29)

| Диаметр заготовки вала | Наименьший диаметр конусной части вала $D_0$ | $d$ | $D$ , не более | $L$  | $L$ , не менее |
|------------------------|----------------------------------------------|-----|----------------|------|----------------|
| 4—6                    | 4                                            | 1,0 | 2,5            | 2,5  | 1,2            |
| Св. 6 до 10            | 6,5                                          | 1,5 | 4,0            | 4,0  | 1,8            |
| » 10 » 18              | 8                                            | 2,5 | 5,0            | 5,0  | 2,4            |
| » 18 » 30              | 10                                           | 2,5 | 6,0            | 6,0  | 3,0            |
| » 30 » 50              | 12                                           | 3,0 | 7,5            | 7,5  | 3,6            |
| » 50 » 80              | 15                                           | 4,0 | 10,0           | 10,0 | 4,8            |
| » 80 » 120             | 20                                           | 5,0 | 12,5           | 12,5 | 6,0            |
| » 120 » 180            | 25                                           | 6,0 | 15,0           | 15,0 | 7,2            |
| » 180 » 260            | 30                                           | 8,0 | 20,0           | 20,0 | 9,6            |



### 32. ВРАЩАЮЩИЙСЯ ЦЕНТР ДЛЯ ЛЕГКИХ РАДИАЛЬНЫХ НАГРУЗОК (ДО 200 кг):

1 — корпус с хвостовиком, 2 — центр, 3 — крышка; подшипники: 4 — радиальный, 5 — упорный, 6 — игольчатый



ально-упорные роликоподшипники). Осевую нагрузку воспринимают упорный подшипник 5 и задний игольчатый подшипник 6. Крышка 3 ввертывается в корпус, упирается в торец наружного кольца подшипника и таким образом позволяет регулировать зазор подшипника. Петровые уплотнения в крышке предохраняют подшипник от загрязнения и вытекания смазки.

## § 14. Поводковые устройства

Для передачи вращения от шпинделя к заготовке, установленной в центрах, применяют различные поводковые устройства. Простейший из них — токарный хомут (рис. 33). Планшайба 1, закрепленная на шпинделе станка, имеет радиальный паз, в который входит отогнутый хвостовик хомута 3. Вращаясь вместе со шпинделем, планшайба 1 увлекает за собой хомут, а вместе с ним установленную в центрах заготовку.

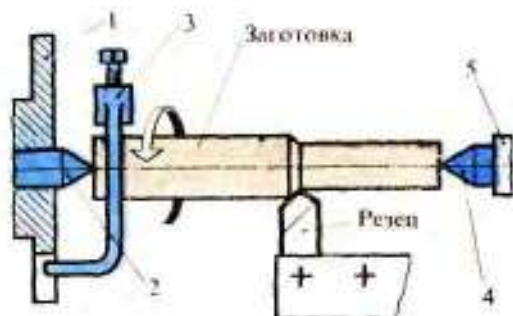
Хомуты бывают и с прямыми хвостовиками; для работы с ними используются планшайбы с пальцами. Работа с хомутом представляет определенную опасность: возможен случай захвата хвостовиком одежды

рабочего. Поэтому в целях безопасности применяют планшайбы с защитными кожухами. Роль поводка выполняет палец (рис. 34, а) или планка (рис. 34, б). Чтобы не портить поверхность заготовки (детали) болтом хомута, на нее надевают разрезную втулку 2 (рис. 35).

Для сокращения времени на установку и снятие хомута его делают быстро-

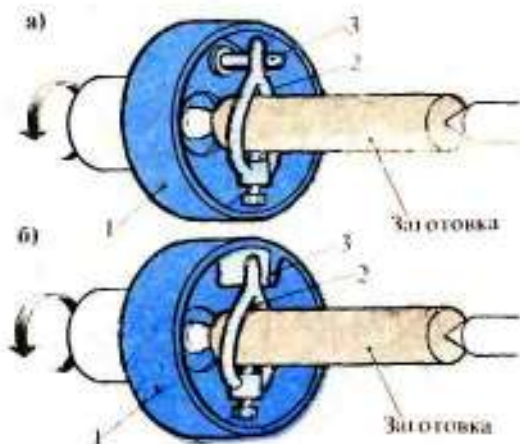
### 33. ЗАГОТОВКА, УСТАНОВЛЕННАЯ В ЦЕНТРАХ:

1 — планшайба, 2 — передний центр, 3 — хомут, 4 — задний центр, 5 — пиноль



### 34. БЕЗОПАСНЫЕ ПЛАНШАЙБЫ:

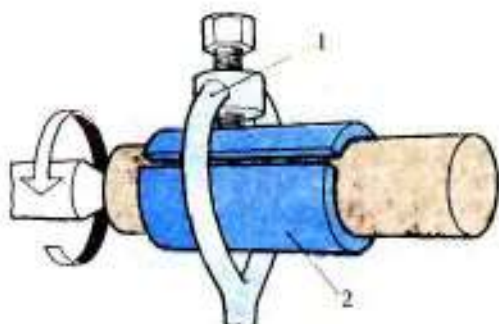
а — с поводковым пальцем, б — с поводковой планкой; 1 — планшайба, 2 — хомут, 3 — поводок-палец (или планка)





### 35. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРЕЗНОЙ ВТУЛКИ:

1 — хомут, 2 — втулка

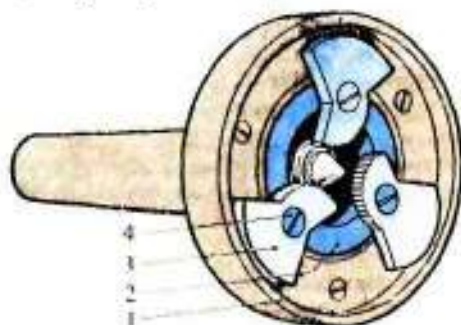


применяют поводковую планшайбу с плавающими кулачками (рис. 37) \*. Токари-новаторы используют различные устройства для беспатронного и безхомутикового закрепления заготовок. Например, показанная на рис. 38 поводковая оправка увлекает заготовку зубцами, находящимися на рабочем торце поводковой шайбы 2. Заготовка поджимается к центру задней бабкой.

\* Конструкция лауреата Государственной премии СССР В. К. Семинского.

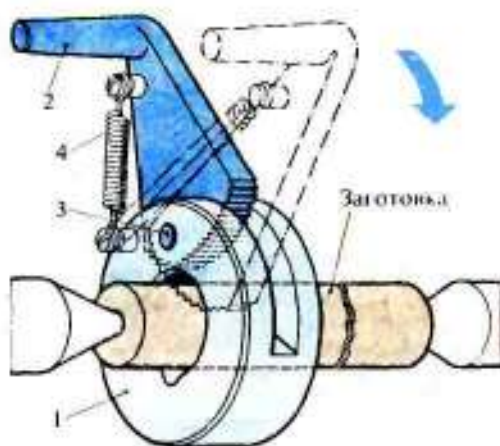
### 37. ПОВОДКОВАЯ ПЛАНШАЙБА С ПЛАВАЮЩИМИ КУЛАЧКАМИ (САМОЗАЖИМНАЯ):

1 — планшайба, 2 — плавающее кольцо, 3 — кулачок, 4 — ось кулачка



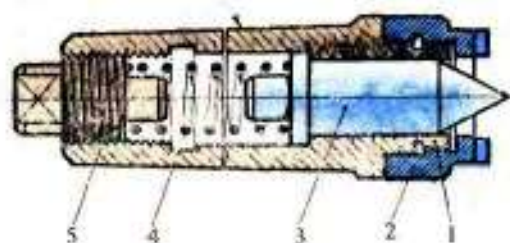
### 36. САМОЗАЖИМНОЙ ПОВОДКОВЫЙ ХОМУТИК:

1 — кольцо, 2 — поводок, 3 — ось, 4 — пружина



### 38. ПОВОДКОВАЯ ОПРАВКА:

1 — корпус оправки с коническим хвостовиком, 2 — поводковая шайба с торцевыми зубцами, 3 — плавающий центр, 4 — пружина, 5 — регулирующий винт пружины



действующим самозажимным (рис. 36). Кольцо 1 надевают на заготовку, установленную в центре. При включении вращения шпинделя планшайба воздействует на поводок 2, который, проворачиваясь на оси 3, захватывает заготовку рифленой рабочей поверхностью. В исходное положение поводок возвращается пружиной 4.

Для закрепления поволоков в центрах

Конус Морзе № 5

Поводком для валков малых диаметров может служить рифленый поводковый центр — «ерш» (рис. 39).

Для обработки трубчатых заготовок также можно пользоваться поводковыми центрами «ершами», имеющими на рабочей поверхности зубцы — рифления. При чистовой обработке, если зад-

ний центр вращающийся, можно применять поводки трения без рифлений (рис. 40, а, б).

## § 15. Резцы для обработки наружных цилиндрических поверхностей

Для токарной обработки наружных цилиндрических поверхностей применяют проходные резцы с режущей частью из быстрорежущей стали или твердого сплава. Проходные резцы могут быть прямые (рис. 41, а) и отогнутые (рис. 41, б). Отогнутыми можно не только обтачивать наружную цилиндрическую поверхность, но и подрезать торец детали. Проходные резцы имеют главный угол в плане  $\varphi$  30—60°, углы в плане с меньшими значениями характерны для обработки жестких заготовок (отношение длины к диаметру  $\frac{l}{d} \leq 5$ ).

Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$  обычно равен 10—30°.

Широко применяют проходные упорные резцы с главным углом в плане  $\varphi = 90^\circ$  (рис. 42). Ими удобно обрабатывать наружные цилиндрические поверхности и подрезать уступы. Упорные резцы применяют также при обтачивании нежестких валов (отношение длины к диаметру  $\frac{l}{d} > 12$ ). Такие резцы вызывают меньший прогиб заготовки.

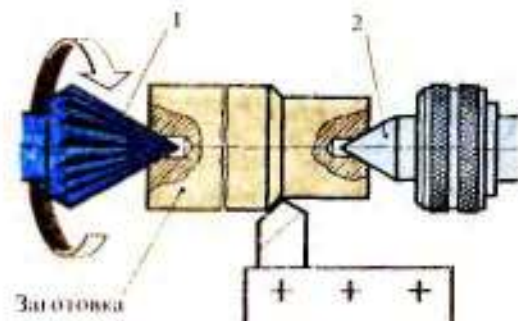
Однако у проходных резцов с главным углом в плане  $\varphi = 45^\circ$  в работе участвует большая часть режущей кромки, чем у упорных резцов с углом  $\varphi = 90^\circ$ , поэтому стойкость упорных резцов меньшая, чем проходных.

Для черновых проходов применяют резцы с радиусом закругления  $R = 0,5$ —1 мм, а для чистовых  $R = 1,5$ —2 мм, так как чем больше радиус при вершине, тем чище обработанная поверхность.

Для чистового точения целесообразно применять чистовые резцы (прямые или отогнутые) с радиусом закругления 3—5 мм (рис. 43, а, б).

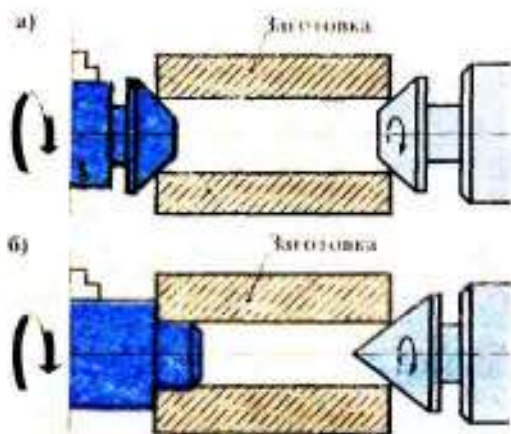
### 39. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПОМОЩИ РИФЛЕНОГО ПОВОДКОВОГО ЦЕНТРА («ЕРША»):

1 — передний центр («ерш»), 2 — задний вращающийся центр



### 40. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТРУБЧАТОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПОМОЩИ ПОВОДКОВ ТРЕНИЯ:

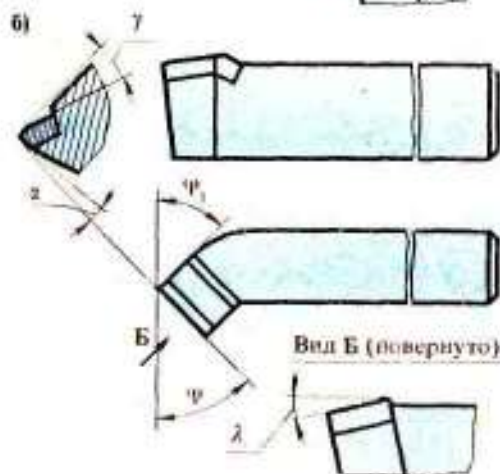
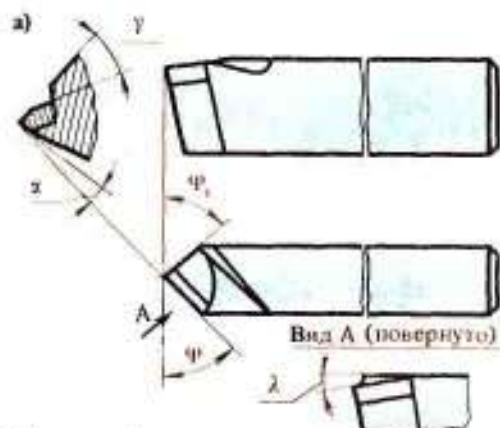
а — в грибовых центрах, б — на оправке с поджимом грибовым центром



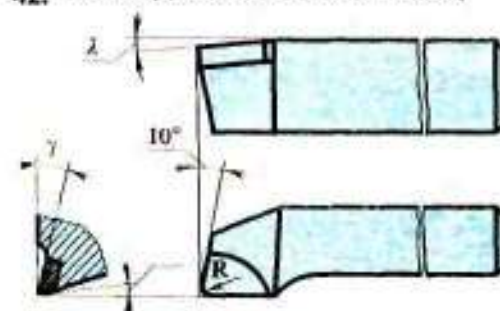


#### 41. ПРОХОДНЫЕ РЕЗЦЫ:

*а — прямой, б — отогнутый*



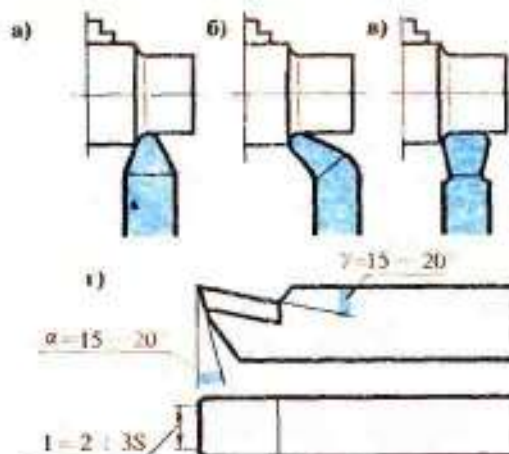
#### 42. ПРОХОДНОЙ УПОРНЫЙ РЕЗЕЦ



Твердосплавные резцы для обработки чугуна имеют острую кромку, а для обработки стали на кромке резца делают фаску (рис. 44, а, б). Резец устанавливают в резцедержателе таким образом, чтобы вершина его была расположена на уровне оси шпинделя, т. е. на уровне конца центра. Установку резца контролируют угольником с делениями (рис. 45, а). Под резец подкладывают подкладки из мягкой стали. Количество подкладок должно

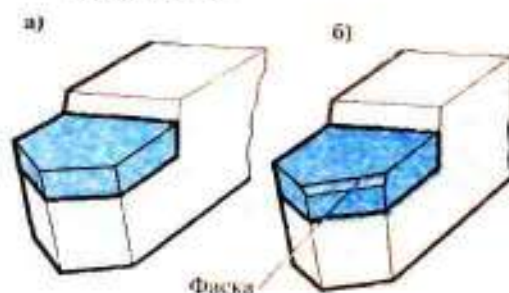
#### 43. ЧИСТОВЫЕ РЕЗЦЫ:

*а — прямой, б — отогнутый, в — широкий, г — геометрия широкого резца*



#### 44. ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ РЕЗЦЫ:

*а — острозаточенный, б — с фаской на режущей кромке*



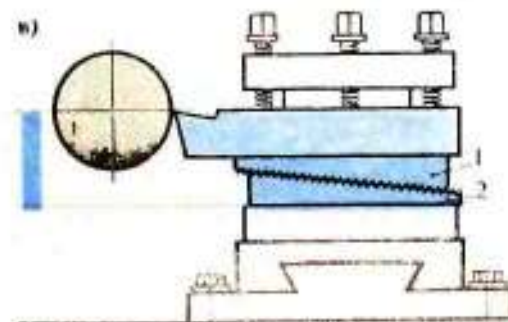
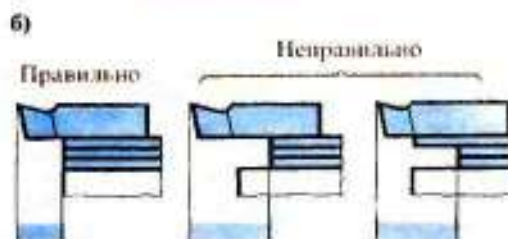
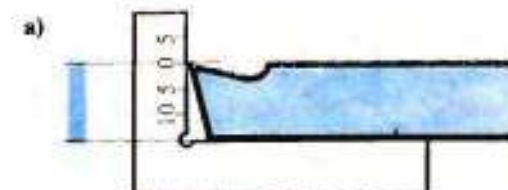


быть минимальным, а подошва резца должна опираться на подкладку всей поверхностью (рис. 45, б). Применяют также регулируемые подкладки 1 и 2, с зубцами (рифленые) (рис. 45, в). Сдвигая или раздвигая подкладки, резец устанавливают по горизонтальной оси центра точно. Проверка установки резца по опорному центру показана на рис. 46.

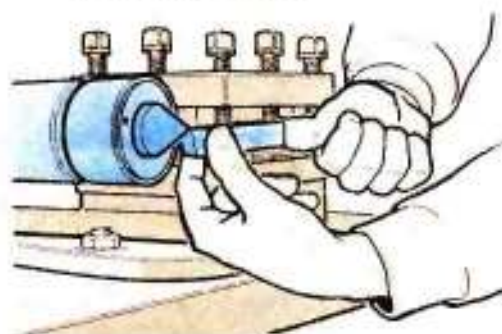
Вылет резца из резцедержателя не должен превышать полторы высоты державки, т. е.  $l \leq 1,5 H$  (рис. 47).

#### 45. УСТАНОВКА РЕЗЦА В РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЕ:

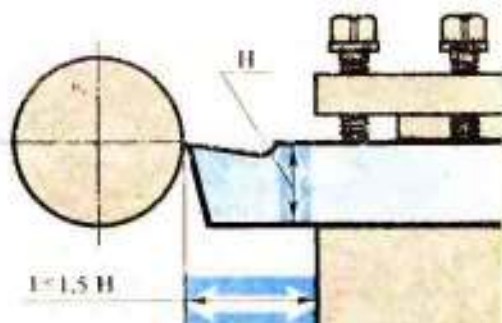
*а — контроль установки резца относительно оси центров по угольнику-шаблону, б — установка подкладок под резец, в — применение регулируемых рифленых подкладок (1, 2)*



#### 46. ПРОВЕРКА УСТАНОВКИ РЕЗЦА ПО ОПОРНОМУ ЦЕНТРУ



#### 47. ДОПУСТИМЫЙ ВЫЛЕТ РЕЗЦА



### § 16. Выбор режимов резания для наружного точения

Высокая производительность токарной обработки достигается правильным выбором режимов резания. Режимы резания выбирают в зависимости от обрабатываемого материала и материала резца, от припуска на обработку, допускаемой шероховатости поверхности детали, жесткости заготовки (детали и резца, способа крепления заготовки применяемой смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и других факторов. Прежде всего назначают глубину резания, стремясь по возможности срезать весь припуск за один проход. Если жесткость заготовки недостаточна или требуется высокая точность, обтачива

ние выполняют за несколько проходов. Для чернового прохода глубину резания принимают 3—5 мм, получистового 2—3 мм и чистового прохода 0,5—1 мм. Затем выбирают подачу. Выбор подачи зависит главным образом от допускаемой шероховатости поверхности готовой детали. Для черновых проходов подачу принимают 0,5—1,2 мм/об, а для чистовых — 0,2—0,4 мм/об.

Скорость резания выбирают в зависимости от многих факторов. Основным фактор, влияющий на выбор скорости резания, — стойкость резца, способность его выдерживать высокую температуру и сопротивляться истиранию режущей части. Следовательно, ско-

рость резания в первую очередь зависит от материала режущей части резца. Ориентировочное значение средней скорости резания для наружного точения по стали и чугуна приведено в табл. 2. Зная скорость резания, можно определить число оборотов в минуту заготовки (см. § 8 гл. I). Фактическое число оборотов в минуту — ближайшее меньшее к расчетному принимают по таблице, имеющейся на передней бабке токарного станка, затем рукоятками коробки скоростей настраивают станок на это число оборотов.

Таким образом, последовательность выбора режимов резания может быть представлена следующей схемой:

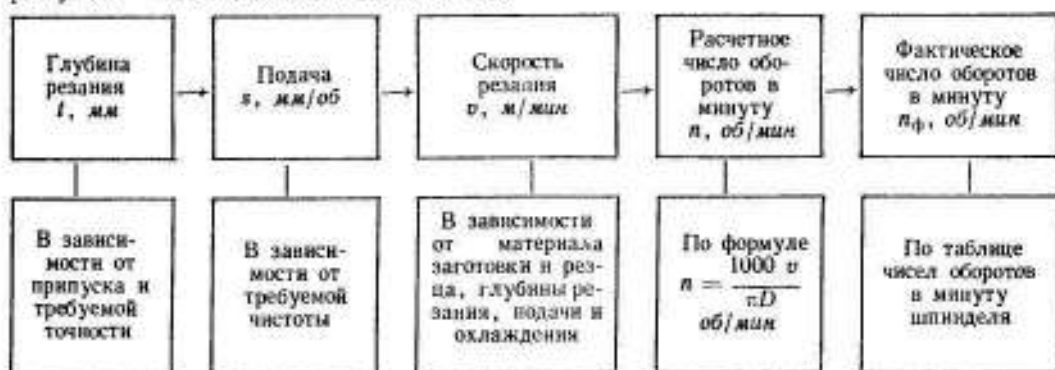


Таблица 2

Средние значения скорости резания  $v$  для наружного точения, м/мин

| Материал резца                   | Обрабатываемый материал | Вид обработки |          |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|----------|
|                                  |                         | черновая      | чистовая |
| Быстрорежущая сталь P9, P12, P18 | Сталь                   | 20—30         | 35—45    |
| Твердый сплав BK8                | Чугун                   | 60—70         | 80—100   |
| Твердый сплав TiSK6              | Сталь                   | 100—140       | 150—200  |

Припуски на обработку заготовок из отливок и поковок определяют по таблицам, имеющимся в справочниках для токарей или технологов.

## § 17. Обработка гладких наружных цилиндрических поверхностей

Перед началом обточки устанавливают, какая толщина слоя металла подлежит срезанию и за сколько проходов можно выполнить обработку.

Резец устанавливают на глубину резания при помощи лимба, закрепленного на винте поперечной подачи (рис. 48, а). На лимбовом кольце имеются деления

и обозначена цена деления (рис. 48, б). Ценой деления называется величина поперечного перемещения резца при повороте лимба на одно деление.

Зная цену деления, можно врезаться резцом в заготовку на нужную глубину с высокой точностью. Например, если нужная глубина резания 2 мм, а цена деления лимба 0,05 мм, то лимб следует повернуть на  $2:0,05 = 200:5 = 40$  делений. При цене деления 0,02 лимб нужно повернуть на  $2:0,02 = 200:2 = 100$  делений.

Чтобы получить нужный диаметр детали, применяют метод пробных проходов. При этом резец подводят к вращающейся заготовке до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью. Момент соприкосновения замечают по появлению на заготовке едва заметной кольцевой риски. После этого резец отводят вправо за пределы заготовки продольным перемещением суппорта. Лимбовое кольцо устанавливают в нулевое положение, затем поворотом рукоятки попе-

речного суппорта резец подают по лимбу вперед на величину, несколько меньшую, чем требуется для получения окончательного размера. После этого, применяя ручную подачу, обтачивают участок поверхности на длину 3—5 мм. Затем резец вновь отводят вправо, станок выключают и измеряют размер обточенного участка. После измерения уточняют, насколько требуется дополнительно подать резец вперед. Этот размер устанавливают по лимбу и вновь обтачивают пробный участок. После окончательной установки резца на размер остальные заготовки партии обрабатывают по лимбу без пробных проходов.

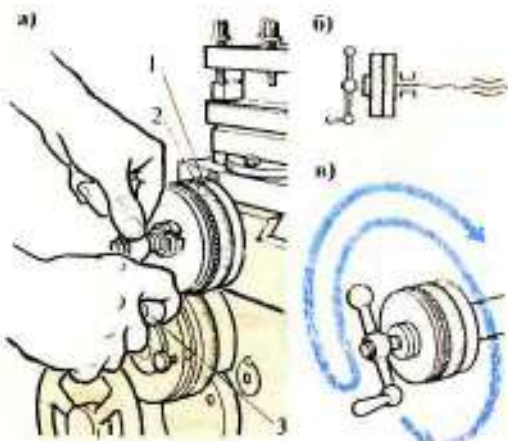
Между винтом поперечного суппорта и его гайкой всегда имеется некоторый зазор (люфт). Чтобы люфт не вызывал погрешности при установке резца по лимбу на глубину резания, требуемый размер при наружной обточке устанавливают поворотом рукоятки только по часовой стрелке (вправо), предварительно сделав один-два оборота против часовой стрелки (рис. 48, в).

Верхняя часть суппорта также имеет лимб. У станка 1К62 цена деления лимбов поперечной подачи и верхней части суппорта — 0,05 мм.

Если обработку ведут в центрах, то важным условием правильной наладки является проверка соосности опорных центров шпинделя и задней бабки, что выполняют простым соприкосновением концов центров.

#### 48. ЛИМБ ПОПЕРЕЧНОЙ ПОДАЧИ:

а — схема лимба, б — установка размера, в — вращение рукоятки для устранения люфта; 1 — риска на фланце суппорта, 2 — лимб поперечной подачи, 3 — рукоятка лимба



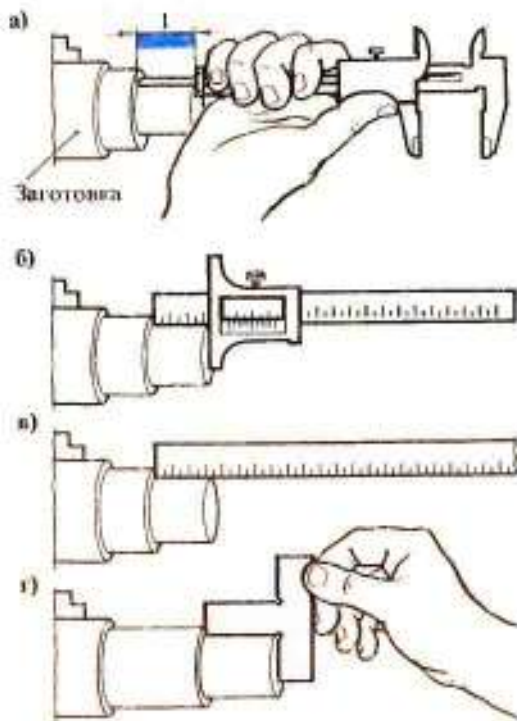
#### § 18. Обработка ступенчатых валиков

Валики, имеющие несколько участков различного диаметра и длины, называются ступенчатыми. Для обработки ступенчатых валиков положение резца устанавливают по лимбу отдельно для каждой ступени. Деления лимба, соответствующие размерам каждой поверхности (ступени), запоминают или запи-



# 49. КОНТРОЛЬ ДЛИН СТУПЕНЕЙ ВАЛИКА:

*а — штангенциркулем, б — штангенглубиномером, в — линейкой, г — шаблоном*



сывают. Зная деления лимба для всех ступеней обрабатываемой заготовки, можно вести обработку всей партии заготовок без пробных проходов. Длину ступеней контролируют штангенглубиномером (рис. 49, б), штангенциркулем с выдвижным глубиномером (рис. 49, а), линейкой (рис. 49, в) и шаблоном (рис. 49, г). Токарные станки 1К62, 1К625, 1И611 и др. имеют лимб продольной подачи, представляющий собой диск с делениями, связанный с механизмом продольной подачи. Перемещению суппорта на 1 мм соответствует поворот лимба на одно деление (у станка 1К62 цена деления лимба 1 мм).

По лимбу продольной подачи можно контролировать продольное перемещение резца и отводить резец в тот момент, когда получена нужная длина уступа.

Высокая производительность при обработке ступенчатых валиков достигается за счет правильного выбора схемы обработки. Наиболее производительной является такая схема обточки, при которой припуск на обработку каждой ступени снимают за один проход. Общий путь перемещения резца при этом равен сумме длин ступеней, т. е. общей длине заготовки (рис. 50, а).

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \text{ мм.}$$

Если жесткость заготовки не позволяет работать с большой глубиной резания, то первым проходом обтачивают ступени  $l_3$  и  $l_2$  до диаметра  $d_2$ , затем резец отводят и обтачивают ступень  $l_1$  до диаметра  $d_1$ . Вторым проходом обтачивают ступень  $l_3$  до диаметра  $d_1$ . Общий путь перемещения резца тогда будет (рис. 50, б):

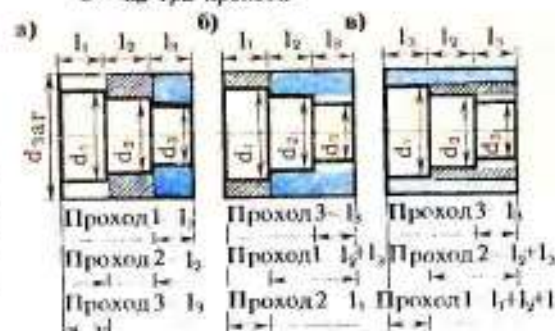
$$L = (l_1 + l_2) + l_1 + l_2 + 2l_3.$$

Иногда ступенчатый валик обрабатывают по схеме, показанной на рис. 50, в, при этом общий путь перемещения резца составит:

$$L = (l_1 + l_2 + l_3) + (l_2 + l_3) + l_3 = l_1 + 2l_2 + 3l_3.$$

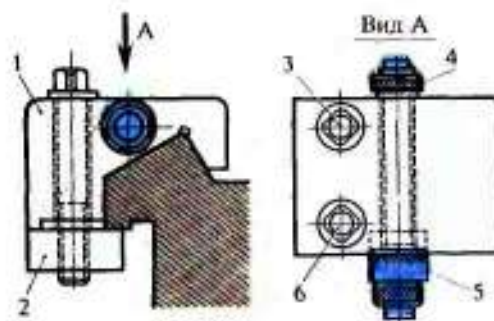
# 50. СХЕМЫ ОБТОЧКИ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА:

*а — за один проход, б — за два прохода, в — за три прохода*



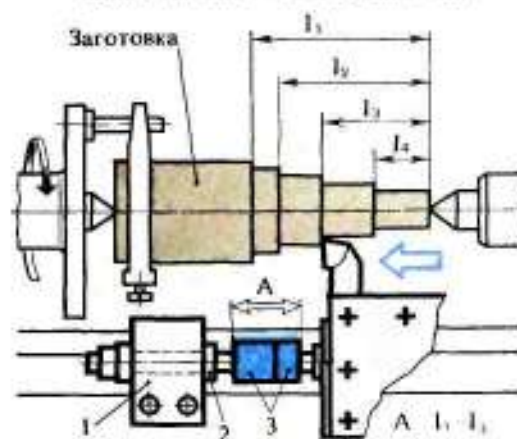
# **51. НЕПОДВИЖНЫЙ ПРОДОЛЬНЫЙ УПОР К ТОКАРНОМУ СТАНКУ:**

1 — корпус упора, 2 — прижимная планка, 3, 6 — зажимные винты, 4 — регулировочный винт, 5 — головка винта с делениями



# **52. ОБРАБОТКА СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛИКОВ ПО УПОРАМ:**

1 — упор, 2 — регулировочный винт, 3 — мерные плитки — длиноограничители



Работа по этой схеме наименее производительна.

При обработке больших партий ступенчатых заготовок целесообразно пользоваться продольным упором, закрепляемым на направляющей станины и ограничивающим подачу суппорта (рис. 51). Проточив первую пробную заготовку до нужной длины, включают станок и,

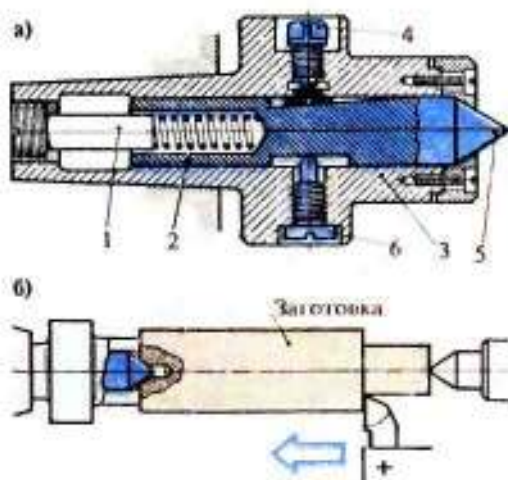
не отводя суппорта, закрепляют упор так, чтобы он соприкоснулся с левой боковой гранью каретки суппорта. Все последующие заготовки, обрабатываемые при подаче суппорта до упора, будут иметь одинаковый размер. Автоматическую подачу при подходе суппорта к упору на расстояние 1—2 мм рекомендуется выключать, а суппорт — доводить до упора ручной подачей.

Заготовки с несколькими ступенями по длине обрабатывают по упору с мерными длиноограничителями, в качестве которых используют наборы мерных плиток и специальные шаблоны. На рис. 52 видно, что первую ступень на размер  $l_1$  обтачивают без длиноограничителя с подачей суппорта непосредственно до упора, вторую ступень обтачивают на длину  $l_2$  до длиноограничителя, длина которого равна  $l_1 - l_2$ , третью ступень — до длиноограничителя, длина которого равна  $l_1 - l_3$ . Центровые отверстия в заготовках имеют, как правило, разную глубину. При установке в центра такие заготовки занимают разное положение относительно передней бабки: заготовки с более глубоким центровым отверстием устанавливаются несколько ближе к передней бабке, а с более мелким — несколько дальше. При обработке таких заготовок по упору длины ступеней получаются разные. Чтобы обеспечить одинаковые длины ступеней при обработке партии ступенчатых валиков в центрах, применяют плавающий центр (рис. 53, а). Он состоит из конического корпуса 3, который устанавливается в конической расточке шпинделя, собственно центра 5, свободно перемещающегося в осевом отверстии корпуса, пружины 2 и упорного винта 1. Винт 2 играет роль шпонки, а винт 4 — роль стопора. На рис. 53, б показано, как заготовка, поджатая задним центром, упирается в торец корпуса, а рабочий конус центра центрирует заготовку и в зависимости от глубины центровочного



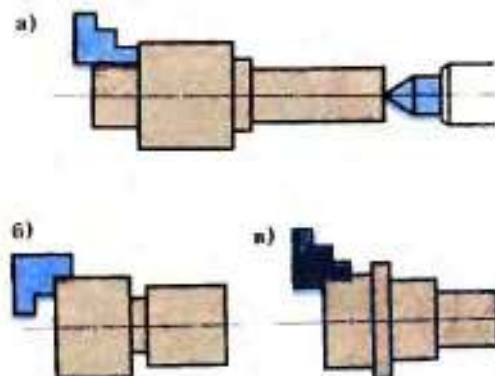
### 53. ПЛАВАЮЩИЙ ЦЕНТР:

*а* — устройство, *б* — применение (базирование на левый торец заготовки при помощи плавающего центра); 1 — упорный винт, 2 — пружина, 3 — корпус, 4 — винт-стопор, 5 — центр, 6 — винт-шпонка



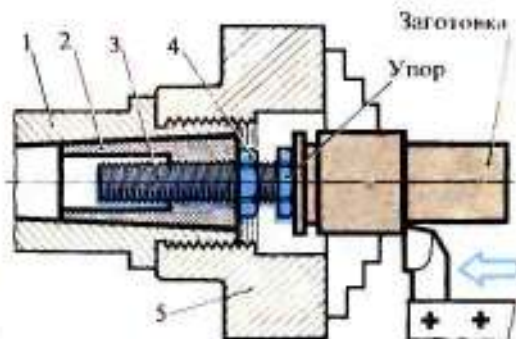
### 55. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛАЧКОВ В КАЧЕСТВЕ УПОРОВ:

*а* — упор в кулачок, *б* — упор в уступ кулачка, *в* — упор в выточку (для сырых кулачков)



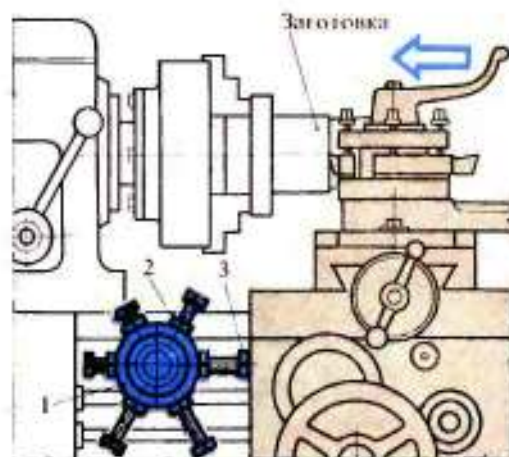
### 56. ВНУТРЕННИЙ УПОР:

1 — шпиндель, 2 — конусная втулка, 3 — винт упора, 4 — гайка стопорная, 5 — патрон



### 54. БАРАБАННЫЙ УПОР:

1 — барабан, 2 — стопорная гайка, 3 — винт-упор



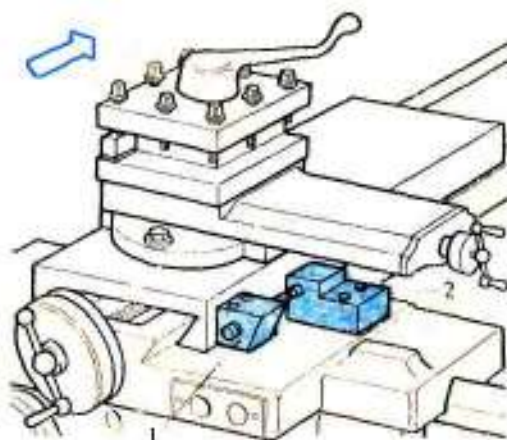
отверстия может «утопать» глубже в корпус или выдвигаться из него. При обработке больших партий ступенчатых валиков используют барабанные упоры (рис. 54).

При обработке партий деталей по продольным упорам заготовка должна упираться в уступы кулачков патрона (рис. 55, *а*, *б*, *в*) или в торец внутреннего упора (рис. 56) для предотвращения



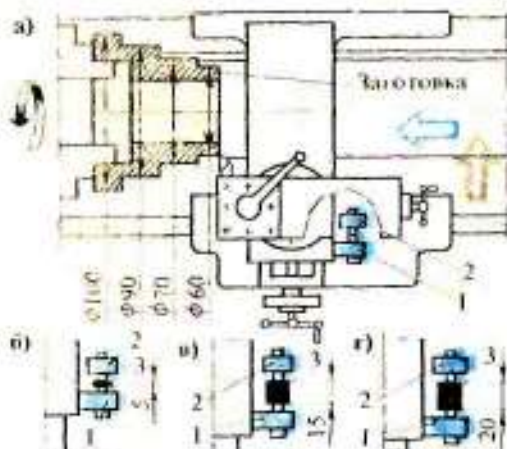
## 57. ПРИМЕНЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ УПОРОВ:

1 — упор поперечного суппорта, 2 — неподвижный упор на каретке



## 58. ОБРАБОТКА СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА ПО ПОПЕРЕЧНОМУ УПОРУ С МЕРНЫМИ ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ ДИАМЕТРА:

настройка для обтачивания ступеней:  
а —  $\varnothing 60$ , б —  $\varnothing 70$ , в —  $\varnothing 90$ , г —  $\varnothing 100$ ;  
1 — упорный винт поперечных салазок суппорта, 2 — неподвижный упор на каретке, 3 — мерная плитка — ограничитель диаметра



ния продольного смещения. Рабочий торец винта внутреннего упора подрезают непосредственно на станке при затянутой контргайке, это обеспечивает его перпендикулярность к оси шпинделя.

Для обеспечения постоянства диаметральных размеров пользуются поперечными упорами (рис. 57), которые устанавливают на каретке суппорта. На рис. 58 показан пример настройки поперечного упора с длинноограничителями для обработки ступенчатой заготовки.

В табл. 3 приведены виды, причины и меры предупреждения брака при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей.

Если брак исправим, т. е. на поверхности осталась часть припуска, то после соответствующей регулировки повторяют чистовой проход. При обработке партии заготовок после изготовления пробной детали ее контролируют, устанавливают и устраняют причину брака, затем приступают к обработке всей партии.

## § 19. Обработка плоских торцовых поверхностей и уступов

К плоским торцовым поверхностям и уступам предъявляются следующие основные требования: плоскостность (отсутствие выпуклости и вогнутости), перпендикулярность к оси, параллельность плоскостей уступов между собой. Указания о предельных отклонениях даются на чертежах условными обозначениями или текстом в технических требованиях согласно стандартам ЕСКД. Перед обработкой торцовых плоскостей заготовки закрепляют теми же средствами, что и при обработке наружных цилиндрических поверхностей.

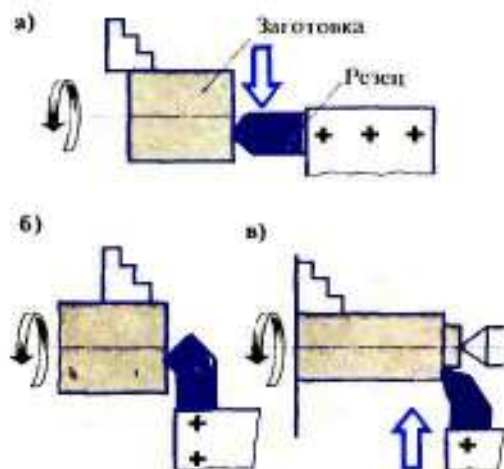
На рис. 59, а, б, в и рис. 60, а, б показана обработка торцов при закреплении заготовок в патроне и в патроне с под-

Основные виды брака при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей и меры его предупреждения

| Виды брака                                    | Причины                                                                                                                          | Меры предупреждения                                                                       |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Часть поверхности осталась необработанной     | Недостаточный припуск на обработку                                                                                               | Проконтролировать размеры заготовок, сопоставив их с размерами в чертеже                  |
|                                               | Неправильно выполнено центрование: центровые отверстия смещены от оси заготовки                                                  | Проверить у сомнительных заготовок расстояние от оси центрального отверстия до края торца |
|                                               | Заготовка неправильно закреплена в патроне                                                                                       | При закреплении добиваться минимального биения заготовки                                  |
| Неправильные размеры обработанной поверхности | Ошибка измерения при снятии пробной стружки                                                                                      | Более тщательно измерять при пробных проходах                                             |
|                                               | Ошибка при установке размера по линейке                                                                                          | Проследить за выбором люфта при пользовании линейкой                                      |
|                                               | Ошибки в размерах при работе по упорам                                                                                           | Тщательно наладить станок на работу по упорам, надежно закрепить винты упоров             |
|                                               | Разное положение заготовок в патроне                                                                                             | Установить шпindelные упоры                                                               |
| Конусность обработанной поверхности           | Смещение центра задней бабки относительно шпindelного центра                                                                     | Устранить смещение центра задней бабки                                                    |
|                                               | Перекосящий задний центр из-за попадания грязи и конической расточки пилы                                                        | Тщательно очистить центр и коническую расточку пиноли задней бабки                        |
|                                               | Повышенный износ из-за неправильной термобработки быстрорежущего резца или наличия микротрещин в пластинке твердосплавного резца | Заменить резец                                                                            |
|                                               | Отжим поперечного суппорта                                                                                                       | Выбрать люфт                                                                              |
|                                               | Отжим резца в резцедержателе                                                                                                     | Надежно закрепить резец в резцедержателе                                                  |
|                                               | Резец установлен ниже центра                                                                                                     | Установить резец по центру                                                                |

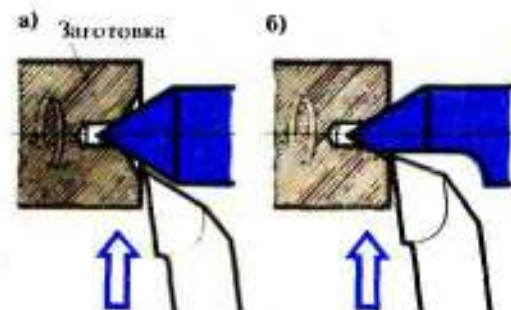
## 59. СПОСОБЫ ПОДРЕЗАНИЯ ТОРЦОВ РЕЗЦАМИ:

*а* — прямым проходным (закрепление заготовки в патроне), *б* — отогнутым проходным (закрепление в патроне), *в* — подрезным (закрепление в патроне и в люнете)



## 60. СПОСОБЫ ПОДРЕЗАНИЯ ТОРЦА ЗАГОТОВКИ, ЗАКРЕПЛЕННОЙ В ЦЕНТРАХ:

*а* — при зацентровке по форме Б, *б* — при срединном центре



жимом задним центром. При закреплении в патроне вылет заготовки должен быть по возможности минимальным (рис. 61).

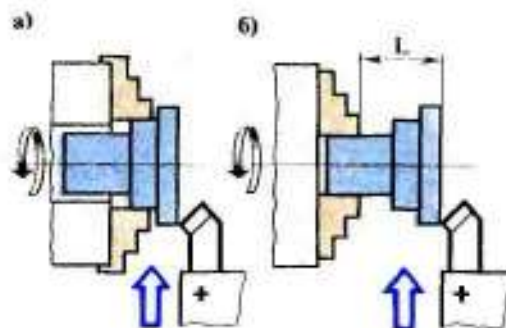
Для подрезания применяют резцы: проходной прямой, проходной отогнутый,

проходной упорный (см. рис. 59), а также специальный торцовый (подрезной) (рис. 62).

При подрезании невысоких уступов проходной упорный резец работает продольной подачей, причем подрезание уступа обычно совмещается с обтачиванием наружной поверхности (рис. 63, а, б, в). Режущая кромка резца в этих случаях должна располагаться перпендикулярно к оси заготовки, что контролируют угольником (рис. 63, г). Для подрезания торца такой резец устанавливают под небольшим углом ( $5-10^\circ$ ) и подают к центру (рис. 63, в). Если при подрезании торца проходным упорным резцом приходится срезать большой припуск, то при подаче в направлении к центру возникает сила, которая стремится углублять резец в торец заготовки. В результате торец может получиться вогнутым (см. рис. 63, б). Чтобы этого не произошло, срезают большую часть припуска несколькими проходами продольной подачей, а чистовой проход выполняют подачей от центра. Плоскостность торца проверяют прикладыванием к нему ребра линейки или угольника. Если линейка «прокачивается» на торце, а по краям виден зазор, то имеется выпуклость, а если между линейкой и торцом в его центральной

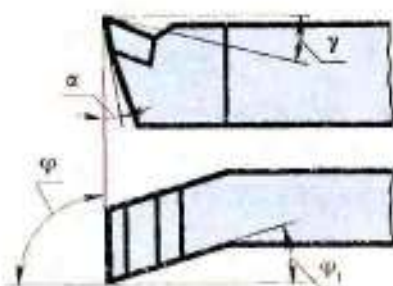
## 61. ВЫЛЕТ ЗАГОТОВКИ ИЗ ПАТРОНА ПРИ ПОДРЕЗАНИИ ТОРЦА:

*а* — правильный, *б* — неправильный



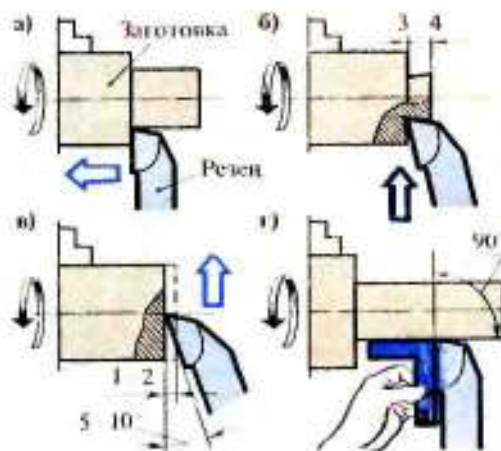


## 62. ТОРЦОВЫЙ РЕЗЕЦ



При постоянном числе оборотов резец на различных участках торца работает с различной скоростью резания: чем ближе к оси заготовки (детали), тем меньше скорость резания, а вблизи к оси скорость резания становится ничтожно малой и процесс резания нарушается. Поэтому обрабатывая торцы большого диаметра, по мере приближения резца к центру (или отхода от центра) следует один-два раза переключать число оборотов, чтобы скорость резания оставалась примерно одинаковой. Это повышает производительность и стойкость резца. Брак при обработке торцовых поверхностей и меры его предупреждения приведены в табл. 4.

63. ПОДРЕЗАНИЕ УСТУПОВ ПРИ ПРОДОЛЬНОЙ ПОДАЧЕ (а), ПРИ ПОДАЧЕ К ЦЕНТРУ ПРИ БОЛЬШОМ ПРИПУСКЕ (б), ПРИ ПОДАЧЕ ОТ ЦЕНТРА ПРИ МАЛОМ ПРИПУСКЕ (в), УСТАНОВКА ПРОХОДНОГО УПОРНОГО РЕЗЦА ПО УГОЛЬНИКУ (г)



части виден или обнаруживается щупом зазор, то имеется вогнутость. Перпендикулярность торца к наружной поверхности определяется угольником. Подлежащая подрезанию в центрах деталь должна иметь центровое отверстие по форме Б, т. е. с дополнительным конусом под углом  $120^\circ$  (см. рис. 29, б). Можно также применять срезанный центр.

## § 20. Контроль наружных цилиндрических поверхностей

Точность обработки различных поверхностей деталей определяется заданной чертежом величиной допуска размера, т. е. разностью между наибольшим и наименьшим допускаемыми предельными размерами. Действительный размер не должен выходить за допускаемые пределы этих размеров. Для проверки точности выполняемых размеров применяются различные измерительные инструменты. При выполнении токарных работ широко применяют штангенциркуль (рис. 64, а). Существуют штангенциркули с точностью до 0,1 мм (10 делений нониуса на длине 9 мм) и с точностью до 0,05 мм (20 делений нониуса на длине 19 мм).

При измерении наружных размеров штангенциркуль держат в правой руке, и, подведя его к заготовке (детали), большим пальцем сдвигают подвижную рамку до соприкосновения губок с измеряемой поверхностью. После этого зажимают стопорный винт и отводят штангенциркуль от детали с легким трением.

Брак при обработке торцовых поверхностей и меры его предупреждения

| Виды брака                                                          | Причины                                                                                                                                                                                                                                        | Меры предупреждения                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Часть поверхности осталась необработанной                           | Недостаточный припуск на обработку<br>Заготовка установлена в патроне с перекосом                                                                                                                                                              | Заменить заготовку другой с большим припуском<br>Тщательно выверять заготовку перед закреплением, устранять биение по торцу                                      |
| Положение торца или уступа относительно других поверхностей неточно | При использовании лямбом продольной подачи не выбран люфт<br>Несвоевременно выключена автоматическая подача                                                                                                                                    | Следить за выбором люфта при работе по лямбу<br>Выключать автоматическую подачу за 2—3 мм до контрольной риски и доводить резец до риски ручной подачей суппорта |
| Неперпендикулярность торцовой поверхности к оси детали              | Работа ведется по продольному упору, но заготовка не упирается в уступы кулачков или шпиндельный упор и имеет осевое смещение<br>Отжим резца из-за люфтов в направляющих поперечных салазок суппорта<br>Отжим резца вследствие большого вылета | Установить шпиндельный упор. Надежно крепить заготовку, не допуская осевого смещения<br>Подтянуть клинья поперечных салазок суппорта<br>Уменьшить вылет резца    |

При работе штангенциркулем с точностью до 0,05 мм подвижную губку подводят к заготовке (детали) вращением микрометрического винта при зажатом винте рамки.

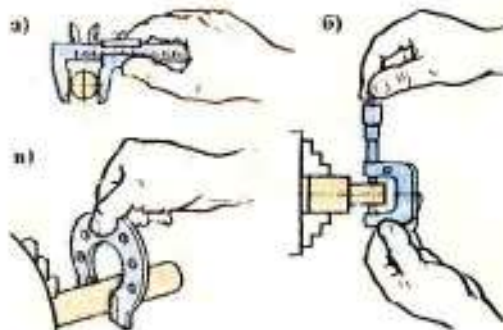
Для измерения с точностью до 0,01 мм применяют микрометры. Микрометры (рис. 64, б) имеют пределы измерения: 0—25, 25—50, 50—75, 75—100, 100—150, 150—200, 200—300 мм.

Не допускается измерение заготовок (деталей) любым измерительным инструментом до полного прекращения вращения шпинделя.

При обработке резанием деталь нагревается и расширяется. Поэтому контроль размеров следует производить после остывания детали.

#### 64. КОНТРОЛЬ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА:

а — штангенциркулем, б — микрометром, в — калибром-скобой





Штангенциркули и микрометры хранят в футлярах. Во время работы нельзя класть измерительные инструменты на переднюю бабку или на станину станка. Для этого на рабочем месте должны быть деревянные планшеты.

После окончания работы измерительные поверхности губок штангенциркуля и микрометра протирают и смазывают тонким слоем технического вазелина.

Штангенциркули и микрометры, находящиеся в постоянном пользовании у рабочего, периодически (не реже одного раза в месяц) сдают в измерительную лабораторию для проверки.

В условиях изготовления больших партий взаимозаменяемых деталей, точность размеров которых не должна выходить за пределы допуска, размеры контролируют предельными калибрами. Наружные размеры контролируют калибрами-скобами (рис. 64, в). Размер считается правильным, если проходная сторона скобы ПР свободно находит на измеряемую поверхность, а непроходная сторона НЕ не находит.

При пользовании скобами необходимо соблюдать следующие правила: перед началом работы с измерительных поверхностей калибра снимают предохранительный парафиновый слой или смазку, протирают измерительные поверхности чистой тряпочкой; перед измерением протирать измеряемую поверхность сухой тряпочкой, не допуская попадания нитки или ворса от тряпочки на поверхность; не прикладывать усилия при измерении; если скоба упала, возвратить ее в инструментальную кладовую для контроля; для выявления овальности валика измерение скобой выполняют в двух взаимно перпендикулярных направлениях, для выявления конусности валика — на обоих концах.

## § 21. Протачивание наружных канавок и отрезание

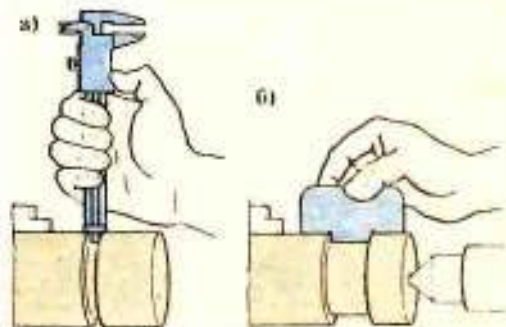
Назначение и форма канавок. На наружных поверхностях деталей часто протачивают канавки, которые необходимы в конце резьбового участка для выхода резьбового резца, для установки стопоров, в деталях типа поршень — для размещения поршневых колец и т. д. Канавки бывают прямоугольные, трапециевидные, с радиусным дном. В отдельных случаях чертежом задается точный размер канавки по ширине и особо оговаривается перпендикулярность стенок канавки к оси детали. Канавки контролируют глубинометром штангенциркуля или шаблоном (рис. 65, а, б).

Особенности конструкции и геометрии прорезных и отрезных резцов. Протачивание канавок выполняют прорезными (канавочными) резцами (рис. 66), а отрезание — отрезными резцами (рис. 67).

На рабочей части прорезного и отрезного резца имеется режущая кромка (прямая или радиусная) и две вспомогательные кромки. Каждая вспомогательная кромка расположена по отношению к направлению поперечной по-

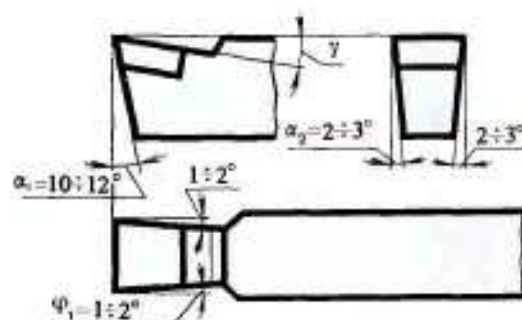
### 65. КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ КАНАВКИ:

а — глубинометром штангенциркуля, б — шаблоном

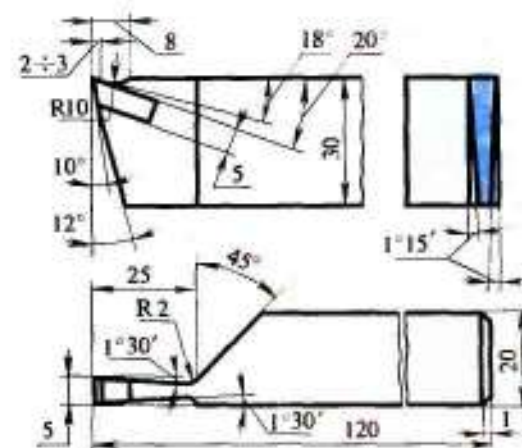




# 66. ПРОРЕЗНОЙ (КАНАВОЧНЫЙ) РЕЗЕЦ



# 67. ОТРЕЗНОЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫЙ РЕЗЕЦ



дачи под небольшим вспомогательным углом в плане  $\phi_1 = 1 \div 2^\circ$ , и, кроме того, вся головка резца сужается к подошве ( $\alpha = 2 - 3^\circ$ ). Это уменьшает трение вспомогательных задних поверхностей резца о стенки канавки.

Отрезные резцы служат для отрезания заготовки. По принципу работы и геометрии отрезной резец не отличается от прорезного, но имеет более длинную головку. В связи с этим увеличивается возможность поломки резца, поэтому головку отрезного резца часто усилива-

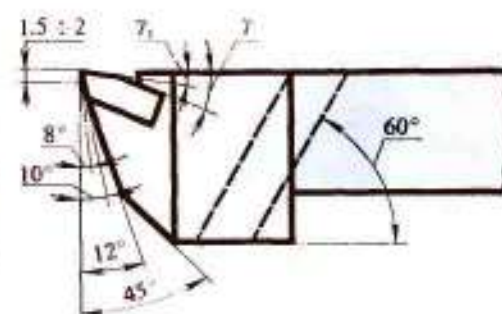
ют (рис. 68) путем увеличения ее высоты. Менее подвержен поломке резец с режущей кромкой, расположенной на уровне оси державки (рис. 69).

Прорезные и отрезные резцы бывают быстрорежущие и твердосплавные. Чтобы уменьшить возможность отлета пластины твердого сплава, ее впаивают во врез (см. рис. 68).

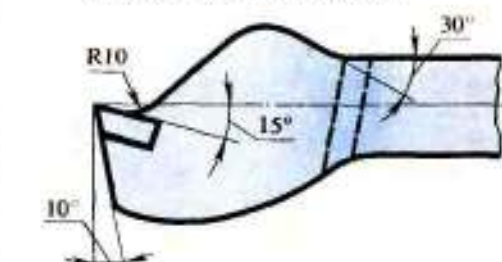
Ниже приведена ширина режущей кромки отрезного резца в зависимости от диаметра обрабатываемой заготовки.

|                               |       |       |       |       |        |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Диаметр заготовки, мм . .     | до 30 | 30—40 | 40—60 | 60—80 | 80—100 |
| Ширина режущей кромки, мм . . | 3     | 3—4   | 4—5   | 5—6   | 6—8    |

# 68. УСИЛЕННЫЙ ОТРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ



# 69. ОТРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ С РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА УРОВНЕ ОСИ ДЕРЖАВКИ



Правила работы при отрезании. Как было указано, отрезание на токарном станке вызывает определенные трудности, так как оттянутая головка отрезного резца ослаблена и при большой нагрузке может сломаться.

Для предупреждения поломок резца и повышения его стойкости необходимо соблюдать ряд правил.

1. Резец устанавливать по возможности точнее по центру заготовки. Если режущая кромка ниже центра, то при приближении резца к оси образуется стерженек, который может обломить режущий клин резца (рис. 70, а). При установке выше центра резец, приближаясь к оси заготовки, упрется задней поверхностью в поверхность резания и сломается (рис. 70, б).

2. Державку прямого отрезного резца устанавливать строго перпендикулярно к оси заготовки, чтобы боковая поверхность головки резца не терлась о стенки прорезаемой канавки.

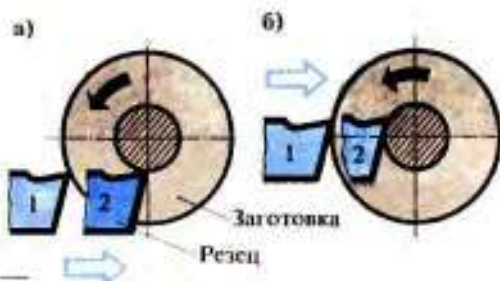
3. Отрезание выполнять по возможности ближе к кулачкам патрона. Расстояние места отрезания от кулачков патрона должно быть 3—5 мм.

4. Рекомендуется выполнять отрезание, совмещая поперечную подачу с приемом «в разбивку», т. е. с небольшим продольным перемещением на 1—2 мм в обе стороны. Правой рукой токарь осуществляет поперечную подачу, а левой рукой с помощью рукоятки продольной подачи производит «разбивку». Такой способ предотвращает забивание прорезаемой канавки стружкой и облегчает процесс резания (рис. 71, а).

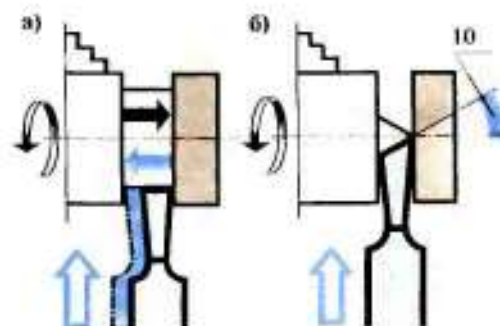
5. При отрезании заготовок большого диаметра резец не следует подавать до оси заготовки, так как часто под действием собственного веса отрезаемая заготовка отламывается раньше, чем режущая кромка дойдет до оси, и иногда защемляет резец. В этих случаях резец выводят из канавки, не доводя режущую кромку резца на 2—3 мм до оси,

## 70. ПОЛОЖЕНИЕ ОТРЕЗНОГО РЕЗЦА В КОНЦЕ ОТРЕЗАНИЯ:

а — при установке ниже центра, б — при установке выше центра, 1, 2 — положения резца



## 71. СХЕМЫ ОТРЕЗАНИЯ «ВРАЗБИВКУ» (а), РЕЗЦОМ СО СКОШЕННОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ (ОТРЕЗАНИЕ С ПОДРЕЗАНИЕМ ТОРЦА) (б)



затем, остановив станок, отламывают заготовку.

Детали большого веса отламывают не на станке, а в стороне. Если деталь стальная, отламывают ее после остывания (нагретый металл имеет большую вязкость и труднее ломается).

6. При отрезании заготовок небольшого диаметра, когда к торцу изготавливаемой детали предъявляются невысокие требования, применяют отрезные резцы со скошенной режущей кромкой (рис. 71, б). При отрезании таким рез-



72. ОТРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ, РАБОТАЮЩИЙ ПРИ ОБРАТНОМ ВРАЩЕНИИ ШИНДЕЛЯ

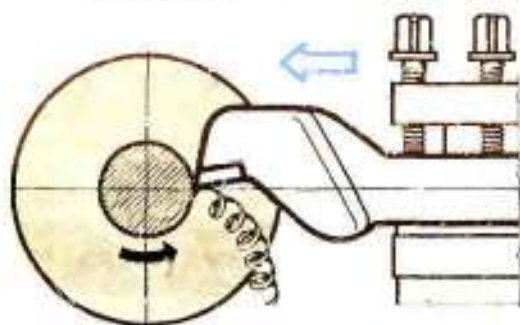


Таблица 5

### Преимущества работы изогнутым отрезным резцом при обратном вращении

| Прямое приложение                                                                                                                                                                | Обратное приложение                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сила, действующая со стороны реза на заготовку, стремится приподнять ее; если между шпинделем и подшипником имеется зазор, то шпиндель приподнимается                            | Сила, действующая со стороны реза на заготовку, направлена вниз т. е. прижимает шпиндель к подшипнику                                                                                                                               |
| Стружка удерживается на резце, зацепившись за заготовку, что вызывает необходимость удалять ее кричком или периодически выводить резец из канавки                                | Стружка направлена вниз и падает непосредственно в корыто под действием собственного веса                                                                                                                                           |
| При наличии выступов или твердых включений на заготовке удар принимается резцом, что может привести к вылому отгинутой головки его или выкрашиванию твердосплавной пластины реза | Выступы или твердые включения, ударяя о резец, вызывают некоторый отжим изогнутой державки, что амортизирует удар и предохраняет резец от поломки. Кроме того, амортизация способствует зазору между прилегающими деталями суппорта |

цом торца отрезаемой заготовки получается относительно чистым и не требуется чистового подрезания.

7. При тяжелых отрезных работах (большой диаметр, твердый материал, неравномерный припуск) применяют изогнутый отрезной резец, режущая кромка которого расположена снизу (рис. 72), и отрезают заготовку при обратном ее вращении. Преимущества этого способа указаны в табл. 5.

8. Если обрабатывается партия заготовок и вытачивание канавки или отрезание являются самостоятельными работами, то перед началом этих работ закрепляют каретку на станине и подтягивают клинья суппорта, чтобы предотвратить вибрации.

### 73. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ОТРЕЗАНИИ ОТКИДНЫХ УПОРОВ:

а — закрепленного в пинолу задней бабки, б — закрепленного в резцедержателе; 1 — упор (в положении при установке заготовки), 2 — пинцип, 3 — основание





9. Для отрезания заготовок из пруткового материала с соблюдением заданной длины каретку суппорта устанавливают по упору с таким расчетом, чтобы отрезной резец, закрепленный в резцедержателе, находился на расстоянии 5—6 мм от торца патрона. Пруток выдвигают из патрона до соприкосновения с откидным упором, закреплен-

ном в задней бабке (рис. 73, а) или в резцедержателе (рис. 73, б). При отрезании упор отбрасывается.

Режимы резания при отрезании и.н. Подача при отрезании принимается меньшей, чем при наружном обтачивании или подрезании торцов. Так, при отрезании заготовок (деталей) диаметром до 60 мм рекомендуется пода-

Таблица 6

**Брак при вытачивании канавок и отрезании и меры его предупреждения**

| Виды брака                                                             | Причины                                                                                                                                                                | Меры предупреждения                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неточный размер канавки по ширине                                      | При вытачивании канавки мерным резцом — неточность размера ширины резца<br>При вытачивании канавки «в разбивку» или последовательным пресованием — неточность контроля | Правильно заточить резец<br>Предварительно прорезать контрольные риски, ограничивающие ширину. Применить упоры с обеих сторон суппорта, ограничивающие «разбивку»  |
| Неточность размера канавки по глубине                                  | Ошибка при отсчете числа делений по дюмбу<br>Не выбирается люфт винта поперечного суппорта<br>Резец «самозатягивается в детали»                                        | Тщательный контроль глубины канавки шаблоном или глубиномером<br>Следить за выбором люфта<br>Переточить резец (уменьшить передний угол)<br>Надежно закрепить резец |
| Боковые стороны канавки неперпендикулярны к оси детали                 | Резец установлен неперпендикулярно к оси детали                                                                                                                        | Проверить установку резца                                                                                                                                          |
| Не выдержано расположение канавки относительно торца или уступа детали | Резец имеет малые вспомогательные углы в плане<br>Неточность установки резца по упору                                                                                  | Правильно заточить резец<br>Проверить установку резца и упора                                                                                                      |
| Захват резцом стружки чрезмерно большой толщины (подрыв)               | Большой люфт между винтом и гайкой поперечного суппорта<br>Биеение шпинделя                                                                                            | Отрегулировать люфт<br>Вызвать дежурного слесаря для регулирования переднего подшипника                                                                            |
| Недостаточная чистота обработки поверхностей канавки                   | Вибрация резца из-за большой его ширины или большого вылета                                                                                                            | Работать более узким резцом, протачивать канавки в разбивку или использовать более жесткий резец                                                                   |

ча 0,1—0,15 мм/об, при больших диаметрах—до 0,3 мм/об. Скорость резания при отрезании на 15—20% меньше, чем при наружном точении. Отрезание происходит в более тяжелых условиях, чем обтачивание, так как резец как бы заклинивается в прореза-

емой канавке (особенно при обработке стали). Поэтому при отрезании рекомендуется охлаждение минеральным маслом или сульфифрезолом. Виды брака и меры его предупреждения при вытачивании канавок и отрезании приведены в табл. 6.

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к цилиндрическим поверхностям?
2. Перечислите основные части трехкулачкового самоцентрирующего спирального патрона.
3. Какие преимущества имеет фланцевое крепление патрона?
4. Для чего применяются и как устроены жесткие и вращающиеся центры?
5. Как обеспечиваются условия безопасности работы при креплении заготовок в центрах?
6. Какие резцы применяются для обработки наружных цилиндрических поверхностей?
7. В какой последовательности выбирается режим резания при точении?
8. Назовите основные причины и укажите меры предупреждения брака при обработке наружных цилиндрических поверхностей.
9. Для чего предназначен и как устроен плавающий центр?
10. Для чего служат шпиндельные упоры?
11. Какие резцы применяют для подрезания торцов и уступов?
12. Как подрезать торец заготовки, закрепленной в центрах?
13. Перечислите виды и меры предупреждения брака при обработке торцовых поверхностей и уступов.
14. Как контролируют наружные поверхности штангенциркулем, микрометром?
15. Перечислите основные правила установки отрезного резца и приемы отрезания.
16. Перечислите основные виды и меры предупреждения брака при прорезании и отрезании.

## ГЛАВА 3. ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

### § 22. Сверление

Назначение и виды отверстий. У многих деталей машин имеются цилиндрические отверстия для сопряжения деталей друг с другом, для подвода смазки или охлаждающей жидкости. Цилиндрические отверстия часто служат рабочими полостями двигателей, насосов, компрессоров. К отверстиям предъявляются различные требования по точности, прямолинейности оси, по точности геометрической формы, чистоте поверхности.

По форме цилиндрические отверстия бывают гладкие (рис. 74, а, г), ступенчатые (рис. 74, б, д), с канавкой (рис. 74, в). Отверстия могут быть сквозными (см. рис. 74, а, б, в) и глухими (см. рис. 74, г, д).

#### 74. ФОРМЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ:

а, г — гладкие, б, д — ступенчатые, в — с канавкой



Отверстия в сплошном металле выполняются сверлением при помощи специального инструмента — сверла. Сверление — высокопроизводительный способ обработки отверстия. Однако этим способом можно получить отверстие невысокой точности размера (по 5-му классу) и чистоту поверхности только до  $\nabla 3$ .

### § 23. Сверла

Спиральное сверло является наиболее распространенным инструментом для сверления. Оно состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. На рис. 75 приведены элементы рабочей части сверла.

Часть сверла, на которой расположены две режущие кромки, называется режущей частью. Угол между режущими кромками  $2\varphi$  обычно составляет  $118^\circ$ — $120^\circ$ . Для обработки твердого чугуна или нержавеющей стали угол  $2\varphi$  —  $130^\circ$ — $135^\circ$  (рис. 76, а), а для обработки легких сплавов  $90^\circ$  (рис. 76, б) и пласт-

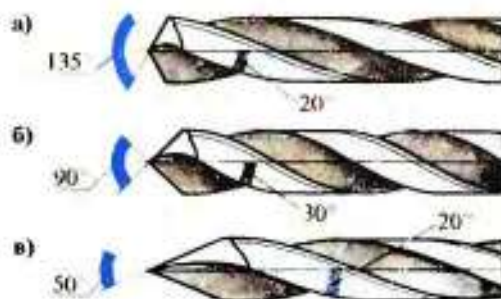
#### 75. ЧАСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА





## 76. СВЕРЛА СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАТОЧКОЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ:

*а — твердого чугуна и нержавеющей стали, б — легких сплавов, в — пластмасс*



масс —  $50^\circ$  (рис. 76, в). Режущие кромки связаны на рабочем конусе поперечной кромкой.

На рабочей части сверла расположены два спиральных пера, связанные перемычкой. На наружной поверхности перьев имеются узкие шлифованные направляющие ленточки. Между перьями расположены две спиральные канавки. Одна из стенок каждой канавки образует переднюю поверхность режущего клина сверла. Таким образом, сверло имеет два режущих клина. По канавкам подается охлаждающая жидкость к режущим кромкам режущих клиньев сверла и по ним стружка выходит из отверстия. Угол наклона винтовых канавок к оси сверла  $\phi = 26-30^\circ$ , в отдельных случаях  $20^\circ$  (см. рис. 76, в).

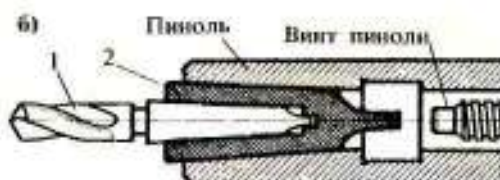
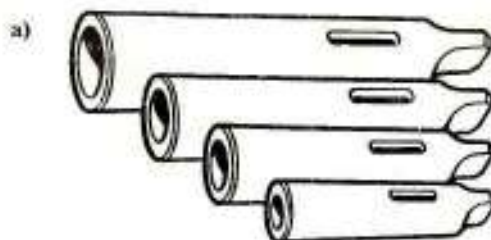
Хвостовик служит для закрепления сверла в станок. Хвостовики могут иметь коническую или цилиндрическую форму.

Конические хвостовики сверла имеют стандартные конусы Морзе № 1, 2, 3, 4, 5. Сверла с коническими хвостовиками устанавливаются в пиноль задней бабки.

Конус хвостовика обеспечивает надежное центрирование сверла и удерживает его от проворачивания. Если конусы хвостовиков сверла отличаются по раз-

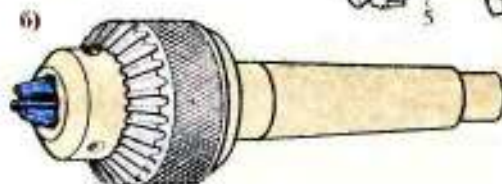
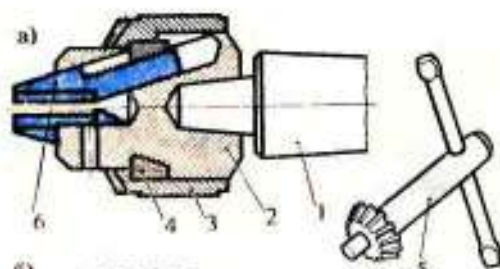
## 77. ПЕРЕХОДНЫЕ ВТУЛКИ ДЛЯ СВЕРЛ С КОНИЧЕСКИМ ХВОСТОВИКОМ (а), ЗАКРЕПЛЕНИЕ СВЕРЛА ПРИ ПОМОЩИ ПЕРЕХОДНОЙ ВТУЛКИ (б):

*1 — сверло, 2 — переходная втулка*



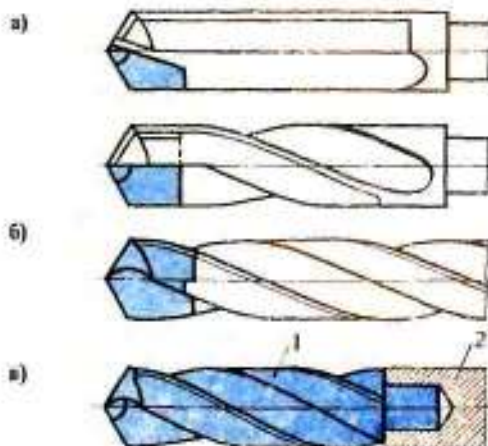
## 78. ПАТРОН ДЛЯ СВЕРЛ:

*а — разрез, б — общий вид; 1 — хвостовик, 2 — корпус, 3 — обойма, 4 — резьбовое кольцо (гайка), 5 — ключ, 6 — кулачок*



## 79. ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ СВЕРЛА:

*а* — со впаиваемыми пластинками (с прямыми канавками и спиральное), *б* — с припаянной спиральной коронкой, *в* — цельное; 1 — твердосплавная наставка, 2 — хвостовик



меру (номеру) от конусного отверстия пинноли задней бабки, то для их закрепления в пинноли применяют переходные втулки (рис. 77, а, б). Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в пинноль задней бабки при помощи сверлильных кулачковых патронов.

Простейший кулачковый сверлильный патрон показан на рис. 78, а, б. В корпусе 2 патрона наклонно расположены три кулачка, имеющие наружную резьбу. На эту резьбу навертывается гайка 4, связанная с обоймой 3, которую вращают зубчатым ключом 5, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении ключа вращается обойма, а с ней и гайка, что заставляет кулачки перемещаться. Благодаря наклонному расположению гнезд, в которых расположены кулачки, последние, перемещаясь, или сходятся и закрепляют инструмент, или расходятся и освобождают закрепленный инструмент. Сверла выпускаются определенных

размеров по диаметру и длине. Рабочая часть сверла изготавливается из инструментальной стали, а шейка и хвостовик — из конструкционной стали. Обе части соединены сваркой.

Для обработки особо твердых материалов применяют сверла, оснащенные твердым сплавом в виде впаиваемой пластинки (рис. 79, а) или припаянной спиральной коронки (рис. 79, б). Твердосплавные сверла диаметром до 8 мм изготавливают цельными и впаивают в стальные хвостовики (рис. 79, в).

## § 24. Затачивание и контроль сверл

При затачивании сверла затылком перьев придают криволинейную форму. Это позволяет обеспечить задние углы в любом сечении режущих клиньев. Для этого сверло прижимают к абразивному кругу и одновременно совершают им вращательное движение. При навыке затачивание вручную обеспечивает равенство двух кромок сверла по длине, равенство углов  $\phi$ , а также постоянство заднего угла по всей длине режущего клина.

Более точно и производительно сверла затачивают на сверлозаточных станках в заточных отделениях. Схема затачивания сверла на специальном станке показана на рис. 80. Геометрию сверла контролируют комплексным шаблоном (рис. 81, а, б, в, г).

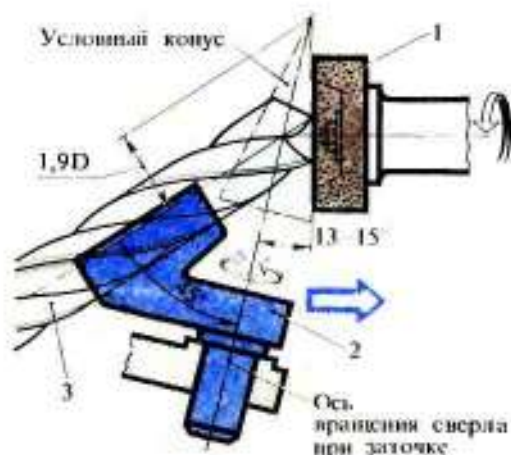
Подточка сверл. У поперечной кромки сверла отрицательные передние углы, поэтому этот участок режущей части сверла не режет, а скоблит металл. Для уменьшения вредного влияния поперечной кромки, проявляющегося в большом сопротивлении подаче, у сверл диаметром более 15 мм поперечную кромку подтачивают на абразивном круге малого диаметра (форма НП).

Наиболее подвержены износу участки режущих кромок на периферии свер-



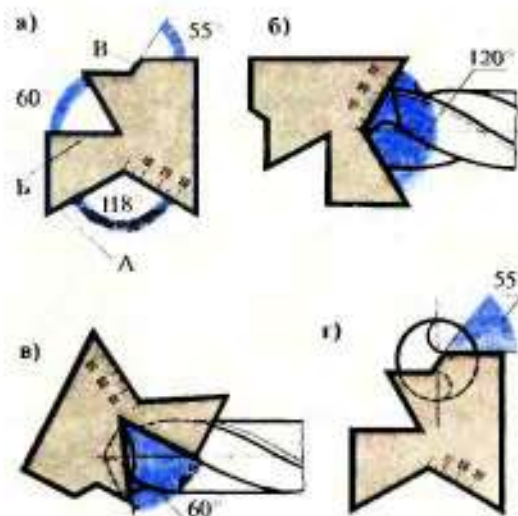
# 80. СХЕМА ЗАТОЧИВАНИЯ СВЕРЛА НА ЗАТОЧНОМ СТАНКЕ:

1 — заточный круг, 2 — заточное приспособление, 3 — сверло



# 81. КОНТРОЛЬ ЗАТОЧКИ СВЕРЛ ШАБЛОНОМ:

а — шаблон, б — контроль угла  $2\varphi=120^\circ$  и длины режущих кромок, в — контроль угла  $60^\circ$ , г — контроль угла  $55^\circ$



ла, так как эти участки сверла работают с самой большой скоростью резания, имеют малую массу, плохо отводят тепло и быстро перегреваются. Возможно даже заклинивание сверла в отверстии при перегреве. Для улучшения работы этих участков у сверл большого диаметра (20 мм и более) увеличивают длину режущих кромок двойной заточкой задних поверхностей.

Двойная заточка с подточкой перемычки (форма ДП) повышает стойкость сверла в два раза.

В табл. 7 показаны сверла с различными видами заточки.

Таблица 7

Форма заточки сверл

| Диаметр сверла, мм | Форма заточки                    |             | Обрабатываемые металлы                                                             |
|--------------------|----------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | Название                         | Обозначение |                                                                                    |
| От 0,25 до 12      | Одinaryная (нормальная)          | Н           | Сталь, стальное литье, чугун                                                       |
| От 12 до 80        | Одinaryная с подточкой перемычки | НП          | Стальное литье с $\sigma_{вр}$ до $50 \text{ кг/мм}^2$ с коркой                    |
|                    | Двойная с подточкой перемычки    | ДП          | Стальное литье с $\sigma_{вр}$ более $50 \text{ кг/мм}^2$ с коркой; чугун с коркой |



## § 25. Сверление отверстий на токарном станке

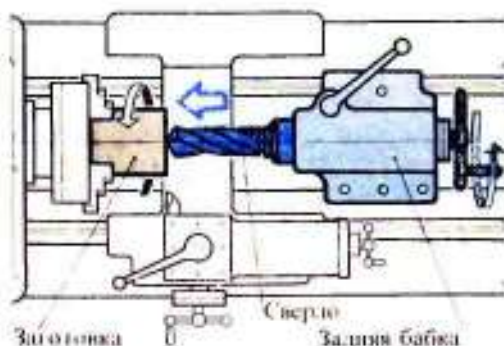
При сверлении на токарном станке закрепленное в пиноли задней бабки сверло обычно подают вручную вращением маховичка (рис. 82). Перемещение пиноли осуществляют только непосредственным воздействием руки на маховичок, без каких-либо дополнительных рычагов. Максимальный диаметр сверления при ручной подаче, допускаемый станком 1К62—25 мм для стали и 28 мм для чугуна.

Чтобы сверло не уведило от оси, предварительно засверливают торец заготовки коротким сверлом малого диаметра (рис. 83). Можно также подвести к сверлу резец, закрепленный в резцедержателе обратной стороной. Важно, чтобы торец заготовки был перпендикулярен к оси, т. е. чтобы не было торцового биения.

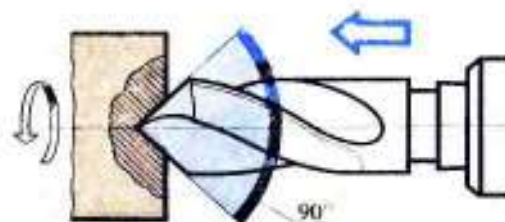
Сверление ручной подачей малопродуктивно и утомительно для токаря, особенно при сверлении отверстий большого диаметра и глубоких отверстий. Современные токарные станки (1К62 и др.) имеют приспособление для подсоединения задней бабки к каретке (рис. 84). Сверление на этих станках можно выполнять с автоматической подачей.

При многократной обработке отверстий применяют быстросменные патроны, позволяющие быстро заменять инструменты с хвостовиком — сверла, зенкеры, развертки. Быстросменный патрон (рис. 85, а) закрепляют в пиноли задней бабки. Режущий инструмент закрепляют коническим хвостовиком в сменной втулке 2, у которой на наружной цилиндрической поверхности имеются сферические углубления. Втулку 2 вставляют в цилиндрическую расточку корпуса патрона 1, шарики 3, сидящие в отверстиях корпуса, под действием скоса зажимного кольца 4 заходят в сферические углубления

## 82. СВЕРЛЕНИЕ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ ПРИ РУЧНОЙ ПОДАЧЕ

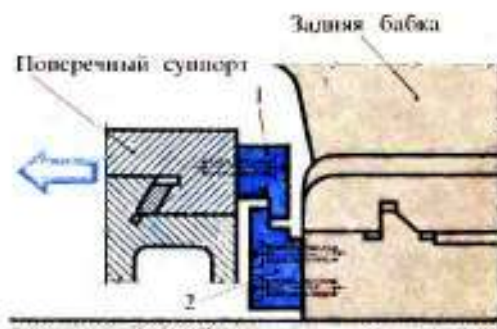


## 83. ЗАСВЕРЛИВАНИЕ ТОРЦА ЗАГОТОВКИ



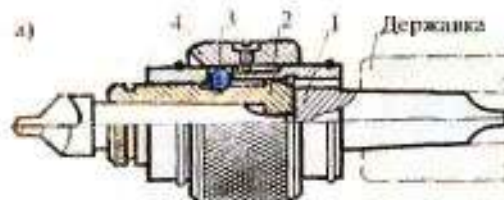
## 84. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДСОЕДИНЕНИЯ ЗАДНЕЙ БАБКИ К КАРЕТКЕ СУППОРТА:

1 — замочная планка каретки, 2 — замочная планка задней бабки



**85. БЫСТРОСМЕННЫЙ ПАТРОН С ЦЕНТ-  
РОВОЧНЫМ СВЕРЛОМ (а), СВЕРЛО  
ВО ВТУЛКЕ (б), ЗЕНКЕР ВО ВТУЛ-  
КЕ (в):**

1 — корпус патрона с хвостовиком, 2 —  
быстросменная втулка, 3 — шарик, 4 —  
затяжное кольцо



втулки 2, связывая ее, а следователь-  
но, и инструмент с патроном. Для сме-  
ны инструмента достаточно слегка  
сдвинуть кольцо, при этом втулка с  
инструментом свободно выходит из  
корпуса патрона. На смену инстру-  
мента затрачивается до 10 сек.  
При сверлении возникает большое  
осевое усилие сопротивления, а ме-  
ханизм подачи допускает ограничен-  
ное осевое усилие (для станка 1К62

Таблица 8

Брак при сверлении отверстий и меры его предупреждения

| Виды брака                                | Причины                                                                                  | Меры предупреждения                                                                                                   |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отверстие «уведено» в сторо-<br>ну от оси | Торцовая поверхность заго-<br>товки неперпендикулярна<br>оси                             | Обеспечить перпендикуляр-<br>ность торца оси                                                                          |
|                                           | Длинное сверло                                                                           | Выполнить предварительную<br>зацентровку коротким свер-<br>лом                                                        |
| «Разбивка» диаметра отверс-<br>тия        | В заготовке имелись раковины<br>или твердое включение                                    | Вести сверление с понижен-<br>ной подачей                                                                             |
|                                           | Неправильно заточено сверло:<br>одна кромка больше дру-<br>гой, неодинаковы углы $\phi$  | Переточить сверло, контроли-<br>ровать заточку шаблоном                                                               |
|                                           | Сверло установлено с переко-<br>сом по отношению к оси от-<br>верстия:                   |                                                                                                                       |
|                                           | а) ось шпинделя задней бабки<br>не совпадает с осью шпин-<br>деля                        | Добиться соосности                                                                                                    |
|                                           | б) посадочный конус шпинели<br>или хвостовик сверла за-<br>грязнены                      | Протереть конус шпинели и<br>хвостовик сверла                                                                         |
| Неточная глубина отверстия                | Ошибки при контроле глубины<br>сверления по линейке<br>шпинели или по риску на<br>сверле | Тщательно контролировать<br>глубину сверления. При<br>сверлении с автоматической<br>подачей сверла установить<br>упор |



360 кГ), поэтому сверление с автоматической подачей выполняют только сверлом с подточенной поперечной кромкой (форма НП). Отверстия большого диаметра (более 30 мм) сверлят последовательно двумя сверлами, т. е. сначала сверлят, затем рассверливают, чтобы поперечная кромка второго сверла не участвовала в работе.

На рис. 85, б, в показаны сверло во втулке, зенкер во втулке.

Режимы резания при сверлении. Глубиной резания  $t$  при сверлении является половина диаметра, а при рассверливании — полуразность диаметров отверстия до и после обработки:

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ мм.}$$

Подача  $s$  при сверлении — это путь сверла за один оборот заготовки (мм/об).

Фактическая скорость резания, как и при точении, зависит от диаметра сверла и числа оборотов заготовки:

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

Рекомендуемые режимы резания при сверлении и рассверливании приведены в справочниках. Охлаждающую жидкость при сверлении направляют непосредственно в отверстие.

Длину сверления (глубину отверстия) при работающем станке контролируют по делениям на пинולי или по меловой риске на сверле.

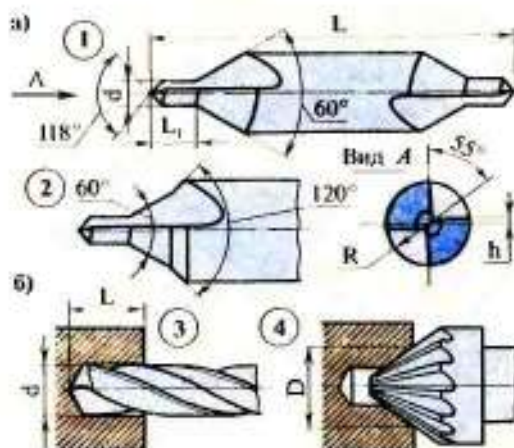
Виды, причины и меры предупреждения брака при сверлении приведены в табл. 8.

## § 26. Центрование на токарном станке

Заготовки деталей типа валов очень часто обрабатывают на токарных станках с установкой центровыми отверстиями на центрах. Процесс сверления центровых отверстий называется центрованием.

## 86. ЦЕНТРОВОЧНЫЕ СВЕРЛА (а), ЦЕНТРОВАНИЕ СВЕРЛЕНИЕМ И ЗЕНКОВАНИЕ (б):

сверла: 1 — по форме А, 2 — по форме Б, 3 — спиральное; 4 — зенковка



В условиях массового или серийного производства заготовки валов могут поступать на рабочее место токаря зацентрированными в заготовительном отделении цеха на центровальных или фрезерно-центровальных станках. В условиях мелкосерийного или единичного производства центрование часто производится на токарном станке. Короткие заготовки несложной формы зацентривают на токарном станке без предварительной разметки положения центровых отверстий. В качестве режущего инструмента для центрования применяют центровочные сверла, позволяющие получить одновременно цилиндрический и конический участки центрового отверстия. Такие сверла обычно двусторонние с прямыми канавками (рис. 86, а).

Центрование выполняют также спиральным сверлом (укороченным) с последующей обработкой конуса зенковкой (рис. 86, б).



Применяются два способа центrovания:

первый — заготовку закрепляют в патроне, а центровочное сверло с помощью сверлильного патрона закрепляют в пиноли задней бабки (рис. 87, а);

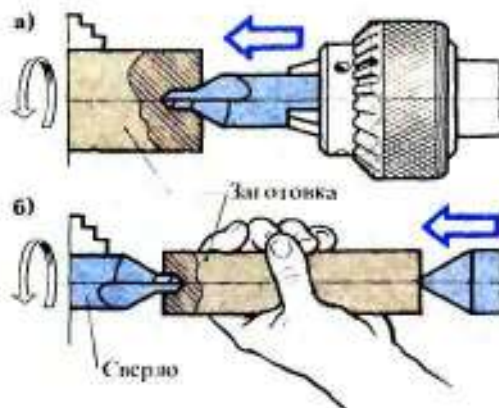
второй — центровочное сверло закрепляют в патроне, а заготовку, поддерживаемую рукой, поджимают к центровочному сверлу задним центром (рис. 87, б).

Длинную или сложной формы заготовку установить на станке для центrovания не представляется возможным. Центrovание выполняют тогда вне станка электродрелью, предварительно разметив положение центровых отверстий. Для этой цели применяют разметочные циркули или центроискатели (рис. 88, а). Накернивание небольших валков выполняют кернером-центроискателем, у которого конус («колокол») определяет положение кернера точно по центру заготовки (рис. 88, б).

Режимы резания при центrovании ниже режимов резания при сверлении,

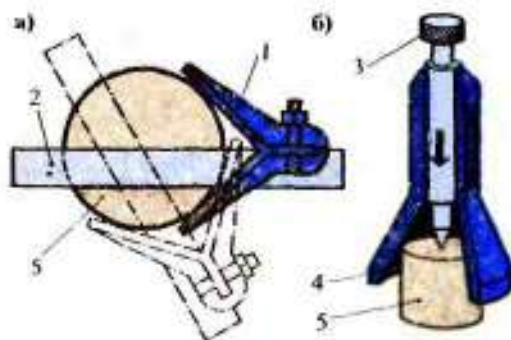
## 87. ПРИЕМЫ ЦЕНТРОВАНИЯ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ:

а — заготовка зажата в патроне, б — заготовка удерживается вручную



## 88. НАХОЖДЕНИЕ ЦЕНТРА ТОРЦА ЗАГОТОВКИ:

а — угольником-центроискателем, б — кернером-центроискателем; 1 — угольник, 2 — линейка, 3 — кернер, 4 — колокол, 5 — заготовка



что объясняется малым диаметром центровочного сверла и необходимостью получения сравнительно точного центрового отверстия. Особенно важным требованием является высокая чистота конусной фаски, с которой сопрягается рабочий конус центра. Подача при центrovании 0,02—0,1 мм/об, скорость резания 10—20 м/мин.

## § 27. Особенности обработки глубоких отверстий

Глубокими называются отверстия, длина которых превышает диаметр в 5 и более раз. Глубокими отверстиями являются, например, сквозное осевое отверстие в шпинделе токарного станка, отверстие пиноли задней бабки. Часто к глубоким отверстиям предъявляются высокие требования по прямолинейности оси, а в отдельных случаях по точности формы и размеров. При сверлении глубоких отверстий используют длинные сверла. В процессе сверления такие сверла подвергаются изгибу, кроме того, ухудшаются усло-

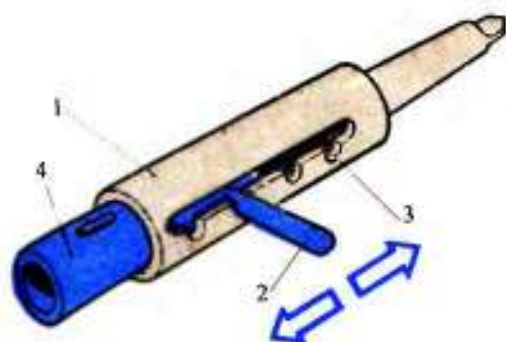
вия удаления стружки и охлаждения. Поэтому значительно чаще, чем при обычном сверлении, следует выводить сверло из отверстия для спрямления, очистки от стружки и лучшего охлаждения. С целью сокращения времени на периодические ввод и вывод сверла применяют оправку со штыковым затвором (рис. 89).

Лучшее охлаждение и удаление стружки при глубоком сверлении обеспечивает сверло конструкции Овчинникова с внутренним подводом охлаждающей жидкости (рис. 90, а, б). В каждом пере сверла имеется сквозное отверстие, оба отверстия соединяются, образуя центральный канал, проходящий внутри хвостовика. Через специальный патрон жидкость от насоса поступает в хвостовик сверла, а затем к режущим кромкам. Непрерывно поступающая к режущим кромкам, охлаждающая жидкость способствует удалению стружки и повышению долговечности сверла.

Высокое качество глубоких отверстий по прямолинейности оси и по точности диаметра достигается благодаря применению однокромочных, так называемых «пушечных» сверл (рис. 91, а) с прямой стружечной канавкой. Сверло

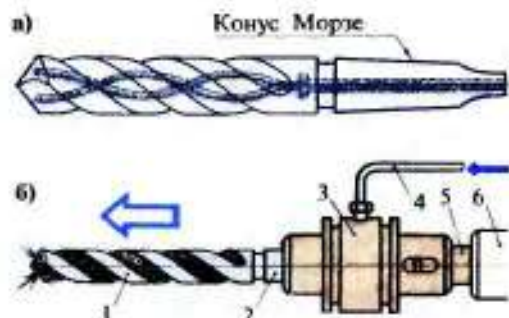
## 89. ШТЫКОВАЯ ОПРАВКА ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ:

1 — корпус с хвостовиком, 2 — рукоятка пинноли, 3 — прорезы в корпусе, 4 — пинноль



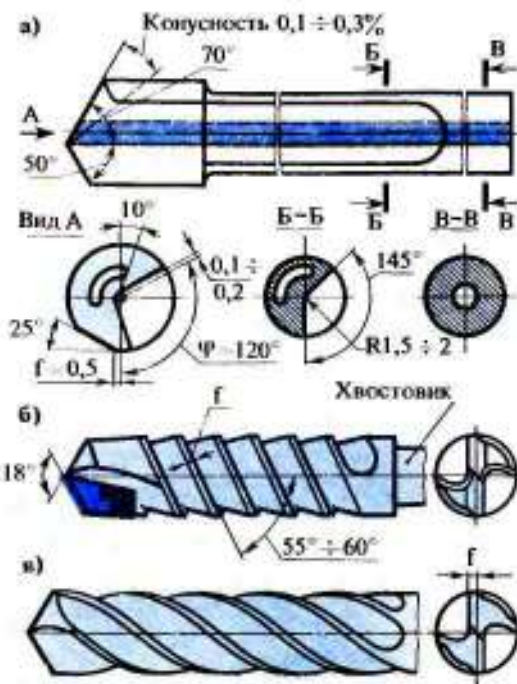
## 90. СВЕРЛО ОВЧИННИКОВА С ВНУТРЕННИМИ КАНАЛАМИ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ:

а — общий вид, б — закрепление сверла; 1 — сверло, 2 — хвостовик сверла, 3 — патрон, 4 — шланг для подвода охлаждающей жидкости, 5 — хвостовик патрона, 6 — пинноль задней бабки



## 91. СВЕРЛА ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ:

а — однокромочное («пушечное»), б — шнековое, в — четырехленточное





хорошо направляется в отверстие благодаря большой поверхности соприкосновения спинки сверла с обработанной поверхностью отверстия. Охлаждающая жидкость от насоса поступает к режущей кромке через сквозной канал в сверле, охлаждает сверло и принудительно удаляет стружку.

Применяют также шнековые (рис. 91, б) и четырехленточные (рис. 91, в) сверла для глубокого сверления, работающие с минимальным «уводом» благодаря большой поверхности соприкосновения ленточек со стенками отверстия.

## § 28. Растачивание цилиндрических отверстий

Отверстия в заготовках, полученные литьем, ковкой или сверлением, часто подвергают растачиванию с целью увеличения диаметра, обеспечения высокой точности размера и чистоты поверхности.

Растачивание менее производительно, чем сверление, но этим способом можно получать отверстия с более высокими техническими требованиями; точность размера до 0,02 мм, чистоту до

▽ 6 и высокую точность центрирования. Растачивание является наиболее универсальным способом обработки отверстий на токарном станке.

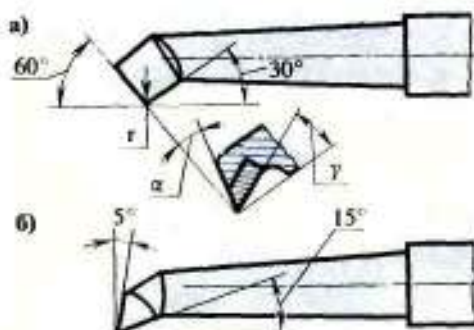
Растачивание расточным резцом. Расточные резцы бывают: проходные (рис. 92, а) для сквозных отверстий и упорные (рис. 92, б) — для глухих отверстий. Расточной резец закрепляют в резцедержателе параллельно оси заготовки. Чтобы головка резца вписывалась в обрабатываемое отверстие, задний угол должен быть несколько больше, чем у резца для наружного точения ( $\alpha = 12-16^\circ$ ). Та часть державки расточного резца, которая расположена у головки, выполняется тоньше той части, которой державка закрепляется в резцедержателе. Нормаль на расточные резцы предусматривает различные длины тонкой части державки при одном и том же ее сечении: для расточки длинных заготовок применяют резцы с более длинной державкой.

Заданную глубину отверстия в процессе растачивания обеспечивают путем контроля линейкой, штангенглубиномером, шаблоном или с помощью лимба продольной подачи. Для ускорения контроля глубины отверстия наносят риску непосредственно на резце (рис. 93, а). Опытные токари под первый болт резцедержателя подкладывают металлическую планку (плоский упор), вылет которой равен вылету резца, минус глубина отверстия:  $b = L - l$  (рис. 93, б). Когда планка при автоматической подаче суппорта подойдет к заготовке на расстояние 2—3 мм, автоматическую подачу выключают и вручную подают суппорт до соприкосновения планки с заготовкой: это значит, что растачивание выполнено на заданную глубину.

Точность диаметра растачиваемого отверстия обеспечивается так же, как и при наружном точении: пробными ходами с замером штангенциркулем

## 92. РАСТОЧНЫЕ РЕЗЦЫ:

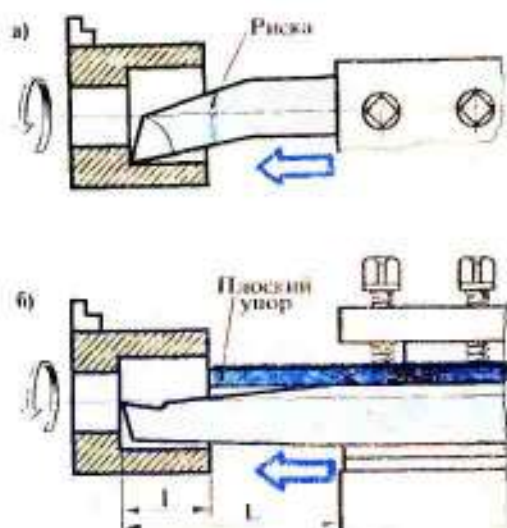
*а — для сквозных отверстий, б — для глухих отверстий*





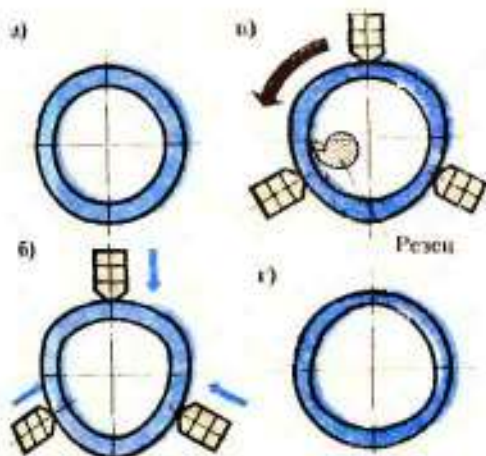
### 93. КОНТРОЛЬ ГЛУБИНЫ РАСТОЧКИ:

*а — при помощи риски на резце, б — при помощи плоского упора*



### 94. ДЕФОРМАЦИЯ ТОНКОСТЕННОЙ ВТУЛКИ ПРИ РАСТАЧИВАНИИ:

*а — втулка до зажима в трехкулачковом патроне, б — втулка зажата в патроне, в — процесс растачивания, г — втулка после освобождения из патрона*

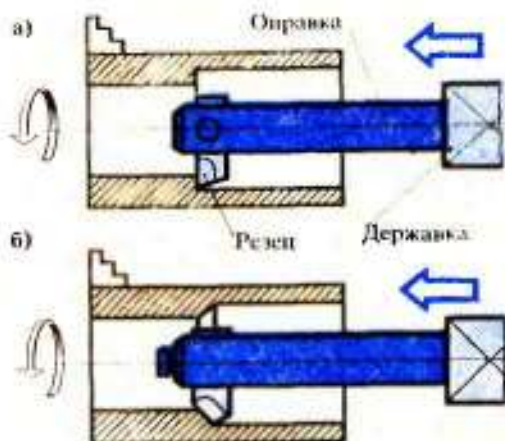


или по лимбу поперечной подачи. При растачивании тонкостенной втулки наблюдается искажение обработанного отверстия, вызываемое деформацией стенок при чрезмерном затягивании кулачков трехкулачкового патрона (рис. 94, а, б, в). После снятия детали со станка деформированные стенки втулки занимают прежнее положение и расточенное отверстие приобретает трехугольную огранку (рис. 94, г).

Явление огранки отверстия после растачивания предотвращают ослаблением зажима заготовки перед чистовыми проходами или закреплением в патроне, имеющем накладные сегменты на кулачках (см. рис. 22), или в цанговом патроне (см. рис. 26). Растачивание при помощи расточной оправки (борштанги). Отверстия диаметром выше 80—100 мм растачивают обычно расточными резцами, закрепляемыми в оправках (рис. 95, а, б). Резец зажимают в оправке винтом с торца или с наружной поверхности оправки.

### 95. РАСТОЧНЫЕ ОПРАВКИ (БОРШТАНГИ):

*а — с расточным упорным резцом, б — с расточным проходным резцом*



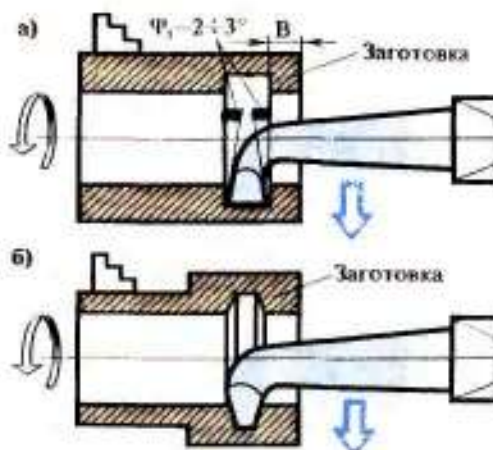
Подрезание внутренних торцов и уступов. Внутренние торцы и уступы подрезают расточным упорным резцом с подачей к центру: для этого расточной резец должен иметь главный угол в плане более  $90^\circ$ : резец с углом  $\varphi=95^\circ$  будет иметь при подрезании фактический главный угол в плане  $\varphi=5^\circ$  (рис. 96). Расстояние до внутреннего торца (дна) расточенного отверстия или до уступа контролируют штангенглубиномером или шаблоном.

Настройку на обеспечение осевых размеров ступенчатого отверстия в процессе растачивания осуществляют при помощи лимба продольной подачи или упоров с длиноограничителями, как при обработке ступенчатых валков. Растачивание внутренних канавок. Внутренние канавочные резцы по конструкции не отличаются от расточных. Геометрия рабочей части прорезных резцов для прямоугольных канавок такая же, как у прорезных наружных резцов (рис. 97, а). Профильные канавки вытачивают профильными резцами (рис. 97, б). Внутренние канавочные резцы бывают цельные и вставные.

Так как токарю не виден процесс вытачивания канавки, то особенно важно пользоваться лимбами продольной и

## 97. РАСТАЧИВАНИЕ ВНУТРЕННИХ КАНАВОК:

а — прямоугольной канавки, б — канавки под сальник



поперечной подачи, а также упорами — длиноограничителями.

Широкую внутреннюю канавку обрабатывают последовательным врезанием на глубину канавки поперечной подачей (контроль по лимбу) и расширением канавки — продольной подачей.

## § 29. Зенкерование отверстий

При обработке отверстий обеспечить высокую чистоту поверхности и точность размеров значительно труднее, чем при обработке наружных поверхностей. Эти трудности возрастают по мере увеличения длины отверстия и уменьшения его диаметра. Для облегчения этой задачи служат размерные инструменты — зенкеры и развертки. Зенкер — многолезвийный расточный инструмент для обработки предварительно просверленного отверстия или отверстия, полученного литьем или ковкой. Зенкерованием получают отверстие с точностью до 4-го класса и чистотой до  $\nabla 5$ . Центрирование зен-

## 96. УГЛЫ В ПЛАНЕ ПРИ РАБОТЕ РАСТОЧНЫМ УПОРНЫМ РЕЗЦОМ



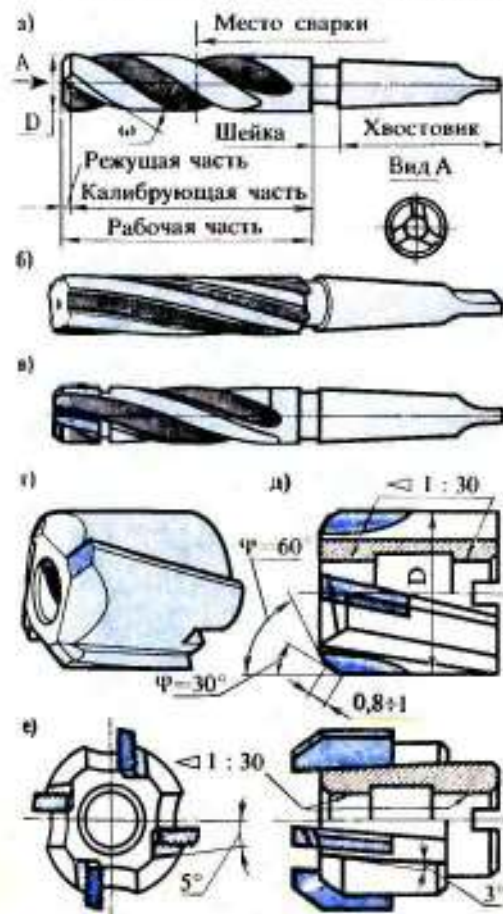


кер не обеспечивает, если до обработки зенкером отверстие имело биение, то биение сохраняется после зенкерования. Производительность при зенкерованиях более высокая, чем при растачивании.

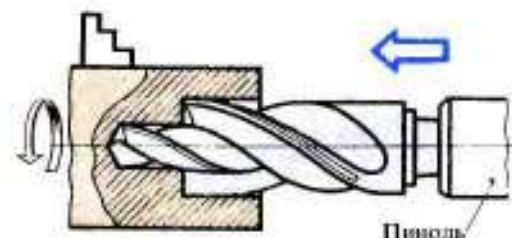
Зенкеры бывают: хвостовые (рис. 98, а, б, в) и насадные (рис. 98, г, д, е) (крепятся к оправке на конусной посадке);

## 98. ЗЕНКЕРЫ:

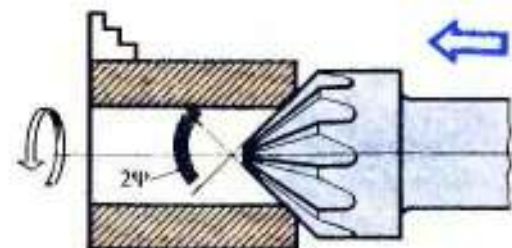
а — устройство (части зенкера), б — четырехперый цельный быстрорежущий, в — твердосплавный, г — насадной быстрорежущий, д — насадной твердосплавный, е — насадной со вставными ножами



## 99. КОМБИНИРОВАННЫЙ СТЕРЖНЕВОЙ ИНСТРУМЕНТ — СВЕРЛО-ЗЕНКЕР



## 100. ЗЕНКОВАНИЕ ФАСОК ОТВЕРСТИЯ



цельные (монокристаллические) (рис. 98, б, г) и сборные (со вставными ножами) (рис. 98, е); быстрорежущие и твердосплавные. По количеству рабочих перьев различают трехперые и четырехперые зенкеры. Иногда применяют двухперые зенкеры — ножи. Зенкеры крепят коническим хвостовиком в пиноль задней бабки, подача может быть ручной или механической.

Припуск под зенкерование отверстий составляет  $0,5 \div 2$  мм на сторону в зависимости от диаметра.

Подачи при работе зенкерами из быстрорежущей стали  $0,3 \div 1,2$  мм/об, твердосплавными зенкерами  $0,4 \div 1,5$  мм/об, скорость резания соответственно  $20 \div 35$  м/мин и  $60 \div 200$  м/мин. Отверстия большого диаметра обрабатывают комбинированным инструментом — сверлом-зенкером (рис. 99).

Зенковкой (рис. 100) обрабатывают фаски, потай. Для получения поверхно-



Брак при зенкеровании отверстий и меры его предупреждения

| Виды брака                                                                                                          | Причины                                                                                                             | Меры предупреждения                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Разбивка» диаметра отверстия<br>«Усадка» диаметра отверстия<br>Часть поверхности отверстия осталась необработанной | Неправильно заточен зенкер<br>Зенкер изношен<br>Слишком мал припуск на зенкерование<br>Перекокс заготовки в патроне | Заменить зенкер<br>Увеличить припуск<br>Вывернуть заготовку; проверить отверстие на биение                                |
| Низкое качество обработанной поверхности                                                                            | Велик припуск<br>Затупление зенкера<br>Налипание стружки на ленточки зенкера<br>Завышена подача                     | Уменьшить припуск<br>Заменить зенкер<br>Периодически очищать зенкер щеткой и обмывать струей жидкости<br>Уменьшить подачу |

сти высокой чистоты (до  $\nabla 8$ ) зенковки, в отличие от зенкеров, делают многолезвийными. Стандартные зенковки имеют углы конуса рабочей части 45, 60, 75, 90 и 120°.

Виды, причины и меры предупреждения брака при зенкеровании приведены в табл. 9.

### § 30. Развертывание

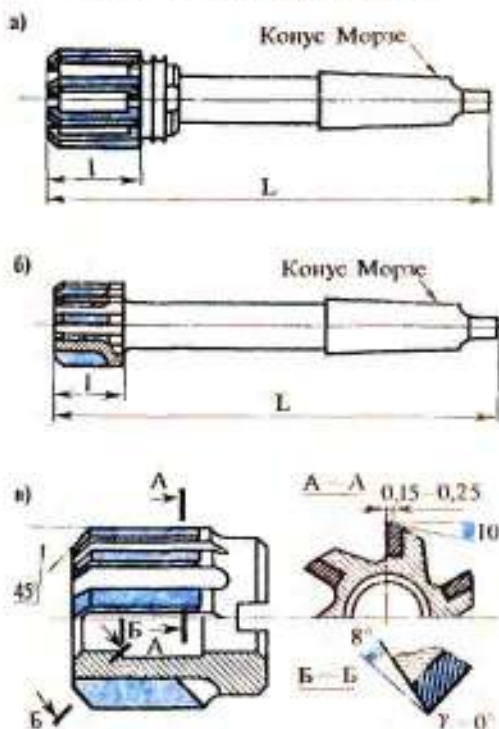
Как было указано, обработкой зенкером получают невысокую точность и чистоту поверхности. Чтобы без особых затруднений обеспечить высокую чистоту и высокую точность, пользуются размерными многолезвийными инструментами — развертками. Обработкой разверткой получают отверстия до 2-го класса точности с чистотой  $\nabla 7$ — $\nabla 8$ , а обработкой последовательно двумя развертками — до  $\nabla 9$ . Однако, как и при зенкеровании, развертыванием нельзя обеспечить центрирование, если до этого отверстие имело биение или перекокс.

### 101. ЧАСТИ, ЭЛЕМЕНТЫ И ГЕОМЕТРИЯ РУЧНОЙ РАЗВЕРТКИ



## 102. МАШИННЫЕ РАЗВЕРТКИ:

*а — хвостовая регулируемая со вставными ножами, б — хвостовая твердосплавная, в — насадная твердосплавная*



По назначению развертки делятся на слесарные (ручные) (рис. 101) и станочные (машинные) (рис. 102, а, б), по конструкции — на хвостовые и насадные (рис. 102, в), цельные и со вставными ножами (рис. 102, а), по материалу — на быстрорежущие и твердосплавные (рис. 102, б, в). Существуют также регулируемые (установочные) развертки, размер которых можно изменять в небольших пределах.

Развертка состоит из рабочей части, шейки и хвостовика (см. рис. 101). Хвостовик машинных разверток — конический (стандартный конус Морзе), ручных разверток — цилиндрический с квадратом под вороток.

На рабочей части развертки различают направляющий конус, заборный конус и калибрующую часть.

Направляющий конус облегчает ввод развертки в отверстие.

Заборный конус расположен под углом  $\varphi$  к направлению подачи развертки. Угол  $\varphi$  для обработки чугуна составляет  $4-6^\circ$ , для обработки стали  $12-15^\circ$ . Это значит, что для обработки чугуна заборный конус развертки длиннее, чем для обработки стали. Таким способом уменьшают истирание режущих кромок при обработке материала с большой абразивной (истирающей) способностью (чугун).

Режущие кромки на заборном конусе остро заточены и выполняют работу резания.

Калибрующая часть — цилиндрический участок развертки. Режущие зубья на этом участке имеют узкие шлифованные ленточки шириной  $0,05-0,2$  мм, которые направляют развертку в отверстие, а кромка ленточки зачищает отверстие, обеспечивает высокую чистоту поверхности. Диаметр развертки, измеренный по ленточкам противоположных зубьев, соответствует диаметру обрабатываемого отверстия.

Для облегчения вывода развертки из отверстия на калибрующей части по

## 103. НЕРАВНОМЕРНЫЙ ШАГ РАЗВЕРТКИ





ленточкам шлифуется обратный конус с уклоном 1:50 (угол уклона около  $10^\circ$ ). Шаг между зубьями развертки, как правило, делается неравномерным. Если у развертки, например, 12 зубьев, то центральный угол составляет не  $30^\circ$ , а последовательно  $33^\circ, 34^\circ 30', 36^\circ, 37^\circ 30', 39^\circ$ , при этом противолежащие зубья должны располагаться на одном диаметре, что важно для контроля развертки (рис. 103). Неравномерность шага устраняет попадание режущей кромки в одно и то же место на поверхности отверстия в момент бienia развертки из-за колебаний чисел оборотов (при колебании напряжения в сети), износа подшипников и неравномерности структуры обрабатываемого металла.

Высокое качество обработки обеспечивают развертки с правыми и левыми спиральными (винтовыми) канавками (рис. 104).

Перед развертыванием отверстие и развертку очищают от стружки и грязи, протирают.

Если хвостик развертки закреплен непосредственно в пиноли задней бабки, то незначительная несоосность хвостовика и рабочей части развертки, перекос оси пиноли или загрязнение посадочного конуса вызывают неравномерное срезание припуска: отверстие будет иметь больший диаметр у концов и

#### 104. РАЗВЕРТКИ С ВИНТОВЫМИ ЗУБЬЯМИ



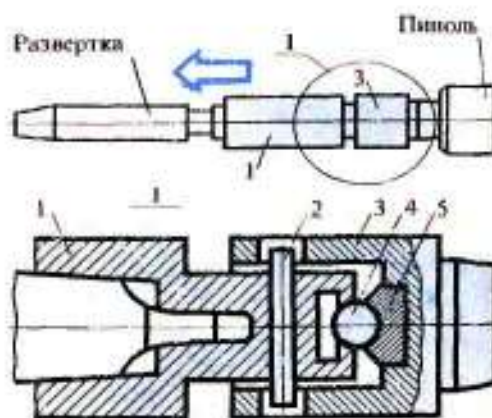
#### 105. РАЗБИВКА ОТВЕРСТИЯ ПРИ ЖЕСТКОМ КРЕПЛЕНИИ РАЗВЕРТКИ:

*a — заготовка до развертывания, б — после развертывания*



#### 106. КАЧАЮЩАЯСЯ ОПРАВКА ДЛЯ РАЗВЕРТКИ:

*1 — оправка, 2 — штифт, 3 — корпус, 4 — шарик, 5 — подпятник*



меньший в середине (рис. 105, а, б). Чтобы припуск срезался равномерно и не было «разбивки размера», развертку закрепляют в качающейся оправке (рис. 106): корпус оправки закрепляют в пиноли, а собственно оправка несущая развертку, связана с корпусом шарниром. Существуют также «плавающие» оправки, в которых раз-



вертка «плавает», сохраняя горизонтальное положение. Припуск на развертывание зависит от обрабатываемого материала и составляет 0,08—0,2 мм на сторону. При очень большом припуске трудно получить требуемый размер отверстия, кроме того, можно сломать развертку. Очень малый припуск также нежелателен, так как поверхность предварительно просверленного отверстия имеет «наклеп» — некоторое повышение твердости в результате деформации поверхностного слоя при сверлении или расточке. Развертка, работая по наклепанному слою, будет быстро истираться и возможно ее заклинивание в отверстии.

Развертывание стальных заготовок деталей выполняют с охлаждением эмульсией или маслом, а чугуновых — с ох-

лаждением керосином или керосином со скипидаром.

Выбор режимов резания при развертывании. Подача принимается в 2—3 раза больше, чем при сверлении отверстия такого же диаметра, а скорость резания в 2—3 раза меньше. Величина подачи на чистоту обработанного отверстия не влияет, так как последняя зависит исключительно от состояния кромки на ленточке. Необходимость низкой скорости резания при развертывании объясняется явлением наростообразования: при низкой скорости нарост на режущей кромке не образуется, что обеспечивает высокое качество обработки.

Виды брака при развертывании, его причины и меры предупреждения приведены в табл. 10.

Таблица 10

**Брак при развертывании отверстий и меры его предупреждения**

| Виды брака                                | Причины                                                                                                        | Меры предупреждения                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| «Разбивка» диаметра отверстия             | Неправильно заточена развертка:<br>увеличен передний угол;<br>режущие кромки на заборном конусе имеют биевание | Заменить развертку                         |
| «Усадка» диаметра отверстия               | завышен диаметр калибрующей части развертки                                                                    |                                            |
| Часть поверхности осталась необработанной | Развертка изношена<br>Упругая деформация металла при развертывании тонкостенной втулки                         | Увеличить припуск                          |
| Неудовлетворительная чистота отверстия    | Недостаточен припуск на развертывание                                                                          | Применить качающуюся или плавающую оправку |
|                                           | Отверстие заготовки имеет биевание                                                                             | Уменьшить припуск                          |
|                                           | Велик припуск<br>Зазубрины на калибрующей части развертки                                                      | Заменить развертку                         |
|                                           | Неправильные режимы резания: слишком высокая скорость резания                                                  | Установить режимы резания по справочнику   |

### § 31. Повышение производительности обработки отверстий

Автоматическая подача сверла. Для автоматической подачи сверл и другого хвостового режущего инструмента используют специальную державку, закрепляемую в резцедержателе станка (рис. 107). Такая державка имеет коническую расточку под хвостовик, строго соосную с осью шпинделя, так как при нарушении соосности может получиться «разбивка» отверстия (увеличение диаметра) и даже поломка инструмента. Коническую расточку державки выполняют только на том станке, на котором она будет использоваться. Для этого, предварительно простроганную заготовку державки закрепляют в пазу резцедержателя. Для фиксации державки в местах крепления засверливают три отверстия на глубину 2—3 мм. Державку обрабатывают сверлом, а затем двухперым коническим занкером, который вставляют в шпиндель станка. После этого прорезают паз под лапку хвостовика инструмента.

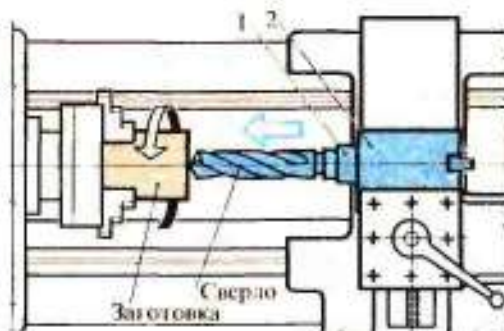
Применение универсальной расточной оправки. На многих заводах токари применяют универсальную расточную оправку (рис. 108) с регулируемым вылетом. Она закрепляется в дополнительной державке, установленной в резцедержателе. В оправке можно крепить вставные резцы или пластины.

На оправке выфрезерована канавка с некоторым уклоном к резцу: охлаждающая жидкость по канавке поступает непосредственно на резец. Канавка служит также для стопорения оправки в державке при помощи болтов.

Универсальную расточную оправку можно использовать для вытачивания внутренних канавок, нарезания внутренней резьбы и других работ.

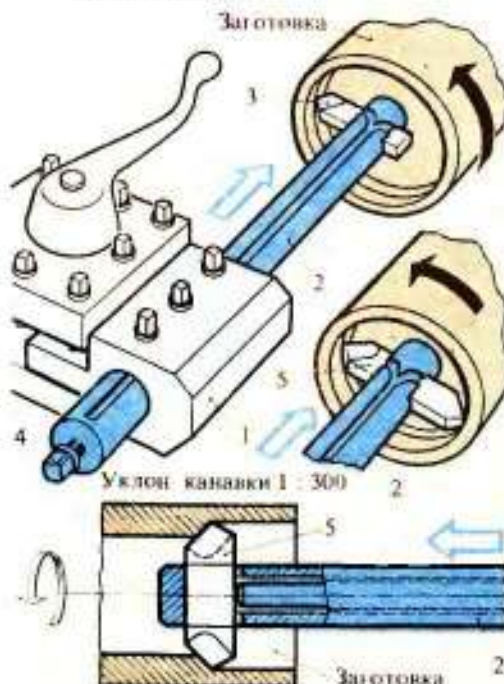
### 107. СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧЕЙ:

1 — переходная втулка, 2 — державка



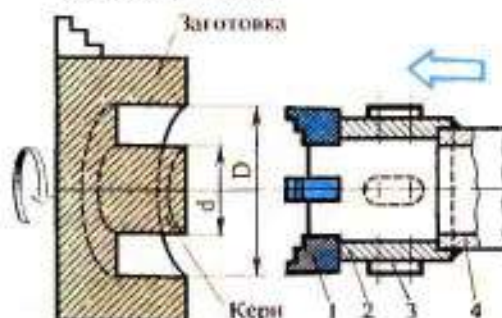
### 108. УНИВЕРСАЛЬНАЯ РАСТОЧНАЯ ОПРАВКА К ТОКАРНОМУ СТАНКУ:

1 — державка, 2 — оправка, 3 — резец, 4 — винт для крепления резца, 5 — расточная пластина



## 109. КОЛЬЦЕВОЕ СВЕРЛО:

1 — нож, 2 — коронка, 3 — направляющие колодки, 4 — штанга



Растачивание мерной расточной пластиной («ножом»). Повышения производительности и точности растачивания достигают применением расточной пластины, размер которой соответствует размеру растачиваемого отверстия (см. рис. 108). Пластину закрепляют в пазу оправки, которую устанавливают в дополнительной державке к резцедержателю. Растачивание пластиной обеспечивает получение отверстия правильной цилиндрической формы (без конусности), так как действующие с двух сторон на пластину усилия взаимно уравновешиваются.

Расточные пластины бывают цельные из быстрорежущей стали и напайные, оснащенные твердосплавными пластинками.

Кольцевое сверление. Отверстия большого диаметра в сплошном металле получают не сверлением и многократным растачиванием, а кольцевым сверлением. Кольцевое сверло (рис. 109) представляет собой трубку 2 (коронку) с зубьями (ножами) 1 на торце. Коронка крепится к трубчатой штанге. 4. При продольной подаче кольцевое сверло прорекает в заготовке кольцевой канал, а образующийся стержень (керн) попадает внутрь свер-

ла. Сверло направляется в отверстие чугунами или деревянными направляющими колодками 3. Кольцевое сверление дает экономию металла и повышает производительность труда.

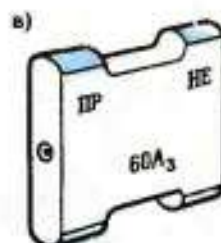
## § 32. Контроль отверстий

Отверстия измеряют штангенциркулем с точностью отсчета до 0,1 мм или 0,05 мм. При замерах штангенциркулем с точностью отсчета размера до 0,05 мм учитывают толщину губок, т. е. прибавляют ее к размеру, прочитанному на нониусе штангенциркуля. Отверстия диаметром 80 мм и выше можно измерять микрометрическим нутромером (штихмассом) с точностью до 0,01 мм.

Глубокие отверстия (полости цилиндров) контролируют индикаторным нутромером, который предварительно настраивают на номинальный размер

## 110. КАЛИБРЫ-ПРОБКИ:

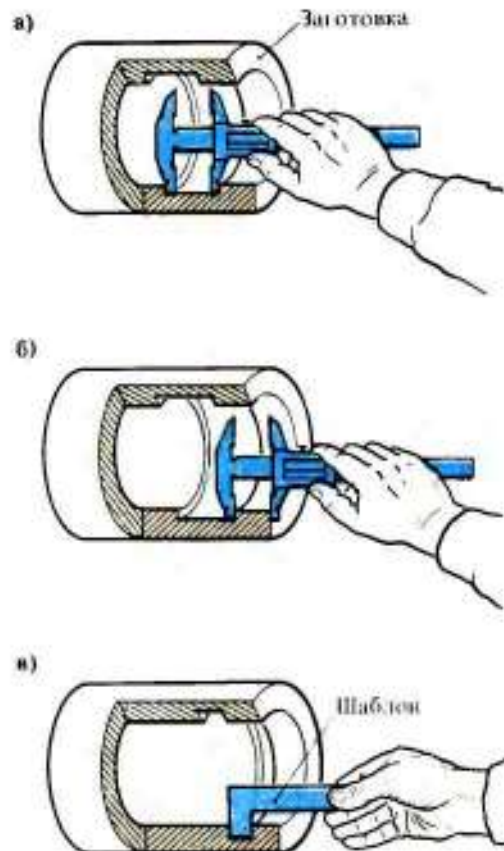
а — двусторонняя со вставками, б — срезанная односторонняя, в — двусторонняя пластинчатая





# 111. КОНТРОЛЬ ВНУТРЕННИХ КАНАВОК И ВЫТОЧЕК

*а, б — ширины выточки и расстояния до выточки штангенциркулем, в — ширины выточки шаблоном*



по эталонному кольцу. Индикатор показывает отклонение от установленного размера с точностью до 0,01 мм.

В крупносерийном и массовом производстве отверстия контролируют предельными калибрами-пробками (рис. 110, а). Если проходная пробка ПР без усилия проходит в отверстие по всей его длине, а не проходная НЕ — не проходит в отверстие, то размер отверстия находится в пределах допуска.

Для отверстий диаметром больше 80 мм применяют срезанные и пластинчатые пробки (рис. 110, б, в). Такие пробки легче, кроме того, ими можно выявлять овальность отверстия, производя замеры в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

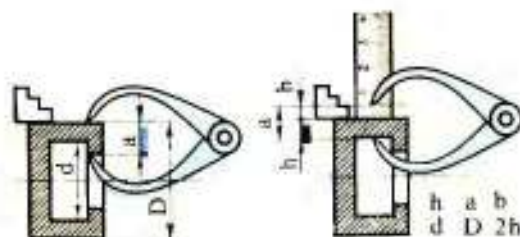
Перед контролем калибром-пробкой полость отверстия очищают от стружки и эмульсии, протирают. Протирают и выполняют контроль только после остановки вращения шпинделя. Калибры-пробки хранят в вертикальном положении или укладывают на панели из пенопласта.

Ширину канавки в отверстии и расстояние от торца заготовки до канавки контролируют штангенциркулем (рис. 111, а, б) и шаблоном (рис. 111, в).

Диаметр выточки определяют измерением толщины стенки втулки у дна выточки. Для этого кронциркулем измеряют толщину стенки  $a$  до выточки (рис. 112) и переносят размер на линейку. Затем вводят кронциркуль в канавку, не изменяя раствора ножек, а к наружной поверхности втулки прикладывают линейку. По размеру  $b$ , отсеченному ножкой кронциркуля на линейке, определяют толщину стенки:  $h = a - b$ .

Диаметр выточки определяют расчетом  $d = D - h$ , где  $D$  — наружный диаметр втулки.

# 112. КОНТРОЛЬ ДИАМЕТРА ВЫТОЧКИ КРОНЦИРКУЛЕМ



## Контрольные вопросы

1. Назовите основные части и элементы спирального сверла.
2. Расскажите о приемах затачивания спирального сверла.
3. Назовите основные причины поломок сверла и причины брака при сверлении, а также укажите меры предупреждения брака.
4. Назовите основные виды, причины и меры предупреждения брака при центровании.
5. Для чего применяются зенкеры? Дайте общую классификацию зенкеров.
6. Как контролируют длину и диаметр растачиваемого отверстия?
7. В чем заключается преимущество двусторонней расточной пластины?
8. Как устроена универсальная расточная оправка?
9. Как растачивают внутренние канавки?
10. Дайте общую классификацию разверток.
11. Почему развертка имеет неравномерный шаг?
12. Перечислите основные виды, причины и меры предупреждения брака при развертывании.
13. Как определяют диаметр канавки (выточки) в отверстии?

## ГЛАВА 4. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

### § 33. Технологический процесс изготовления деталей

Ранее были рассмотрены виды токарной обработки гладких наружных поверхностей: обтачивание наружных цилиндрических поверхностей, подрезание торцов и уступов, вытачивание канавок и отрезание, а также обработка гладких поверхностей отверстия: сверление, центрование, растачивание, зенкерование, развертывание.

Квалифицированный токарь редко выполняет каждый из этих видов обработки отдельно, обычно их приходится выполнять последовательно, в определенном сочетании. Бывают детали сложной формы, при изготовлении которых применяют, помимо рассмотренных видов обработки, и другие, но встречаются детали простой формы, при изготовлении которых

применяют только те виды токарных работ, которые были рассмотрены ранее.

Рассмотрим пример обработки заготовки для изготовления пальца (рис. 113, а), где используются виды обработки, изученные в предыдущих главах.

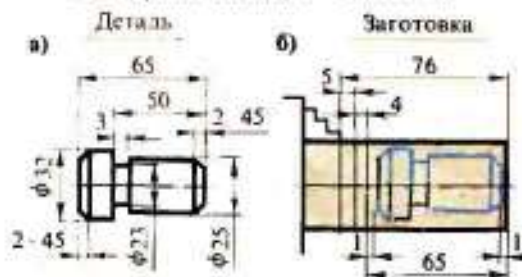
Наибольший диаметр поверхности детали 32 мм, а диаметр заготовки — прутка 35 мм (рис. 113, б), следовательно, на обработку остается припуск  $35 - 32 = 3$  мм на диаметр или  $\frac{3}{2} = 1,5$  на одну сторону. Изготавливаемая деталь имеет длину  $l = 65$  мм, обработку можно вести при закреплении в самоцентрирующем патроне. При установке прутка в самоцентрирующий патрон следует иметь в виду, что заготовку придется не только обточить, но и отрезать от прутка, а затем подрезать торцы. Поэтому конец заготовки должен выступать из патрона на длину, равную длине детали, плюс ширина прорези при отрезании, плюс припуск на подрезание двух торцов, плюс расстояние от отрезанного реза до кулачков патрона.

Если ширину отрезного реза принять равной 4 мм, припуск на подрезание с двух сторон — 2 мм, а отрезание производить на расстоянии 5 мм от кулачков патрона, то общая длина выступающего конца прутка должна быть равна  $65 + 4 + 2 + 5 = 76$  мм.

Последовательность обработки строится в зависимости от многих факторов, главным из которых является количество изготавливаемых деталей. От последовательности обработки зависит производительность труда и качество обработки. Обработка пальца включает виды обработки: подрезание торца (с обеих сторон); обтачивание цилиндрических поверхностей ( $\phi 32$  мм и  $\phi 25$  мм); обтачивание фасок  $2 \times 45^\circ$ ; вытачивание канавки шириной 3 мм; отрезание детали от прутка.

### 113. ДЕТАЛЬ ПАЛЕЦ:

а — чертеж детали, б — заготовка

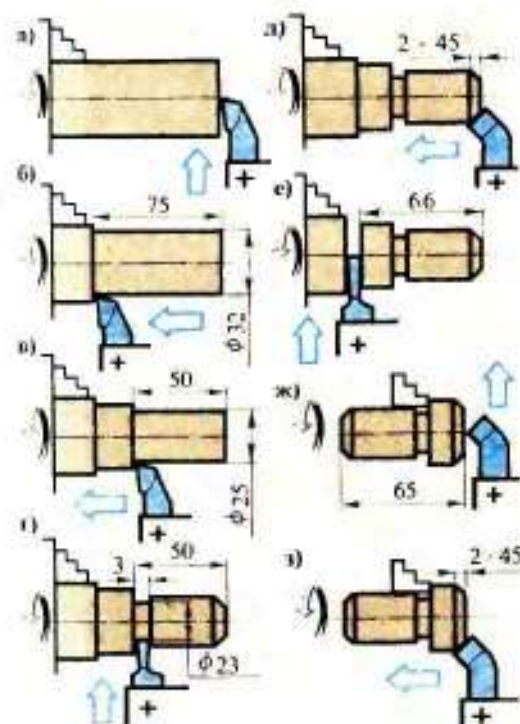




На рис. 114 показан вариант последовательности обработки при изготовлении одной детали — пальца (единичное производство). Обработку начинают с подрезания торца прутка (рис. 114, а), после чего обтачивают цилиндрический участок диаметром 32 мм на длину 75 мм, т. е. почти до кулачков патрона (рис. 114, б). Затем обтачивают цилиндрический участок диаметром 25 мм на длину 50 мм, откладывая размер длины от обработанного торца (рис. 114, в). Так как цилиндрические поверхности диаметра 32 мм и диаметра 25 мм обточены без перестановки заготовки в патроне, то они будут иметь общую ось (будут соосны).

#### 114. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЕДИНИЧНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ПАЛЕЦ:

*а — з — последовательность обработки*



После этого вытачивают канавку шириной 3 мм на расстоянии 50 мм от торца заготовки (рис. 114, з) и снимают фаску  $2 \times 45^\circ$  (рис. 114, д). Наконец, отрезают заготовку на расстоянии 66 мм от торца изготавливаемой детали (рис. 114, е) с тем, чтобы остался припуск 1 мм на подрезание второго торца.

Подрезание второго торца с припуском 1 мм и обтачивание фаски  $2 \times 45^\circ$  выполняют после перестановки заготовки (рис. 114, ж, з) и закрепления ее другой стороной в самоцентрирующем патроне за цилиндрическую поверхность диаметром 25 мм.

Изготовление большой партии одинаковых деталей можно значительно ускорить. Допустим, что требуется изготовить 50 таких же пальцев (см. рис. 113, а). Заготовка — отрезок прутка  $\phi 35$  мм и длиной 67 мм. Обработку можно вести следующим образом: сначала подрезать торец и обточить все заготовки на  $\phi 32$  с одной стороны и снять фаску (рис. 115, а, б, в), а после этого обработать вторую сторону у всех заготовок (рис. 115, г, д, е, ж).

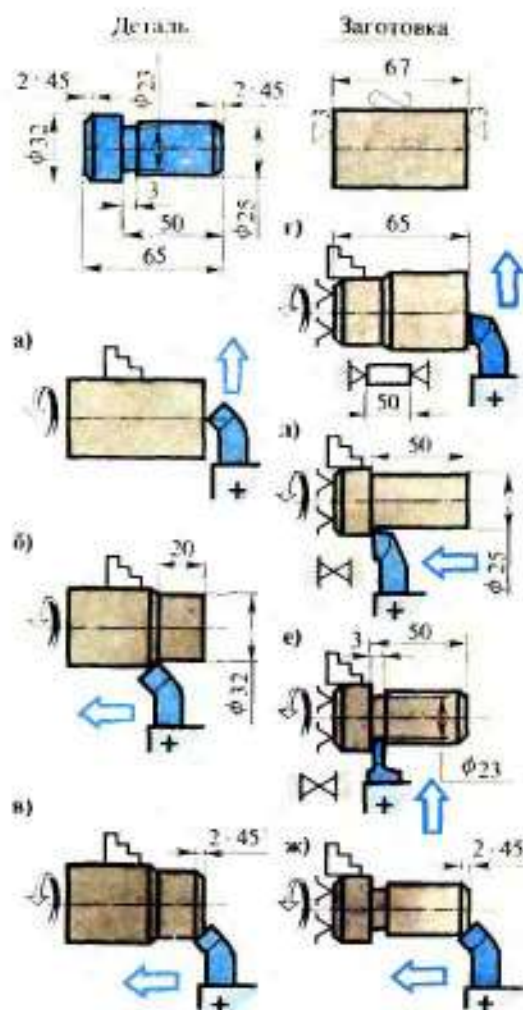
Такой порядок обработки позволяет использовать лимб поперечной подачи, продольные упоры и упоры в шпинделе, благодаря этому сэкономить время на измерения в процессе обработки.

Чтобы изготовить деталь наиболее производительным и экономично, необходимо предусмотреть целесообразный порядок обработки, выбрать станок, на котором вести обработку, необходимые для обработки режущие и измерительные инструменты, приспособления, наиболее производительные режимы резания.

Эти данные, определяющие процесс превращения заготовки в деталь, установленные заранее техническим документом, составляют технологический процесс.

# 115. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ (В ДВЕ ОПЕРАЦИИ) ДЕТАЛИ ПАЛЕЦ:

*а — ж — последовательность обработки*



## § 34. Элементы и карты технологического процесса

Элементы технологического процесса. Технологический процесс изготовления детали может состоять из одной или нескольких операций.

Операцией называется законченная часть технологического процесса обработки одной или нескольких заготовок (деталей), которая выполняется на одном станке одним рабочим. Новая операция начинается тогда, когда рабочий, закончив часть обработки у всех заготовок партии деталей, приступает к дальнейшей обработке заготовок той же партии или переходит к обработке новых заготовок.

Рассмотрим понятие «операция» на примерах обработки детали палец (см. рис. 113).

На рис. 114 показана обработка каждой заготовки от начала до конца. При этом сначала заготовку обтачивают по всем размерам с одной стороны, затем ее отрезают от прутка; наконец, после закрепления той же заготовки обработанным концом подрезают ее торец с другой стороны и после окончания изготовления данной детали переходят к изготовлению другой. В этом случае весь технологический процесс состоит из одной операции.

Партию тех же деталей можно изготовить, ведя обработку за две операции. Сначала все заготовки партии обрабатывают последовательно (одну за другой) по всем размерам с одной стороны и отрезают от прутка. Это составит первую операцию. Затем у всех заготовок последовательно подрезают торец головки и обтачивают фаску  $2 \times 45^\circ$ . Это составит вторую операцию.

Если имеются специальные приспособления, обеспечивающие точную установку заготовок, можно ту же партию заготовок обработать и за несколько операций (рис. 116). В этом случае можно сначала отрезать заготовки на все детали партии (рис. 116, а).

Это составит первую операцию. Затем у всех заготовок нужно подрезать торец с одной стороны (рис. 116, б), обточить цилиндрический участок  $\phi 32$  мм на длину 16 мм начисто







При обтачивании цилиндра диаметром 32 мм на длину 75 мм резец остается тот же, что и при подрезании торца, не изменяется и режим резания, меняется лишь поверхность обработки: вместо поверхности торца обрабатывается цилиндрическая поверхность (см. рис. 114, б). Следовательно, меняется и переход. Таким образом, обтачивание цилиндра диаметром 32 мм на длину 75 мм является новым (вторым) переходом.

Обтачивание цилиндра диаметром 25 мм на длину 50 мм является третьим переходом, вытачивание канавки шириной 3 мм — четвертым, а снятие фаски — пятым. Шестым переходом является отрезание заготовки (см. рис. 114, в). При этом, как и в предыдущих двух переходах, меняются резец, режим резания и поверхность обработки.

Вторая установка (см. рис. 114, ж, з) содержит только два перехода: «Подрезать торец головки» и «Обточить фаску».

Таким образом, рассмотренный технологический процесс (см. рис. 114) состоит из одной операции, двух установок и восьми переходов.

Переходы делятся на проходы. Проходом называется часть перехода, которая охватывает все действия, связанные со снятием одного слоя металла одним и тем же режущим инструментом при одной и той же поверхности обработки и неизменном режиме резания.

Подрезание торца (см. рис. 114) является одним переходом. Если бы с торца заготовки нужно было снять большой припуск, то в этом случае подрезание торца одним и тем же резцом делалось бы не за один проход, а за два, т. е. один переход состоял бы из двух проходов. Если бы второй проход был выполнен другим резцом или тем же резцом, но при другой подаче или при другом числе оборотов, то та-

кой проход относился бы к новому переходу, так как изменился бы в первом случае режущий инструмент, а во втором — режим резания.

Карты технологического процесса. Чтобы разработанный технологический процесс довести до рабочего места, содержание его заносят в специальный технический документ, называемый технологической картой механической обработки. Часто составляют на каждую операцию отдельную карту, называемую операционной картой.

Технологические карты содержат данные, касающиеся изготавливаемых деталей, род и размер заготовки, количество деталей в партии и необходимые данные о технологическом процессе. В первой графе этого раздела карты римскими цифрами (I, II, III, IV и т. д.) обозначают порядковые номера операций. Во второй графе заглавными буквами русского алфавита (А, Б, В и т. д.) обозначают порядковые номера установок. В третьей графе арабскими цифрами (1, 2, 3, 4 и т. д.) обозначают порядковые номера переходов. Далее указывают режущий и измерительный инструмент, приспособления, нормы времени обработки и др.

## § 35. Технологические базы

Для построения технологического процесса важно правильно выбрать поверхность, по которой должна производиться установка заготовки на станке относительно какой-либо оси. Такая поверхность называется установочной базой.

У детали палец (см. рис. 113, а) все поверхности имеют одну общую ось, поэтому в рассмотренных примерах технологии обработки в качестве установочной базы принимались в одном случае наружная необработанная цилиндрическая поверхность прутка (см.

рис. 114, б), а в других — цилиндрические поверхности  $\phi 32$  и  $\phi 25$  мм, обработанные на предыдущих операциях (см. рис. 114, ж, з).

Установочная база, которая используется для первой установки, называется черновой (первичной) базой. Установочная база, которая используется на последующих установках, называется последующей базой. Последующие базы, которые используются для получения окончательных размеров, называются чистовыми базами. В примере обработки пальца (см. рис. 115) за первичную базу принята поверхность заготовки  $\phi 35$  мм. Последующими базами будут обработанная поверхность  $\phi 32$  мм, эта же поверхность является чистовой базой, поскольку на ее основе получают окончательные размеры.

По возможности стремятся принимать за базу обработанные поверхности, так как при наличии хорошо центрирующих приспособлений (цанговые патроны, патроны с сырыми кулачками) установка заготовок по этим поверхностям осуществляется быстро, надежно и не требует дополнительной выверки.

Так поступали при изготовлении пальца за четыре операции (см. рис. 116). Сначала отточили поверхность  $\phi 32$  мм и, приняв эту поверхность за чистовую установочную базу, отточили поверхность  $\phi 25$  мм, используя для этого центрирующее приспособление, что позволило получить все поверхности соосными. В качестве установочной базы часто принимают центровые отверстия, специально подготовленные для этой цели. При этом заготовки для обработки закрепляют в центрах.

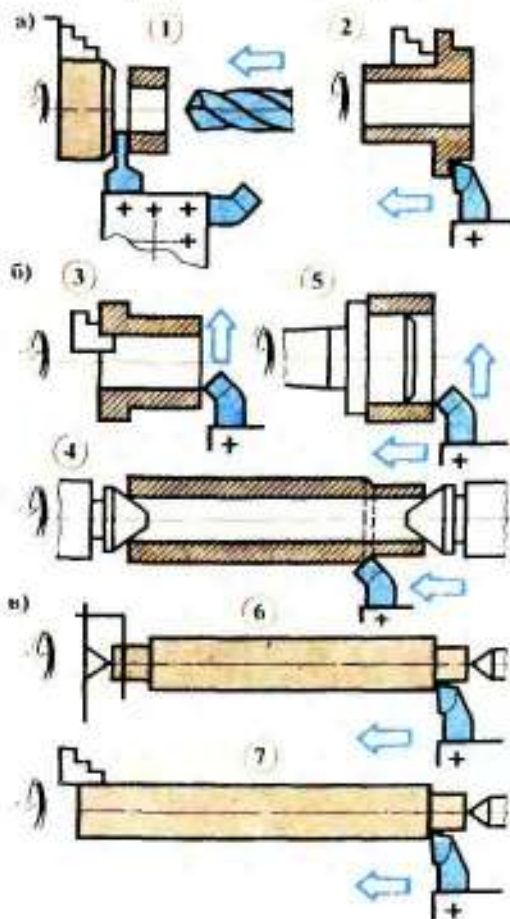
Поверхности, подготовленные для использования в качестве установочных баз, называют вспомогательными базами. На рис. 117 показаны схемы установочных баз при обработке заготовок различных деталей.

**Измерительные базы.** Поверхность, от которой отсчитывают размеры при изготовлении и контроле качества изготовления детали, называется измерительной базой.

Выбор измерительных баз показан на примере обработки пальца (см. рис. 114):

## 117. УСТАНОВОЧНЫЕ БАЗЫ:

*а — наружная поверхность, б — внутренняя поверхность, в — центровые отверстия; 1, 2, 3 — закрепление в патроне, 4 — в грибовидных центрах, 5 — на оправке, 6 — в центрах, 7 — один конец в патроне, второй — на опорном центре*



для установки выступающей части прутка из патрона на нужную длину за измерительную базу принят черновой торец прутка;  
при обтачивании цилиндрических поверхностей  $\phi 32$  мм на длину 76 мм и  $\phi 25$  мм на длину 50 мм в качестве измерительной базы для длин был принят обработанный торец заготовки;  
при вытачивании канавки за измерительную базу для глубины канавки принята цилиндрическая поверхность  $\phi 25$  мм, а для длины — торцовая поверхность, которая образует головку пальца.

### § 36. Общие принципы построения технологических процессов

Технологический процесс является основой организации производства. В зависимости от содержания технологического процесса определяют количество необходимого оборудования и рабочей силы для выполнения программы по выпуску деталей.

Технологический процесс связывает между собой все звенья производства. Поэтому точное соблюдение технологии, оформленной в виде технологических карт, является необходимым условием правильной организации производства. Технологический процесс является законом, который нарушать нельзя.

Технологический процесс должен обеспечивать наиболее экономичное изготовление деталей в соответствии с указанными в чертеже техническими требованиями.

### § 37. Исходные данные для построения технологического процесса

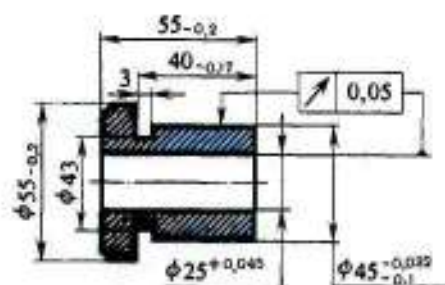
Исходные данные для построения технологического процесса следующие:

чертеж детали и технические требования к ее изготовлению;  
род и размеры заготовки, из которой должна быть изготовлена деталь;  
количество деталей, которое нужно изготовить;  
данные о технологических возможностях станка, на котором намечено изготовить деталь.

Построение технологического процесса начинают с изучения исходных данных. Изучение чертежа и технических требований. В чертеже детали указываются все сведения, необходимые для ее изготовления: форма и размеры поверхностей, материал заготовки, технические требования к изготовлению, точность формы, точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей (допускаемая соосность, перпендикулярность и др.), требования к шероховатости поверхностей.

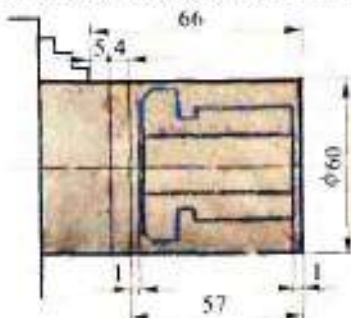
Пример изучения чертежа детали втулка. Деталь (рис. 118) имеет форму втулки с буртиком  $\phi 55_{-0,2}$ , длина втулки  $55_{+0,045}^{0,2}$  мм. Отверстие гладкое  $\phi 25_{+0,045}^{0,032}$  мм. На наружной поверхности  $\phi 45_{-0,109}^{0,032}$  длина которой  $40_{-0,17}$ , имеется канавка шириной 3 мм, глубиной 1 мм. Толщина буртика составляет  $55 - 40 = 15$  мм. Биение отверстия по отношению к поверхности  $\phi 45_{-0,109}^{0,032}$  мм допускается не более 0,05 мм, чистота всей поверхности  $\nabla 5$  (пятый класс). Материал — сталь 45.

118. ДЕТАЛЬ ВТУЛКА





# 119. ЗАГОТОВКА ДЛЯ ДЕТАЛИ ВТУЛКА



Изучение заготовки. В заготовке различают род, размеры и допускаемую шероховатость поверхностей. Заготовки бывают в виде проката (из прутка), штучной заготовки или заготовки на несколько штук, в виде поковки, штамповки, отливки, в виде заготовки с начерно или начисто обработанными поверхностями.

Заготовку изучают с целью выявления путем сопоставления заготовки с чертежом детали, какие поверхности заготовки должны обрабатываться, а какие нет, есть ли достаточные припуски на обработку тех поверхностей, которые должны обрабатываться, а также и для того, чтобы при наличии у заготовки ранее обработанных поверхностей учитывать это, и при построении технологического процесса обеспечить точное расположение обрабатываемых поверхностей по отношению к ранее обработанной.

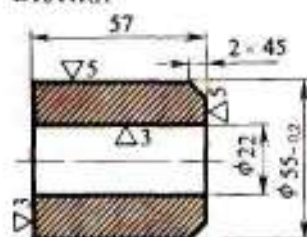
Пример изучения заготовки для изготовления детали втулка. Заготовка может быть выдана в виде прутка  $\phi 60$  мм (рис. 119). Поскольку наибольший диаметр поверхности детали  $\phi 55$  мм, то припуск на диаметр будет 5 мм, т. е. 2,5 мм на сторону — достаточный. Сопоставляя заготовку с чертежом детали, устанавливаем, что поверхности обрабатываются все, длина заготовки достаточна для закрепления в патроне с нужным вылетом (см. рис. 119)  $55+2+4+5=66$  мм. При-

пуск на диаметр  $60-55=5$  мм, по 2,5 мм на сторону вполне достаточен. Отсюда вывод: заготовка пригодна. На рабочее место может быть выдана частично обработанная заготовка с отверстием, предварительно обработанным на размер  $\phi 22$  мм и окончательно обработанным торцом, поверхностью буртика  $\phi 55$  мм и со снятой фаской  $2 \times 45^\circ$  (рис. 120). При этом торец, буртик  $\phi 55$  мм и фаска  $2 \times 45^\circ$  обрабатываться не будут, поскольку эти поверхности изготовлены в размер с допускаемой шероховатостью поверхностей. Остальные поверхности будут обрабатываться, причем имеющийся припуск на отверстие 1,5 мм на сторону вполне достаточен для растачивания отверстия до  $\phi 25$  мм. Часто для изготовления таких деталей партиями заготовка выдается в виде отдельных кусков проката на каждую деталь.

Изучение величины партии деталей. Как было сказано, от количества деталей в партии зависит построение технологического процесса: при изготовлении одной штуки процесс строят укрупненно в одну операцию, а при изготовлении партии процесс строят расчлененно, т. е. в несколько операций.

Изучение технологических возможностей станка. Под технологическими возможностями станка понимаются такие его возможности, которые позволяют строить процесс наиболее производительно, например,

## 120. ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ОБРАБОТАННАЯ ЗАГОТОВКА ДЛЯ ДЕТАЛИ ВТУЛКА



если шпиндель станка имеет сквозное отверстие большего диаметра, чем диаметр прутка, то это позволяет изготавливать детали из прутка, что во многих случаях выгоднее, чем изготовление из отдельных заготовок.

Большое значение имеет точность фиксации положения резцедержателя после поворота. Если он фиксируется точно, то при обработке партии можно установить в него несколько резцов и обрабатывать ими последовательно несколько поверхностей. Неточная фиксация резцедержателя при повороте нежелательна, потому что возвращение сдвинутого с места резцедержателя в прежнюю позицию не восстанавливает точно прежнего положения, и по тому же делению лимба, а также по установленному ранее упору получить прежние размеры не удастся. Следовательно, при неточном фиксировании резцедержателя теряется возможность пользоваться лимбом и упором. В этих условиях строят технологию так, чтобы работать без поворота резцедержателя, т. е. работать одним резцом.

При наличии сырых кулачков можно строить технологический процесс расчлененно, закрепляя заготовку обработанной поверхностью в расточенные кулачки. Если станок имеет дополнительный резцедержатель, револьверную головку, копировальный суппорт и др., то технологический процесс строят с учетом использования этих средств повышения производительности труда.

### § 38. Выбор способов обработки поверхностей

Различные поверхности могут быть обработаны несколькими способами, выбор которых зависит от требований к этим поверхностям. Одни способы высокопроизводительны, но не обеспечивают требований точности, другие обеспечивают требования точности, но малопродуктивны.

Рациональный способ обработки в конкретных условиях выбирается на основе общего принципа наибольшей экономичности, который гласит: *из всех возможных способов обработки следует выбирать наиболее экономичный*. Если наиболее экономичный способ не может обеспечить необходимые технические требования, то предварительную обработку выполняют способом наиболее экономичным, а окончательную — тем способом, который обеспечивает технические требования.

Примеры выбора способов обработки.

1. Высокопроизводительным способом обработки цилиндрических поверхностей является работа с большими подачами. Если чистота поверхности высокая и ее нельзя обеспечить при работе с большими подачами, то нужно возможно большую часть припуска снимать с большими подачами, а чистовую обработку вести с малой подачей, обеспечивающей нужную чистоту поверхности.

2. Обработка проходным резцом более производительная, чем подрезным, так как у первого стойкость больше, поэтому при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей гладких валов и открытых торцов стремятся использовать проходные резцы. Поверхности с прямоугольным уступом выгодно обрабатывать проходным упорным резцом, менее стойким, но обеспечивающим образование прямоугольного уступа.

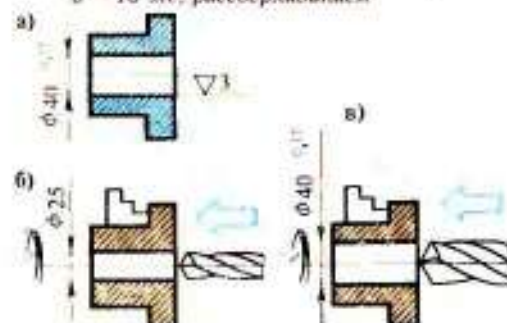
3. Наиболее производительным способом обработки отверстий на токарном станке в сплошном материале является сверление. Однако сверление не обеспечивает высокой точности, чистоты и точного центрирования оси отверстия, и применяется при невысоких технических требованиях к отверстию. Отверстия значительного диаметра (более 25 мм) могут быть обработаны сверлением с последующим рассверливанием до окончательного размера. Например: требуется обработать отверстие в втулке (рис. 121, а) с точностью до 0,17 мм и чистотой поверхности 3-го класса. Невысокие требования, предъявляемые к отверстию, позволяют обработать отверстие в размер наиболее производительным способом: сначала сверлом диаметром 25 мм (рис. 121, б), затем сверлом диаметром 40 мм (рис. 121, в).

4. Для получения более точных отверстий, кроме сверления и рассверливания, применяют обработку резцом, зенкером, а иногда и разверткой. Отверстие зенкеруют до окончательного



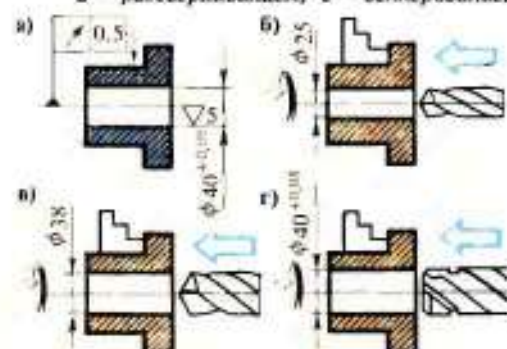
# **121. ОБРАБОТКА ВТУЛКИ С НЕТОЧНЫМ ОТВЕРСТИЕМ:**

*а — деталь, б — обработка сверлением, в — то же, рассверливанием*



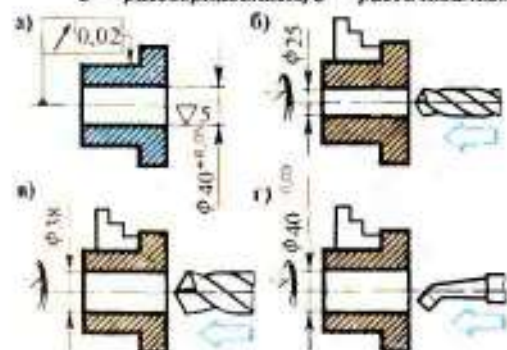
# **122. ОБРАБОТКА ВТУЛКИ С ОТВЕРСТИЕМ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ:**

*а — деталь; обработка: б — сверлением, в — рассверливанием, г — зенкерованием*



# **123. ОБРАБОТКА ВТУЛКИ С ТОЧНЫМ ЦЕНТРИРОВАННЫМ ОТВЕРСТИЕМ:**

*а — деталь; обработка: б — сверлением, в — рассверливанием, г — растачиванием*



размера после сверления, когда оно должно иметь точный размер без особых требований к точности центрирования и чистоте поверхности. Например, дана втулка с отверстием диаметром  $40^{+0,04}_0$  мм (рис. 122, а). Требуется обработать это отверстие с точностью до 0,08 мм и чистой поверхности 5-го класса с невысокими требованиями к центрированию (биение отверстия должно быть не более 0,5 мм). Так как требования к центрированию отверстия невысокие, то последовательность обработки будет следующей: сверление (рис. 122, б), рассверливание (рис. 122, в) и зенкерование (рис. 122, г) — наиболее производительный способ окончательной обработки отверстия, обеспечивающий необходимые чистоту поверхности и точность.

б. Если по техническим условиям на изготовление детали отверстие должно быть строго центрировано, то после сверления отверстие окончательно обрабатывают способом менее производительным, но обеспечивающим строгое центрирование отверстия. Например, нужно обработать отверстие (рис. 123, а) с точностью до 0,05 мм, чистой 5-го класса, причем ось отверстия должна строго совпадать с осью наружной поверхности. Чтобы обеспечить точное центрирование отверстия (0,02 мм) его после сверления (рис. 123, б) и рассверливания (рис. 123, в) следует окончательно обработать резцом (рис. 123, г), т. е. способом, обеспечивающим строгое центрирование.

Выбор способов обработки поверхностей деталей палец и втулка. Для изготовления пальца (см. рис. 114) были выбраны следующие способы обработки. Наружные поверхности  $\varnothing 32$  и 25 мм и торцы обрабатывают проходным упорным резцом, который обеспечивает образование прямоугольного уступа; канавку  $3 \times 1$  — канавочным резцом, имеющим короткую головку (резец более жесткий, чем отрезной). Отрезание выполняют отрезным резцом, а подрезание второго торца и снятие фаски  $2 \times 45^\circ$  — проходным отогнутым, которым можно обработать и ту и другую поверхность (т. е. по принципу наибольшей экономичности).

Точно так же выбираем способы обработки поверхности при изготовлении детали втулка (см. рис. 118). Обработку поверхности  $\varnothing 56$ , торца и снятие фаски  $2 \times 45^\circ$  выполняют проходным отогнутым резцом, так как все эти поверхности можно обработать одним резцом. Поверхность  $\varnothing 46$  и второй торец обрабатываем проходным упорным резцом, так как им можно обеспечить образование прямоугольного уступа. Канавку обрабатываем канавочным резцом, отверстие — сверлением и растачиванием, чтобы обеспечить чистоту 5-го класса, точность размера  $25^{+0,04}_0$  и точность центрирования — 0,05.



При выборе установочных баз исходят из общего принципа «единства баз». Этот принцип формулируется так: *общее число установочных баз в процессе обработки должно быть возможно меньшим*. Чем меньше поверхностей используется на протяжении технологического процесса в качестве установочных баз, тем точнее будет взаимное расположение поверхностей.

Правила выбора установочных баз для изготовления деталей поштучно и партиями разные, хотя они построены на основе общего принципа «единства баз».

При поштучном изготовлении деталей за черновую (первичную) базу принимают поверхность, которая может служить базой для обработки всех поверхностей, расположенных с одной стороны.

При построении технологического процесса изготовления детали палец (см. рис. 114) в качестве первичной базы была принята наружная поверхность прутка  $\phi 35$  мм, закрепленная с вылетом 76 мм из кулачков патрона. Эта установочная база позволяет обработать все поверхности пальца с одной стороны и отрезать заготовку от прутка.

Очевидно, при изготовлении детали втулка (см. рис. 117) в качестве первичной базы следует взять наружную поверхность заготовки, установив ее в патроне с вылетом  $55+2+4+5=66$  мм (см. рис. 118). На этой базе можно обработать все поверхности, расположенные с одной стороны, и отрезать заготовку от прутка.

При поштучном изготовлении деталей за чистовую (последующую) базу принимают обработанную поверхность, которая позволяет надежно закрепить заготовку и обработать все поверхности, расположенные с другой стороны.

Для детали палец (см. рис. 114) за последующую базу принята обработанная ранее поверхность  $\phi 25$  мм; она позволяет надежно закрепить заготовку и обработать поверхность торца и снять фаску, т. е. все поверхности с другой стороны.

Для детали втулка (см. рис. 117) за последующую базу принимают поверхность  $\phi 45$ , которая позволяет обработать все поверхности с другой стороны.

При изготовлении деталей партиями установочные базы выбирают также, исходя из общего принципа «единство баз», но при этом сначала выбирают последующую базу, а затем первичную. За чистовую (последующую) установочную базу принимают поверхность, которая может служить базой для обработки возможно большего числа поверхностей, либо поверхность, которая позволяет подготовить такую базу.

При изготовлении детали палец (см. рис. 115) за последующую базу была принята обработанная поверхность  $\phi 32$  мм, так как на ней можно обработать все поверхности.

При обработке детали втулка (см. рис. 117) в качестве последующей базы пригодны две поверхности: наружная буртика  $\phi 55$  и обработанного отверстия  $\phi 25$  мм, так как на той и на другой поверхностях, как на базах, могут быть обработаны остальные поверхности. Однако поскольку точность центрирования невысокая (0,05 мм), за базу выгоднее принять наружную поверхность  $\phi 55$  мм с закреплением заготовки в сырых расточенных кулачках патрона. При более высокой точности центрирования (а такую точность получить в сырых кулачках нельзя) за базу принимают отверстие.

За черновую (первичную) базу принимают поверхность, которая может служить базой для подготовки последующей базы.

При изготовлении детали палец в четыре операции (см. рис. 116) за первичную базу была принята наружная поверхность прутка, установленного с вылетом из кулачков 20—25 мм, с таким расчетом, чтобы можно было подготовить последующую базу  $\Phi 32$ . При изготовлении детали втулка (см. рис. 117) за первичную базу может быть принята также наружная поверхность заготовки, установленной с вылетом 25 мм, чтобы можно было подготовить последующую базу  $\Phi 55$ .

#### § 40. Выбор способа закрепления заготовки

От способа закрепления заготовки зависит жесткость закрепления и точность центрирования. Поэтому закрепление коротких заготовок по первичной базе, при котором, как правило, биение допустимо в значительных пределах, осуществляют в обычном самоцентрирующем патроне с закаленными кулачками.

Закрепление заготовок по последующим базам, при котором, как правило, требования к взаимному расположению поверхностей относительно высокие, осуществляют в патронах с сырыми кулачками, которые растачивают по размерам принятой базы, или в других приспособлениях, обеспечивающих центрирование.

Длинную заготовку с большим припуском для предварительной (черновой) обработки закрепляют в патроне с поджатием ее центром задней бабки, а для чистовой обработки — в центрах или, если позволяет длина заготовки, в патроне. Даже при небольшом припуске и осуществлении обработки в два этапа для черновой обработки заготовку закрепляют в патроне с поджатием задним центром, чтобы можно было работать с большой глубиной и подачей.

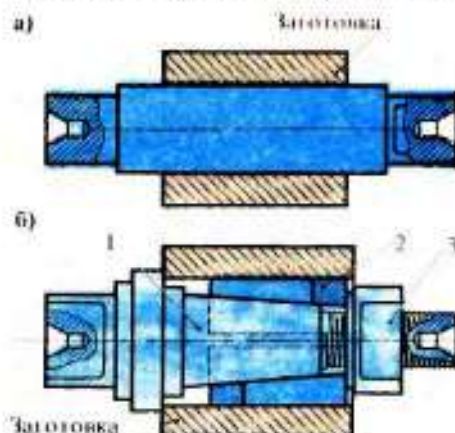
Короткие заготовки закрепляют преимущественно в патроне, но при большом припуске на обработку для увеличения жесткости закрепления заготовку дополнительно поджимают центром задней бабки.

Для чистовой обработки наружных поверхностей длинные заготовки типа вала рекомендуются закреплять в центрах. Если за чистовую базу принято обработанное отверстие, то заготовку закрепляют по базовому отверстию на оправке.

Закрепление заготовок на оправках обеспечивает точное центрирование по отверстию и строгую перпендикулярность торцов к оси отверстия. На закрепление уходит мало времени и оно не требует дополнительной выверки. Оправки обычно имеют простую конструкцию, поэтому могут изготавливаться самими токарями. На рис. 124, а показана пологоконусная оправка, она представляет собой зацентрированный вал с наружной пологоконической поверхностью. Деталь заклинивается на оправке легким постукиванием.

#### 124. ОПРАВКИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ТИПА ВТУЛОК:

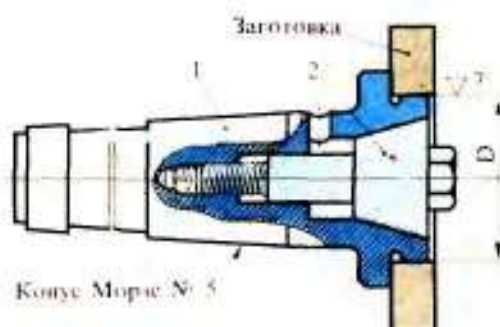
а — пологоконусная, б — цанговая; 1 — оправка, 2 — цанга, 3 — нажимная гайка





## 125. ЧУГУННАЯ ЦАНГОВАЯ ОПРАВКА:

1 — оправка с цангой, 2 — конус с вилком



Широко применяются цанговые разжимные оправки (рис. 124, б). Стальная закаленная втулка — цанга 2 имеет продольные прорезы. Нажимной гайкой 3 подвигают цангу 2 на конус оправки 1 и цанга разжимается, прочно закрепляя насаженную на нее заготовку.

На рис. 125 показана простая чугунная цанговая оправка: корпус оправки 1 и сама цанга выточенны как одно целое. Наружная посадочная поверхность цанги протачивается окончательно при закреплении хвостовика в шпинделе того станка, на котором должна производиться обработка детали. Зажим детали осуществляется ввинчиванием винта конусной пробки.

Способ закрепления на оправках имеет и ряд недостатков. Во-первых, оправки рассчитаны на чистовое обтачивание с небольшими сечениями стружки, так как при больших сечениях стружки заготовка может под действием сил резания провернуться, что вызовет выкрашивание резца, а иногда — брак детали. Во-вторых, при обработке заготовок значительной длины оправка благодаря малой жесткости может прогнуться под действием сил резания или отжаться от резца, что также приведет к браку детали. В-третьих, трудно об-

наружить прогиб оправки во время обработки, так как оправка вращается с надетой на нее заготовкой, а обточенная и еще не снятая с оправки заготовка не имеет биения, даже если сама оправка «бьет».

При изготовлении деталей палец (см. рис. 114, а) и втулка (см. рис. 118) закрепление заготовок по первичной базе производится в самоцентрирующем патроне с закаленными кулачками, а по чистовой базе в патроне с сырыми расточенными кулачками.

На рис. 125 показано закрепление заготовки для детали втулка на оправке, когда за последующую базу принято отверстие.

## § 41. Построение технологического процесса

Если детали изготавливаются поштучно, то переходы объединяют в установку, так как весь процесс состоит из одной операции. При поштучном изготовлении деталей переходы объединяют в установки на основе общего принципа: *нужно стремиться выполнить всю обработку в две установки.*

В первую установку включают переходы по обработке поверхностей заготовки, доступных для обработки при установке с одной стороны. Во вторую установку включают переходы по обработке поверхностей заготовки, расположенных с другой стороны.

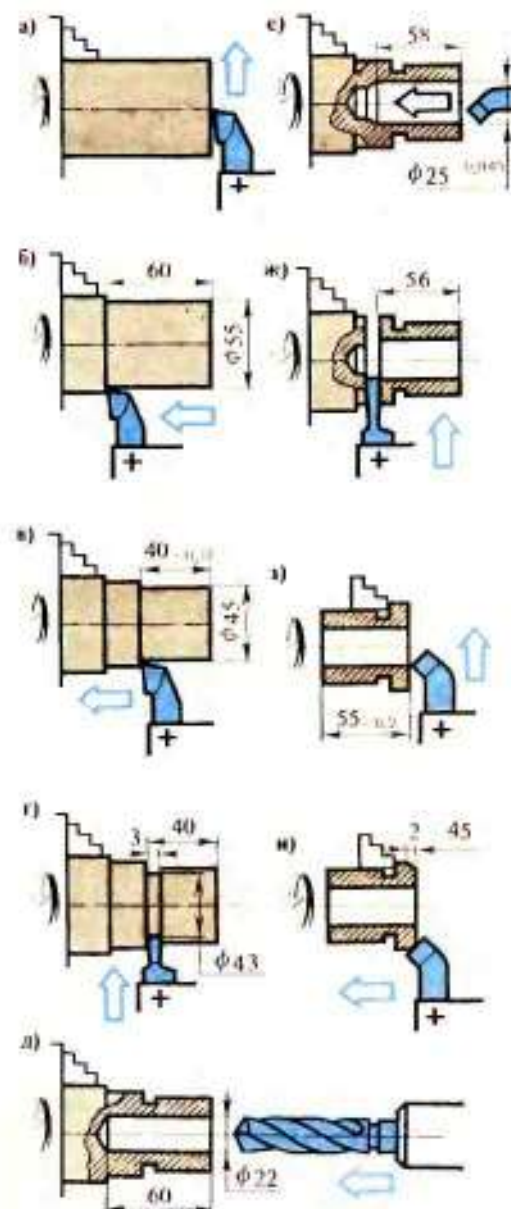
Переходы по обработке поверхностей, к которым предъявляются высокие требования по точности взаимного расположения, включают в одну установку.

При единичном изготовлении детали палец (см. рис. 114) в первую установку включены переходы по обработке одного торца, двух поверхностей  $\phi 32$  и 25 мм, канавки, фаски  $2 \times 45^\circ$  и отрезание заготовки от прутка, т. е. обрабо-



# 126. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ШТУЧНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ ВТУЛКА (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ):

*а — ж — в первой установке, з, и — во второй установке*



таны все поверхности, расположенные с одной стороны (см. рис. 114, а, б, в, г, д, е). При этом в одну установку (см. рис. 114, а, б) включены переходы по обработке поверхностей  $\phi 32$  и  $25$ , чем обеспечивается соосность этих поверхностей.

Во вторую установку включены переходы по обработке второго торца и снятию фаски  $2 \times 45^\circ$  на краю головки (см. рис. 114, ж, з), т. е. всех поверхностей, расположенных с другой стороны.

При изготовлении детали втулка (см. рис. 118) в первую установку (рис. 126) включены: обработка поверхности торца (см. рис. 126 а), обработка цилиндрической поверхности  $\phi 55$  на длину 60 мм (см. рис. 126, б), обтачивание цилиндрической поверхности  $\phi 45$  на длину 40 мм (см. рис. 126, в), вытачивание канавки 2 мм на глубину 1 мм (см. рис. 126, г), сверление отверстия  $\phi 22$  мм на длину 60 мм (см. рис. 126, д), растачивание отверстия  $\phi 25$  на длину 58 мм (см. рис. 126, е), отрезание заготовки от прутка (см. рис. 126, ж), т. е. все переходы по обработке поверхностей, расположенных с одной стороны.

Во вторую установку включены: подрезание второго торца в размер 55 (см. рис. 126, з) и снятие фаски  $2 \times 45^\circ$  (см. рис. 126, и), т. е. все переходы по обработке заготовки с другой стороны, что соответствует положениям по объединению переходов в установке.

Этим заканчивается построение технологического процесса штучного изготовления детали втулка.

Приведенная последовательность построения технологии изготовления деталей палец (см. рис. 114) и втулка (см. рис. 126) является общей при построении технологических процессов штучного изготовления любых деталей.

Эта последовательность включает три этапа: первый — анализ исходных дан-

ных; второй — подготовка к построению установок; третий — построение установок технологического процесса на основе принципа объединения переходов в установке.

При изготовлении партии деталей процесс строят расчлененным: его делят на несколько операций с небольшим числом переходов в операции.

При этих условиях заготовку на протяжении обработки устанавливают несколько раз, не допуская при этом биения.

В процессе обработки стремятся обеспечить возможность получения размеров без проверки каждой детали, используя лимбы и упоры. Целесообразно также использовать специальные приспособления и комбинированные резцы, т. е. сложную инструментальную наладку.

Поэтому при построении технологических процессов изготовления деталей партиями переходы объединяют в операции по другим принципам: переходы в первую операцию объединяют по двум принципам, а переходы во все последующие операции объединяют по третьему принципу.

*Первый принцип: в первую операцию объединяют переходы, которые подготавливают базу для следующей установки.*

Рассмотрим примеры объединения в операции при изготовлении тех же деталей палец (см. рис. 113) и втулка (см. рис. 118) партиями, если технологические возможности станка при изготовлении этих деталей разные. При изготовлении детали палец:

резцедержатель фиксируется точно; для патрона имеются сырые кулачки; на станке имеется однопозиционный продольный упор.

При изготовлении детали втулка технологические возможности станка отличаются от технологических возможностей станка при изготовлении пальцев тем, что резцедержатель у этого

станка фиксируется неточно и поэтому поворачивать резцедержатель на протяжении операции нельзя.

Поскольку последующие базы для обеих деталей выбраны (для детали палец — поверхность  $\phi 32$  мм, а для детали втулка — поверхность  $\phi 55$  мм), то остается определить переходы, при помощи которых эта база подготавливается, и включить их в первую операцию. Так поступали при изготовлении пальца (см. рис. 116) в четыре операции.

На первой операции базы готовить не надо было, на второй операции была подготовлена поверхность  $\phi 32$  мм, которая стала базой для третьей операции.

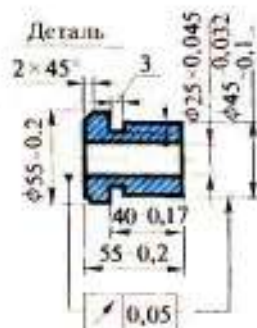
Из принципа объединения переходов в первую операцию вытекает важное для токаря правило: *не снимай заготовку со станка, пока не подготовил установочной базы для следующей установки.*

Если бы в примере обработки пальца в первую операцию включили только один переход — обточить поверхность  $\phi 32$  на длину 16 мм, то и в этом случае база для второй операции была бы подготовлена и построение операции было бы правильным. Однако часто бывает выгодно в первую операцию включать и другие переходы. Какие же еще переходы можно включить в первую операцию? Это предусмотрено вторым принципом объединения переходов.

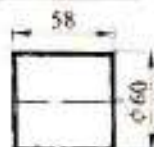
*Второй принцип: в первую операцию можно включить и другие переходы, если это не мешает пользоваться лимбом поперечной подачи.* Так поступили в рассмотренной нами обработке пальца. Так как проходным отогнутым резцом, которым обтачивали цилиндрическую поверхность  $\phi 32$  мм (см. рис. 115), можно также обработать торец и снять фаску  $2 \times 45^\circ$ , а это не мешает пользоваться лимбом, то в первую операцию на основе второго прин-

# 127 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ ВТУЛКА:

а — г — первая операция, д — е — вторая операция, ж — третья операция, з — четвертая операция

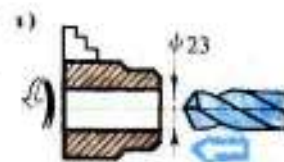
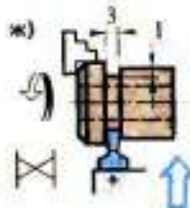
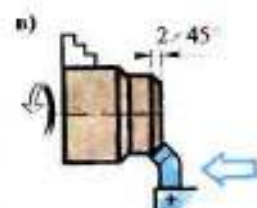
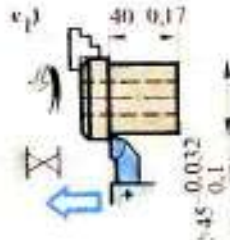
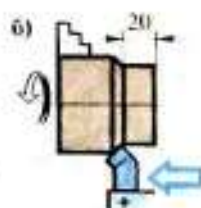
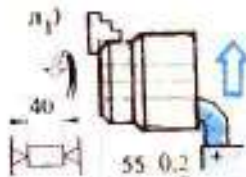
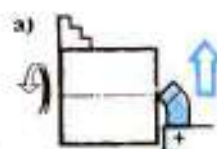


Заготовка



1 операция

II операция



ципа объединения переходов были включены и эти переходы.

Применение принципа объединения переходов в первую операцию при построении технологического процесса изготовления партии деталей втулка (см. рис. 126) приведено ниже.

Построение первой операции. За последующую базу, как было сказано ранее, была принята наружная поверхность  $\phi 55$ , следовательно, в первую операцию нужно включить переход, — обточить цилиндр  $\phi 55$  на сверление (см. рис. 127, а), так как тем же резцом можно подрезать торец и снять фаску  $2 \times 45^\circ$ , то включаем в операцию и эти переходы (см. рис. 127, а, б). В операцию можно включить и сверление (см. рис. 127, а), так как сверло устанавливается в пиньол задней бабки и поэтому работа сверлом тоже не мешает пользоваться лимбом.

Третий принцип: во вторую и во все последующие операции включаются переходы, не мешающие пользоваться лимбом и упором. Включаем во вторую операцию подрезание второго торца в размер 55 мм (см. рис. 127, д), протачивание поверхности  $\phi 45$  на длину 40 (см. рис. 127, е). Больше ничего включить нельзя, так как резцедержатель точно не фиксируется, и работать можно только одним резцом (без поворота резцедержателя).

Построение третьей операции. В третью операцию включаем вытачивание канавки шириной 3 мм, глубиной 1 мм (рис. 127, ж).

Построение четвертой операции. В четвертую операцию включаем растачивание отверстия  $\phi 25$  мм (см. рис. 127, з).



## Контрольные вопросы

1. Из каких элементов складывается технологический процесс изготовления деталей механической обработкой?
2. Дайте определения операции, перехода, установки, прохода.
3. Какие исходные данные необходимы для разработки технологического процесса механической обработки?
4. Сформулируйте общий принцип выбора способа обработки поверхностей.
5. Что такое установочная база? Как делятся установочные базы?
6. Сформулируйте правило выбора последующей базы при изготовлении деталей партиями.
7. Сформулируйте общий принцип объединения переходов в первую операцию при изготовлении партии деталей.



## ГЛАВА 5. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ И МЕТЧИКАМИ

### § 42. Общие сведения о резьбах

**Резьбовые детали.** В машинах применяются детали, имеющие различные наружные и внутренние резьбовые поверхности. Это крепежные винты и гайки, ходовые винты для преобразования вращательного движения в поступательное, грузовые винты (домкраты), точные микрометрические винты и гайки (у микрометра) и т. д.

**Понятие о резьбовой поверхности.** Резьбовая поверхность образуется одновременным равномерным вращательным и поступательным движением какого-либо профиля относительно оси. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольные (рис. 128, а), трапециевидные (рис. 128, б), прямоугольные (рис. 128, в), упорные (рис. 128, г), круглые (рис. 128, д). По направлению витков резьбы делятся на правые (винт ввинчивается в гайку при вращении по часовой стрелке) и левые (рис. 128, е, ж). Резьбы бывают однозаходные и многозаходные. Многозаходные резьбы имеют несколько параллельно идущих витков; на торце детали с такой резьбой видно несколько равномерно расположенных начал витков (заходов) (рис. 129, а, б, в, г).

**Элементы резьбы.** Если винтовую линию развернуть на плоскости, то она явится гипотенузой прямоугольного треугольника  $ABC$ , один катет которого равен длине окружности  $\pi d_{\text{ср}}$ , а другой — шагу резьбы  $S$  (рис. 130).

**Шагом резьбы** называется расстояние между одноименными точками двух соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы.

**Угол между направлениями витка и плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра, называется углом подъема резьбы  $\mu$  (мю).**

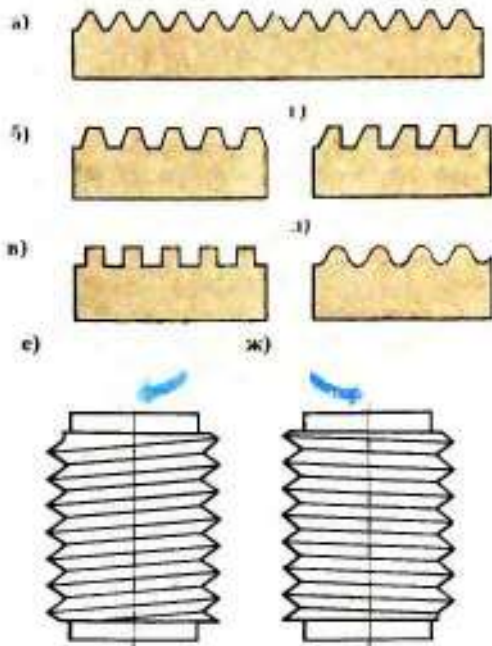
Из рис. 130 видно, что

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{S}{\pi d_{\text{ср}}},$$

где  $d_{\text{ср}}$  — средний диаметр резьбы, т. е. диаметр воображаемого цилиндра, образующая которого делит профиль резьбы так, что толщина витка резьбы равняется ширине канавки.

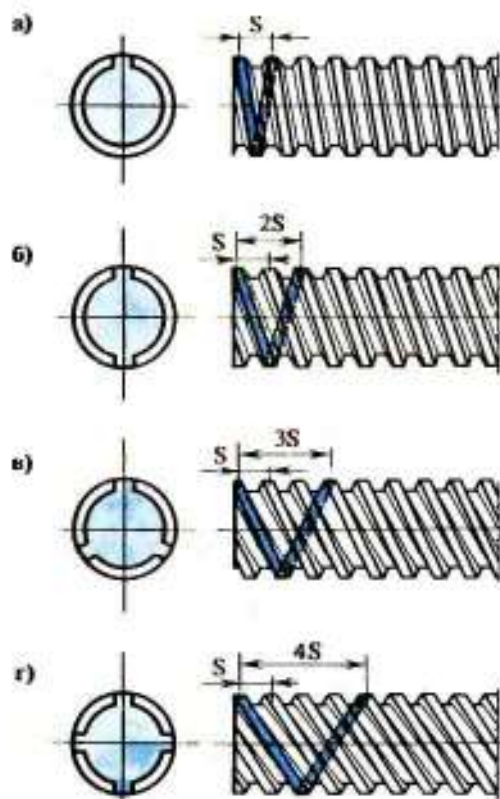
### 128. РЕЗЬБЫ:

по форме профиля: а — треугольная, б — трапециевидная, в — прямоугольная (ленточная), г — упорная, д — круглая; по направлению витков: е — правая, ж — левая

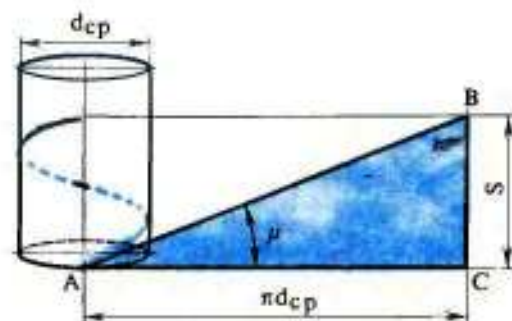


## 129 РЕЗЬБЫ ПО ЧИСЛУ ЗАХОДОВ:

*а — однозаходная, б — двухзаходная, в — трехзаходная, г — четырехзаходная*



## 130. ОБРАЗОВАНИЕ ВИНТОВОЙ ЛИНИИ



Кроме среднего диаметра резьбы, шаг резьбы и угла подъема резьбы, резьба характеризуется также наружным диаметром  $d_o$ , внутренним диаметром  $d_i$ , углом профиля резьбы  $\alpha$  и глубиной профиля  $t$ .

Угол профиля  $\alpha$  — это угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевом сечении (рис. 131).

Средний диаметр резьбы  $d_{cp}$  является средним арифметическим наружного и внутреннего диаметров.

Глубиной профиля  $t$  является полуразность наружного и внутреннего диаметров:

$$t = \frac{d_o - d_i}{2} \text{ мм.}$$

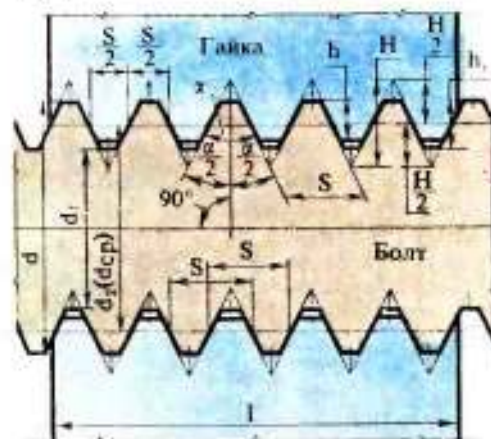
Метрическая резьба (ГОСТ 9150—59) имеет треугольный профиль с углом  $\alpha = 60^\circ$ . Вершины выступов срезаются, а дно впадин закруглено. Шаг и диаметры измеряются в миллиметрах. Стандартом предусмотрены метрические резьбы диаметром от 1 до 68 мм с шагом от 0,2 до 6 мм (рис. 132).

В зависимости от точности среднего диаметра метрические резьбы подразделяются на классы: 1, 2, 2а, 3. Допуски на резьбы даны в справочниках. Если на чертеже не указан класс точности резьбы, то подразумевается третий класс.

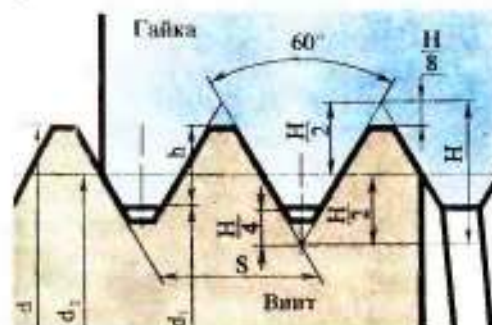
Метрические резьбы делятся на резьбу с крупным шагом и мелким. У крупных резьб с увеличением диаметра резьбы увеличивается шаг резьбы, наибольший шаг этой резьбы 6 мм. Мелкие резьбы имеют шаг независимо от диаметра. На деталях большого диаметра может быть нарезана резьба с мелким шагом. Резьба с крупным шагом обозначается буквой М (метрическая) и цифрами (диаметром резьбы). Шаг резьбы в обозначении не указывается и определяется по справочнику. Рядом с диаметром указывается класс точности резьбы (например: кл. 2). Если резьба левая, то рядом с классом точности указывается: «левая».



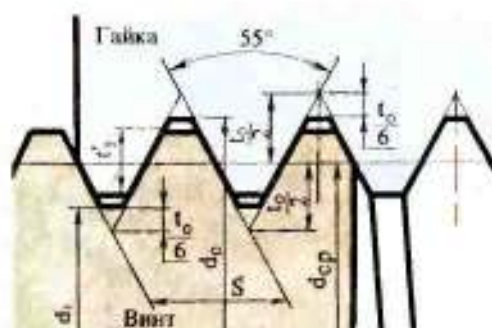
### 131. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ



### 132. ПРОФИЛЬ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ



### 133. ПРОФИЛЬ ДЮЙМОВОЙ РЕЗЬБЫ



Резьбы с мелким шагом обозначаются также: буквой М, цифрами (диаметр резьбы) и, кроме этого, указывается величина шага.

Примеры обозначения метрических резьб: М20, 2 кл. (метрическая, наружный диаметр 20 мм, класс точности 2); М10×1 лев, 2а кл. (метрическая, наружный диаметр 10 мм, шаг мелкий 1 мм, левая, класс точности 2а).

Дюймовая резьба (ОСТ НКТП 1260). Для ремонта старых машин или машин, поступающих из стран, где принята дюймовая система мер (Англия, США, Канада), изготавливают изделия с дюймовой резьбой. Дюймовая резьба имеет треугольный профиль с углом  $\alpha = 55^\circ$  (рис. 133), диаметры измеряются в долях дюйма ( $1'' = 25,4 \text{ мм}$ ), а шаг характеризуется числом ниток  $n$ , приходящихся на один дюйм. Резьба обозначается на чертежах только диаметром (напр.  $1''$ ;  $1/4''$ ). Каждой резьбе соответствует определенное число ниток на один дюйм (по справочнику). Например, для резьбы  $1 1/4''$   $n = 7$  ниток на  $1''$ , т. е.  $S = 1/7''$ .

Стандартом предусмотрены дюймовые резьбы от  $3/16''$  до  $4''$  с числом ниток  $n$  от 24 до 3 на  $1''$ .

Для дюймовых резьб принято два класса точности: 2 и 3.

### § 43. Нарезание наружной резьбы плашками

Плашки применяются для нарезания на наружной поверхности крепежной резьбы треугольного профиля с шагом до 2 мм. Иногда плашки применяют для калибрования резьбы крупного шага, предварительно нарезанной резцом. Плашка (рис. 134, а, б, в, г) представляет собой гайку, изготовленную из инструментальной стали и имеющую такую резьбу, для нарезания которой она предназначена. В этой гайке в зависимости от размеров ее просверлено

### 134. РЕЗЬБОНАРЕЗНАЯ ПЛАШКА:

*а — вид плашки в плане, б — элементы резьбы плашки, в — разрезная регулируемая плашка, г — закрепление плашки в плашкодержателе; 1 — зажимные винты, 2 — регулирующий винт, 3 — плашкодержатель, 4 — плашка.*



3—8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении поверхности отверстий с поверхностью резьбы образуются режущие гребенки, причем за счет фасок на гребенках образуется заборный конус, который выполняет работу резания, а на цилиндрической части резьбы — калибрующая часть плашки (5—6 ниток), которая калибрует резьбу по размеру и чистоте. Плашки используются с двух сторон: после износа

заборного конуса с одной стороны плашку поворачивают в плашкодержателе и работу ведут другой стороной. На торце плашки маркируется размер резьбы и материал плашки.

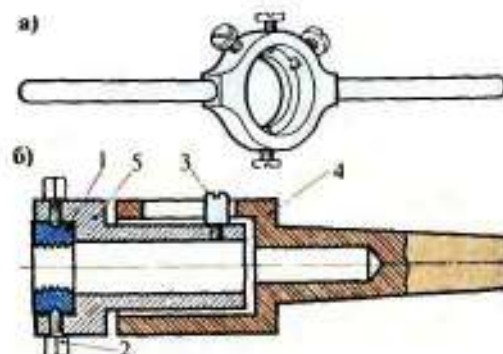
Резьбонарезная плашка крепится в ручном плашкодержателе-воротке (рис. 135, а) или в самоустанавливающемся плашкодержателе (рис. 135, б), который вставляется в пиноль задней бабки.

В зависимости от износа плашки и вязкости металла заготовки размер резьбы можно регулировать по среднему диаметру, для чего на плашке делают прорез и регулируют винтами 1, 2 плашкодержателя (см. рис. 134, г).

При нарезании резьбы плашкой, закрепленной в ручном плашкодержателе, плашку подводят к заготовке, подпирая плашкодержатель торцом пиньлы задней бабки; рукоятка плашкодержателя упирается в суппорт. После нарезания двух-трех витков с поджимом дальнейшая подача плашки происходит самозатягиванием. Для устранения перекоса плашки плашкодержатель поджимают упором, закрепленным в резцедержателе, а рукоятку плашкодержателя упирают в планку, которая

### 135. ПЛАШКОДЕРЖАТЕЛИ:

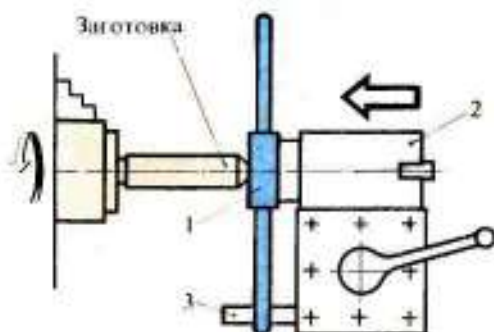
*а — ручной, б — самоустанавливающийся, закрепляемый в задней бабке; 1 — плашка, 2 — винт, 3 — штифт, 4 — корпус, 5 — плашкодержатель.*





### 136. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ПЛАШКОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПОРНОЙ ПЛАНКИ:

1 — планка, 2 — державка, 3 — упорная планка



также закреплена в резцедержателе (рис. 136).

Стержень под нарезание резьбы плашкой обтачивают на диаметр меньший, чем диаметр нарезаемой резьбы, для компенсирования некоторого выдавливания металла. Рекомендуемые размеры стержней под нарезание резьбы приводятся в справочниках.

Перед началом нарезания резьбы на конце заготовки следует проточить фаску для облегчения захода плашки. Нарезание резьбы плашками выполняют со скоростью резания 2—4 м/мин по стали и чугуну и до 10 м/мин по цветным металлам. Смазочно-охлаждающая жидкость — эмульсия или сульфохрезол для стали, керосин — для чугуна.

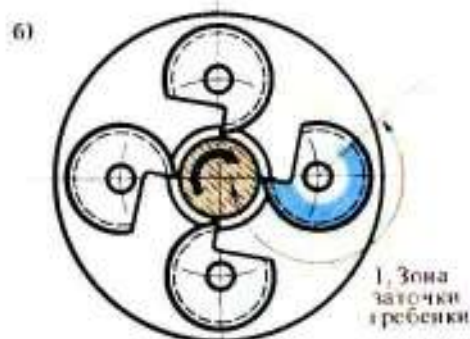
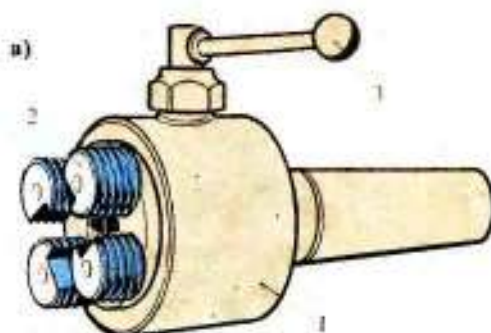
По такому же принципу, как и плашки, работают самораскрывающиеся резьбонарезные головки (рис. 137, а, б). В корпусе 1 головки имеются радиальные пазы, в которых скользят кулачки с закрепленными на них резьбовыми дисковыми гребенками 2. Корпус головки закрепляется хвостовиком в задней бабке и подачу для врезания гребенок осуществляют маховичком задней бабки. Дальнейшая подача голов-

ки происходит самозатягиванием. Скорость резания при нарезании резьбы резьбонарезными головками 15—20 м/мин. После нарезания резьбы на полную длину головку раскрывают поворотом рукоятки 3 (гребенки радиально расходятся) и головку отводят от нарезанного стержня без вывинчивания.

Резьбонарезные головки обладают высокой стойкостью. Гребенки перетачиваются по передней поверхности в точном отделении.

### 137. САМОРАСКРЫВАЮЩАЯСЯ РЕЗЬБОНАРЕЗНАЯ ГОЛОВКА:

а — общий вид, б — схема работы гребенок; 1 — корпус, 2 — дисковая гребенка, 3 — рукоятка механизма раскрытия головки





## § 44. Нарезание внутренней резьбы метчиками

Внутренние резьбы диаметром до 20 мм нарезают на токарном станке метчиками (рис. 138). Метчик представляет собой винт того же диаметра, шага и угла профиля резьбы, что и нарезаемая им резьба, изготавливается из инструментальной стали и имеет продольные стружечные канавки. На пересечении канавок с витками резьбы образуются резьбовые гребенки. Работа резания выполняется заборной, т. е. конической,

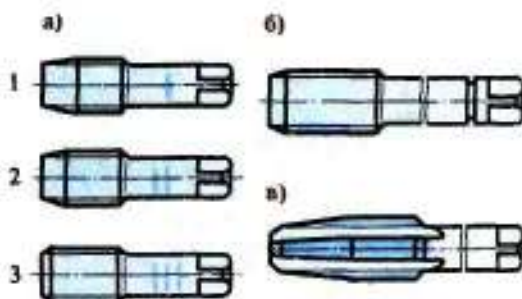
### 138. ЧАСТИ И ЭЛЕМЕНТЫ МЕТЧИКА:

сечения: В—В—по заборному конусу,  
Д—Д—по калибрующей части



### 139. МЕТЧИКИ:

а — комплект из трех слесарных, б — машинный, в — гаечный



частью метчика, у которой высота режущих зубцов гребенки постепенно повышается. По мере ввинчивания метчика в отверстие заборная часть прорезает резьбовые канавки: каждый зубец срезает небольшую часть припуска и после прохода заборной части резьба приобретает полный профиль. Зубья на заборной части метчика затылованы, т. е. имеют заднюю (затылочную) поверхность, выполненную по математической кривой — архимедовой спирали, благодаря чему образуется задний угол  $\alpha$ , облегчающий процесс резания. За заборной частью метчика расположена калибрующая часть, не имеющая затыловки ( $\alpha=0$ ), она служит для направления метчика по резьбе и для зачистки (калибровки) профиля резьбы.

После затупления метчик можно затачивать по передним поверхностям режущих гребенок, т. е. по дну стружечной канавки. Так как на калибрующей части не имеется заднего угла, то после переточек диаметр резьбы метчика не изменяется.

По числу перьев различают трехперые и четырехперые метчики. Метчики бывают ручные (слесарные) (рис. 139, а) и машинные (станочные) (рис. 139, б). Метчики обычно применяются комплектом из двух или трех штук (см. рис. 139, а), между которыми распе-

деляется припуск на обработку. Например, для комплекта из двух метчиков 70% нагрузки приходится на первый метчик и 30% на второй. Возможно нарезание резьбы на полный профиль и одним машинным метчиком.

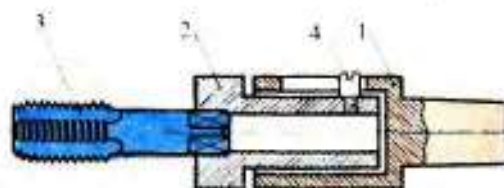
На каждом метчике клеймится марка инструментальной стали и обозначение резьбы. Для отличия первого, второго и третьего метчиков комплекта на хвостовике метчика нанесено соответствующее количество кольцевых рисок (см. рис. 139, а).

Для нарезания резьбы в гайках применяются гаечные метчики с длинным заборным конусом (см. рис. 139, в).

Чтобы метчик направлялся точно по оси обработанного отверстия, его закрепляют в качающуюся самовыдвижную оправку (рис. 140). Оправка уста-

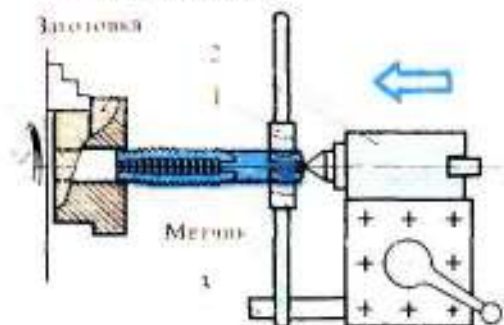
#### 140. КАЧАЮЩАЯСЯ САМОВЫДВИЖНАЯ ОПРАВКА (МЕТЧИКОДЕРЖАТЕЛЬ):

1 — корпус с хвостовиком, 2 — подвижная оправка, 3 — метчик, 4 — штифт



#### 141. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКОМ ПРИ ПОМОЩИ ВОРОТКА:

1 — вороток, 2 — держател с центром, 3 — упорная планка



навливается конусным хвостовиком в пиноль задней бабки, а метчик 3 вставляется хвостовиком в квадратное гнездо подвижной части оправки 2.

При вращающейся заготовке метчик вводится в отверстие и легко подается вращением маховика задней бабки. Как только заборный конус нарежет две-три нитки, дальнейший поджим метчика не требуется: он будет сам ввинчиваться в резьбу и подвижная часть оправки 2, следуя за метчиком, будет выдвигаться из корпуса 1.

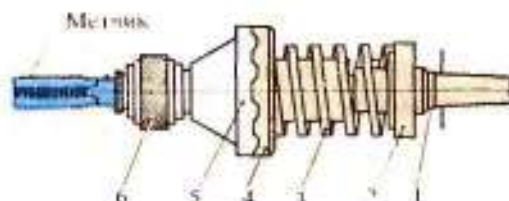
При отсутствии специальной оправки можно пользоваться слесарным воротком, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Вороток нельзя удерживать вручную или упирать его в направляющую станины, так как это может привести к перекосу, поломке метчика и травме рабочего. При использовании слесарного воротка в резцедержателе следует установить сверлильную державку с центром и упорную планку (рис. 141). Метчик поджимают центром, а вороток упирают в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не будет: устраняется опасность брака резьбы и поломки метчика. При работе таким способом следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой воротка и планкой.

Если резьба глухая, то возникает опасность упора метчика в дно отверстия: это неизбежно ведет к поломке метчика и срыву нарезанной резьбы. Существуют специальные предохранительные муфты для нарезания глухих резьб. Показанный на рис. 142 кулачковый патрон состоит из корпуса 1 с коническим хвостовиком, кулачковой подвижной муфты 4, поджимаемой пружиной 3, оправки 5, в которую вставляется быстросменный патрон 6 для метчика. При перегрузке кулачки муфты 4 сдвигаются по скосам кулачков оправ-



## 142. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ПАТРОН ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ МЕТЧИ-КАМИ:

1 — корпус с хвостовиком, 2 — упорная гайка, 3 — пружина, 4 — кулачковая муфта, 5 — оправка, 6 — быстросъемный патрон



ки 5, и, отжимая пружину 3, разъединяют муфту от оправки, при этом передача вращения на оправку прекращается.

Для нарезания резьбы в вязких материалах (низкоуглеродистых, нержавеющей и жаропрочных сталях) применяют «шахматные» метчики со срезанными через один (в шахматном порядке) зубцами. Широкая впадина между зубцами способствует хорошему размещению стружки, устраняет опасность заклинивания метчика, уменьшает наростообразование (рис. 143).

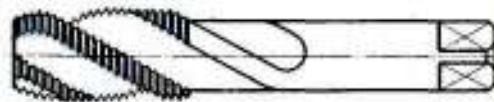
Высокой стойкостью обладают метчики со спиральными канавками (рис. 144).

Метчик в процессе нарезания ввинчивается в резьбу и его затем нужно вывернуть. Непроизводительное время на вывинчивание метчика после нарезания резьбы можно сократить, применив для нарезания резьбы резбонарезную головку КБ с задвигающимися внутрь корпуса резбонарезными гребенками (рис. 145). Рукояткой 4 гребенки выводятся в рабочее положение. Когда резьба нарезана на полную длину, упор воздействует на фланец 3 и под действием специального механизма гребенки сдвигаются: головку теперь можно свободно выводить из отвер-

## 143. «ШАХМАТНЫЙ» МЕТЧИК

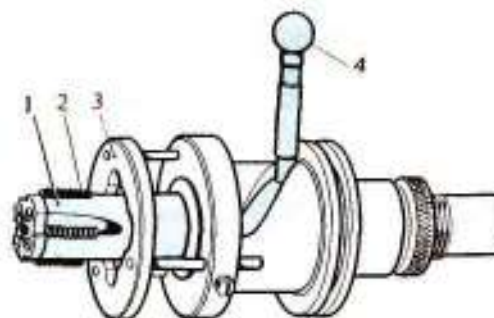


## 144. МЕТЧИК СО СПИРАЛЬНЫМИ КАНАВКАМИ



## 145. РЕЗБОНАРЕЗНАЯ ГОЛОВКА КБ:

1 — корпус, 2 — задвигающаяся гребенка, 3 — фланец упора, 4 — рукоятка механизма задвигания гребенок



стия. Резбонарезные головки применяются для нарезания резьб большого диаметра.

Подготовка отверстия под нарезание резьбы метчиком. При нарезании резьбы метчиком некоторый слой металла выдавливается из впадины резьбы и уменьшает диаметр



отверстия. Это затрудняет нарезание резьбы. Поэтому диаметр отверстия под резьбу должен быть больше внутреннего диаметра резьбы. Сталь более подвержена пластической деформации, чем чугун, и поэтому отверстие под резьбу в стальной заготовке выполняется несколько большего диаметра, чем в чугунной. Например, для резьбы М10Х1,5 диаметр отверстия по стали принимается 8,5 мм (учитывая разбивку, нужно взять сверло 8,4 мм), а по чугуну 8,4 мм (сверло 8,3 мм). Диаметр сверла под резьбу принимают по справочнику. Ориентировочно диаметр отверстия под резьбу определяется по формулам:

$d_{св} \approx d_0 - S$  по стали и латуни;

$d_{св} \approx d_0 - 1,1 S$  по чугуну и бронзе;

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

$d_0$  — наружный диаметр резьбы;

$S$  — шаг резьбы.

Механические свойства обрабатываемого материала влияют на окончательный размер резьбы (после прохода метчика): для вязкого материала возможна «усадка», т. е. уменьшение диаметра резьбы, для хрупкого — «разбивка», т. е. увеличение диаметра резьбы. На заводах серийного и массового производства производят наладку метчиков, т. е. корректируют средний диаметр резьбы шлифованием калибрующей части метчика после нарезания резьбы в двух-трех пробных деталях.

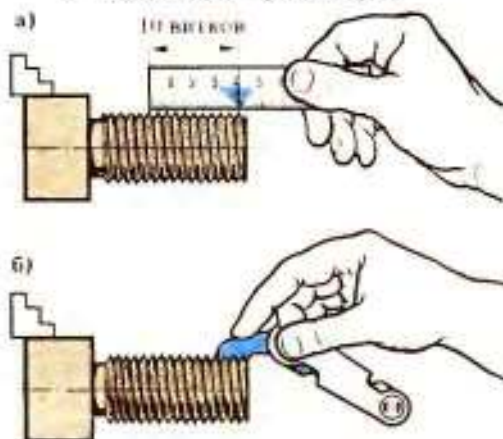
Скорость резания при нарезании резьбы метчиками принимается 7—15 м/мин.

#### § 45. Измерение и контроль резьбы

На первых деталях изготавливаемой партии ориентировочно проверяют шаг резьбы. Шаг резьбы проверяют масштабной линейкой, измеряя расстояние

#### 146. КОНТРОЛЬ ШАГА РЕЗЬБЫ:

*а — линейкой, б — резьбомером*



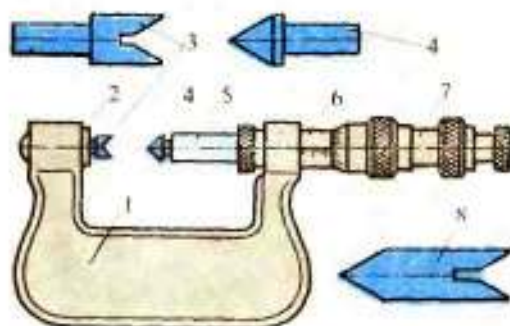
через десять или двадцать витков, и делят полученный размер соответственно на 10 или 20, определяя таким образом расстояние между двумя соседними нитками (рис. 146, а). Для дюймовой резьбы определяют, сколько ниток укладывается на длине 1" (25,4 мм).

Для контроля шага и одновременно угла профиля резьбы пользуются набором шаблонов-резьбомеров. На каждом шаблоне имеется насечка определенного шага и угла профиля и соответственное обозначение (например: 60°, 2 мм или 55°, 11 ниток). Прикладывая шаблон насечкой к резьбе, определяют на просвет совпадение шага и угла профиля насечки с шагом и углом профиля контролируемой резьбы (рис. 146, б).

Средний диаметр резьбы измеряют резьбовым микрометром (рис. 147). В шпинделе 5 и в пятке 2 имеются отверстия, в которые устанавливаются резьбовые вставки: в шпиндель — коническая 4 с углом, равным углу профиля, а в пятку — призматическая 3. К резьбовому микрометру прилагается набор вставок для контроля всех стандартных шагов метрических и дюймовых резьб. Коническая вставка 4 при

# 147. РЕЗЬБОВОЙ МИКРОМЕТР:

1 — скоба, 2 — плетка, 3 — призматическая вставка, 4 — коническая вставка, 5 — шпатель, 6 — стебель, 7 — барабан, 8 — шаблон

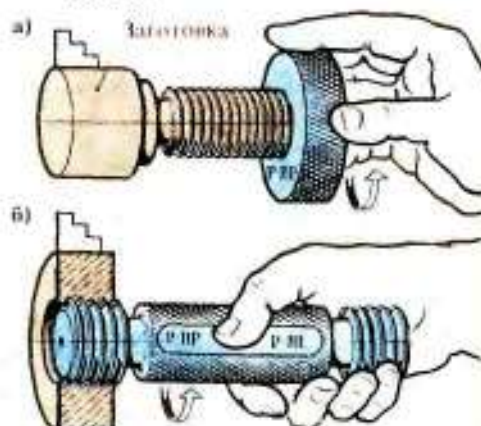


контроле вводится в канавку резьбы, а призматическая 3 охватывает противоположную нитку. Для установки микрометра на нуль служит установочный шаблон 8. Точность измерения среднего диаметра резьбовым микрометром до 0,01 мм.

В массовом производстве точность резьбовых изделий контролируют резьбовыми предельными калибрами (рис. 148, а, б): кольцами (наружную резьбу) и пробками (внутреннюю резьбу). Проходное кольцо ПР имеет полный профиль резьбы и должно свинчиваться с контролируемым винтом на

# 148. КОНТРОЛЬ РЕЗЬБЫ:

а — калибром-кольцом, б — калибром-пробкой



полную длину резьбы; непроходное кольцо НЕ имеет всего два-три витка и укороченный профиль. Непроходный калибр может навинчиваться на резьбу не более чем на одну-две нитки. Аналогично у резьбовой пробки для контроля внутренней резьбы имеется проходная сторона ПР и непроходная НЕ. Не допускается контроль резьб до полной остановки станка. В табл. II приведены виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы плашками и метчиками.

Таблица II

Виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы плашками и метчиками

| Вид брака                                | Причины                                                                                   | Меры предупреждения                                                                             |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неполная высота резьбы                   | Неправильно подготовлена заготовка: занижен диаметр стержня или завышен диаметр отверстия | Размеры стержня или отверстия под резьбу принимать по справочнику и тщательно контролировать их |
| Неодинаковая высота резьбы по всей длине | Конусность стержня или отверстия под резьбу                                               | Тщательно контролировать заготовку. Крепить инструмент в поджимной казачий оправке              |

| Вид брака                                                                                             | Причины                                                                                                                                                   | Меры предупреждения                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разбивка внутренней резьбы по среднему диаметру: пробка Р-НЕ проходит                                 | Перекус планки или метчика в процессе нарезания<br>Завышен средний диаметр калибрующего метчика<br>Большой передний угол, происходит отжим перьев метчика | Контролировать положение планки или метчика в момент резания<br>Заменить метчик                                    |
| «Усадка» внутренней резьбы по среднему диаметру: пробка Р-ПР не проходит                              | Износ метчика по среднему диаметру                                                                                                                        | Заменить метчик на более «полный»                                                                                  |
| Нечистая, «равная» поверхность резьбы                                                                 | Чрезмерное затупление инструмента<br>Завышена скорость резания<br>Недостаточная смазка                                                                    | Заменять инструмент<br>Откорректировать скорость резания по первой детали<br>Улучшить смазку                       |
| «Растяжка» резьбы                                                                                     | Притормаживание инструмента в процессе самовыдвижения подвижной части оправки                                                                             | Устранить перекусы в оправке. Смазать подвижные соединения оправки                                                 |
| Срывы витков, нечистая поверхность резьбы при нарезании самораскрывающимися резьбонарезными головками | Нарушена регулировка головки: гребенки смещены по оси или имеют радиальное биение<br>Гребенки затупились<br>Неправильно выбраны режимы резания или смазки | Отрегулировать инструмент<br>Заменить гребенки<br>Откорректировать режимы резания и выбор смазки по первым деталям |

## Контрольные вопросы

1. Приведите примеры резьбовых деталей. Как классифицируются резьбы?
2. Как образуется резьбовая поверхность?
3. Какими элементами характеризуется резьба?
4. Какие особенности имеют метрическая и дюймовая резьбы?
5. Перечислите особенности геометрии резьбонарезной планки.
6. Как правильно закреплять планку при нарезании резьбы?
7. Как устроена и работает резьбовая резная головка?
8. Назовите части, элементы и укажите особенности геометрии метчика.
9. Какие бывают метчики?
10. Почему метчик следует крепить в качающейся или плавающей оправке?
11. Как контролируются наружные и внутренние резьбы?



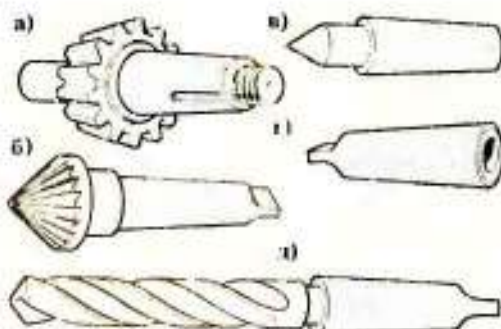
## ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

### § 46. Конические поверхности

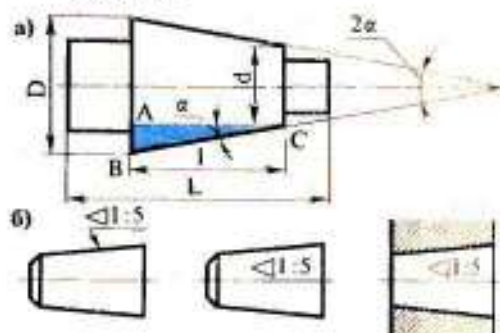
Виды и элементы конических поверхностей. В технике часто используются детали с наружными и внутренними коническими поверхностями: инструменты для обработки отверстий (сверла, зенкеры, развертки) имеют хвостовики со стандартными конусами Морзе; шпиндели токарного, сверлильного, расточного станков имеют конусную расточку под хвостовики инструментов или оправок; две конические поверхности имеет токарный центр и т. д. Некоторые типовые детали, имеющие конические поверхности, показаны на рис. 149. *а—д*.

#### 149. ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ, ИМЕЮЩИЕ КОНИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ:

*а* — коническое зубчатое колесо, *б* — коническая зенковка, *в* — центр токарного станка, *г* — переходная втулка, *д* — сверло с коническим хвостовиком



#### 150. ЭЛЕМЕНТЫ КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ, (а), УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНУСНОСТИ НА ЧЕРТЕЖАХ (б)



Конические поверхности характеризуются следующими элементами (рис. 150, *а*):

углом конуса  $2\alpha$  — углом между двумя образующими, лежащими в одной плоскости;

углом уклона  $\alpha$  — углом между осью и образующей конуса;

уклоном  $Y$  — тангенсом угла уклона; если известен больший диаметр усеченного конуса  $D$ , меньший диаметр  $d$  и длина  $l$ , то уклон определяют из треугольника  $ABC$  по формуле

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

конусностью или удвоенным уклоном, определяемым по формуле

$$K = \frac{D-d}{l}.$$

Если известен уклон  $Y$ , один из диаметров и длина конуса  $l$ , то второй диаметр определяют, соответственно преобразуя формулу

$$D = d + Kl; \quad d = D - Kl.$$

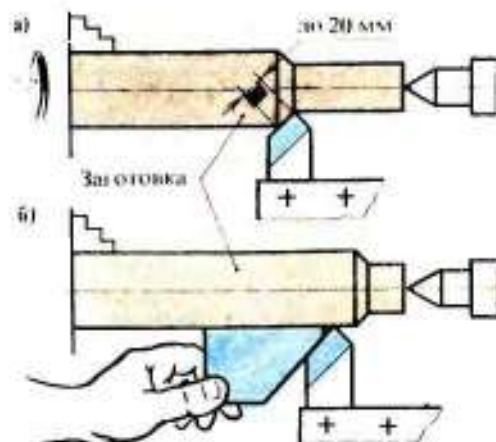
Условные обозначения конусности на чертежах показаны на рис. 150, *б*.

## § 47. Способы обработки конических поверхностей

Конические поверхности можно обрабатывать несколькими способами: широким резцом, при повернутых верхних салазках суппорта, при смещенном корпусе задней бабки, с помощью копирно-конусной линейки и с помощью специальных копировальных приспособлений.

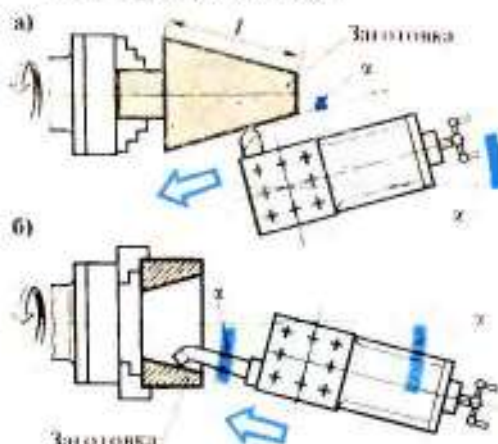
Обработка конусов широким резцом. Конические поверхности длиной 20—25 мм обрабатывают широким резцом (рис. 151, а). Для получения необходимого угла применяют установочный шаблон, который прикладывают к заготовке, а к его наклонной рабочей поверхности подводят резец. Затем шаблон убирают и резец подводят к заготовке (рис. 151, б). Обработка конусов при повернутых верхних салазках суппорта (рис. 152, а, б). Поворотная плита верхней части суппорта может поворачиваться относительно поперечных салазок суппорта в обе стороны; для этого нужно освободить гай-

### 151. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОНУСА ШИРОКИМ РЕЗЦОМ (а), УСТАНОВКА РЕЗЦА ПО ШАБЛОНУ (б)



### 152. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ) ПРИ ПОВЕРНУТЫХ ВЕРХНИХ САЛАЗКАХ СУППОРТА:

а — обтачивание наружной поверхности, б — растачивание внутренней поверхности,  $\alpha$  — угол наклона конуса



ки винтов крепления плиты. Контроль угла поворота с точностью до одного градуса осуществляется по делениям поворотной плиты.

Достоинства способа: возможность обработки конусов с любым углом наклона; простота наладки станка.

Недостатки способа: невозможность обработки длинных конических поверхностей, так как длина обработки ограничена длиной хода верхнего суппорта (например, у станка 1К62 длина хода 180 мм); обтачивание производится ручной подачей, что снижает производительность и ухудшает качество обработки.

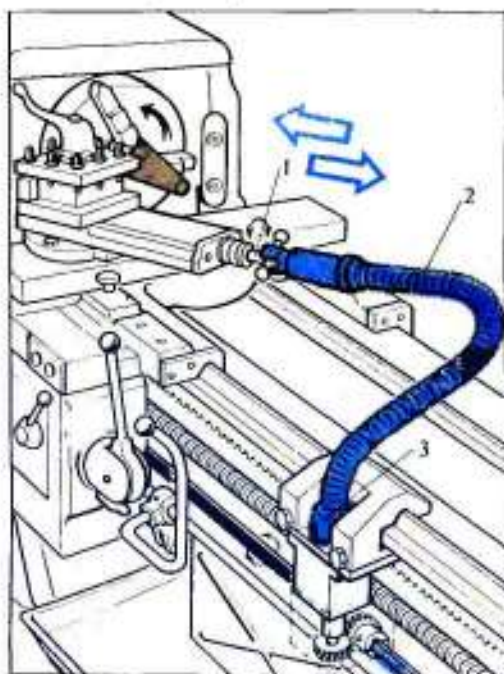
При обработке при поворнутой верхней части суппорта подача может механизироваться при помощи приспособления с гибким валом (рис. 153). Гибкий вал 2 получает вращение от ходового винта или от ходового валика станка через конические или спиральные зубчатые колеса \*.

\* Предложено лауреату Государственной премии СССР И. Е. Тхора.



# **153. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ С ГИБКИМ ВАЛОМ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ ВЕРХНЕГО СУППОРТА ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ):**

1 — рукоятка верхнего суппорта, 2 — гибкий вал, 3 — червячное колесо



Существуют также токарные станки (1К62ОМ, 163 и др.) с механизмом передачи вращения на винт верхней части суппорта. На таком станке независимо от угла поворота верхнего суппорта можно получить автоматическую подачу.

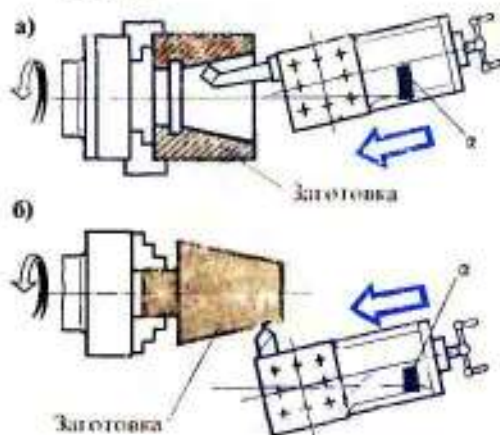
Если наружная коническая поверхность вала и внутренняя коническая поверхность втулки должны сопрягаться, то конусность сопрягаемых поверхностей должна быть одинакова. Чтобы обеспечить одинаковую конусность, обработку таких поверхностей выполняют без переналадки положения верхней части суппорта (рис. 154 а, б). При этом для обработки конусного отверстия применяют расточный резец с

головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю сообщают обратное вращение.

Настройку поворотной плиты верхней части суппорта на требуемый угол поворота осуществляют с помощью индикатора по предварительно изготовленной детали-этalonу. Индикатор закрепляют в резцедержателе, а наконечник индикатора устанавливают точно по центру и подводят к конической поверхности эталона вблизи меньшего сечения, при этом стрелка индикатора ставится на «нуль»; затем суппорт перемещают так, чтобы штифт индикатора касался заготовки, а стрелка все время находилась на нуле. Положение суппорта фиксируют зажимными гайками.

Обработка конических поверхностей путем смещения задней бабки. Длинные наружные конические поверхности обрабатывают путем смещения корпуса задней бабки. Заготовку устанавливают в центрах. Корпус задней бабки при помощи винта смещают в поперечном направлении так, что заготовка становится «на перекося». При включении

# **154. ОБРАБОТКА ВНУТРЕННЕЙ (а) и НАРУЖНОЙ (б) КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ) БЕЗ ПЕРЕНАЛАДКИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СУППОРТА**





подачи каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность.

Величину смещения  $H$  корпуса задней бабки определяют из треугольника  $ABC$  (рис. 155, а):

$$H = L \sin \alpha.$$

Из тригонометрии известно, что для малых углов (до  $10^\circ$ ) синус практически равен тангенсу угла. Например, для угла  $7^\circ$  синус равен 0,120, а тангенс — 0,123.

Способом смещения задней бабки обрабатывают, как правило, заготовки с малыми углами уклона, поэтому можно считать, что  $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ .

Тогда

$$H = L \operatorname{tg} \alpha = L \cdot \frac{D-d}{2l} = \frac{L}{l} \cdot \frac{D-d}{2} \text{ мм.}$$

Допускается смещение задней бабки на  $\pm 15$  мм.

**Пример.** Определить величину смещения задней бабки для обтачивания заготовки, изображенной на рис. 155, б, если  $L=600$  мм;  $l=500$  мм;  $D=80$  мм;  $d=60$  мм.

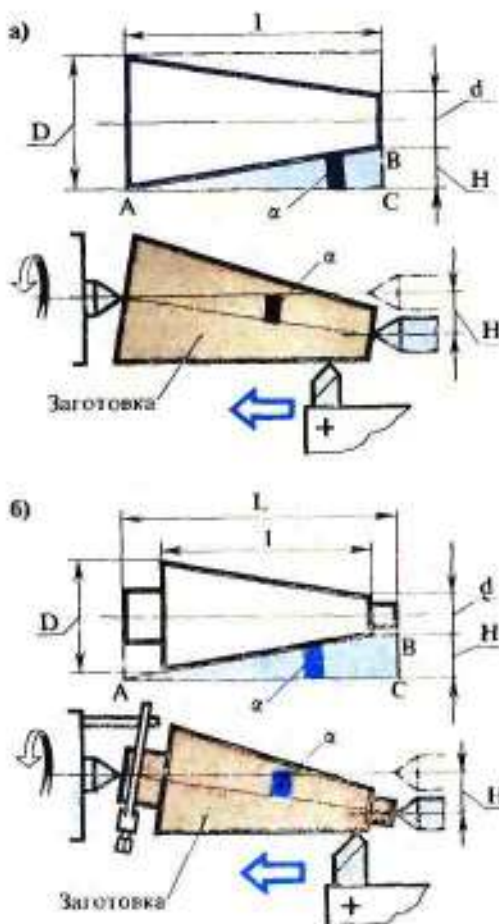
$$H = 600 \cdot \frac{80-60}{2 \cdot 500} = 600 \cdot \frac{20}{1000} = 12 \text{ мм.}$$

Величину смещения корпуса задней бабки относительно плиты контролируют по делениям на торце плиты или при помощи лимба поперечной подачи. Для этого в резцедержателе закрепляют планку, которая подводится к пинноли задней бабки, при этом фиксируется положение лимба. Затем поперечные салазки отводят назад на расчетную величину по лимбу, а затем заднюю бабку смещают до соприкосновения с планкой.

Наладку станка на обтачивание конусов способом смещения задней бабки можно выполнять по эталонной детали. Для этого эталонную деталь закрепляют в центрах и смещают заднюю бабку, контролируя индикатором параллельность образующей поверхности эталонной детали к направлению подачи. Для этой же цели можно ис-

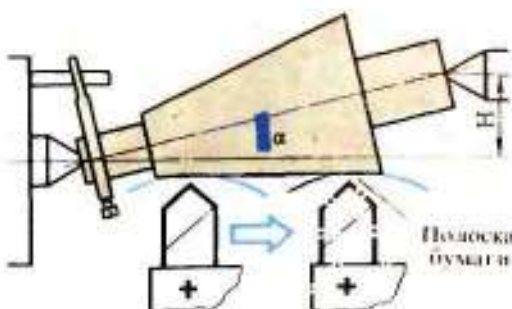
## 155. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ) СПОСОБОМ СМЕЩЕНИЯ ЗАДНЕЙ БАБКИ:

*а — сплошной конической поверхности, б — конической поверхности при смежных цилиндрических поверхностях;  $H$  — величина смещения задней бабки*



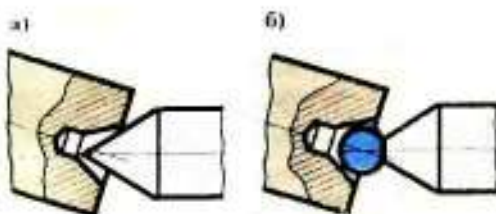
пользовать резец и полоску бумаги: резец соприкасают с конической поверхностью по меньшему, а затем по большему диаметру так, чтобы между резцом и этой поверхностью протягивалась полоска бумаги с некоторым сопротивлением (рис. 156).

**156. СХЕМА НАЛАДКИ ТОКАРНОГО СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ (КОНУСА) СПОСОБОМ СМЕЩЕНИЯ ЗАДНЕЙ БАБКИ**



**157. ПОЛОЖЕНИЕ ЗАГОТОВКИ НА СМЕЩЕННЫХ ЦЕНТРАХ:**

*а — обычная опора, б — шариковым*



На рис. 157, а показано положение центра в центровом отверстии или заготовки на центрах при обработке конических поверхностей (конусов) способом смещения задней бабки. Чтобы при вращении заготовки не повредилось центровое отверстие, применяют шариковый центр (рис. 157, б). Вращение заготовке должно передаваться только при помощи хомутика; крепление в патроне не допустимо.

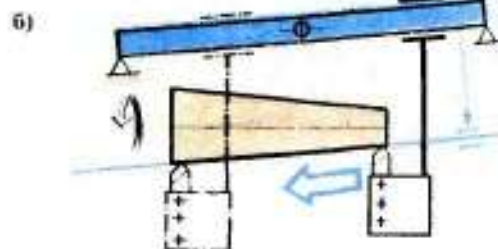
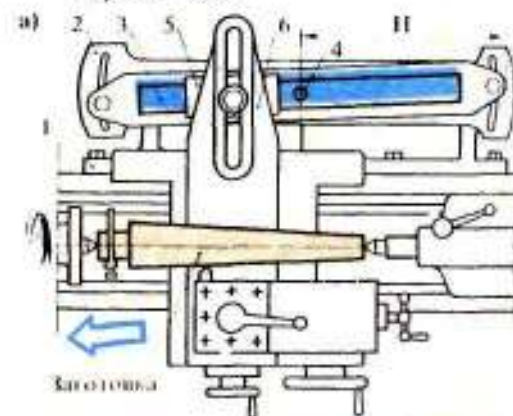
Достоинства способа обработки смещением задней бабки: возможность обработки длинных заготовок; возможность автоматической подачи суппорта. Недостатки: нельзя обрабатывать внутренние конусы; нельзя обрабатывать конусы с большим углом.

**§ 48. Обработка конусов при помощи конусной линейки**

При изготовлении больших партий деталей конические поверхности целесообразно обрабатывать при помощи конусной линейки (рис. 158, а). Конусная линейка 3 расположена на плите 2 сзади станка и может поворачиваться на некоторый угол. Угол поворота линейки отсчитывают по угловой шкале. Поперечные салазки суппорта станка отсоединяют от своего винта. Суппорт специальной тягой 6 и сухарем 5 присоединяют к конусной линейке 3. При продольной подаче поперечные салазки суппорта под действием ли-

**158. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ КОНУСНОЙ ЛИНЕЙКИ:**

*а — общий вид приспособления, б — схема наладки; 1 — крепитель, 2 — плита, 3 — конусная линейка, 4 — палец, 5 — сухарь, 6 — тяга*





нейки смещаются в поперечном направлении. Резец, совершая одновременно два движения, — продольное и поперечное, движется под углом к оси заготовки и обрабатывает коническую поверхность (рис. 158, а, б).

Этот способ обеспечивает высокопроизводительную и точную обработку наружных и внутренних конусов. При необходимости увеличить угол уклона совмещают смещение задней бабки и наладку по конусной линейке.

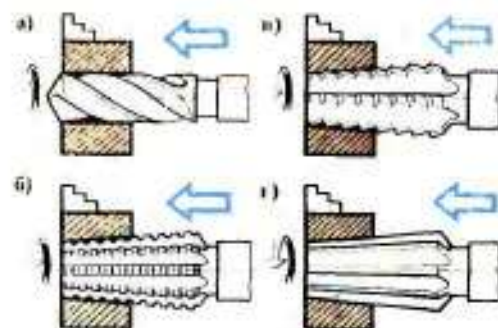
#### § 49. Обработка внутренних конических поверхностей

Как указано выше, внутренние конические поверхности растачивают при подаче резца повернутым верхним суппортом при помощи конусной линейки. Отверстие предварительно сверлят на диаметр, меньший меньшего диаметра конуса. Для облегчения расточки отверстие готовят ступенчатым рассверливанием.

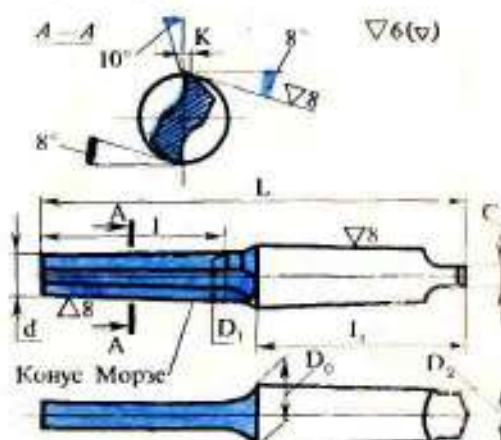
Стандартные конические отверстия с небольшим углом уклона (например, конус Морзе) могут быть обработаны специальным набором конических разверток. После сверления отверстие (рис. 159, а) обрабатывают двумя раз-

#### 159. ОБРАБОТКА СТАНДАРТНОГО КОНИЧЕСКОГО ОТВЕРСТИЯ:

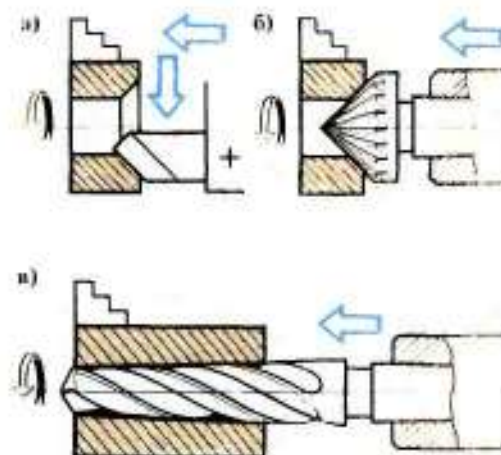
а — сверление, б, в — зенкерование ступенчатыми зенкерами, г — развертывание



#### 160. ДВУХПЕРЫЙ КОНИЧЕСКИЙ ЗЕНКЕР ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТАНДАРТНЫХ КОНУСОВ МОРЗЕ



#### 161. ОБРАБОТКА КОРОТКИХ ВНУТРЕННИХ КОНУСОВ (а), ЗЕНКОВАНИЕ ФАСКИ (б), СВЕРЛЕНИЕ КОНИЧЕСКОГО ОТВЕРСТИЯ ПОД ШТИФТ (в)



вертками со стружкоразделительными канавками (рис. 159, б, в), затем окончательно — конической разверткой с гладкими зубьями (рис. 159, г). Применяют также специальный инструмент — двухперый конический зен-



кер, при помощи которого можно обрабатывать стандартные инструментальные внутренние конусы (рис. 160). Короткие внутренние конусы обрабатывают резцом или зенковкой (рис. 161, а, б). Специальным коническим сверлом обрабатывают конические отверстия под штифты (рис. 161, в).

## § 50. Контроль и брак при обработке конических поверхностей

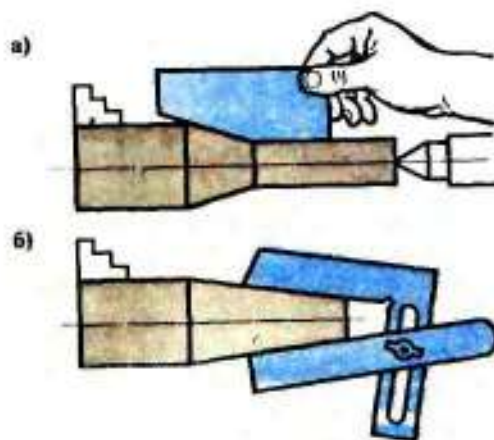
Угол конуса конических поверхностей контролируют перекалибруемыми (рис. 162, а) и регулируемыми угловыми шаблонами (рис. 162, б).

Точность угла конуса определяют по зазору между конической поверхностью и шаблоном: если обнаружен зазор у большого основания, то угол конуса меньше заданного, если зазор у меньшего основания, то угол конуса больше заданного.

Угол конуса определяют при помощи универсального угломера (рис. 163, а, б).

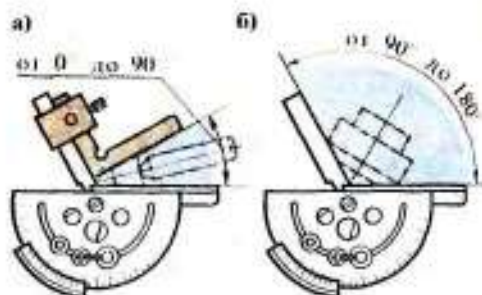
## 162. КОНТРОЛЬ УГЛА КОНУСА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ:

а — жестким шаблоном, б — регулируемым шаблоном



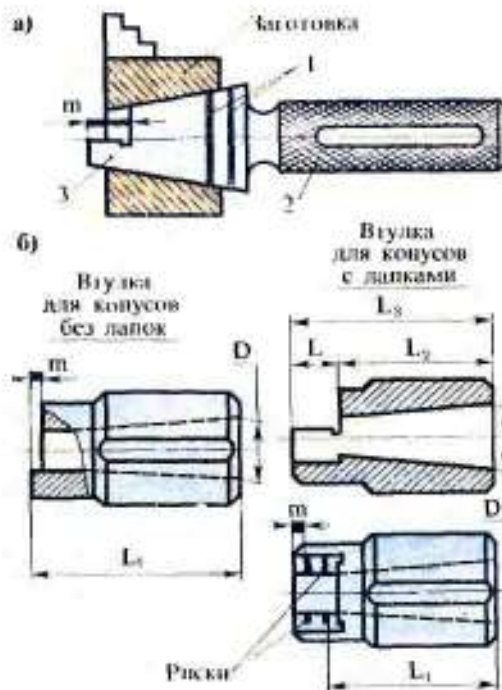
## 163. КОНТРОЛЬ УГЛА КОНУСА УНИВЕРСАЛЬНЫМ УГЛОМЕРОМ:

а — от 0 до 90°, б — от 90 до 180°



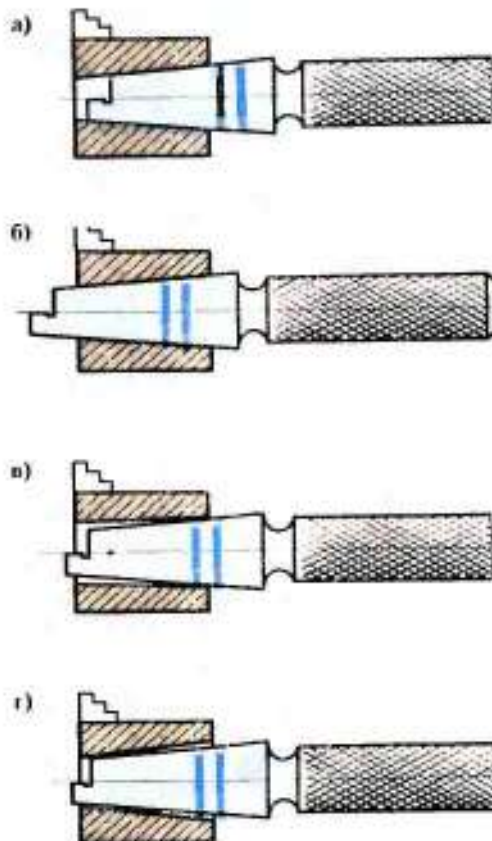
## 164. КОНУСНЫЕ КАЛИБРЫ:

а — контроль внутренней конической поверхности (конуса) калибром-пробкой, б — калибры-штулки для наружных инструментальных конусов; 1 — контрольные риски, 2 — рукоятка, 3 — пробка



# 165. ВИДЫ БРАКА ПРИ ОБРАБОТКЕ ВНУТРЕННИХ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ):

*а — неполный конус (калибр-пробка не доходит до первой риски), б — конус прослаблен (обе риски калибра зашли в отверстие), в — неправильный угол конуса по диаметру малого основания (калибр-пробка удерживается на диаметре большого основания), г — неправильный угол конуса по диаметру большого основания (калибр-пробка удерживается на диаметре малого основания)*



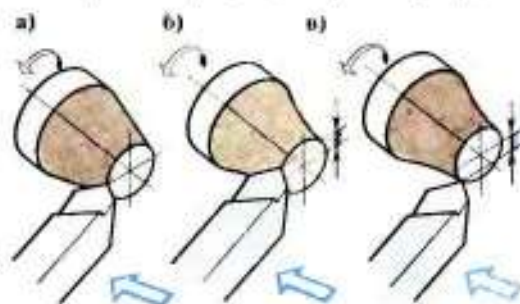
В условиях единичного производства широко применяют контроль конусов «на краску». Контрольный конус с нанесенной на его поверхность полоской краски сопрягают с контролируемой деталью. После проворачивания конуса относительно сопрягаемой детали полоска краски стирается в местах наиболее плотного соприкосновения конусных поверхностей, что позволяет судить о полноте сопряжения поверхностей, т. е. о точности обработки.

В серийном и массовом производстве конические поверхности контролируют предельными конусными калибрами: пробками и втулками (рис. 164, а, б). Расстояние  $m$  (см. рис. 164, б) между рисками или размер уступа на торце калибра соответствует допуску на конусность. Если одна риска на пробке зашла в контролируемое отверстие, а вторая не вошла (см. рис. 164, а), то конус правильный. Аналогично, для калибра-втулки с уступом: если торец контролируемого конуса окажется в пределах уступа, то конус правильный (см. рис. 164, б). Более точный контроль конусов при помощи специальных приборов выполняют в лабораторных условиях.

В табл. 12 приведены виды, причины и меры предупреждения брака при обработке конических поверхностей.

# 166. ВИДЫ БРАКА ПРИ ОБТАЧИВАНИИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (КОНУСОВ) ИЗ-ЗА НЕПРАВИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ РЕЗЦА:

*а — правильно, б, в — неправильно (резец выше центра и резец ниже центра)*



Брак при обработке конических поверхностей и меры его предупреждения

| Виды брака                                                                              | Причины                                                      | Меры предупреждения                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Угол конуса правильный, но неточны размеры большого и малого оснований (рис. 165, а, б) | Неточность установки по лимбу поперечной подачи              | Тщательно установить размер по лимбу при окончательном проходе |
| Угол конуса не соответствует указанному в чертеже (рис. 165, в, г)                      | Неточность поворота верхней части суппорта на заданный угол  | Отрегулировать угол поворота плиты                             |
|                                                                                         | Отжим поворотной плиты в процессе обработки                  | Надежно закрепить поворотную плиту                             |
|                                                                                         | Неточность смещения задней бабки на расчетную величину       | Отрегулировать величину смещения задней бабки                  |
|                                                                                         | Неточность установки конусной линейки                        | Отрегулировать установку конусной линейки                      |
|                                                                                         | Погрешность угла заточки резца или угла конической развертки | Выдерживать точно углы заточки инструмента                     |
| Угол конуса правильный, но неточен диаметр одного из оснований                          | Нарушена точность длины заготовки                            | Тщательно контролировать заготовку по длине                    |
| Образующая конуса криволинейна (рис. 166, а, б, в)                                      | Резец установлен выше или ниже центра                        | Установить резец точно по центру                               |

## Контрольные вопросы

1. Назовите детали, имеющие конические поверхности.
2. Какими элементами характеризуются конические поверхности?
3. Что такое конусность? Как обозначается конусность на чертежах?
4. Расскажите о способах контроля конических поверхностей.
5. Как рассчитать величину смещения задней бабки для обточки длинного конуса?
6. Укажите достоинства и недостатки обработки конусов способом поворота верхнего суппорта и способом смещения задней бабки.
7. Как устроена и работает конусная линейка?
8. Как обрабатывают внутренние конические поверхности?
9. Как предотвратить криволинейность образующей конуса?



## ЧАСТЬ ВТОРАЯ

### ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

#### ГЛАВА-7

Развитие станкостроения  
в СССР. Классификация  
токарных станков

#### ГЛАВА-8

Основы механики станков

#### ГЛАВА-9

Токарно-винторезный станок  
1К62

#### ГЛАВА-10

Основы рациональной  
эксплуатации токарных станков

#### ГЛАВА-11

Модернизация и механизация  
токарных станков

#### ГЛАВА-12

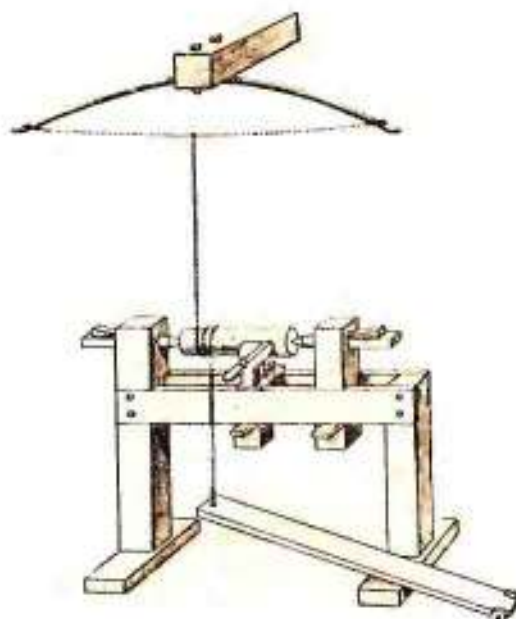
Станки токарной группы

## ГЛАВА 7. РАЗВИТИЕ СТАНКОСТРОЕНИЯ В СССР. КЛАССИФИКАЦИЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

### § 51. Краткий обзор развития станкостроения в СССР

Простейшие станки для обработки дерева применялись еще в древнем Египте. На рис. 167 показан один из первых токарных станков, который приводился во вращение при помощи веревки. Резец удерживали вручную, опорой ему служил деревянный брус.

### 167. ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ ДЕРЕВООБДЕ- ЛОЧНЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ПОЖНЫМ ПРИВОДОМ



Широкое распространение токарный станок получил после изобретения русским механиком Андреем Нартовым (1680—1756 гг.) механического суппорта для закрепления и осуществления подачи резца. И поныне в Ленинградском музее Эрмитаже можно видеть токарные и токарно-копировальные станки, созданные талантливым умельцем А. Нартовым. В истории станкостроения почетное место занимают русские станкостроители Яков Батищев, Алексей Сурнин, Павел Захава, Лев Собакин. Русский ученый-академик А. В. Гадолин является основоположником теории расчета коробок скоростей станков.

До Великой Октябрьской социалистической революции в России станкостроение не было развито. Парк станков составлял 75 тыс. единиц. В период довоенных пятилеток были созданы станкостроительные предприятия, освоив выпуск основных типов станков, а к 1940 г. парк станков вырос до 710 тыс. единиц.

В 1932 г. в стране было освоено производство первого токарного станка с коробкой скоростей. Станок назывался ДИП («Догнать и перегнать»). Этим девизом советские станкостроители бросали вызов капиталистическому миру: «Мы догоним и перегоним вас по производству станков!». Девиз энтузиастов первой пятилетки давно воплощен в жизнь: теперь в нашей стране производятся самые сложные и самые точные станки; по количеству станков СССР занимает первое место в мире и удерживает прочные позиции на мировом рынке.

Токарно-винторезный станок 1А62, пришедший на смену ДИПу, около 15 лет являлся основным типом станка среднего размера. С 1957 г. московский завод «Красный пролетарий» имени Ефремова выпускает станок 1К62, непрерывно совершенствуя его конструкцию. Этот станок широко

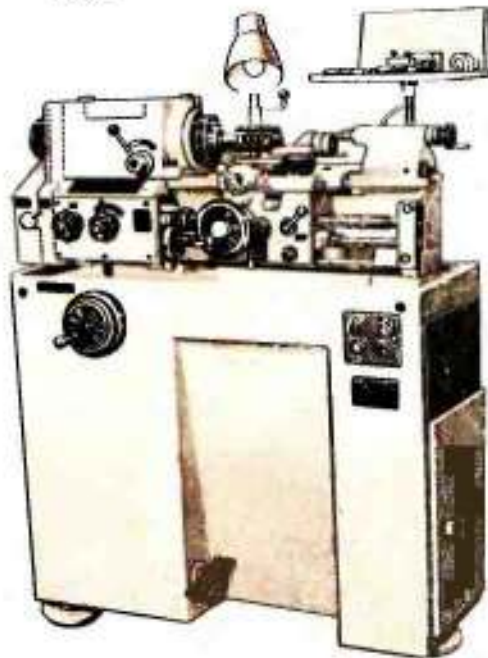
используется на предприятиях страны.

С конца 1972 г. завод «Красный пролетарий» приступил к серийному выпуску более совершенного станка 16К20. По мощности и быстроходности, точности обработки и удобству обслуживания станок 16К20 относится к лучшим станкам мирового класса. Выдающимся достижением отечественного станкостроения является освоение производства токарных станков с программным управлением. Выпуск этих станков непрерывно увеличивается.

## § 52. Классификация токарных станков

Токарные станки принято характеризовать высотой центров — расстоянием от линии центров до направляющих станины. В зависимости от высоты

### 168. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1Е604



центров токарные станки делятся на три группы:  
 мелкие с высотой центров до 150 мм (типовой представитель станок 1Е604—рис. 168);  
 средние с высотой центров 150—300 мм (типовой представитель станок 1К62—см. рис. 3);  
 крупные—с высотой центров свыше 300 мм (типовой представитель станок 1А665—рис. 169).

Наиболее распространены универсальные токарные станки или токарно-винторезные, имеющие ходовой винт для нарезания резьбы резцом. В массовом производстве применяют также операционные токарные станки без ходового винта. Данные о токарных станках отечественного производства приведены в табл. 13.

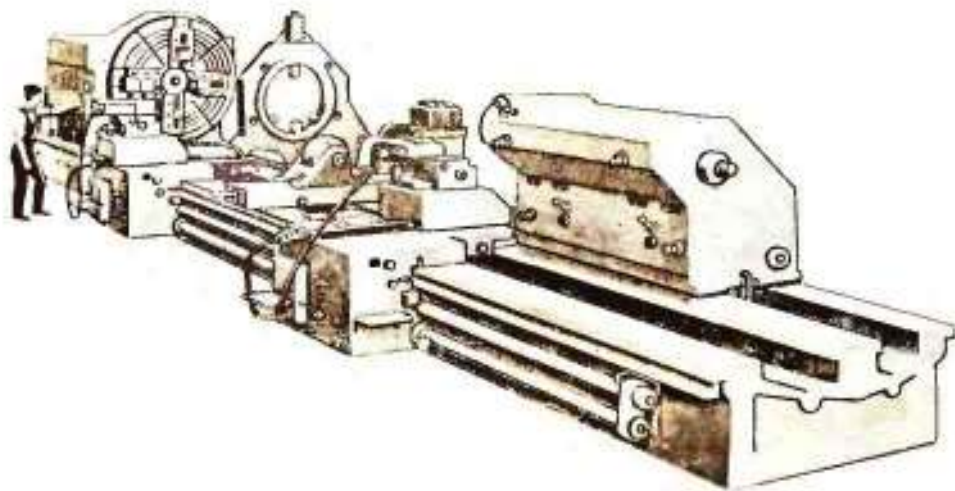
Токарно-винторезные станки относятся к группе токарных станков, признаком

Таблица 13

Технические характеристики широко применяемых современных токарно-винторезных станков, выпускаемых в СССР

| Основные параметры                                         | Станки |        |       |           |           |           |       |       |
|------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|
|                                                            | 1Е604  | 1В611П | 1А616 | 1К62      | 16К20     | 1А625     | 1А64  | 1А665 |
| Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки (детали), мм: |        |        |       |           |           |           |       |       |
| над станиной . . . . .                                     | 200    | 250    | 320   | 400       | 400       | 500       | 800   | 1000  |
| над суппортом . . . . .                                    | 110    | 125    | 180   | 220       | 220       | 290       | 450   | 650   |
| Расстояние между центрами, мм:                             |        |        |       |           |           |           |       |       |
| наименьшее . . . . .                                       | 350    | 350    | 500   | 710       | 710       | 1000      | 2800  | 5000  |
| наибольшее . . . . .                                       | —      | 500    | 1000  | 1400      | 1400      | 2000      | —     | —     |
| Число оборотов в минуту шпинделя:                          |        |        |       |           |           |           |       |       |
| наименьшее . . . . .                                       | 44     | 20     | 11,2  | 12,5      | 12,5      | 11,5      | 7,5   | 5     |
| наибольшее . . . . .                                       | 3000   | 2000   | 2240  | 2000      | 1600      | 2000      | 750   | 500   |
| Величина подачи, мм/об:                                    |        |        |       |           |           |           |       |       |
| наименьшая . . . . .                                       | 14     | 0,02   | 0,08  | 0,07      | 0,05      | 0,07      | 0,02  | 0,02  |
| наибольшая . . . . .                                       | 190    | 0,71   | 2,6   | 4,16      | 2,8       | 4,00      | 3,05  | 3,05  |
| Мощность электродвигателя главного движения, кВт .         | 1      | 3      | 4,5   | 10        | 10        | 10        | 20    | 28    |
| Габаритные размеры, в мм:                                  |        |        |       |           |           |           |       |       |
| длина . . . . .                                            | 1310   | 1770   | 2140  | 2522—3212 | 2470—3160 | 2820—3820 | 5825  | 8050  |
| ширина . . . . .                                           | 690    | 970    | 1225  | 1166      | 1450      | 1202      | 2000  | 2000  |
| высота . . . . .                                           | 1280   | 1300   | 1320  | 1324      | 1330      | 1280      | 1660  | 1760  |
| Вес в кг . . . . .                                         | 565    | 1120   | 1500  | 2400      | 2485      | 2750      | 11700 | 14800 |





### 169. ТОКАРНЫЙ СТАНОК 1А665

которой является вращение детали (главное движение) и поступательное движение инструмента (движение подачи). К группе токарных станков от-

носятся также лобовые и карусельные станки, револьверные станки, многолезцовые полуавтоматы и токарные автоматы.

### Контрольные вопросы

1. Дайте общий обзор развития станкостроения в СССР.
2. Какую роль сыграл русский механик А. Нартов в создании токарных станков?
3. Какие станки относятся к группе токарных?
4. Назовите основные типы токарно-винторезных станков, выпускаемых в СССР.

## ГЛАВА 8. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ СТАНКОВ

### § 53. Типовые передачи в станках

В современных токарных станках вращение от электродвигателя к шпинделю, который совершает главное движение, передается через ременную передачу и ряд зубчатых передач.

Ременная передача (рис. 170) состоит из двух шкивов (ведущего и ведомого) и надетых на них ремней. Ведущий шкив закреплен на валу электродвигателя, а ведомый — на первом валу коробки скоростей. Шкивы имеют канавки трапециевидальной формы, такую же форму имеют и ремни (клиновидные ремни).

При диаметре ведущего шкива  $d_1$ , ведомого  $d_2$  и числе оборотов в минуту шкивов соответственно  $n_1$  и  $n_2$  окружная скорость (м/мин) ремня на первом шкиве

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{1000},$$

а на втором

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{1000}.$$

Но так как ремень охватывает оба шкива, то  $v_1 = v_2$ , значит  $\pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2$ , иначе можно записать

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} = i_{\text{рем}}.$$

Отношение диаметра ведущего шкива к диаметру ведомого шкива или отношение чисел оборотов ведомого и ведущего шкивов называется передаточным отношением ременной передачи и обозначается  $i_{\text{рем}}$ . Практически

$$i_{\text{рем}} = \frac{d_1}{d_2} \cdot 0,985,$$

где 0,985 — коэффициент, учитывающий некоторое проскальзывание ремня на шкивах.

Зная число оборотов ведущего шкива и диаметры шкивов, из пропорции

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

можно определить число оборотов ведомого шкива

$$n_2 = n_1 \frac{d_1}{d_2} = n i_{\text{рем}}.$$

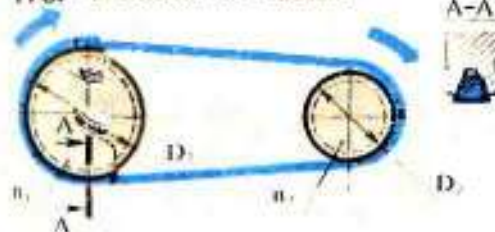
Эта зависимость действительна не только для ременной, но и для любой передачи: число оборотов ведомого звена передачи равняется числу оборотов ведущего звена, умноженному на передаточное отношение передачи.

Пример.  $d_1 = 100$  мм,  $d_2 = 200$  мм,  $n_1 = 1500$  об/мин, определить  $n_2$ ;  $i_{\text{рем}} = \frac{d_1}{d_2} \cdot 0,985 = \frac{100}{200} \times 0,985 = 0,49$ ;  $n_2 = n_1 i_{\text{рем}} = 1500 \cdot 0,49 = 735$  об/мин.

Передача вращения со шкива меньшего диаметра на шкив большего приводит к уменьшению, а передача со шкива большего диаметра на шкив меньшего к увеличению скорости вращения.

Зубчатая передача (рис. 171) состоит из двух зубчатых колес, одно

170. РЕМЕННАЯ ПЕРЕДАЧА



## 171. ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА:

колеса: 1 — ведущее, 2 — ведомое



из которых — ведущее (число зубьев  $z_1$ , число оборотов  $n_1$ ), а второе — ведомое (число зубьев  $z_2$ , число оборотов  $n_2$ ). Из механики известно, что теоретически перекатывание без скольжения одного колеса по другому происходит по условным начальным окружностям с диаметром  $d_0$ , при этом передаточное отношение передачи будет

$$\frac{d_{01}}{d_{02}} = i_{зуб}$$

Шаг  $t$ , т. е. расстояние между зубьями, должен быть у обоих зубчатых колес одинаковым, чтобы зубчатые колеса могли входить в зацепление. Для ведущего зубчатого колеса

$$t_1 = \frac{\pi d_{01}}{z_1}$$

для ведомого

$$t_2 = \frac{\pi d_{02}}{z_2}$$

но так как  $t_1 = t_2$ , то

$$\frac{d_{01}}{z_1} = \frac{d_{02}}{z_2} = m.$$

Это отношение называется модулем зацепления. Модуль  $m$  стандартизован, это значит, что зубчатые передачи конструируются и изготавливаются со стандартными значениями мо-

дулей (модуль может быть равен 1; 1,5; 2; 3; 4; 5 и т. д.):

Модуль можно определить также как отношение шага к постоянному числу  $\pi = 3,14$ .

$$t = \frac{\pi d_0}{z}; \quad \frac{d_0}{z} = m, \quad t = \pi m,$$

$$m = \frac{t}{\pi}.$$

$$i_{зуб} = \frac{d_{01}}{d_{02}}; \quad d_0 = mz; \quad i_{зуб} = \frac{mz_1}{mz_2} = \frac{z_1}{z_2}.$$

Передаточное отношение зубчатой передачи равно отношению чисел зубьев ведущего и ведомого зубчатых колес.

Число оборотов ведомого зубчатого колеса можно определить, зная число оборотов ведущего зубчатого колеса и передаточное отношение передач:

$$n_2 = n_1 \cdot i_{зуб}.$$

Пример.  $z_1 = 20$ ;  $z_2 = 60$ ;  $n_1 = 120$  об/мин

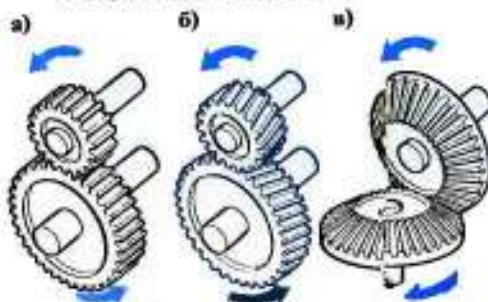
$$n_2 = n_1 i_{зуб};$$

$$i_{зуб} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{20}{60} = \frac{1}{3}; \quad n_2 = 120 \cdot \frac{1}{3} = 40 \text{ об/мин.}$$

Большое зубчатое колесо передачи всегда имеет меньшую скорость вра-

## 172. ВИДЫ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

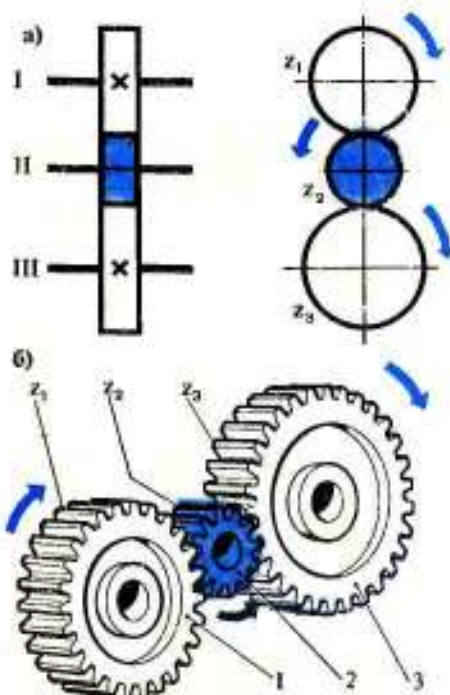
а — цилиндрическая прямозубая, б — цилиндрическая косозубая, в — коническая





# 173. ЗАЦЕПЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В ОДНУ ПАРУ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ («ПАРАЗИТНЫМ») ЗУБЧАТЫМ КОЛЕСОМ:

*a* — схема, *б* — общий вид; колеса: 1 — ведущее, 2 — промежуточное, 3 — ведомое



щения, чем сопряженное с ним меньшее.

В различных станках зубчатые колеса (шестерни) бывают цилиндрические и конические (рис. 172, *a*, *б*, *в*). По форме зубьев цилиндрические зубчатые колеса подразделяются на прямозубые (см. рис. 172, *a*), косозубые (см. рис. 172, *б*). Косозубые колеса более плавно передают вращение и обладают повышенной прочностью по сравнению с прямозубыми.

Зубчатая передача может быть простой, состоящей из двух зубчатых колес, и сложной, состоящей из последовательно расположенных простых передач.

Передаточное отношение сложной передачи равно произведению передаточных отношений простых передач, входящих в сложную передачу

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \text{ и т. д.}$$

Виды сложных передач. Передача с промежуточным зубчатым колесом (рис. 173, *a*, *б*). Между ведущим и ведомым зубчатыми колесами находится промежуточное колесо 2.

Передаточное отношение такой передачи будет

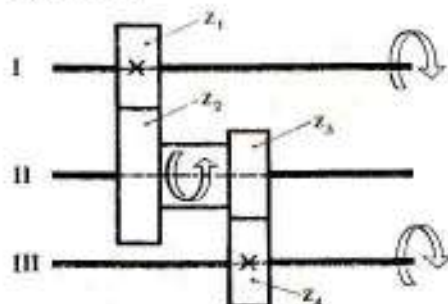
$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_3} = \frac{z_1}{z_3}.$$

Следовательно, промежуточное колесо не влияет на величину передаточного отношения передачи, поэтому промежуточное колесо иногда называют «паразитным». Наличие промежуточного колеса влияет на направление вращения последнего вала передачи. Это свойство промежуточного зубчатого колеса передачи используется в механизмах для изменения направления вращения ведомого звена (в реверсах).

Ведущее зубчатое колесо второй пары находится на одной оси с ведомым колесом первой пары, или изготовлен заодно с ним, образуя блок колес (рис. 174). В этом случае передаточное отношение передачи будет

$$i = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_2}{z_4}.$$

# 174. ЗАЦЕПЛЕНИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В ДВЕ ПАРЫ



Если в передаче движения от первого вала к последнему участвуют последовательно три пары колес (рис. 175), то передаточное отношение всей передачи будет

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6}.$$

Совокупность всех передач называется кинематической цепью. Передаточное отношение кинематической цепи является произведением передаточных отношений всех элементарных передач (пар):

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots i_{k-1} \cdot i_k.$$

$$\frac{n_{\text{ведом}}}{n_{\text{ведущ}}} = i_{\text{общ}}; \quad n_{\text{ведом}} = n_{\text{ведущ}} \cdot i_{\text{общ}}.$$

Это уравнение называется уравнением кинематической цепи.

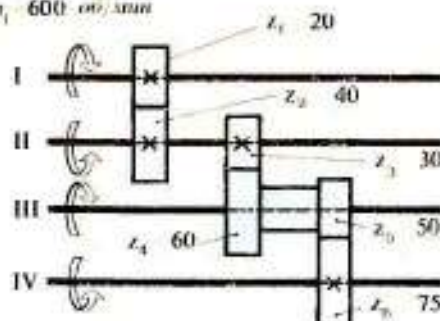
Зная число оборотов ведущего звена цепи и передаточные отношения всех промежуточных передач, с помощью этого уравнения можно определить число оборотов последнего (ведомого) звена цепи.

Пример. Определить число оборотов последнего вала кинематической цепи, показанной на рис. 175.

$$n_{IV} = n_I \cdot i_{\text{общ}} = n_I \cdot i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_{III-IV};$$

## 175. ПРОСТЕЙШАЯ КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ (ТРИ ПАРЫ КОЛЕС)

$$n_I = 600 \text{ об/мин}$$



$$n_{IV} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_6} = 600 \cdot \frac{20}{40} \times \frac{30}{60} \cdot \frac{50}{75} = 100 \text{ об/мин.}$$

## 176. ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА:

1 — червяк, 2 — червячное колесо



Червячная передача (или червячная пара) состоит из червяка и сопряженного с ним червячного колеса (рис. 176). Червяк — это винт, имеющий трапецидальный профиль с шагом, кратным числу  $\pi$ :  $t = \pi m$ . Червяк может быть однозаходным и многозаходным.

При повороте червяка на один оборот червячное колесо поворачивается на один шаг (т. е. на один зуб), если червяк однозаходный, и на  $K$  зубьев, если червяк  $K$ -заходный. Передаточное отношение червячной передачи будет

$$i_{\text{червяч}} = \frac{K}{z_{\text{ч.к}}},$$

где  $z_{\text{ч.к}}$  — число зубьев червячного колеса.

Направление вращения червячного колеса зависит от направления вращения червяка, направления витков червяка (червяки бывают правые и левые) и от того, с какой стороны червячного колеса сопрягается с ним червяк. Червячное колесо, показанное на рис. 176, будет вращаться против часовой стрелки, так как червяк левый и вращается по часовой стрелке.



Понятие о кинематической схеме. Кинематические цепи различных машин, в том числе металлорежущих станков, изображаются на схемах, которые называются кинематическими.

В приложении приведены условные обозначения на кинематических схемах станков (по ГОСТ 2.770—68).

## § 54. Коробка скоростей

Понятие о ряде чисел оборотов. Обработка на токарных станках ведется с различной скоростью резания в зависимости от материала, заготовки, режущего инструмента, наличия или отсутствия охлаждения и др. А так как скорость резания зависит от диаметра заготовки и скорости ее вращения (числа оборотов в минуту), а диаметр заготовки (детали) задается чертежом, то регулировать скорость резания можно только путем изменения числа оборотов в минуту обрабатываемой заготовки, т. е. числа оборотов в минуту шпинделя. Для регулирования числа оборотов в минуту шпинделя на станке имеется специальный механизм — коробка скоростей. Коробка скоростей обеспечивает получение на шпинделе станка различных чисел оборотов в минуту, подчиненных закономерности геометрической прогрессии: каждое последующее число оборотов получается умножением предыдущего на постоянное число  $\varphi$ , называемое знаменателем прогрессии,

$$n_2 = n_1 \varphi; \quad n_3 = n_2 \varphi = n_1 \varphi \cdot \varphi = n_1 \varphi^2;$$

$$n_4 = n_1 \varphi^3;$$

$$n_k = n_1 \varphi^k; \dots; n_k = n_1 \varphi^{k-1}; n_{\max} = n_{\min} \varphi^{k-1},$$

где  $k$  — число ступеней заданного ряда чисел оборотов в минуту;

$n_{\max}$  — максимальное число оборотов в минуту;

$n_{\min}$  — минимальное число оборотов в минуту.

Типовые механизмы коробок скоростей. Несмотря на различные конструкции токарных станков, коробки скоростей их состоят из механизмов и деталей, которые, как правило, имеются во всех токарных станках. Механизм с передвижным блоком. Простейшим механизмом для изменения чисел оборотов ведомого вала при постоянном числе оборотов ведущего вала является механизм с передвижным блоком (рис. 177). На ведущем валу  $I$  находится передвижной блок  $B$  ( $z_1 - z_2$ ), сидящий на шлицах (крутящий момент от блока к валу или от вала к блоку передается шлицами).

На ведомом валу  $II$  сидят неподвижно два зубчатых колеса с числами зубьев  $z_3$  и  $z_4$ . При правом положении блока  $B$  в зацеплении находятся зубчатые колеса  $z_2$  и  $z_4$ , передаточное отношение будет

$$i_1 \frac{z_2}{z_4}.$$

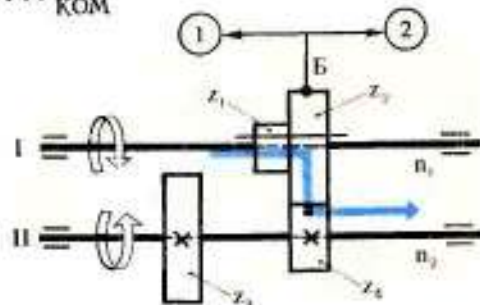
При левом положении блока  $B$  в зацеплении войдут зубчатые колеса  $z_1$  и  $z_3$ , передаточное отношение будет

$$i_2 \frac{z_1}{z_3}.$$

Таким образом вал  $II$  может получить два различных значения чисел оборотов в минуту, т. е.

$$n_{II_1} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_3}; \quad n_{II_2} = n_I \cdot \frac{z_2}{z_4}.$$

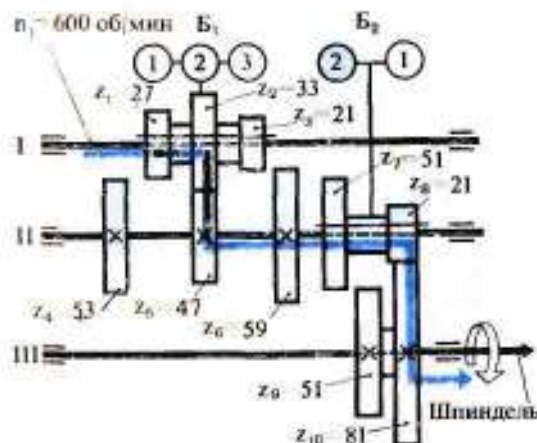
## 177. МЕХАНИЗМ С ПЕРЕДВИЖНЫМ БЛОКОМ





# 178. ПРОСТАЯ КОРОБКА СКОРОСТЕЙ С ПЕРЕДВИЖНЫМИ БЛОКАМИ:

1, 2, 3 — положения при различных включениях блока



Аналогично устроена передача с тройным передвижным блоком, дающая три различных скорости вращения ведомому валу.

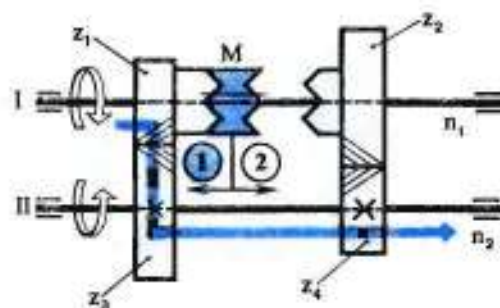
Перемещение блоков вдоль вала осуществляется специальным рычажным механизмом, связанным соответствующей рукояткой, находящейся на передней стенке коробки скоростей. Если скомпоновать последовательно два или несколько механизмов с передвижными блоками, то получим простейшую коробку скоростей (рис. 178).

Как видно из приведенной под рис. 178 таблицы, число различных чисел оборотов в минуту шпинделя равно произведению возможных переключений блоков. В данном случае оно составляет  $3 \times 2 = 6$ .

| Положение блоков   |                    | Число оборотов в минуту ведомого вала (шпинделя)                                                               |
|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| тройной блок $B_1$ | двойной блок $B_2$ |                                                                                                                |
| 1                  | 1                  | $n_1 = n_I \cdot \frac{z_1}{z_4} \cdot \frac{z_7}{z_9} = 600 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{51}{51} = 305$    |
| 2                  | 1                  | $n_2 = n_I \cdot \frac{z_2}{z_5} \cdot \frac{z_7}{z_9} = 600 \cdot \frac{33}{47} \cdot \frac{51}{51} = 420$    |
| 3                  | 1                  | $n_3 = n_I \cdot \frac{z_3}{z_6} \cdot \frac{z_7}{z_9} = 600 \cdot \frac{21}{59} \cdot \frac{51}{51} = 214$    |
| 1                  | 2                  | $n_4 = n_I \cdot \frac{z_1}{z_4} \cdot \frac{z_8}{z_{10}} = 600 \cdot \frac{27}{53} \cdot \frac{21}{81} = 79$  |
| 2                  | 2                  | $n_5 = n_I \cdot \frac{z_2}{z_5} \cdot \frac{z_8}{z_{10}} = 600 \cdot \frac{33}{47} \cdot \frac{21}{81} = 109$ |
| 3                  | 2                  | $n_6 = n_I \cdot \frac{z_3}{z_6} \cdot \frac{z_8}{z_{10}} = 600 \cdot \frac{21}{59} \cdot \frac{21}{81} = 55$  |

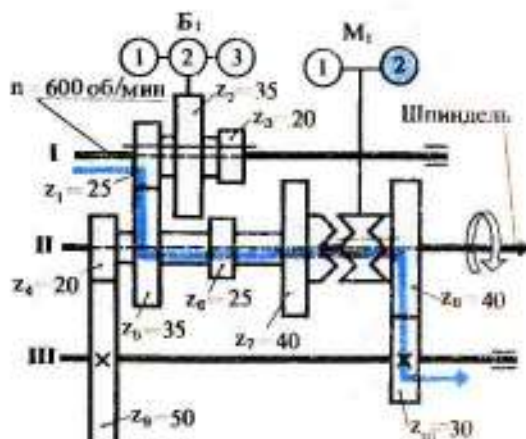
# 179. МЕХАНИЗМ С ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЙ МУФТОЙ:

1, 2 — положения при различных включениях муфты



# 180. ПРОСТАЯ КОРОБКА СКОРОСТЕЙ С ПЕРЕДВИЖНЫМ БЛОКОМ И КУЛАЧКОВОЙ МУФТОЙ:

1, 2, 3 — положения при различных включениях блока и муфты



| Положения механизмов переключения |                        | Число оборотов в минуту шпинделя                                                                                                                         |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| тройной блок $B_1$                | кулачковая муфта $M_1$ |                                                                                                                                                          |
| 1                                 | 1                      | $n_1 = n_I \cdot \frac{z_1}{z_2} = 600 \cdot \frac{25}{35} = 430$                                                                                        |
| 2                                 | 1                      | $n_2 = n_I \cdot \frac{z_4}{z_5} = 600 \cdot \frac{35}{25} = 840$                                                                                        |
| 3                                 | 1                      | $n_3 = n_I \cdot \frac{z_6}{z_7} = 600 \cdot \frac{20}{40} = 300$                                                                                        |
| 1                                 | 2                      | $n_4 = n_I \cdot \frac{z_1}{z_6} \cdot \frac{z_4}{z_5} \cdot \frac{z_{10}}{z_8} = 600 \cdot \frac{25}{35} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{40} = 128$ |
| 2                                 | 2                      | $n_5 = n_I \cdot \frac{z_2}{z_6} \cdot \frac{z_4}{z_5} \cdot \frac{z_{10}}{z_8} = 600 \cdot \frac{35}{25} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{40} = 250$ |
| 3                                 | 2                      | $n_6 = n_I \cdot \frac{z_3}{z_7} \cdot \frac{z_4}{z_5} \cdot \frac{z_{10}}{z_8} = 600 \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{40} = 90$  |

Механизм с переключающей кулачковой муфтой (рис. 179). На ведущем валу *I* свободно сидят зубчатые колеса  $z_1$  и  $z_2$ , а на ведомом валу *II* неподвижно закреплены два зубчатых колеса  $z_3$  и  $z_4$ , сопряженные соответственно  $z_1$  с  $z_3$ , а  $z_2$  с  $z_4$ . На торцах колес  $z_1$  и  $z_2$  имеются кулачки, а между зубчатыми колесами на шлицах вала сидит кулачковая муфта *M*, имеющая также кулачки на торцах. Если включить муфту влево (положение 1), то кулачки ее соединятся с кулачками зубчатого колеса  $z_1$  и свяжут его с валом. При правом положении муфты *M* к валу присоединяется зубчатое колесо  $z_2$ . В зависимости от положения муфты передача движения от вала *I* к валу *II* будет идти через зубчатые колеса  $z_1 - z_3$  (передаточное отношение  $i_1 = \frac{z_1}{z_3}$ ) или через зубчатые колеса  $z_2 - z_4$  (передаточное отношение  $i_2 = \frac{z_2}{z_4}$ ) и на ведомом валу *II* можно получить две различные скорости вращения

$$n_{II_1} = n_I \cdot \frac{z_1}{z_3}; \quad n_{II_2} = n_I \cdot \frac{z_2}{z_4}.$$

Обычно механизм с кулачковой муфтой komponуется в коробках скоростей в сочетании с передвижными блоками (рис. 180). При включении муфты  $M_1$  влево (положение 1) вращение от втулки с колесами  $z_5 = 35$ ;  $z_6 = 25$ ;  $z_7 = 40$  передается непосредственно шпинделю, а при включении муфты  $M_1$  вправо (положение 2) вращение от втулки передается шпинделю через дополнительную передачу с передаточным отношением

$$\frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_{10}}{z_8} = \frac{20}{50} \cdot \frac{30}{40} = \frac{3}{10} = 0,3.$$

Такую дополнительную передачу называют «перебором». Перебор позволяет резко уменьшить скорость вращения ведомого звена механизма.

Всего на шпинделе можно получить  $3 \times 2 = 6$  различных чисел оборотов в минуту.

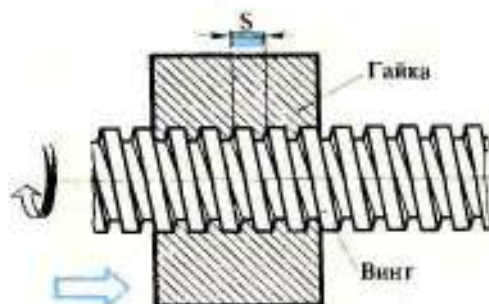
## § 55. Типовые элементы механизмов подач

В коробках подач различных токарных станков, как и в коробках скоростей, встречаются одинаковые по конструкции механизмы.

Механизмы преобразования вращательного движения в поступательное. Винтовая пара. Винт, ввинчиваясь в гайку, совершает одновременно вращательное и поступательное движение, т. е. винтовая пара является простейшим механизмом для преобразования вращательного движения в поступательное. Если винт вращается, но вдоль своей оси перемещаться не может, то гайка будет перемещаться по винту (рис. 181).

Винтовые пары (винт — гайка) широко применяются в механизмах станков для преобразования вращательного движения в поступательное: перемещение каретки суппорта при помощи ходового винта при нарезании резьбы, поперечная подача суппорта при помощи винта поперечной подачи и т. д. За один оборот винт перемещает

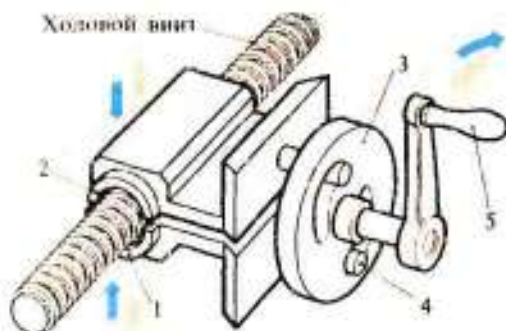
### 181. ВИНТОВАЯ ПАРА (ВИНТ — ГАЙКА)





## 182. РАЗЪЕМНАЯ ГАЙКА:

1, 2 — полугайки, 3 — диск со спиральными прорезями, 4 — палец полугайки, 5 — рукоятка



ется в гайке (или гайка по винту) на один шаг  $S$ , за  $n$  оборотов винта перемещение винта или гайки составит  $Sn$  мм. Если винт многозаходный, то за  $n$  оборотов винта осевое перемещение составит  $nSK$  мм, где  $K$  — число заходов винта.

Ходовые винты имеют, как правило, трапецидальную резьбу. Гайка винтовой пары может быть цельной или разъемной (рис. 182). Разъемная гайка состоит из двух половинок (полу гаек) 1 и 2, которые при включении поступательного движения замыкаются на винте. У токарно-винторезных станков такая разъемная гайка находится в фартуке суппорта. Замыкание и размыкание полу гаек осуществляется при помощи диска со спиральными прорезями и пальцев 4, связанных с полу гайками. Диск 3 поворачивают рукояткой 5.

Реечная пара представляет собой зубчатое колесо в сопряжении с рейкой (рис. 183). Этот механизм также служит для преобразования вращательного движения в поступательное (вращающееся зубчатое колесо будет отталкивать рейку, заставляя ее дви-

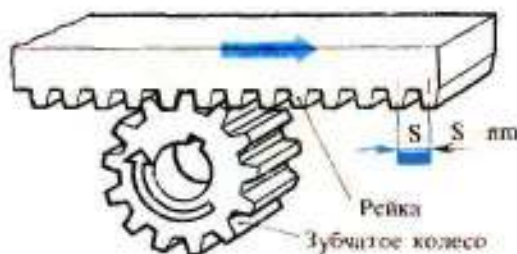
гаться поступательно). Если вращать зубчатое колесо по закрепленной рейке, то одновременно оно будет перемещаться поступательно по рейке. При повороте зубчатого колеса на один зуб поступательное перемещение будет равно одному шагу, т. е.  $nm$ . Если реечное зубчатое колесо вращается со скоростью  $n$  об/мин, то за это время путь поступательного движения рейки составит  $nm$  мм.

У токарно-винторезных станков реечная пара применена для осуществления автоматического продольного перемещения каретки суппорта, используется она также в механизме управления.

Кроме механизмов с передвижными блоками и с переключающими муфтами, которые применяются в коробках скоростей, в коробках подач применяют также механизмы с конусом зубчатых колес и накидным колесом, а также механизм с двойными блоками.

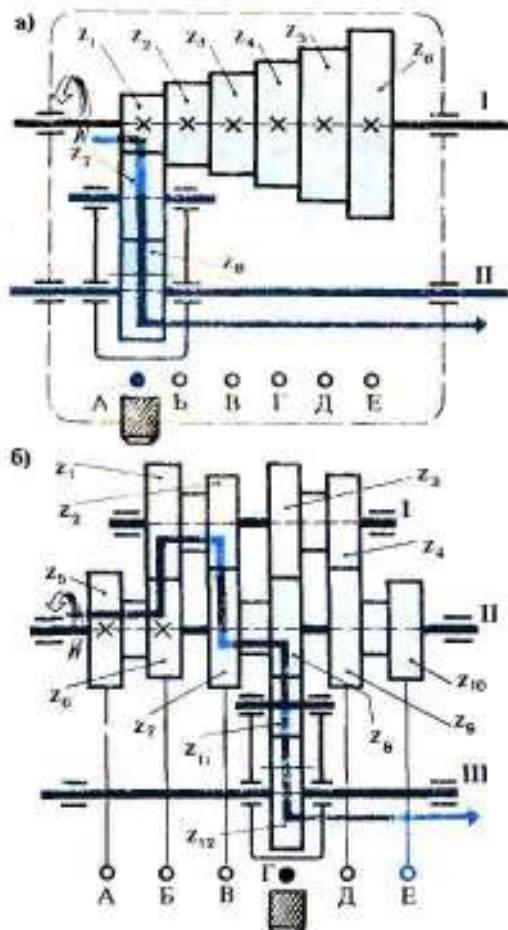
Механизм с конусом зубчатых колес и накидным зубчатым колесом (рис. 184, а). На валу I неподвижно закреплен набор зубчатых колес с различными числами зубьев ( $z_1; z_2; z_3; z_4; z_5; z_6$ ), образующий как бы конус. На валу II на шпонке скользит колесо  $z_8$ , связанное постоянно с накидным зубчатым колесом  $z_7$ , которое можно вводить в зацепление с одним из колес конуса. Если

## 183. РЕЕЧНАЯ ПАРА (РЕЙКА — ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО)



# 184. ТИПОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ҚОРОБОҚ ПОДАЧ:

а — механизм с конусом зубчатых колес и накидным зубчатым колесом, б — множительный механизм



конус ведущий, то передаточные отношения от вала I к валу II будут

$$i_1 = \frac{z_1}{z_7} \cdot \frac{z_7}{z_8} = \frac{z_1}{z_8}; i_2 = \frac{z_8}{z_7} \times \frac{z_7}{z_6} = \frac{z_8}{z_6} \text{ и т. д.}$$

Если конус ведомый, то движение передается в обратном направлении от вала II к валу I с передаточными отношениями

$$i_1 = \frac{z_8}{z_7} \cdot \frac{z_7}{z_1} = \frac{z_8}{z_1};$$

$$i_2 = \frac{z_8}{z_7} \cdot \frac{z_7}{z_2} = \frac{z_8}{z_2} \text{ и т. д.}$$

Таким образом, механизм с конусом может давать столько ступеней чисел оборотов на ведомом валу, сколько зубчатых колес имеет конус. Рамка с накидным зубчатым колесом стопорится в требуемом положении фиксатором.

Механизм с двойными блоками (множительный механизм) (рис. 184, б). Несколько пар двойных блоков зубчатых колес находятся в постоянном зацеплении и сидят на валах I и II, причем ведущим является первый блок, остальные вращаются на валах свободно. Накладное зубчатое колесо можно вводить в зацепление с одним из колес блоков, сидящих на валу II, при этом передача вращения от вала I к валу III будет проходить со следующими передаточными отношениями:

$$i_1 = \frac{z_6}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{12}}; i_2 = \frac{z_6}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{13}};$$

$$i_3 = \frac{z_6}{z_1} \cdot \frac{z_8}{z_7} \cdot \frac{z_7}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{13}};$$

$$i_4 = \frac{z_6}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_7} \cdot \frac{z_8}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{13}};$$

$$i_5 = \frac{z_6}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_7} \cdot \frac{z_8}{z_3} \cdot \frac{z_4}{z_9} \cdot \frac{z_9}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{13}};$$

$$i_6 = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_6}{z_7} \cdot \frac{z_8}{z_3} \cdot \frac{z_4}{z_9} \times \frac{z_{10}}{z_{11}} \cdot \frac{z_{11}}{z_{13}}.$$

Механизм этот обратимый. Ведущим может являться вал III, тогда передача вращения будет в обратном направлении, т. е. от накидного зубчатого колеса к двойным блокам.

Множительный механизм иногда называют меандр.

## Контрольные вопросы

1. Какие типовые передачи применяются в металлорежущих станках?
2. Что такое передаточное отношение? Напишите формулу передаточных отношений для ременной и зубчатой передач.
3. Как определить число оборотов ведомого звена кинематической цепи, если известно число оборотов ведущего звена?
4. Почему паразитное зубчатое колесо не влияет на передаточное отношение зубчатой передачи?
5. Что такое кинематическая схема? Как изображаются на кинематических схемах различные передачи?
6. Какой закономерности подчиняется ряд чисел оборотов шпинделя токарного станка?
7. Как работает механизм с подвижным блоком?
8. Как работает механизм с кулачковой муфтой?
9. Как устроена винтовая пара?
10. Какой путь пройдет зубчатое колесо, имеющее 18 зубьев ( $m = 5$ ) при повороте относительно рейки на 10 зубьев?
11. Как устроен и работает механизм с конусом зубчатых колес и механизм с накидным зубчатым колесом?
12. Как устроен и работает механизм меандр?





## ГЛАВА 9. ТОКАРНО- ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК 1К62

### § 56. Общая характеристика

Наиболее распространенным из средних токарных станков, применяющихся в нашей промышленности, является станок 1К62 производства Московского станкостроительного завода «Красный пролетарий» им. Ефремова.

Техническая характеристика станка приведена в табл. 13 (см. стр. 109).

Высокий верхний предел числа оборотов в минуту шпинделя (2000) позволяет полностью использовать свойства резцов и других режущих инструментов, оснащенных твердыми сплавами.

Широкие пределы диапазонов чисел оборотов и подач обеспечивают высокую универсальность станка, что особенно важно для механических цехов единичного и серийного производства, а также ремонтных, экспериментальных и инструментальных цехов.

Станок имеет специальное устройство для ускоренного перемещения каретки и поперечных салазок суппорта, что сокращает вспомогательное время обработки.

На базе станка 1К62 выпускаются станок повышенной точности 1К62Б, быстроходный станок 1К620 с бесступенчатым регулированием скоростей вращения шпинделя и станок с программным управлением 1К62ФЗС1.

Станина является основанием станка, на котором монтируют его основные узлы. Станина изготавливается из высокопрочного модифицированного чугуна и имеет коробчатую форму с поперечными ребрами. Направляющие станины: передняя — призматическая, задняя — плоская. По направляющим перемещаются каретка суппорта и задняя бабка.

Станина устанавливается на две пустотелые тумбы, к которым прикреплено корыто для сбора стружки и охлаждающей жидкости. В левой тумбе расположен главный электродвигатель, а в правой — резервуар и насос для подачи охлаждающей жидкости.

Передняя бабка представляет собой литую чугунную коробку, внутри которой размещается механизм переключения скоростей шпинделя. Передний конец шпинделя имеет внутреннюю коническую расточку с конусом Морзе № 5, в которую вставляется передний центр и различные приспособления для закрепления заготовок. На переднем конце шпинделя имеется посадочный конус, по которому устанавливаются патроны для закрепления заготовок\*.

Коробка подач закреплена на станине под передней бабкой, внутри коробки находится механизм передачи вращения от шпинделя к ходовому валу и ходовому винту, а также механизм для регулирования скорости вращения ходового винта и ходового вала с целью получения различного шага резьбы и различных подач.

Суппорт состоит из каретки 1 (рис. 186), которая движется по направляющей станины, поперечного суппорта 9, который движется по направ-

\* У станков старых выпусков передний конец шпинделя имеет резьбу.

ляющей каретки, поворотной плиты 8 и верхнего суппорта 6, на котором закреплен резцедержатель 5.

Для обработки конусов верхний суппорт поворачивается вместе с поворотной плитой при отжиме двух фиксирующих гаек на винтах 7.

Зазор между суппортами и их направляющими типа «ласточкин хвост» регулируется клиньями.

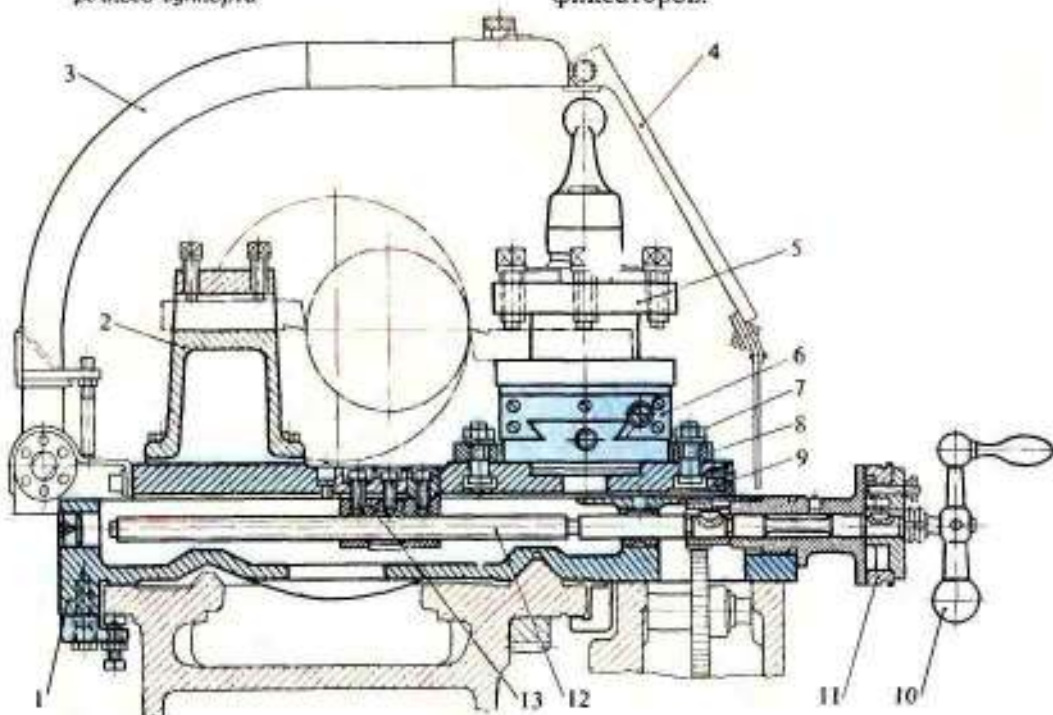
Резцедержатель (рис. 187). Основной частью резцедержателя является четырехгранная поворотная головка 12, сидящая на центрирующем вы-

ступе верхнего суппорта. Положение головки относительно верхнего суппорта фиксируется при помощи конического фиксатора 1, поджатого пружиной 2, и шарикового фиксатора 13, поджатого пружиной 9. На пальце 6 находится фланец 8, имеющий торцовые скошенные зубья, и муфта 4 также с торцовыми зубьями, которая прижимается к кулачку пружины 5 и свободно скользит своими наружными шлицами по внутренним шлицам втулки, запрессованной в рукоятке 7.

Поворот, фиксация и зажим резцедержателя осуществляются одной рукояткой. Для надежного закрепления резцедержателя не требуется постукивание молотком или металлическим стержнем по рукоятке, которое приводит к порче резцедержателя. Периодически резцедержатель снимают, очищают опорную плоскость от грязи, промывают керосином и протирают гнезда фиксаторов.

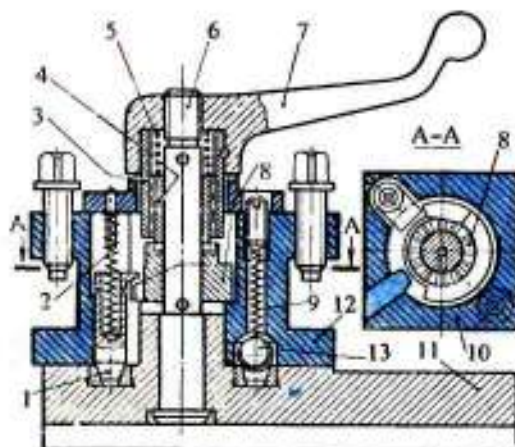
# 186. СУППОРТ СТАНКА 1К62:

1 — каретка суппорта, 2 — задний резцедержатель, 3 — откидной кронштейн, 4 — шток, 5 — передний резцедержатель, 6 — верхний суппорт, 7 — винт, 8 — поворотная плита, 9 — поперечный суппорт, 10 — рукоятка, 11 — барабан лимба, 12 — винт поперечного суппорта, 13 — гайка поперечного суппорта



# 187. РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЬ СТАНКА 1К62

1 — конический фиксатор, 2, 9 — пружины фиксаторов, 3 — втулка, 4 — муфта, 5 — пружина, 6 — палец, 7 — рукоятка, 8 — фланец, 10, 12 — поворотная головка резцедержателя, 11 — верхний суппорт, 13 — шариковый фиксатор



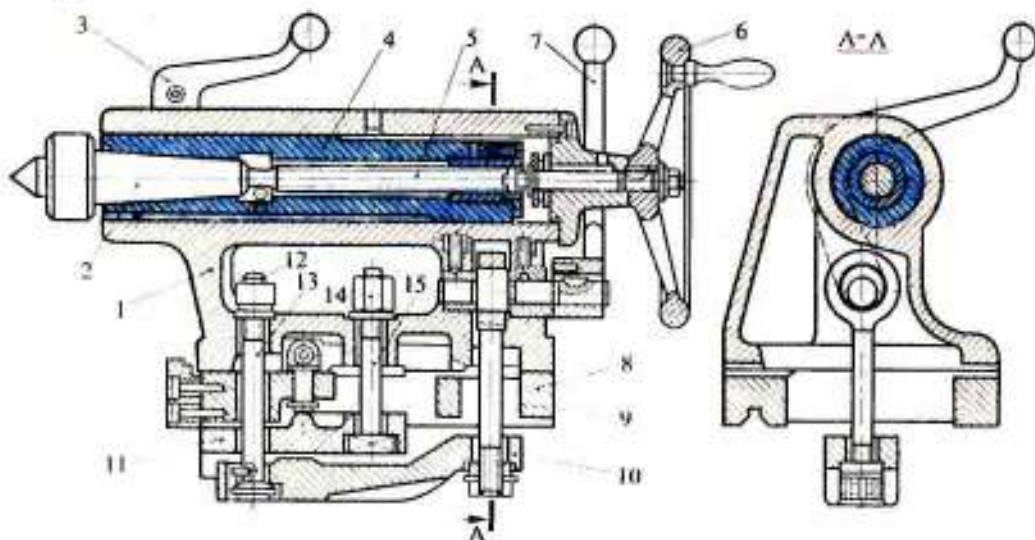
Фартук. Спереди каретки суппорта прикреплен фартук — коробка, внутри которой находится механизм для преобразования вращательного движения ходового валика и ходового винта в прямолинейное поступательное движение суппорта, а также устройство для предохранения станка от перегрузки (предохранительная муфта).

Задняя бабка крепится на правом конце станины и перемещается по ее направляющим. Корпус 1 (рис. 188) может иметь поперечное смещение относительно опорной плиты 8, что необходимо при обтачивании длинных конусов. В отверстии корпуса движется пиноль 4. Винт 5 подачи пиноли вращается при помощи маховичка 6. Предварительно заднюю бабку закрепляют на станине рукояткой 7, а окончательно — гайкой 14. Для фиксации положения пиноли служит рукоятка 3.

# 188. ЗАДНЯЯ БАБКА ТОКАРНОГО СТАНКА 1К62:

1 — корпус, 2 — центр задней бабки, 3 — рукоятка зажима пиноли, 4 — пиноль,

5 — винт пиноли, 6 — маховичок винта пиноли, 7 — рукоятка зажима задней бабки на направляющих станины, 8 — опорная плита, 9 — тяга, 10 — рычаг, 11 — планка, 12, 14 — гайки, 13, 15 — винты





**§ 58. Механизм главного движения, кинематическая схема и органы управления**

На рис. 189 (в конце книги) представлена кинематическая схема станка 1К62.

Привод главного движения — вращения шпинделя. Вал *I* коробки скоростей получает вращение от электродвигателя ( $N=10$  кВт,  $n=1450$  об/мин) через клиноременную передачу:

$$i = \frac{d_1}{d_2} \cdot 0,985 = \frac{142}{254} \cdot 0,985.$$

На валу *I* неподвижно закреплен блок зубчатых колес  $z=56$  и  $z=51$ , который служит для обеспечения прямого вращения шпинделя, и зубчатое колесо обратного вращения  $z=50$ . Между ними находится двусторонняя муфта  $M_1$ , включающая вращение этих колес. На валу *II* находится двойной блок  $B_1$  ( $z=34$  и  $z=39$ ) и три неподвижно закрепленных зубчатых колеса:  $z=29$ ,  $z=21$ ,  $z=38$ . В зависимости от положения блока  $34-39$  вал *II* получает две скорости вращения (передаточные отношения  $\frac{56}{34}$  и  $\frac{1}{39}$ ).

Тройной блок  $47-55-38$  на валу *III* при соединении с зубчатыми колесами вала *II* осуществляет три передаточных отношения  $\frac{29}{47}$ ;  $\frac{21}{55}$ ;  $\frac{38}{38}$ .

Таким образом, на валу *III* можно получить  $2 \times 3 = 6$  различных скоростей вращения.

С вала *III* на вал *IV* при помощи двойного блока  $88-45$  передается две скорости вращения (передаточные отношения  $\frac{22}{88}$  и  $\frac{45}{45}$ ).

При помощи блока  $22-45$ , расположенного на валу *IV*, вращение передается валу *V* (передаточные отношения  $\frac{22}{88}$  и  $\frac{45}{45}$ ).

Два двойных блока  $88-45$  и  $22-45$  на валу *IV*, зубчатые колеса  $z=22$  и  $z=45$  на валу *III* и колеса  $z=88$  и  $z=45$  на валу *V* составляют перебор, который обеспечивает четыре передаточных отношения от вала *III* на вал *V*:

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{45}{45} \cdot \frac{45}{45} = 1; \quad i_2 = \frac{45}{45} \cdot \frac{22}{88} = \\ &= \frac{1}{4}; \quad i_3 = \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} = \frac{1}{16}; \\ i_4 &= \frac{22}{88} \cdot \frac{45}{45} = \frac{1}{4}; \end{aligned}$$

так как  $i_2 = i_4$ , то фактически перебор обеспечивает три передаточных отношения:  $1$ ,  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{16}$ .

Шпиндель получает вращение или от вала *V* через передачу  $\frac{27}{54}$  (блок  $43-54$  включен вправо) или непосредственно от вала *III* через передачу  $\frac{65}{43}$  (блок  $43-54$  включен влево). При правом включении блока  $43-54$  движение от вала *III* на шпиндель идет через механизм перебора и число оборотов в минуту шпинделя по сравнению с числом оборотов в минуту вала *III* уменьшается, и на шпинделе можно получить  $2 \times 3 \times 3 = 18$  различных чисел оборотов в минуту, а при включении блока  $43-54$  на прямую передачу (влево) на шпинделе можно получить  $2 \times 3 = 6$  различных чисел оборотов в минуту. Таким образом, общее число ступеней вращения шпинделя  $18 + 6 = 24$ .

Число оборотов в минуту шпинделя рассчитывают по уравнению кинематической цепи между электродвигателем и шпинделем.

С учетом всех возможных переключений уравнение кинематической цепи можно записать следующим образом:



Минимальное число оборотов в минуту (при работе с перебором) будет

$$n_{\text{min}} = 1450 \cdot \frac{142}{254} \cdot 0,985 \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \times \\ \times \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{27}{54} = 12,5.$$

Максимальное число оборотов в минуту (при работе без перебора) будет

$$n_{\text{max}} = 1450 \cdot \frac{142}{254} \cdot 0,985 \cdot \frac{56}{34} \times \\ \times \frac{38}{38} \cdot \frac{65}{43} = 2000.$$

Обратное (левое) вращение шпинделя осуществляется через промежуточный реверсивный блок 24—32 (муфта М<sub>1</sub> включена вправо) и далее, как при прямом вращении.

$$n_{\text{min обр}} = 1450 \cdot \frac{142}{254} \cdot 0,985 \cdot \frac{50}{24} \cdot \frac{36}{38} \times \\ \times \frac{21}{55} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} \cdot \frac{27}{54} = 19 \text{ об/мин.}$$

$$n_{\text{max обр}} = 1450 \cdot \frac{142}{254} \cdot 0,985 \cdot \frac{50}{24} \times \\ \times \frac{36}{38} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{65}{43} = 2420 \text{ об/мин.}$$

Шпиндель и его опоры. Шпиндель установлен на двух опорах качения (рис. 190). Передняя опора представляет собой регулируемый роликовый двухрядный подшипник 12 с внутренним коническим кольцом. Подшипник регулируют затягиванием гайки (стопора) 6, которая нажимает на внут-



Так как в этом случае двойной блок 34—39 в передаче движения не участвует, число ступеней обратного хода в два раза меньше, чем прямого хода (т. е. 12 ступеней). По сравнению с прямым, обратное вращение шпинделя является ускоренным.

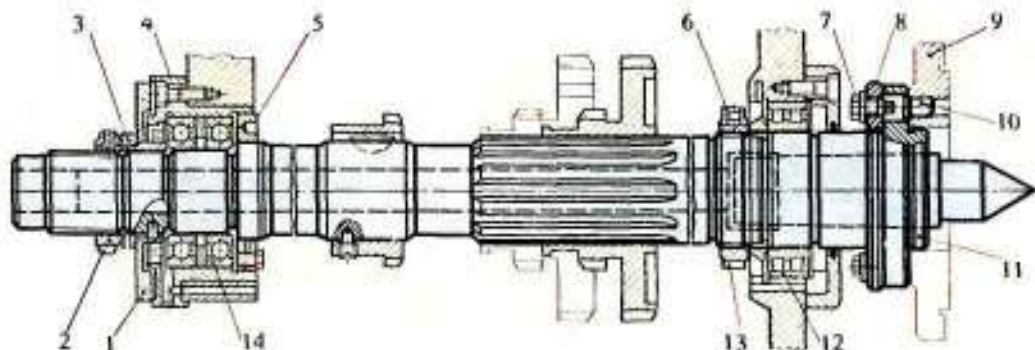
реннее кольцо подшипника. Внутреннее кольцо подшипника при этом надвигается на коническую шейку шпинделя и разжимается; таким образом, уменьшается зазор между кольцами и роликами, образовавшийся в результате износа.

## 190. ПЕРЕДНЯЯ И ЗАДНЯЯ ОПОРЫ ШПИНДЕЛЯ:

1, 5 — крышки, 2, 13 — регулировочные гайки, 3 — шайба, 4 — обойма, 6 — стопор, 7, 10 — винты, 8 — упорная шайба, 9 — планшайба патрона, 11 — шпиндель, 12 — роликоподшипники, 14 — шарикоподшипники

Задняя опора шпинделя состоит из двух радиально-упорных подшипников 14, которые регулируют только при текущем осмотре станка.

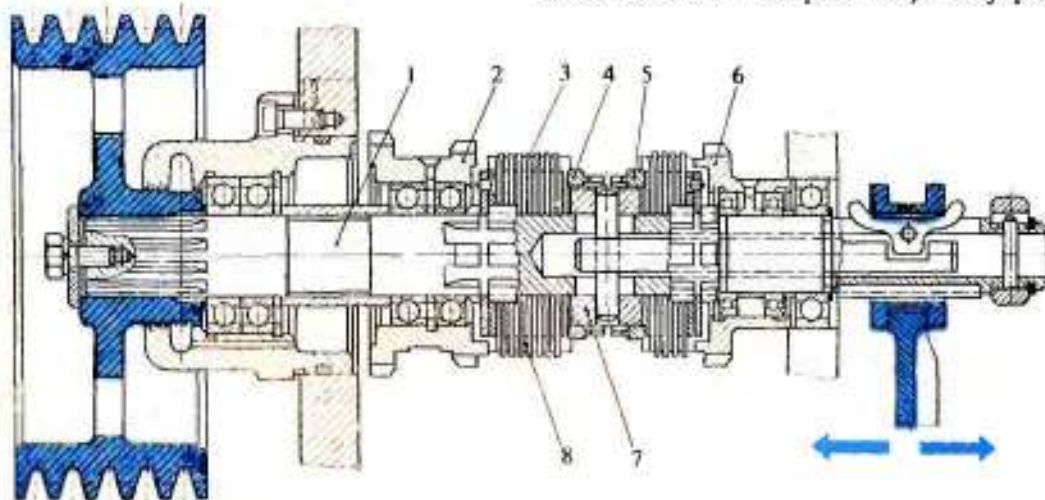
Внутри передней бабки находится также фрикционная реверсивная муфта и тормозное устройство.



## 191. ФРИКЦИОННАЯ МУФТА СТАНКА 1К62:

1 — полый вал, 2 — зубчатое колесо прямого хода, 3 и 8 — фрикционные диски, 4 и 5 — регулировочные гайки, 6 — зубчатое колесо обратного хода, 7 — муфта

Фрикционная муфта (рис. 191). Зубчатое колесо прямого вращения 2 (блок 59—51 на рис. 189) имеет ступицу с пазом. Такую же ступицу имеет и зубчатое колесо обратного хода 6 (зубчатое колесо 49 на рис. 189). Внутри





ступиц расположены стальные фрикционные диски 3, наружные выступы которых входят в пазы ступиц, и диски 8 со шлицевым отверстием, выступы этих шлицев входят в шлицы полого вала 1. Совокупность фрикционных дисков и составляет фрикцион. Работа фрикциона заключается в том, что при прижатии дисков 3 к дискам 8 между ними благодаря трению возникает сцепление и вращение от вала 1 через диски передается к зубчатым колесам 2 или 6. Включение фрикциона осуществляется муфтой 7 ( $M_1$  на рис. 189). При включении муфты влево включается прямое вращение шпинделя, вправо — обратное вращение.

Диски фрикционной муфты постепенно изнашиваются и муфта начинает пробуксовывать, т. е. крутящий момент от электродвигателя не передается на шпиндель. Для устранения этого недостатка муфту регулируют с помощью нажимных гаек 4 и 5, навинчиванием которых на муфту сближают фрикционные диски.

Тормозное устройство (рис. 192). На валу III коробки скоростей (см. рис. 189) закреплен тормозной

шків 5, охватываемый стальной тормозной лентой 4. Включение тормоза происходит при нейтральном положении фрикционной муфты, когда выступ рейки 6 воздействует на рычаг 3.

Рукоятки управления приводом главного движения. Вращение шпинделя (при включенном электродвигателе) включают рукояткой 3 (см. рис. 185), расположенной возле коробки подач, и дублирующей рукояткой 20, расположенной возле фартука суппорта и постоянно с ним перемещающейся. Обе рукоятки воздействуют на многодисковую фрикционную муфту  $M_1$  (см. рис. 189). Эти рукоятки могут занимать три положения:

среднее — муфта  $M_1$  также устанавливается в среднее положение, одновременно включается тормоз  $T$  и вращение шпинделя прекращается;

верхнее — муфта  $M_1$  включается влево — шпиндель получает прямое (правое) вращение;

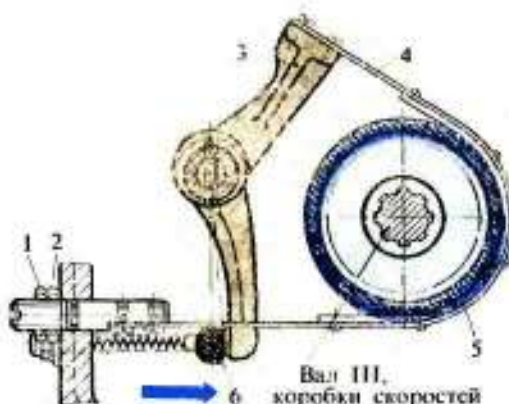
нижнее — муфта  $M_1$  включается вправо — шпиндель получает обратное (левое) вращение.

Числа оборотов в минуту шпинделя переключают двумя рукоятками 7 и 4 (см. рис. 185), расположенными на передней стенке коробки скоростей. Рукоятка 7 переключает двухвенцовые блоки 88—45 и 22—45 (см. рис. 189) перебора, сидящие на валу IV, а также блок 43—54, сидящий на шпинделе.

На передней стенке коробки скоростей за рукояткой 7 находится таблица чисел оборотов в минуту, состоящая из четырех вертикальных колонок (рис. 193). Для включения требуемого числа оборотов подают рукоятку от себя и поворачивают так, чтобы ее указатель стал против указателя той вертикальной колонки таблиц, в которой находится требуемое число оборотов шпинделя. При установке рукоятки против первой колонки (630—2000 об/мин) включается передача непосредственно

## 192. ЛЕНТОЧНЫЙ ТОРМОЗ СТАНКА ИКБ2:

1 — контргайка, 2 — регулировочная гайка, 3 — рычаг, 4 — тормозная лента, 5 — тормозной шків, 6 — рейка



# 193. РУКОЯТКА 7 ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ЧИСЕЛ ОБОРОТОВ СТАНКА 1К62



с вала III на вал VI через зубчатые колеса 65—43 (см. рис. 189); положение рукоятки против второй колонки (12,5—40 об/мин) соответствует работе перебора с передаточным отношением

$$i_{\text{пер}} = \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} = \frac{1}{16};$$

в положении против третьей колонки (50÷160 об/мин) включается перебор с передаточным отношением

$$i_{\text{пер}} = \frac{45}{45} \cdot \frac{22}{88} = \frac{1}{4};$$

Работе перебора с передаточным отношением

$$i_{\text{пер}} = \frac{45}{45} \cdot \frac{45}{45} = 1$$

соответствует положение рукоятки против четвертой колонки (200—630 об/мин).

Рукоятка 4 (см. рис. 185) переключает в два положения двухступенчатый блок 34—39 (см. рис. 189) и в три положения тройной блок 47—55—38, поэтому она может занимать шесть различных положений, а ее указатель устанавливается против одного из шести окошек, расположенных вокруг руко-

ятки. В окошках указаны числа оборотов в минуту той колонки, против которой установлена рукоятка 7.

Момент переключения рукоятки 4 показан на рис. 194.

Пользуясь рукоятками 7 и 4 (см. рис. 185), можно включить любое из 24 чисел оборотов в минуту шпинделя, указанных в таблице (см. рис. 193). Так как  $n=630$  об/мин повторяется дважды, то практически используется только 23 ступени.

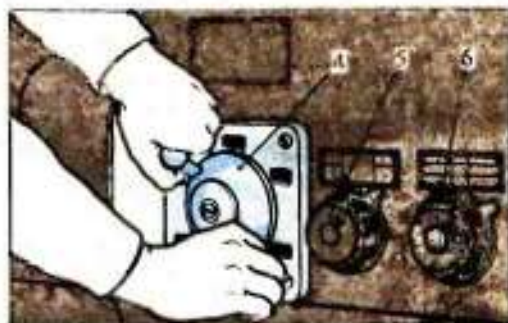
Числа оборотов переключают только при выключенном фрикционе (рукоятки 3 и 20 в среднем положении).

## § 59. Механизм подач, его кинематическая схема и органы управления

Привод движения продольных и поперечных подач суппорта. Автоматические движения подач осуществляются перемещением каретки в продольном направлении и поперечных салазок суппорта в поперечном направлении. В кинематическую цепь механизма подач входят: звено увеличения шага (блок 60—45) (см. рис. 189 в конце книги), механизм трен-

## 194. МАНИПУЛИРОВАНИЕ РУКОЯТКОЙ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ЧИСЕЛ ОБОРОТОВ ШПИНДЕЛЯ:

4, 5, 6 — рукоятки (см. рис. 185)





зеля, сменные зубчатые колеса (шестерни) гитары, коробка подач и механизм фартука.

Движение подач суппорта заимствует-ся непосредственно от шпинделя через пару зубчатых колес  $\frac{60}{60}$  и передается

через трензель (блок 42—56—35), кото-рый можно устанавливать в три поло-жения  $\frac{42}{42}$ ;  $\frac{28}{56}$ ;  $\frac{32}{28} \cdot \frac{28}{35}$

и далее через гитару сменных зубчатых колес на вал IX коробки подач.

На одной оси с валом IX расположены валы XI, XIV и ходовой вал станка. С помощью муфт  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_4$ , которые представляют собой сопрягаемые зубчатые колеса с наружным и внутренним зацеплением, эти валы (IX, XIV и ходовой вал) могут быть присоеди-нены друг к другу и образовывать в сово-купности как бы один сплошной вал. В этом случае движение от гитары на ходовой винт будет передаваться «на-прямую», без участия механизмов кор-обки подач. Для настройки «напря-мую» муфту  $M_2$  (см. рис. 189) с внут-ренними зубьями перемещают влево и она надевается на зубчатое колесо 35 вала IX, соединяя последний с ва-лом XI. Зубчатый венец муфты  $M_3$  на валу XI сдвигают тоже влево, и он вхо-

дит в зубчатое колесо 35 на валу XI, (имеющее для этого участок с внутре-ними зубьями), соединяя вал XI с ва-лом XIV.

Станок настраивают «напрямую» для нарезания особо точных и нестандарт-ных резьб. Для нарезания стандартных резьб метрической (и модульных чер-вяков) или дюймовой (и питчевых чер-вяков) возможны два варианта пере-дачи движения от вала IX на вал XII ко-робки подач:

первый — при настройке станка на на-резание метрической резьбы (и модуль-ных червяков) муфта  $M_2$  включается влево, т. е. соединяется с колесом 35; валы IX и XI соединяются между со-бой. Одновременно зубчатое колесо 36 вала X отсоединяется от промежуточ-ного колеса 37. Движение от вала IX передается на конус зубчатых колес K и оттуда через накидное зубчатое ко-лесо 36, колеса 25 и 28 на вал X. Муф-та  $M_4$  включается и передает движение валу XII. Эта кинематическая цепь пе-редает на вал XII семь различных чисел оборотов. При этом конус зубчатых ко-лес (шестерен) на валу XI будет веду-щим;

второй — при настройке станка на на-резание дюймовой резьбы (и питчевых червяков) муфта  $M_2$  сдвигается вправо,

| Р е з ь б ы                         |      |      |      |     |      |      | Положение рукоятки |                                     |             | Р е з ь б ы |       |       |       |      |       |       | Положение рукоятки |  |  |
|-------------------------------------|------|------|------|-----|------|------|--------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------------------|--|--|
|                                     |      |      |      |     |      |      | Питч               | A                                   | Увелич. шаг | 3           | 2 1/4 | 2 1/2 | 2 3/4 | 2    | 1 1/4 |       | 12,5 — 40          |  |  |
|                                     |      |      |      |     |      |      |                    | B                                   | Норм. шаг   | 24          | 22    | 20    | 18    | 16   | 14    |       | 50 — 160           |  |  |
| 12                                  | 11   | 10   | 9    | 8   | 7    |      | Ниток на 1         | B                                   | Норм. шаг   | 6           |       | 5     | 4 1/2 | 4    | 3 1/2 | 3 1/4 | 12,5 — 2000        |  |  |
| 3                                   |      |      |      | 2   |      |      |                    |                                     |             |             |       |       |       |      |       |       |                    |  |  |
|                                     |      |      |      |     |      |      | Модуль             | A                                   | Увелич. шаг | 48          | 44    | 40    | 36    | 32   | 28    | 26    | 12,5 — 40          |  |  |
|                                     |      |      |      |     |      |      |                    | B                                   | Норм. шаг   | 12          | 11    | 10    | 9     | 8    | 7     | 6,5   | 50 — 160           |  |  |
| 3                                   |      | 2,5  | 2,25 | 2   | 1,75 |      | Метрич.            |                                     |             | 1,5         |       | 1,25  |       | 1    |       |       | 12,5 — 2000        |  |  |
|                                     |      |      |      |     |      |      |                    | A                                   | Увелич. шаг | 192         | 176   | 160   | 144   | 128  | 112   |       | 12,5 — 40          |  |  |
|                                     |      |      |      |     |      |      | Дюйм.              |                                     |             | 48          | 44    | 40    | 36    | 32   | 28    |       | 50 — 160           |  |  |
| 12                                  | 11   | 10   | 9    | 8   | 7    |      |                    | B                                   | Норм. шаг   | 6           | 5,5   | 5     | 4,5   | 4    | 3,5   |       | 12,5 — 2000        |  |  |
| Поддача поперечная — 0,5 продольной |      |      |      |     |      |      |                    | Поддача поперечная — 0,5 продольной |             |             |       |       |       |      |       |       |                    |  |  |
| 4,16                                | 3,8  | 3,48 | 3,12 | 2,8 | 2,42 | 2,28 | Поддача            | A                                   | B           |             |       |       |       |      |       |       | 50 — 160           |  |  |
| 2,08                                | 1,9  | 1,74 | 1,56 | 1,4 | 1,21 | 1,14 |                    | B                                   | Д           |             |       |       |       |      |       |       |                    |  |  |
| 1,04                                | 0,95 | 0,87 | 0,76 | 0,7 | 0,61 | 0,57 |                    | B                                   | Г           | 0,52        | 0,47  | 0,43  | 0,39  | 0,34 | 0,3   | 0,28  | 12,5 — 2000        |  |  |



т. е. выключается и валы IX и XI разъединяются. От зубчатого колеса 35 через промежуточное зубчатое колесо 37 вращение передается на вал X и далее через передачу 28—25 на наклонное зубчатое колесо 36, которое может соединяться с одним из семи зубчатых колес (шестерен) конуса K, сидящего на валу XI. Конус зубчатых колес (шестерен) в этом случае будет ведомым. Далее через свободно сидящий на валу XIII блок 28—28 вращение передается на колесо-муфту  $M_4=35$  и далее на множительный механизм. Эта кинематическая цепь дает на валу XII также семь различных чисел оборотов.

Пример расчета подачи. Минимальная подача по метрической цепи (при трензеле  $\frac{28}{56}$ )

$$S_{\min} = 1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{26}{36} \cdot \frac{25}{28} \times \\ \times \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{27}{20} \cdot \frac{20}{28} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{40}{37} \cdot \frac{14}{66} \times \\ \times \pi \cdot 10 \cdot 3 = 0,07 \text{ мм/об.}$$

Минимальная подача по дюймовой цепи (при трении  $\frac{42}{42}$ )

$$S = 1 \cdot \frac{60}{60} \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50} \cdot \frac{35}{37} \cdot \frac{37}{35} \cdot \frac{28}{25} \times \\ \times \frac{36}{48} \cdot \frac{35}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{28}{56} \cdot \frac{27}{20} \times \\ \times \frac{20}{28} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{40}{37} \cdot \frac{14}{66} = 10 \cdot 3 = 0,2.$$

Для осуществления поперечной подачи включается муфта  $M_9$  (см. рис. 189) и в то же время отключается муфта  $M_7$ : движение от вала  $XII$  будет передаваться на винт поперечной подачи (резьба трапецидальная левая с шагом 5 мм).

Числовые значения поперечных подач примерно в два раза меньше продольных при тех же положениях рукояток коповки подач.

Расчетные значения продольных и поперечных подач (округленные до первого знака после запятой) приводятся в соответствующей таблице паспорта станка (повторяющиеся значения подач в паспорте не указываются). Таблица подач имеется также на барабане рукоятки 1 (см. рис. 185), управляющей переключениями накидного зубчатого колеса 36 конуса К и блоков множительного механизма.

Множительный механизм состоит из двух двойных зубчатых бло-

Таблица 14

| Р е з у л ь т а т ы |     |                 |      |     |                 |      | Положение рук/ног |                                   | Р е з у л ь т а т ы |      |                 |                 |                 |       |                 | Положение рук/ног |      |      |      |
|---------------------|-----|-----------------|------|-----|-----------------|------|-------------------|-----------------------------------|---------------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------------------|------|------|------|
| 1 $\frac{1}{2}$     |     | 1 $\frac{1}{2}$ |      | 1   |                 |      | Питтс             | А                                 | Увелич. шаг         | 3    | 2 $\frac{1}{4}$ | 2 $\frac{1}{2}$ | 2 $\frac{1}{4}$ | 2     | 1 $\frac{1}{4}$ |                   | 12,5 | 40   |      |
| 6                   |     | 5               |      | 4   | 3 $\frac{1}{2}$ |      |                   | Б                                 | Норм. шаг           | 96   | 88              | 80              | 72              | 64    | 56              |                   | 50   | 160  |      |
| 48                  | 44  | 40              | 36   | 32  | 28              |      | Ниток на 1        | Б                                 | Норм. шаг           | 24   | Ас'             | 20              | 18              | 16    | 14              |                   | 12,5 | 2000 |      |
| 12                  | 11  | 10              | 9    | 8   | 7               |      |                   | А                                 | Увелич. шаг         | 12   | 11              | 10              | 9               | 8     | 7               | 6,5               | 12,5 | 40   |      |
| 24                  | 22  | 20              | 18   | 16  | 14              | 13   | Модуль            | Б                                 | Норм. шаг           |      |                 |                 |                 |       |                 |                   | 50   | 160  |      |
| 6                   | 5,5 | 5               | 4,5  | 4   | 3,5             | 3,22 |                   |                                   |                     |      |                 |                 |                 |       |                 |                   |      | 12,5 | 2000 |
|                     |     |                 |      | 0,5 |                 |      | Метр/с            | А                                 | Увелич. шаг         | 48   | 44              | 40              | 36              | 32    | 28              |                   | 12,5 | 40   |      |
| 96                  | 88  | 80              | 72   | 64  | 56              |      |                   | Б                                 | Норм. шаг           |      |                 |                 |                 |       |                 |                   | 50   | 160  |      |
| 24                  | 22  | 20              | 18   | 16  | 14              |      | Метр/с            | Б                                 | Норм. шаг           | 1,5  |                 | 1,25            |                 | 1     |                 |                   | 12,5 | 2000 |      |
| 3                   |     | 2,5             |      | 2   | 1,75            |      |                   |                                   |                     |      |                 |                 |                 |       |                 |                   |      |      |      |
| Подъем поперечный   |     |                 |      |     |                 |      | 0,5 продольный    | Подъем аккретный - 0,5 продольный |                     |      |                 |                 |                 |       |                 |                   |      |      |      |
| 4,16                | 3,8 | 3,48            | 3,12 | 2,8 | 2,42            | 2,28 | Подъем            | А                                 | В                   |      |                 |                 |                 |       |                 |                   | 260  | 630  |      |
|                     |     |                 |      |     |                 |      |                   | Б                                 | Г                   | 0,13 | 0,12            | 0,11            | 0,095           | 0,084 | 0,074           | 0,070             |      | 12,5 | 2000 |

ков 18—28 и 28—48, которые обеспечивают четыре различных комбинации переключений с передаточными отно-

$$i_1 = \frac{28}{35} \cdot \frac{35}{28} = 1; i_2 = \frac{18}{45} \times \frac{35}{28} = \frac{1}{2}; i_3 = \frac{28}{35} \cdot \frac{15}{48} = \frac{1}{4}; i_4 = \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} = \frac{1}{8}.$$

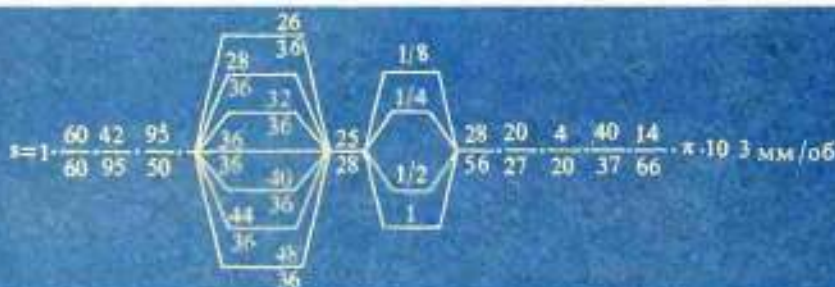
Таким образом, на валу XIV коробки подач можно получить  $7 \times 4 = 28$  различных чисел оборотов в минуту по метрической цепи и  $7 \times 4 = 28$  по дюймовой цепи, т. е. всего 56 ступеней.

При настройке станка на обычную подачу (по ходовому валу) муфта  $M_6$  выключается, блок 28—28 передает вращение блоку 56—56, а от него на ходовой валу XVI и далее механизму фартука.

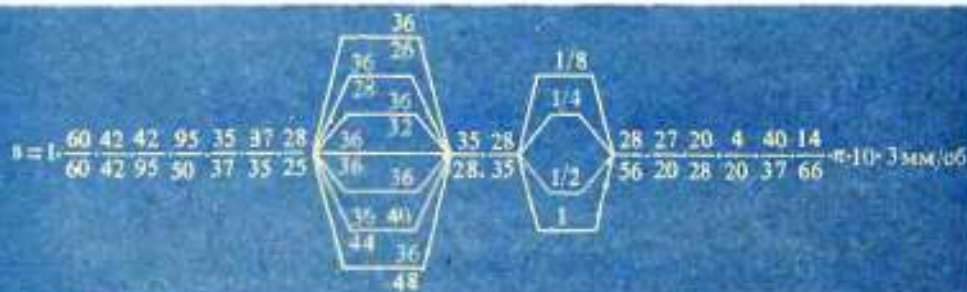
Механизм фартука. Зубчатое колесо 27 сидит на ходовом валу XV на скользящей шпонке и получает от него вращение при любом положении карет-

ки. От него через промежуточное зубчатое колесо 20 и колесо 25 вращение передается на вал XVIII и далее через червячную передачу  $\frac{4}{20}$  (четырёхзачодный червяк — червячное колесо  $z=20$ ), колеса 40 и 47 (при включенной муфте  $M_7$ ), колеса 14—66 на реечное зубчатое колесо (шестерню) 10, находящееся в зацеплении с неподвижно прикрепленной к станке рейкой  $m=3$ . Вращение зубчатого колеса 10 вызывает поступательное движение каретки суппорта. Реверсирование этого движения осуществляется включением муфты  $M_8$ : в этом случае вращение от вала XVI на вал XVII передается через широкое паразитное зубчатое колесо 40.

Числовые значения получаемых продольных подач определяются из уравнений кинематической цепи между шпинделем (подача исчисляется за один оборот шпинделя) и реечным зубчатым колесом (шестерней) 10, по метрической цепи



по дюймовой цепи



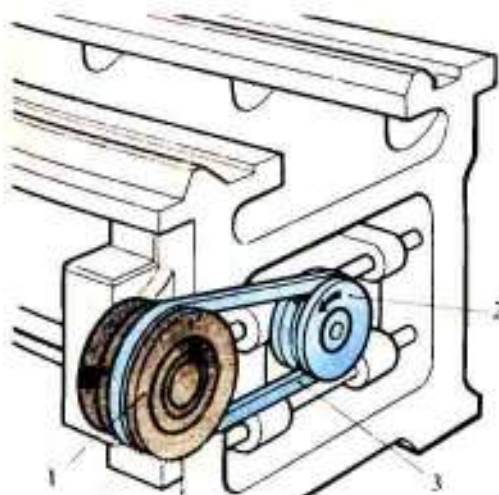


В коробке подач находится также обгонная муфта, позволяющая включать ускоренный ход суппорта от отдельного электродвигателя (рис. 195) без выключения цепи нормальных подач.

Обгонная муфта (рис. 196) состоит из ведущей обоймы 3 и ведомого диска 1 с вырезами, в которых располагаются шарики 2. При вращении обоймы шарики заклиниваются в вырезах и вращение от обоймы передается на

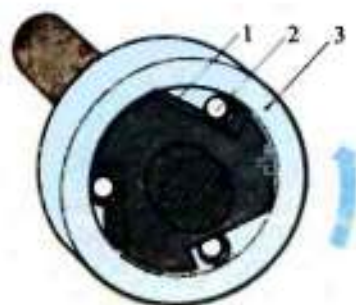
# **195. МЕХАНИЗМ УСКОРЕННОГО ВРАЩЕНИЯ ХОДОВОГО ВАЛА:**

1 — шкив ходового вала, 2 — шкив электродвигателя, 3 — ремень



# **196. ОБГОННАЯ МУФТА:**

1 — диск, 2 — шарики, 3 — обойма



диск, таким образом валы XV и XVI (см. рис. 189) связываются между собой. При вращении ходового вала XVI от отдельного электродвигателя ускоренного хода диск вращается быстрее обоймы и ролики отжимаются в углубления вырезов; таким образом обойма отсоединяется от диска.

Управление механизмом подачи. Станок на определенную величину подачи настраивают рукоятками 5 и 6 (см. рис. 185), находящимися на передней стенке коробки скоростей, и рукоятками 2 и 1, находящимися на передней стенке коробки подач. Рукоятка 5 предназначена для установки нормального (положение Б) или увеличенного (положение А) шага резьбы (рис. 197). Она управляет звеном увеличения шага (блок 60—45 на рис. 189). В среднем положении рукоятки 5 (см. рис. 185) соответственно среднее положение занимает и блок 60—45 (см. рис. 189); при этом шпindel отсоединяется от вала VII и его можно проворачивать вручную.

Рукоятка 6 (см. рис. 185) управляет трензелем (блок 42—56—35) (см. рис. 189) и может занимать три положения (рис. 198): положение В соответствует нарезанию левой резьбы, положение Д — нарезанию правой резьбы (нормального шага). При положении А (см. рис. 197) рукоятки 5 (увеличенный шаг) положение В рукоятки 6 соответ-

# **197. РУКОЯТКА 5 КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ СТАНКА 1К62**







ствует нарезанию правой резьбы, а положение Д — нарезанию левой. В положении Г вращение от вала VII к валу VIII передается через колеса  $\frac{28}{56} = \frac{1}{2}$

и механизм подач обеспечивает уменьшенный в два раза ряд подач (от 0,07 до 1,04 мм/об).

Рукоятка 2 на передней стенке коробки подач (см. рис. 185) управляет переключением муфт  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$  и  $M_5$  (см. рис. 189) коробки подач и ставит их в одно из пяти положений, указанных на барабане рукоятки:

первое — муфты  $M_2$ ,  $M_4$ ,  $M_5$  включены: конус К ведущий — настройка на метрические и модульные резьбы;

второе — муфты  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_4$  выключены, а  $M_5$  включена; конус К — ведомый — настройка на дюймовые и питчевые резьбы;

третье — муфты  $M_2$  и  $M_4$  включены, муфты  $M_3$  и  $M_5$  — выключены — настройка на рабочие подачи;

четвертое — муфты  $M_2$  и  $M_4$  включены, муфта  $M_3$  выключена (или  $M_2$  выключена,  $M_3$  и  $M_4$  включены), передача с вала IX на вал XVI через колеса  $\frac{28}{56}$ .

минуя обгонную муфту, — настройка на нарезание архимедовой (торцовой) резьбы;

пятое — муфты  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_5$  включены, передача от гитары на ходовой винт (т. е. с вала IX на вал XVII) на пря-

мую — настройка на нарезание точных и нестандартных резьб с установкой сменных зубчатых колес гитары.

Для требуемой настройки на шаг резьбы или подачу рукоятку 2 (см. рис. 185) поворачивают до совпадения соответствующего указателя таблички барабана с неподвижным указателем на коробке подач. Рукоятка служит для установки требуемой величины подачи или шага резьбы, она управляет накидной шестерней 36 конуса К и множительным механизмом (блоками 18—28 и 28—48 (см. рис. 189)).

На рукоятке 1 имеется барабан с таблицей подач и шагов резьб (см. табл. 14). При настройке станка на определенный шаг резьб и подачу вначале поворачивают рукоятку 1 вместе с барабаном и указатель соответствующего сектора таблицы подводят к неподвижному указателю на передней стенке коробки подач.

Барабан может занимать четыре положения, соответствующие четырем вариантам переключения множительного механизма (блоков 18—28 и 28—48).

Затем рукоятку 1 подают на себя, поворачивают до установки риски на конусе рукоятки против столбца, где указаны требуемый шаг или подача, а затем подают от себя. Так, манипулируя рукояткой 1, управляют накидным зубчатым колесом 36 конуса К, поэтому в положении от себя рукоятка 1 может занимать семь позиций — по числу ступеней конуса К. Для получения заданного шага резьбы или величины подачи рукоятки 4 и 5 коробки скоростей и рукоятки 2 и 1 коробки подач устанавлива-

ют в положение, указанное в табл. 14. Включение и реверсирование продольных и поперечных подач (т. е. воздействие на муфты  $M_6$ ,  $M_7$ ,  $M_8$ ,  $M_9$ ) (см. рис. 189) осуществляют одной рукояткой 13 (см. рис. 185), расположенной справа от фартука суппорта. Положение рукоятки 13 соответствует направлению по-

дач: влево, вправо, вперед, назад.

Ручную подачу осуществляют вращением маховика 23. С валом реечного колеса связан лимб продольной подачи. Одно деление лимба соответствует продольному перемещению каретки на 1 мм. При необходимости ускоренного перемещения суппорта нажимают на кнопку 12 рукоятки 13 (см. рис. 185) и ставят рукоятки в положение, соответствующее желательному направлению подачи.

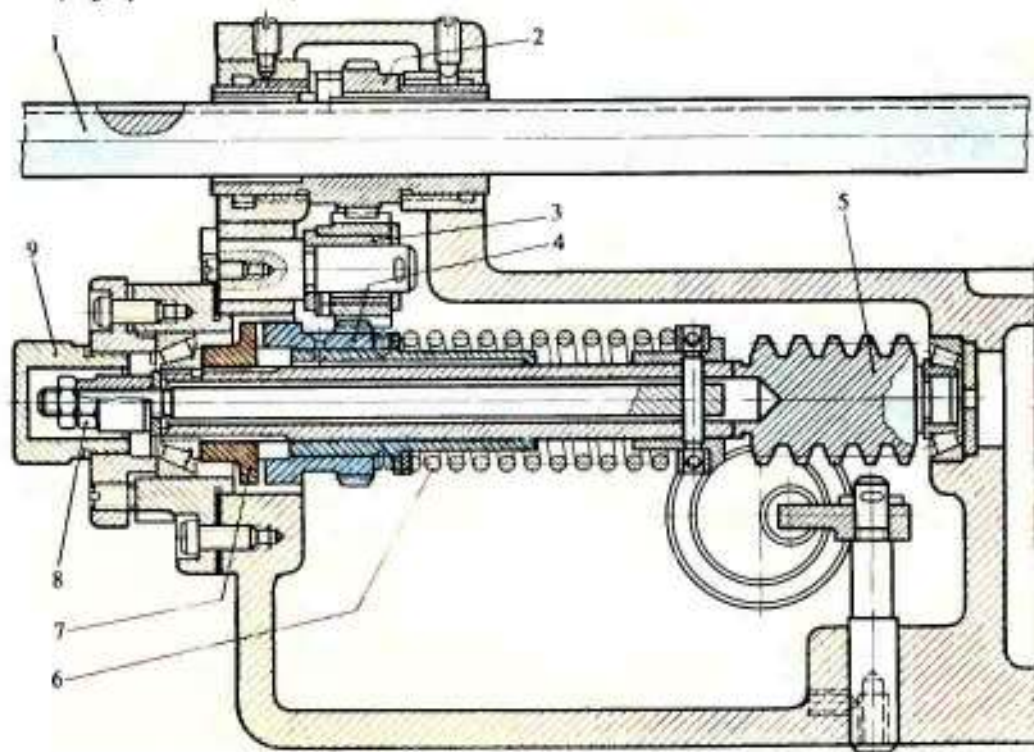
**Предохранительная муфта.** Для предохранения станка от перегрузки, а также для автоматического отключения подачи при достижении суппортом станка неподвижного упора на

станке имеется предохранительная муфта (рис. 199). Предохранительная муфта фартука работает следующим образом. При перегрузке в цепи движения подачи (если суппорт подошел к упору или резец уперся в уступ) суппорт мгновенно останавливается, а с ним и вся кинематическая цепь фартука. Сидящая на валу XVIII (см. рис. 189) кулачковая предохранительная муфта 4 также останавливается. Но так как ходовой вал 1 и шестерни фартука  $\frac{27}{20} \cdot \frac{20}{28}$  продолжают в этом по-

ложении вращаться, то муфта 4, скользя по скосам торцовых кулачков, сжимает пружину 6 и отходит вправо от диска с кулачками. При этом муфта отключается и передача вращения на реечную шестерню прекращается. Пружину предохранительной муфты регулируют гайкой 8 при отвинченном колпачке 9.

### 199. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ МУФТА ФАРТУКА:

1 — ходовой вал, 2 — зубчатое колесо,  $z=27$ , 3 — зубчатое колесо  $z=20$ , 4 — зубчатое колесо-муфта  $z=28$ , 5 — червяк, 6 — пружина, 7 — диск с кулачками, 8 — регулировочная гайка, 9 — колпачок



1. Назовите основные данные технической характеристики станка 1К62.
2. Покажите на кинематической схеме станка 1К62 (рис. 189) устройства для регулирования чисел оборотов в минуту шпинделя.
3. Рассчитайте все числа оборотов в минуту шпинделя при работе без перебора по рис. 189.
4. Сколько чисел оборотов в минуту при прямом и при обратном вращении шпинделя обеспечивает коробка скоростей станка 1К62?
5. В какое положение нужно поставить рукоятки коробки скоростей 7 и 4 (см. рис. 185) для получения минимального числа оборотов шпинделя?
6. Покажите на кинематической схеме (см. рис. 189) цепи продольной и поперечной подачи.
7. В каком случае конус зубчатых колес (шестерен) работает как ведущий и в каком случае как ведомый?
8. Какие механизмы имеются в фартуке суппорта?
9. Рассчитайте по кинематической схеме (рис. 189) максимальное значение продольной подачи при настройке коробки подач с ведущим конусом зубчатых колес.
10. Какие механизмы расположены в передней бабке станка?
11. Какие механизмы расположены в коробке подач?
12. Как работает узел обгонной муфты?
13. Для чего предназначена и как работает предохранительная муфта фартука?



## ГЛАВА 10. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

### § 60. Регулирование станка

Для правильной эксплуатации станка токарь должен ознакомиться с паспортом станка и руководством по обслуживанию. В паспорте приведены основные сведения об устройстве станка и его технологических возможностях. В руководстве указываются правила регулирования, приводятся полная кинематическая схема, перечень органов управления станком и карта смазки, даются указания по настройке станка. Паспорт и руководство обычно хранятся у механика цеха и при необходимости выдаются рабочему, обслуживающему станок.

Токарь должен знать способы регулирования и устранения мелких неполадок токарного станка, чтобы выполнять эти работы, не прибегая к помощи слесаря.

Напряжение ремней главного привода (рис. 200) регулируют в такой последовательности:

снимают кожух, закрывающий электродвигатель;

отпускают гайки 1 клиновых пальцев; поворотом гайки 2 против часовой стрелки отпускают подмоторную плиту до требуемого натяжения ремней; затягивают все гайки.

Регулирование ленточного тормоза (см. рис. 192) осуществля-

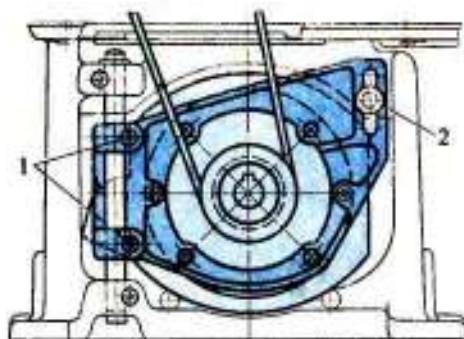
ют натяжением тормозной ленты 4 гайкой 2. При правильно отрегулированном тормозе время торможения шпинделя (без патрона и заготовки), вращающегося со скоростью 2000 об/мин, должно составлять не более 1,5 сек.

Регулирование хода каретки и суппортов. При неравномерном или тугом перемещении каретки по направляющим станины или поперечного суппорта по своим направляющим, а также при появлении качания суппорта в направляющих регулируют прижим планок сзади кареток и регулируют затяжку клиньев суппорта.

Устранение «мертвого» хода винта поперечного суппорта. При износе гайки поперечного суппорта возникает «мертвый» ход, который устраняют подтягиванием клина 6 (рис. 201), находящегося между половинками 2 и 5 гайки. Клин отжимают винтом 3 при предварительно отпущенном винте 4 левой половины гайки. После устранения мертвого хода винт 4 затягивают. Нормальная регулировка предусматривает небольшой мертвый ход (до двух делений лимба поперечного суппорта).

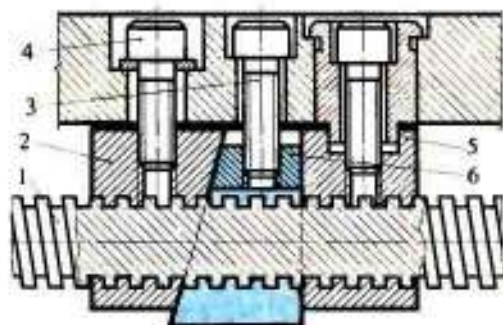
### 200. РЕГУЛИРОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ РЕМНЕЙ:

гайки: 1 — зажима клинового пальца, 2 — регулирования натяжения



## 201. ГАЙКА ПОПЕРЕЧНОГО СУППОРТА:

1 — винт поперечного суппорта, 2 — регулируемая гайка (первая половина), 3 — винт регулировочного клина, 4 — винт левой половины гайки, 5 — регулируемая гайка (вторая половина), 6 — регулировочный клин



Фрикционную многодисковую муфту и подшипники опор шпинделя регулирует слесарь-ремонтник.

### § 61. Проверка станка на точность

На заводе-изготовителе станок получает акт о приемке после прохождения проверки на точность. Такие проверки проводятся также после среднего и капитального ремонтов станка. Нормы точности каждого типа станка указаны в ГОСТ 42—56, которым руководствуются при проверке станков на точность. Ниже приведены основные проверки токарного станка на точность.

Проверка радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки (рис. 202, а). Допускаемое биение для станков с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки 400 мм составляет 0,015 мм. Проверку осуществляют индикатором, установленным на направляющих станины. Измерительный штифт индикатора должен касаться центрирующей шейки, шпиндель вращается со скоростью 10—20 об/мин.

Проверка соосности осей шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки (рис. 202, б). Допускаемое отклонение 0,1 мм (ось пиноли может быть только выше оси шпинделя). Заднюю бабку с полностью выдвинутой пинолью устанавливают примерно на  $\frac{1}{4}$  наибольшего расстояния между центрами. Между центрами, закрепленными в шпинделе и пиноли, устанавливают точную цилиндрическую оправку, а на суппорте — индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался оправки. Верхнюю часть суппорта перемещают в продольном направлении, индикатор при этом показывает смещение оси пиноли относительно оси шпинделя. Замер делают в вертикальной плоскости (индикатор касается поверхности оправки сверху) и в горизонтальной плоскости (индикатор касается поверхности шейки спереди).

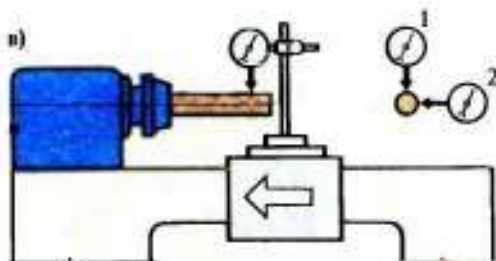
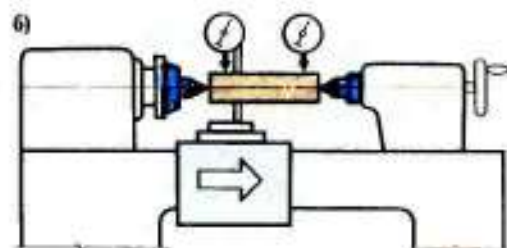
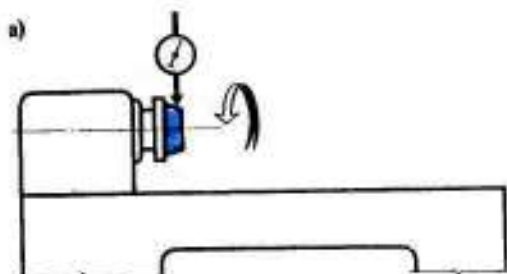
Проверка параллельности оси шпинделя передней бабки направлению продольного перемещения суппорта (рис. 202, в). Допускаемое отклонение в вертикальной плоскости 0,030 мм, а в горизонтальной плоскости 0,015 мм на длине 300 мм. В отверстие шпинделя плотно вставляют точную закаленную и шлифованную цилиндрическую оправку, а на суппорте устанавливают индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности оправки. Суппорт перемещают вдоль станины. Для токарных станков предусмотрено 18—25 различных проверок. Эти проверки производятся ОТК. Токарю приходится проверять станок только в случаях появления брака деталей без технологических причин. Ему нужно убедиться, не является ли причиной брака неточность станка. Иногда токарю нужно проверить, может ли станок обеспечить заданную в чертеже детали точность. В этих случаях проверка производится как при приемке станка, но



требования к точности соответствуют тем требованиям, которые предъявляются к обрабатываемым на станке деталям, а не по нормам точности станков.

## 202. ОСНОВНЫЕ ПРОВЕРКИ ТОКАРНОГО СТАНКА НА ТОЧНОСТЬ:

*а — радиального биения центрирующей шейки шпинделя передней бабки, б — расположения осей отверстия шпинделя передней бабки и пинноли на одинаковой высоте над направляющими станины для каретки, в — параллельности оси шпинделя передней бабки направлению движения каретки: 1 — по верхней образующей, 2 — по боковой образующей*



## § 62. Смазка станка 1К62

Все механизмы коробки скоростей и подшипники смазываются автоматически подачи масла по системе трубопроводов из резервуара, расположенного в нижней части корпуса передней бабки. Масло засасывается из резервуара плунжерным насосом, приводимым в движение эксцентриковым кулачком от вала V (см. рис. 189). Затем масло подается по трубкам через фильтр в передний подшипник шпинделя и на лоток, откуда под действием своего веса поступает к зубчатым колесам, втулкам и другим смазываемым точкам. Дополнительная смазка заднего подшипника осуществляется непосредственно из резервуара фетровым фитилем.

На верхней крышке передней бабки находится смотровое окошко, через которое при нормальной работе смазочных систем видна струя масла.

Пластиначатый фильтр периодически очищают, поворачивая два-три раза рукоятку. Согласно заводской инструкции эту операцию в новом станке выполняют ежедневно, в течение 1—2 месяцев, а в дальнейшем — еженедельно. Уровень масла в резервуаре контролируют по маслоуказателю, расположенному в левой части передней бабки.

Для смазки механизма подачи служит плунжерный насос, расположенный в верхней части корпуса коробки подачи и приводимый в движение кулачком от вала XI.

Механизм фартука смазывается плунжерным насосом, установленным на нижней крышке фартука. Направляющие станины и поперечного суппорта смазываются периодически струей масла из фартука через специальный краник. Необходимо следить, чтобы после смазки направляющих краник не оставался открытым, иначе вытечет все масло из фартука.



## 203. СХЕМА СМАЗКИ СТАНКА 1К62:

1 — ось паразитного колеса, 2 — сменные колеса гитары, 3 — направляющие верхних салазок, 4 — опоры эксцентрикового вала, 5 — подшипники ходового винта и ходового вала, 6 — фитиль для смазки заднего подшипника шпинделя, 7 — принудительная смазка переднего подшипника шпинделя, 8 — винт поперечной подачи, 9 — пиноль, 10, 12 — направляющие задней бабки, 11 — подшипник винта пиноли, 13 — винт верхних салазок, 14 — подшипник винта поперечной подачи, 15 — ось резцедержателя, 16 — край для смазки направляющих суппорта

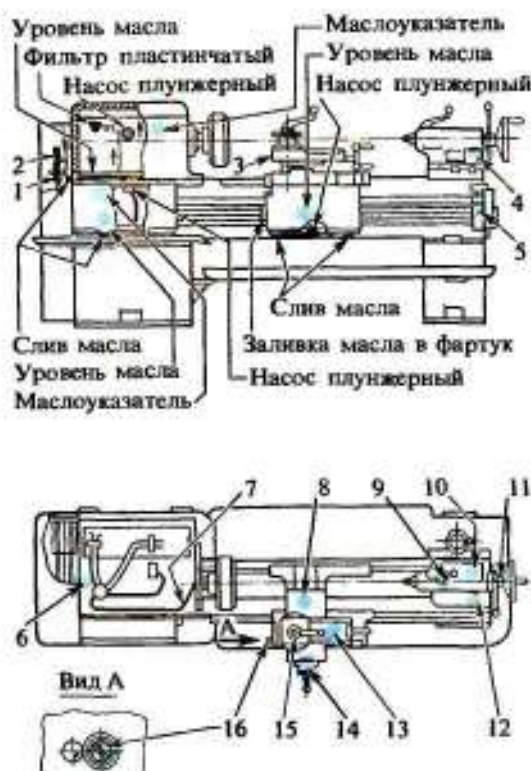
## § 63. Правила ухода за станком

От состояния станка зависит и работа его. Токарь должен беречь станок, ухаживать за ним, периодически очищать, самостоятельно исправлять мелкие неполадки, о замеченных неисправностях оповещать мастера.

Для обеспечения длительной бесперебойной работы станка необходимо соблюдать основные правила, которые приведены ниже.

1. Придя на работу до начала смены, токарь должен принять станок от сменщика. При приемке необходимо: проверить общее состояние станка и включение двигателя; опробовать работу фрикциона, первоначально включив станок на малые обороты и проверив на слух, нет ли каких-либо подозрительных шумов в коробе скоростей, коробе подачи и в механизме фартука; проверить через смотровое стекло при малых оборотах шпинделя, работает ли смазочный насос; осмотреть направляющие станины: нет ли забоин и царапин; проверить ход каретки суппорта, поперечных и верхних салазок суппорта, включение и переключение подач, замыкание и размыкание разъемной гайки; убедиться в исправности насоса для подачи охлаждающей жидкости и системы трубопроводов; убедиться в исправности осветительных устройств у станка; убедиться в исправности предохранительного щитка; убедиться в исправности заземления.

2. Необходимо своевременно и правильно смазывать станок согласно карте смазки, регулярно проверять и периодически очищать смазочные отверстия, следить за своевременной сменой смазки в коробе скоростей,



На рис. 203 показана схема смазки станка, а в табл. 15 приведены смазочные материалы и периодичность смазки.

Карта смазки станка 1К62

| Наименование узла                  | Место смазки                              | Позиция на рис. 201 | Род смазки                                                         | Смазочный материал                                                                                      | Срок смазки                                                                                                       | Норма расхода                   |       |  |       |
|------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------|--|-------|
| Суппорт и каретка                  | Направляющие станины и суппорта           | 10, 12              | Централизованная подача масла от гидравлических плунжерных насосов | Индустриальное 30 (машинное Л), ГОСТ 1707—51 (вязкость в условных градусах Энглера 3,81—4,59), при 50°С | Замену масла производить первый раз через 10-й второй раз через 20 дней, затем через каждые 40 дней работы станка | Смазка из резервуара для смазки |       |  |       |
| Передняя бабка (коробка скоростей) | Механизмы                                 | 3,7 л               |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
| Коробка подачи                     |                                           | 0,7 л               |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
| Фартук                             | Подшипники валов                          |                     |                                                                    | Солидол синтетический УСс 2, ГОСТ 4366—64                                                               | Замену производить при ремонтах                                                                                   |                                 |       |  |       |
| Сменные зубчатые колеса гитары     | Зубчатые колеса и палец нажимного колеса  | 12                  | Ручная                                                             | Солидол синтетический УСс 2, ГОСТ 4366—64                                                               | Раз в смену                                                                                                       | 0,1 кг                          |       |  |       |
| Суппорт и каретка                  | Опора люфта                               | 14                  |                                                                    | Индустриальное 30 (машинное Л), ГОСТ 1707—51 (вязкость в условных градусах Энглера 3,81—4,59), при 50°С |                                                                                                                   | Раз в смену                     | 0,2 л |  |       |
|                                    | Винт поперечной подачи                    | 8                   |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
|                                    | Винт верхней части суппорта               | 13                  |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
|                                    | Резцовая головка                          | 15                  |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
| Задняя бабка                       | Опора эксцентрикового вала                | 4                   |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  | 0,2 л |
|                                    | Пиноль и винт                             | 9                   |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
|                                    | Подшипник                                 | 11                  |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
|                                    | Направляющие станины под заднюю бабку     | 10                  |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   |                                 |       |  |       |
| Задний кронштейн                   | Подшипники ходового вала и ходового винта | 5                   |                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                   | 0,03 л                          |       |  |       |

коробке подач и фартуке суппорта. 3. Во время работы не укладывать заготовки, детали, режущие и измерительные инструменты на направляющие станины, использовать для этой цели деревянные планшеты.

4. Тщательно убирать станок после работы, следить, чтобы на направляющих станины и суппортов не оставалась стружка, грязь, влага. Обтирочные материалы, которыми счищают стружку, не должны оставлять следов и ворса на протираемых поверхностях.

Если обрабатывался чугун, а затем нужно обрабатывать сталь с применением смазочно-охлаждающей жидкости, то вначале очищают направляющие от чугунной стружки, грязи и масла, протирают их тряпкой, смоченной в керосине, затем протирают насухо и вновь смазывают. Не реже одного раза в месяц выполняют общую уборку станка и рабочего места (целесообразно эту работу выполнять вместе со сменщиком): обмыть станок теплым содовым раствором и вытереть; промыть сетку корыта, полностью сменить эмульсию в резервуаре; промыть ходовые винты; тщательно очистить направляющие; протереть шкивы и сменные зубчатые колеса;

снять защитные кожухи и протереть их изнутри; очистить рабочее место под станком, под решеткой, вокруг станка, под тумбочкой; очистить и при необходимости отремонтировать решетку; навести порядок в рабочей тумбочке.

После общей уборки следует полностью смазать станок согласно инструкции. Два раза в год станку делают генеральную уборку.

5. Не оставлять двигатель станка включенным на продолжительное время, останавливать станок при временном прекращении работы: при измерении обрабатываемых заготовок (деталей), при перерывах в подаче электроэнергии, при наладочных или ремонтных работах у станка.

При выполнении ручных работ (развертывание, нарезание резьбы метчиком, сверление с ручной подачей пиноли, полирование), когда не требуется автоматическая подача суппорта, следует отключать механизм подачи, поставив рукоятку тrenzеля в нейтральное положение.

6. Станок должен быть надежно установлен на фундаменте, о замеченных ослаблениях закрепления станка на фундаменте сообщать мастеру и механику цеха.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите виды регулировок, которые может выполнять токарь.
2. Как проводят проверку токарного станка на радиальное биение шпинделя, соосность осей шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки?
3. Укажите основные точки и периодичность смазки токарно-винторезного станка 1К62.
4. Перечислите основные правила ухода за токарным станком.



## ГЛАВА II. МОДЕРНИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

### § 64. Модернизация станков Механизация отдельных узлов станка

Модернизация станков. Конструкции металлорежущих станков непрерывно совершенствуются. Промышленность получает новое оборудование, обладающее высокой мощностью и быстроходностью, позволяющее наиболее полно использовать стойкость твердосплавного режущего инструмента. Имеющиеся на предприятиях станки прежних выпусков, находящиеся в хорошем техническом состоянии, модернизируют, т. е. усовершенствуют, приближая таким образом их характеристики к уровню новых станков. Основные направления модернизации: повышение мощности, увеличение числа ступеней чисел оборотов в минуту шпинделя, увеличение верхнего предела чисел оборотов; повышение жесткости. При модернизации станки оснащают устройствами, механизмирующими закрепление заготовки и снятие детали, ускоряющими подвод и отвод суппорта, улучшающими условия безопасной работы на станке. Модернизация обычно осуществляется при капитальном ремонте станка.

Для повышения мощности на станок устанавливают более мощный электродвигатель. Однако может оказаться, что какой-либо элемент привода глав-

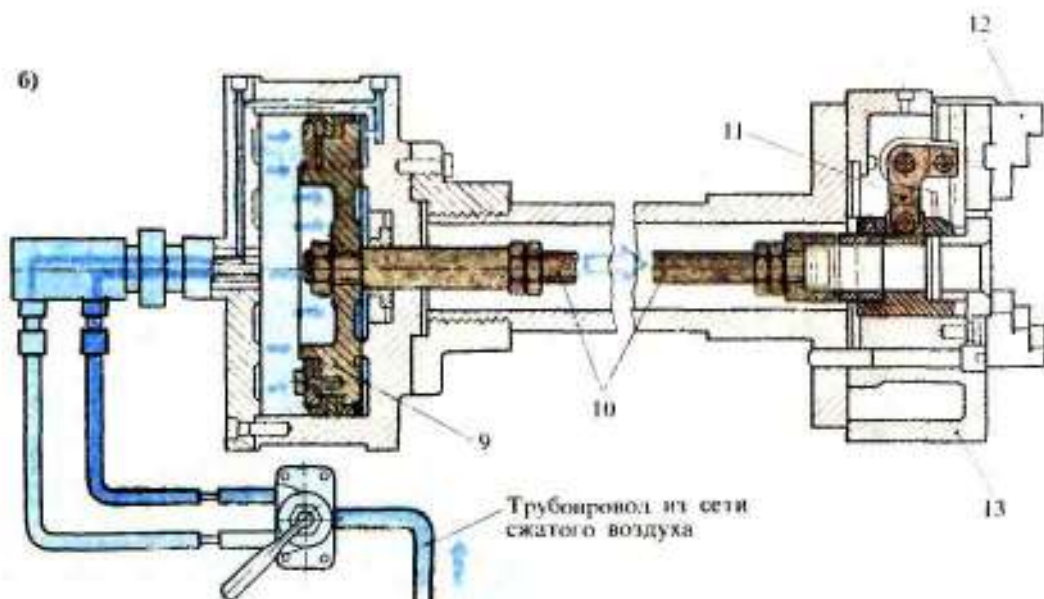
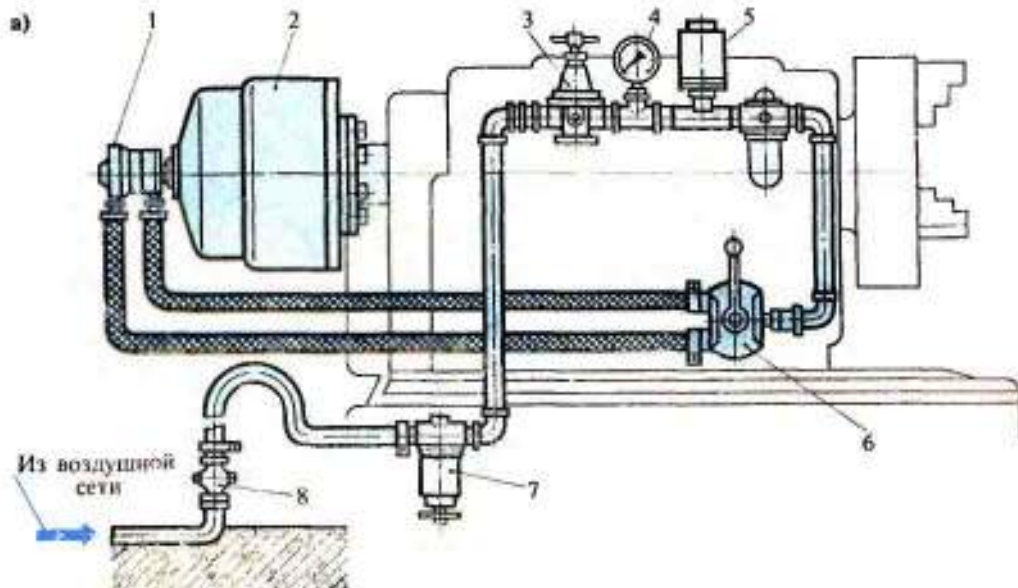
ного движения не выдержит повышенной мощности: может порваться ремень, сломаться зуб зубчатого колеса, проскальзывать фрикционная муфта и т. д. Чтобы этого не произошло, перед модернизацией станка делают поверочный расчет механизмов станка. На основании поверочного расчета усиливают слабые звенья. Например, вместо плоскоременной передачи устанавливают клиноременную, заменяют материал или размеры некоторых зубчатых колес, увеличивают число дисков фрикционной муфты и т. д. Данные о проведенной модернизации вносят в паспорт станка.

Простейшим способом повышения быстроходности станка является увеличение диаметра ведущего шкива (на валу электродвигателя) и уменьшение диаметра ведомого шкива (на первом валу коробки скоростей). Перед такой модернизацией делают поверочный расчет на проскальзывание ремней, на соответствие подшипников шпинделя повышенным оборотам и, при необходимости, вносят в станок необходимые конструктивные усовершенствования.

Для повышения жесткости станок устанавливают на более массивные тумбы, в отдельных случаях между направляющими вставляют дополнительные ребра жесткости.

Часто целью модернизации станка является расширение его технологических возможностей. Например, для обработки особо длинных валов удлиняют станину станка, для сверления глубоких отверстий вводят специальный механизм вращения сверла, для нарезания резьб — механизм ускоренного отвода резца от заготовки в конце каждого прохода и т. д.

Возможна также модернизация станка с целью узкой специализации — на обработку заготовок определенных деталей: ступенчатого валика, втулки, зубчатого колеса и т. д.



## 204. ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ТОКАРНЫЙ ПАТРОН:

*а — схема пневмопривода, б — устройство цилиндра и патрона, 1 — приемная муфта, 2 — рабочий цилиндр, 3 — регулятор давления, 4 — манометр, 5 — маслораспылитель, 6 — распределительный кран, 7 — влагоотделитель, 8 — вентиль, 9 — поршень, 10 — тяга, 11 — двуплечий рычаг, 12 — зажимной кулачок, 13 — корпус патрона*

Механизация отдельных узлов станка. Пневматические патроны. На машиностроительных заводах серийного и массового производства широко применяют пневматические приводы станочных приспособлений, в том числе токарных патронов. Пневматический привод обеспечивает ускоренное закрепление и освобождение заготовок без приложения значительного физического усилия. Воздух под давлением 4—6 ат поступает к станку из цеховой воздушной магистрали.

На рис. 204, а показана схема пневматического привода токарного патрона (с вращающимся цилиндром). Сжатый воздух из магистрали через вентиль 8 поступает во влагоотделитель 7 с фильтром, проходит регулятор давления 3 с манометром 4 и маслораспылитель 5. Далее через распределительный кран 6 сжатый воздух по шлангам направляется в приемную муфту 1, откуда поступает в правую полость рабочего цилиндра 2 и давит на поршень 9, вызывая осевое перемещение тяги 10.

Тяга 10 (рис. 204, б) воздействует на двуплечий рычаг 11, который вызывает перемещение зажимных кулачков 12 по радиальным пазам корпуса 13 патрона и таким образом закрепляет заготовку. Для освобождения закрепленной заготовки поворачивают рукоятку крана управления, сжатый воздух поступает в левую полость рабочего цилиндра. Перемещаясь в обратном направлении, поршень через тягу 10 и

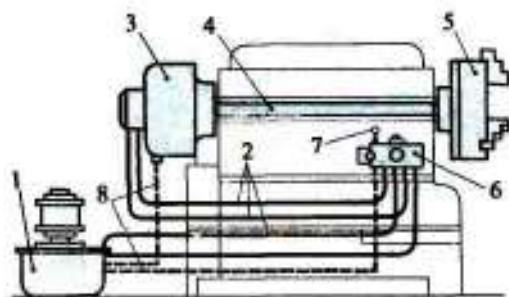
двуплечий рычаг 11 раздвинет кулачки 12 и тем самым освободит заготовку. Вместо трехкулачкового патрона от пневмопривода может работать цанговый патрон, при этом тяга вызывает продольное перемещение цанги, которая, вдвигаясь своей наружной конической поверхностью в коническую расточку корпуса, сжимается и закрепляет заготовку.

Если для закрепления заготовки требуется большое зажимное усилие, применяют гидравлический привод патрона. Благодаря высокому давлению в гидравлической системе можно применить рабочие цилиндры небольшого диаметра, все зажимное приспособление получается более компактным. В схему гидропривода токарного патрона (рис. 205) входят: гидроагрегат 1, состоящий из электродвигателя, насоса и резервуара для масла; нагнетательный трубопровод 2; рабочий цилиндр 3, связанный тягой 4 с кулачком патрона 5; золотник 6, управляемый рукояткой 7, и обратный трубопровод 8 для утечек масла.

Пневмопривод пиноли. Для механического подвода и отвода задне-

## 205. СХЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТОКАРНОГО ПАТРОНА:

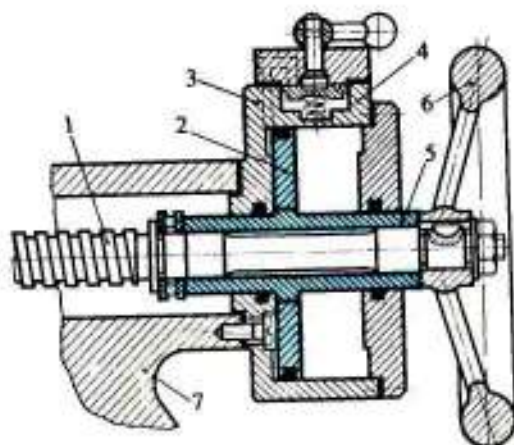
*1 — насосная станция, 2 — нагнетательный трубопровод, 3 — рабочий цилиндр, 4 — тяга, 5 — патрон, 6 — золотник управления, 7 — рукоятка, 8 — обратный трубопровод для утечек масла*





## 206. ПНЕВМОПРИВОД ПИНОЛИ ЗАДНЕЙ БАБКИ:

1 — винт пиноли, 2 — поршень, 3 — корпус пневмопиноли, 4 — кран управления, 5 — шток, 6 — маховичок, 7 — задняя бабка



го центра или инструмента, закрепленного в пиноли, заднюю бабку оснащают пневматическим приводом пиноли (пневмопинолью). Корпус 3 (рис. 206) пневмопиноли с краном управления 4 крепится к корпусу задней бабки 7. Шток 5 имеет поршень 2 и соединяется с винтом 1 задней бабки. Удлиненный конец винта проходит сквозь шток 5. На его конце закрепляется маховичок 6 пиноли.

## § 65. Гидравлический копировальный суппорт

Современные токарные станки оснащаются гидравлическим копировальным суппортом. Гидрокопировальный суппорт ГСП-41 к станку 1К62 (рис. 207) позволяет обтачивать ступенчатые валики и выполнять различные копировальные работы с закреплением заготовки в центрах или в патроне. Гидрокопировальный суппорт устанавливают на поперечных салазках суппорта вместо верхней части суппорта.

## Техническая характеристика гидросуппорта ГСП-41

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Наибольший диаметр обработки (мм):                         |     |
| наружный . . . . .                                         | 155 |
| внутренний . . . . .                                       | 200 |
| Наибольший перепад диаметров при копировании, мм . . . . . | 80  |
| Наибольшая длина копируемой части детали, мм . . . . .     | 600 |
| Достижимая чистота поверхности . . . . .                   | ▽6  |

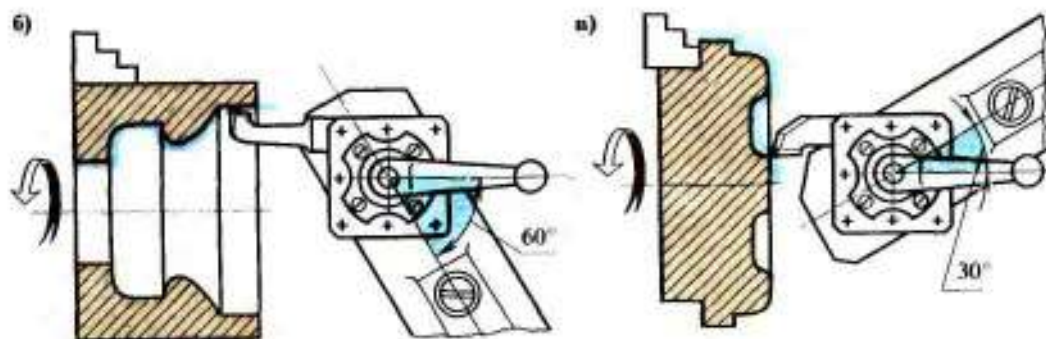
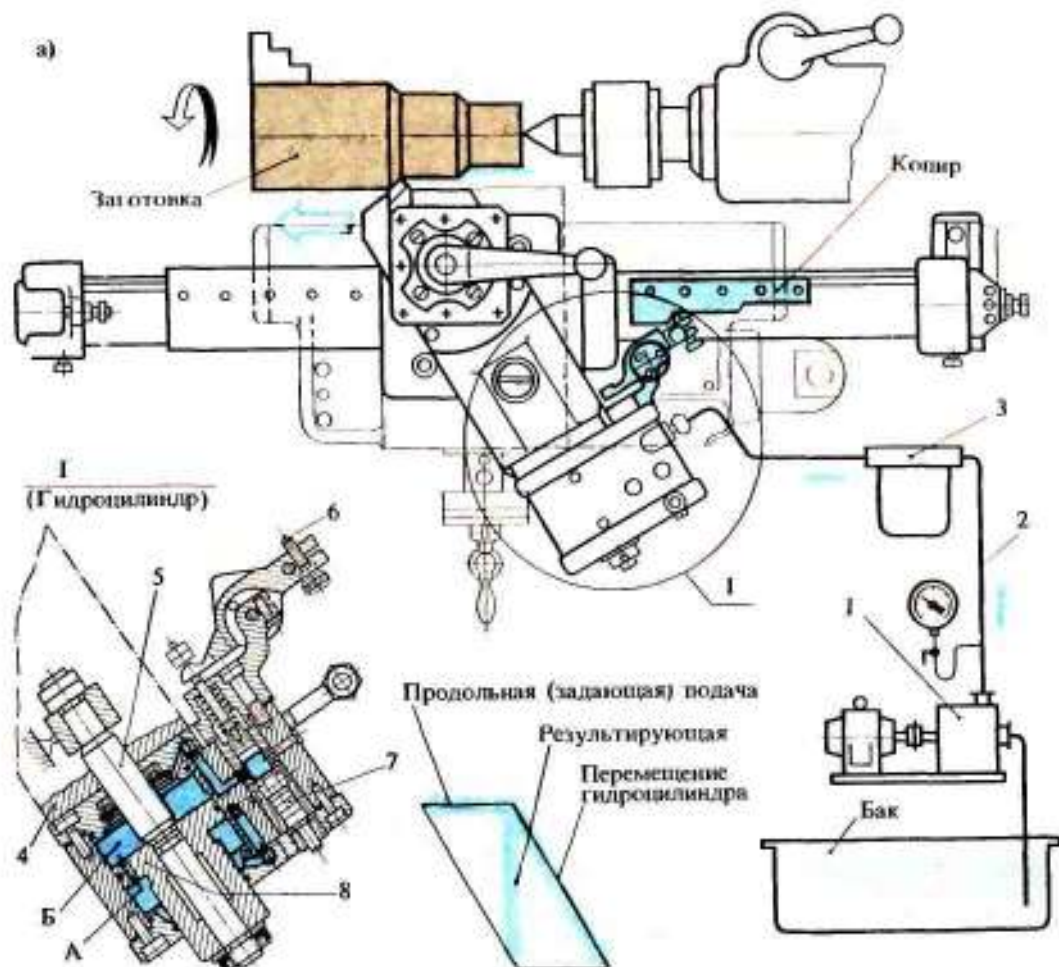
Для продольного точения среднюю часть копировального суппорта устанавливают под углом  $60^\circ$  к направлению продольной подачи (рис. 207, б). При торцовом точении среднюю часть устанавливают на месте крепления заднего резцедержателя под углом  $30^\circ$  к направлению продольной подачи (рис. 207, в).

На рис. 207, а показана схема работы гидросуппорта. От насоса 1 через фильтр масла поступает в меньшую полость А гидроцилиндра. Полость Б цилиндра соединена со следящим устройством. Обе полости цилиндра сообщаются между собой посредством отверстия в поршне 8. Шток 5 гидроцилиндра жестко закреплен в кронштейне поворотной части суппорта, т. е. поршень неподвижен, а цилиндр имеет возможность перемещаться. Гидроцилиндр привернут к копировальному суппорту 4.

Следящее устройство представляет собой золотник 7, корпус которого расположен в блоке с цилиндром, а сам золотник при помощи пружины прижимается через рычаг со щупом 6 к копиру. Между золотником и выточкой в корпусе следящего устройства образуется кольцевое проходное сечение. При выдвинутом вперед (на схеме вверх) золотнике выход масла из боль-

## 207. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СУППОРТ:

а — схема работы, б — растачивание, в — торцовое точение; 1 — насос, 2 — нагнетательный трубопровод, 3 — фильтр, 4 — суппорт, 5 — шток, 6 — щуп, 7 — золотник, 8 — поршень



шой полости цилиндра перекрывается и, благодаря тому, что обе полости цилиндра соединены отверстием, в них устанавливается одинаковое давление. Так как площадь поршня в полости *A* примерно вдвое больше, чем в полости *B*, то усилие, действующее на цилиндр, направлено к обрабатываемой заготовке (на схеме вверх) и суппорт движется вперед к заготовке. При нажатии на золотник между ним и его корпусом образуется канал, достаточный для пропуска масла из полости *B* в бак. При этом, благодаря сопротивлению в поршневом отверстии, давление в полости *A* значительно превосходит давление в полости *B*, в результате чего равнодействующее усилие на цилиндр направлено от обрабатываемой заготовки (по схеме вниз) и суппорт отходит назад. Если относительное положение золотника и корпуса следящего устройства образует между ними малый канал, то масло, выходящее из полости *B*, испытывает сопротивление, и давление в полости *B* становится вдвое меньше, чем в полости *A*, усилия, действующие на цилиндр, уравниваются и копировальный суппорт остается непод-

вижным (происходит обработка цилиндрической поверхности).

При переходе от цилиндрической поверхности к прямоугольному торцу шуп отклоняется и, нажимая на золотник, увеличивает канал в следящем устройстве, вследствие чего копировальный суппорт начинает отходить от заготовки. Так как каретка при этом продолжает двигаться с постоянной скоростью к передней бабке, то в результате сложения этих двух движений образуется прямой угол на заготовке. Аналогично при копировании других профилей, благодаря сложению двух движений, на заготовке воспроизводится форма копира.

Гидросуппорт ГСП-41 позволяет сочетать работу по копиру с «доделочными» переходами: проточкой канавок, снятием фасок, отрезкой. Некопировальные операции выполняют при выключении гидронасоса.

Копиры (шаблоны) изготавливают из тонкой листовой стали, их доводят слесари-лекальщики, а для длительного использования — закаляют. Применение гидрокopировального суппорта целесообразно при изготовлении партии деталей 20 штук и более.

### Контрольные вопросы

1. С какой целью модернизируют станки?
2. Как устроен и работает пневматический токарный патрон?
3. Как устроен и работает гидрокopировальный суппорт ГСП-41?



## ГЛАВА 12. СТАНКИ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

Лобовые станки предназначены для обработки заготовок, диаметр которых значительно превосходит длину (шкивы, маховики, зубчатые колеса, плиты и др.). Лобовой станок отличается от токарного отсутствием задней бабки и большими размерами планшайбы.

Из-за неудобства крепления и выверки заготовки эти станки применяются редко, они заменяются карусельными станками.

Карусельные станки предназначены для обработки крупных заготовок диаметром свыше 300 мм и применяются главным образом в цехах единичного и серийного производства (особенно в тяжелом машиностроении). Карусельный станок имеет планшайбу (стол) для установки заготовок, вращающихся в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси).

Уникальные карусельные станки для изготовления деталей турбин имеют планшайбу диаметром до 18 м. Карусельные станки бывают одностоечные (одно- и двухсуппортные) и двухстоечные (двух-, трех- и четырехсуппортные).

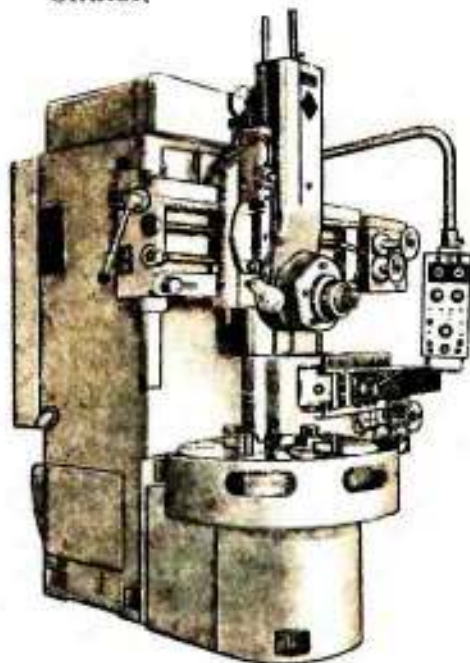
Одностоечный карусельный станок (рис. 208) имеет вертикальный суппорт с пятигранной поворотной (револьверной) инструментальной головкой и боковой суппорт. Вертикальный суппорт расположен на траверсе, которая может перемещаться вверх и

вниз по направляющим стойки. Боковой суппорт может перемещаться вертикально и горизонтально. В револьверной головке в определенной технологической последовательности закрепляются инструментальные державки или непосредственно стержневые инструменты (сверла, зенкеры).

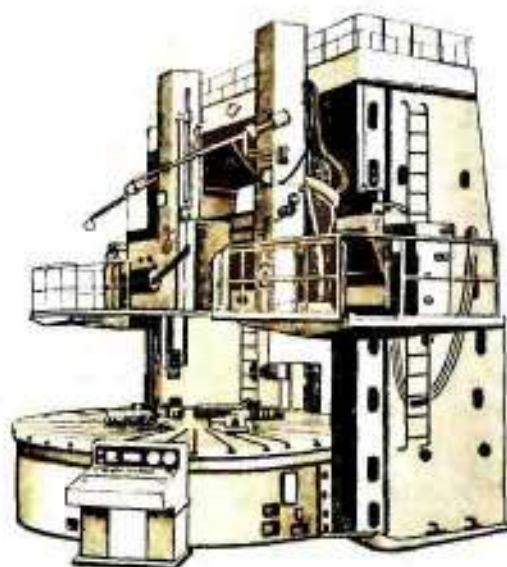
В боковом суппорте закрепляется обычный четырехрезцовый поворотный резцедержатель, как у токарного станка. Заготовку устанавливают на столе станка и крепят кулачками, имеющими независимое перемещение, или болтами и планками-прихватами. Горизонтальное расположение стола упрощает выверку заготовки и обеспечивает надежность крепления.

Двухстоечный карусельный станок (рис. 209) предназначен для обработки особо крупных заготовок. Высокая

208. КАРУСЕЛЬНЫЙ ОДНОСТОЕЧНЫЙ СТАНОК



## 209. ДВУХСТОЕЧНЫЙ КАРУСЕЛЬНЫЙ СТАНОК



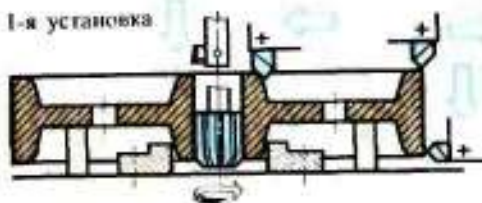
производительность этого станка объясняется возможностью одновременной обработки несколькими суппортами и большими сечениями стружки, благодаря высокой мощности станка. Токарь, работающий на карусельном станке, пользуется теми же инструментами и применяет в основном такие же приемы работы, как и токарь-универсал. Типовая наладка карусельного станка показана на рис. 210.

Револьверные станки в отличие от токарных вместо задней бабки имеют каретку, на которой находится поворотная (револьверная) инструментальная головка. Револьверные станки применяют в серийном и массовом производстве при изготовлении больших партий одинаковых деталей. Заготовками могут являться поковки или отливки, закрепляемые в патроне (обычно пневматическом), или прутковый материал, пропускаемый через шпиндель и зажимаемый цанговым патроном.

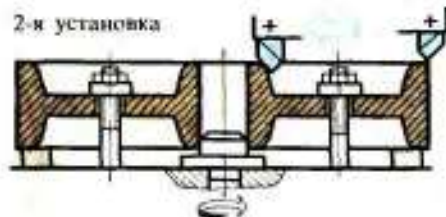
Различают два типа револьверных станков: с вертикальной осью револь-

## 210. СХЕМА НАЛАДКИ КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ШКИВА

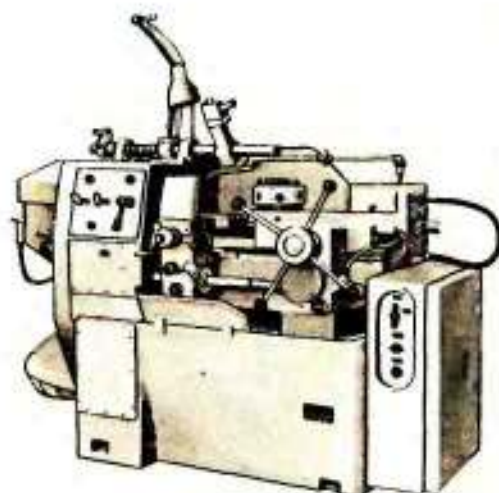
1-я установка



2-я установка



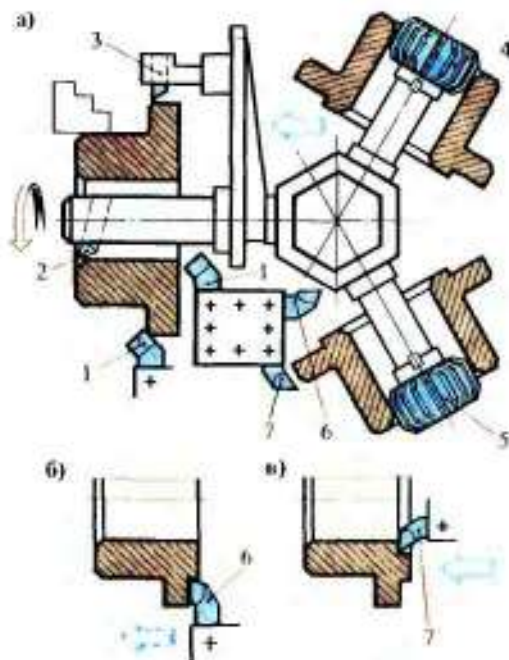
## 211. РЕВОЛЬВЕРНЫЙ СТАНОК С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ





## 212. СХЕМА НАЛАДКИ РЕВОЛЬВЕРНОГО СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВТУЛКИ:

*а* — общая схема, *б* — подрезание уступа, *в* — растачивание выточки; резцы: 1, 3 — проходные, 2 — расточный державочный, 6 — проходной упорный, 7 — расточный упорный; 4 — зенкер, 5 — развертка



револьверной головки, автоматическое получение заданных размеров благодаря наладке по упорам — все это обеспечивает высокую производительность revolverного станка. Схема наладки revolverного станка с вертикальной осью головки приведена на рис. 212, а, б, в.

Станки с горизонтальной осью revolverной головки (рис. 213). Дисковая revolverная головка с горизонтальной осью обращена к шпинделю торцом; она имеет гнезда для закрепления инструментов и поворачивается вокруг горизонтальной оси. Каретка, на которой установлена revolverная головка, совершает продольную подачу, а поперечная подача (по дуге окружности) осуществляется поворотом revolverной головки.

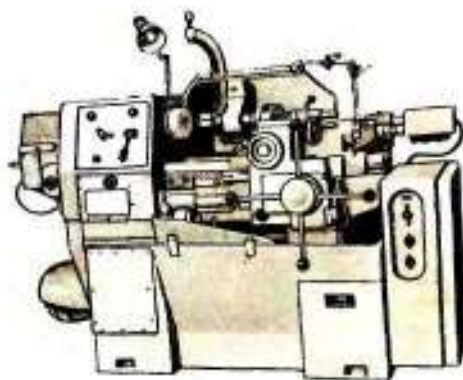
Наладку revolverного станка и изготовление пробных деталей выполняют квалифицированные рабочие-наладчики. Точность изготовления детали зависит от точности наладки по продольным и поперечным упорам.

Многорезцовые полуавтоматы. Полуавтоматом называют станок, который автоматически, без участия рабочего, выполняет весь цикл движений инструментов: подвод к заготовке,

верной головки и горизонтальной осью revolverной головки.

Станки с вертикальной осью revolverной головки (рис. 211). Шестигранная revolverная головка расположена горизонтально и поворачивается вокруг вертикальной оси. На гранях revolverной головки, в соответствии с предварительно разработанной технологией, закрепляют различные инструменты: резцы, сверла, зенкеры, метчики и др. В обычном резцедержателе поперечного суппорта закрепляют резцы. Сочетание одновременной работы инструментов, закрепленных в revolverной головке и в поперечном суппорте, быстрое закрепление инструмента благодаря повороту

## 213. РЕВОЛЬВЕРНЫЙ СТАНОК С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ





врезание, рабочую подачу на заданную длину, отвод инструментов и остановку станка. Рабочий (оператор) только устанавливает заготовки и снимает готовые детали. В массовом производстве (например, в автотракторной промышленности, сельхозмашиностроении и станкостроении) ступенчатые валы обрабатывают на полуавтоматах типа 1722. Станок имеет два суппорта: верхний с гидравлическим копирующим устройством и нижний — поперечный (рис. 214).

На рис. 215 показана схема наладки станка 1722 на обработку заготовки ступенчатого валика: резец, закрепленный в верхнем суппорте, обтачивает наружные поверхности ступеней валика (вершина резца повторяет контур копира, с которым соприкасается шуп гидравлического следящего устройства). Нижний суппорт осуществляет поперечную подачу и закрепленные в нем резцы протачивают канавки, подрезают уступы, обрабатывают галтели и снимают фаски. Гидравлическая система станка обеспечивает движения продольной и поперечной подач, а также поджим задней бабки. Вертикальное

## 215. СХЕМА НАЛАДКИ МНОГОРЕЗЦОВОГО ПОЛУАВТОМАТА 1722 ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВКИ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА:

резцы: 1 — проходной, 2 — торцовый, 3 — канавочный, 4 — фасочный

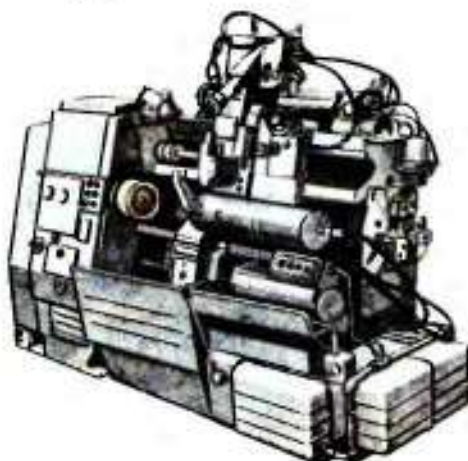


расположение суппортов создает удобства для наблюдения за зоной резания и облегчает сход стружки непосредственно в корыто (под действием собственного веса).

Корпусные детали и валы с большими перепадами диаметров экономичнее обрабатывать на многорезцовом полуавтомате 1А730. Передний суппорт, несущий несколько резцов, совершает продольную подачу: каждый резец, заранее выставленный по эталонной детали, обтачивает только одну ступень, а путь прохода суппорта равен длине наиболее длинного участка детали. Задний суппорт совершает только поперечную подачу и закрепленные в нем резцы подрезают торцы, протачивают канавки и т. д. Недостатком станков такого типа является трудность обеспечения надежного стружколомания при одновременной работе по стали нескольких твердосплавных резцов на скоростных режимах.

Схема наладки станка 1А730 показана на рис. 216.

## 214. МНОГОРЕЗЦОВЫЙ ПОЛУАВТОМАТ 1722



**Токарные автоматы.** В отличие от полуавтоматов станки-автоматы осуществляют автоматически не только весь цикл движения инструмента, но также и закрепление заготовки и ее раскрепление. Автоматы бывают прутковые (заготовки — прутковый материал) и патронные (заготовки — отливки или поковки).

Для изготовления мелких деталей из пруткового материала в массовом производстве применяют одношпиндельные прутковые револьверные автоматы типа 1А136. Этот автомат имеет четыре суппорта: продольный, несущий револьверную инструментальную головку, и три поперечных. Движение подачи суппортов осуществляется под действием профильных дисковых кулачков через систему рычагов. На рис. 217 изображен механизм подачи поперечных суппортов. Станок налаживают на цикл, это значит, что полный оборот валов с кулачками 5 и соответственно подача

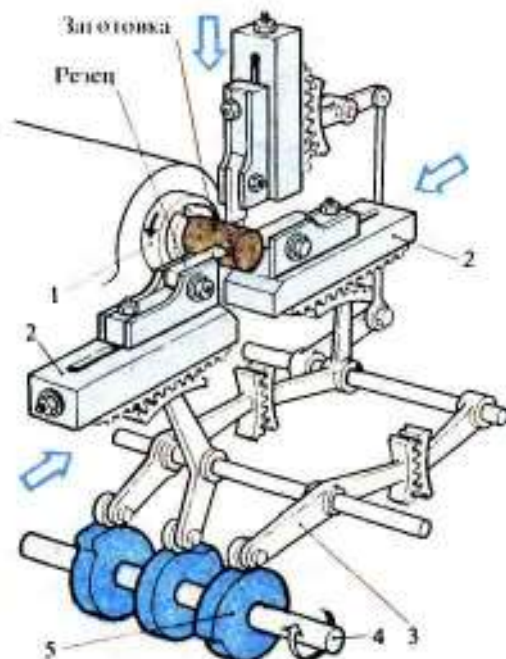
## 216. СХЕМА НАЛАДКИ МНОГОРЕЗЦОВОГО ПОЛУАВТОМАТА 1А730 ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА:

резцы: 1, 3 — фасочные, 2 — прорезной, 4, 5 — проходные упорные, 6 — проходной



## 217. МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ ПОПЕРЕЧНЫХ СУПОРТОВ АВТОМАТА 1А136:

1 — шпиндель, 2 — суппорт, 3 — рычаг с зубчатым сектором, 4 — кулачковый вал, 5 — кулачок



суппортов 2 и возврат их в исходное положение произойдут за столько оборотов шпинделя, сколько нужно для полной обработки заготовки.

Высокую производительность обеспечивают многошпиндельные токарные автоматы, применяемые в массовом производстве. Многошпиндельные автоматы работают по позиционному принципу: барабан (планшайба) с патронами или цанговыми зажимами периодически поворачивается и в каждой позиции заготовка обрабатывается определенным инструментом (или несколькими инструментами). Время обработки заготовки на многошпиндельном автомате равно времени, затрачиваемому на самой трудоемкой позиции.

## Контрольные вопросы

1. Какие особенности имеют лобовые и карусельные станки?
2. Расскажите об устройстве и работе револьверных станков?
3. Чем отличается многорезцовый полуавтомат 1722 от полуавтомата 1A730?
4. Как осуществляется движение подачи на токарном автомате?





## ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

### ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ



ГЛАВА-13  
Обработка фасонных  
поверхностей

ГЛАВА-14  
Отделка поверхностей

ГЛАВА-15  
Нарезание резьбы резцами

ГЛАВА-16  
Технологические процессы  
изготовления деталей  
со сложными поверхностями



### ГЛАВА 13. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В машиностроении широко применяют-ся детали, имеющие поверхности с криволинейными образующими (фасонные), отличающиеся от простейших форм поверхностей (плоской, цилиндрической, конической).

Фасонные поверхности обрабатывают на токарных станках фасонными резцами, способом сочетания продольной и поперечной подачи и с помощью различных приспособлений.

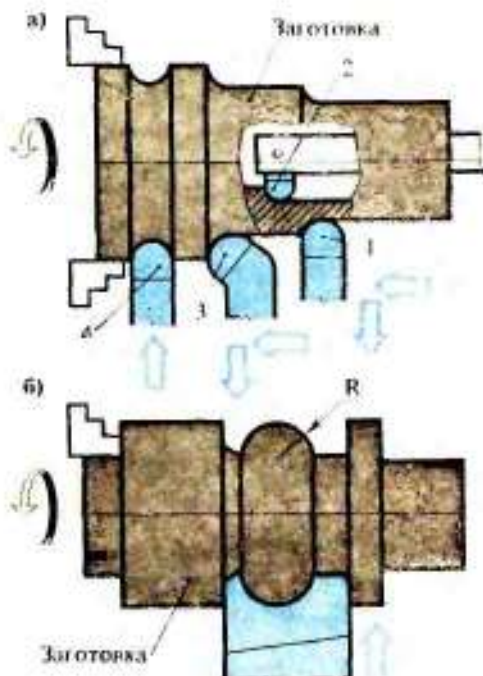
#### § 66. Обработка фасонных поверхностей фасонными резцами

Короткие фасонные поверхности длиной до 60 мм в серийном производстве обрабатывают фасонными резцами. Профиль режущей кромки фасонного резца соответствует профилю обрабатываемой фасонной поверхности.

Стержневые фасонные резцы. Простейшим фасонным резцом является стержневой с приваренной или напаянной режущей пластинкой (рис. 218, а, б). Переточка по задней поверхности, т. е. по всей профильной режущей кромке — сложная и трудоемкая операция, поэтому, как правило, фасонные резцы перетачивают по передней поверхности. После переточки по передней поверхности исходный профиль режущей кромки сохраняется. Однако стержневой резец допускает только две-три переточки по передней поверхности, так как после каждой переточки, чтобы установить режущую кромку резца по

## 218. СТЕРЖНЕВЫЕ ФАСОННЫЕ РЕЗЦЫ:

*а — радиусные, б — сложного профиля; 1, 3 — галтельные, 2 — внутренний галтельный, 4 — канавочный*



центру заготовки, резец поднимают выше при помощи подкладок и он упрется в «потолок» паза резцедержателя. Малое число допускаемых переточек является недостатком стержневых резцов, их применяют главным образом в качестве радиусных и галтельных (см. рис. 218). Резцы со сложным профилем режущей кромки в условиях серийного или массового производства обычно имеют призматическую или дисковую конструкцию.

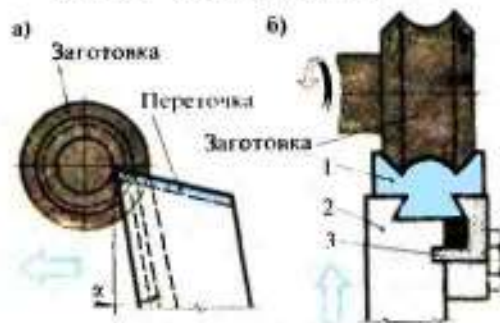
**Призматические резцы.** Шлифованный профиль задней поверхности призматического резца соответствует заданному фасонному профилю детали. Резец крепят в специальной державке хвостовиком, имеющим форму типа

«ласточкин хвост», причем для образования заднего угла резец устанавливают под углом к подошве державки (рис. 219, а, б). Переточку резца осуществляют шлифованием передней поверхности.

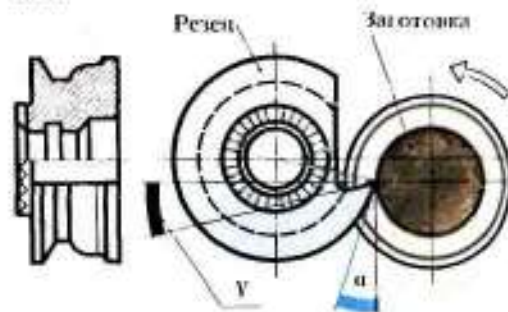
Дисковый, или круглый, резец имеет фасонную наружную поверхность, форма которой является зеркальным отображением заданной фасонной поверхности детали. В резце имеется угловой вырез. Пересечением плоскости выреза с наружной фасонной поверхностью образуется фасонная режущая кромка (рис. 220). Если бы передняя поверхность резца проходила

## 219. ОБРАБОТКА ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИЗМАТИЧЕСКИМ РЕЗЦОМ:

*а — схема установки и переточки резца, б — резец в работе; 1 — резец, 2 — державка, 3 — прижимная планка*

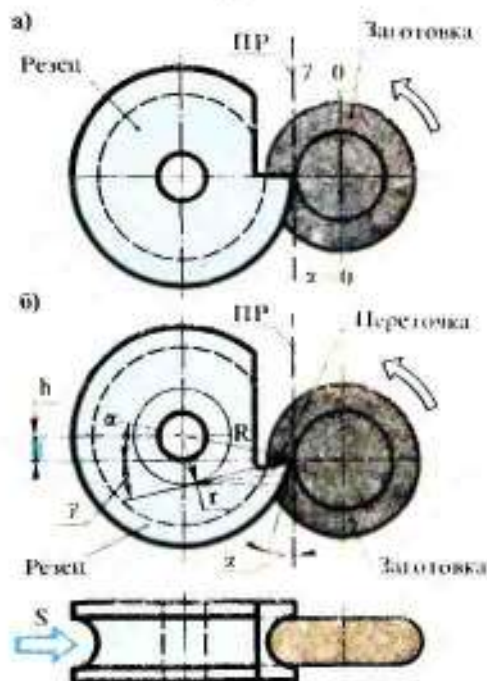


## 220. ДИСКОВЫЙ ФАСОННЫЙ РЕЗЕЦ



## 221. УСТАНОВКА ДИСКОВОГО ФАСОННОГО РЕЗЦА:

$a$  — по центру заготовки ( $\gamma=0$ ;  $\alpha=0$ );  
 $b$  — выше центра заготовки ( $\gamma \neq 0$ ;  $\alpha \neq 0$ );  
 ПР — плоскость резания



через центр заготовки детали, а центр дискового резца находился на уровне центра заготовки детали, то резец имел бы нулевые значения переднего и заднего углов, т. е. практически не работал бы (рис. 221, а). Чтобы создать благоприятную геометрию режущего клина, вырез делают ниже центра диска (резца), а центр резца устанавливают выше центра заготовки (рис. 221, б). Кроме того, переднюю поверхность перетачивают по касательной к определенной постоянной условной окружности, радиус которой  $r=R \sin (\alpha+\gamma)$ , где  $\alpha$  — заданный задний угол,  $\gamma$  — заданный передний угол. При указанных условиях установки и заточки резца значения переднего и заднего углов будут положительными.

После каждой переточки по передней поверхности дисковый резец поворачивают на оси державки, вновь устанавливают по центру и закрепляют. Имеющиеся на торце резца и на торце державки зубцы предотвращают проворот резца от усилий, возникающих при резании.

Призматические и дисковые резцы изготавливают обычно из быстрорежущей стали, реже применяют твердосплавные.

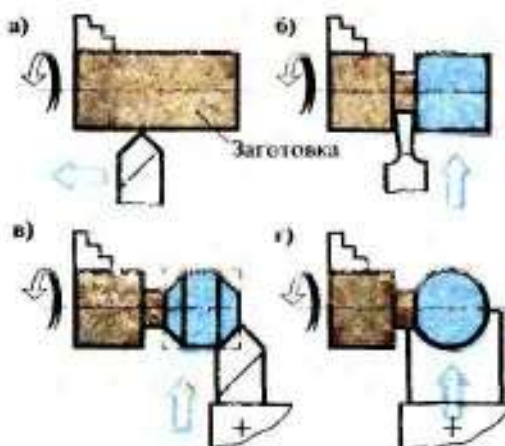
Работа фасонными резцами. Чтобы уменьшить вибрацию заготовок при работе фасонным резцом способом поперечной подачи, предварительно протачивают поверхность проходным резцом, оставляя небольшой припуск на окончательную обработку фасонным резцом.

Обработка шаровой поверхности фасонным резцом приведена на рис. 222, а — з.

Фасонный резец подводят к заготовке плавно. Подача — обычно ручная 0,02—0,1 мм/об, причем к концу прохода по-

## 222. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ СФЕРИЧЕСКОЙ (ШАРОВОЙ) ПОВЕРХНОСТИ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ:

$a$  — наружное обтачивание,  $b$  — прорезание канавки,  $в$  — снятие фасок,  $г$  — обтачивание фасонным резцом





дачу уменьшают. Для получения высокой чистоты поверхности скорость резания при точении фасонными резцами не должна превышать 30 м/мин.

В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при обработке стали применяют эмульсию или сульфозрезол.

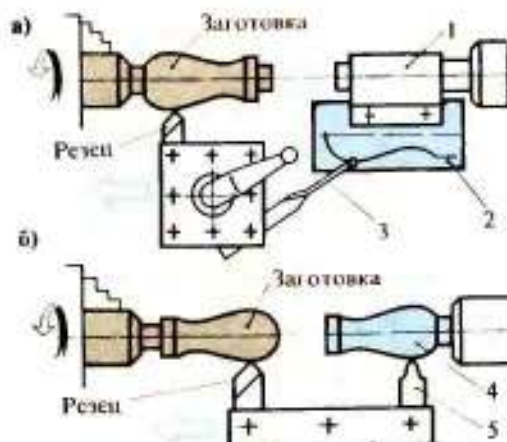
Обточку галтели (радиусных переходов) ступенчатых валов обычно совмещают с чистовым проходом по шейке вала радиусным резцом (см. рис. 218, а).

## § 67. Обработка фасонных поверхностей способом сочетания двух подач и по копиру

Любую фасонную поверхность тела вращения можно получить сочетанием продольной и поперечной подач. При определенном навыке, периодически контролируя заготовку (деталь) шаблоном, токарь довольно точно может выточить фасон-

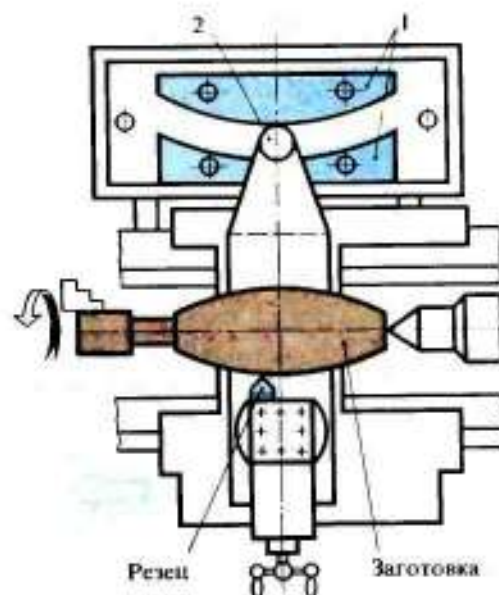
## 223. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СПОСОБОМ СОЧЕТАНИЯ ДВУХ ПОДАЧ:

а — контроль по чертежу, б — контроль по эталонной детали; 1 — держатель планшета, 2 — планшет с чертежом фасонного контура детали, 3 — рейсмас, 4 — эталонная деталь, 5 — щуп



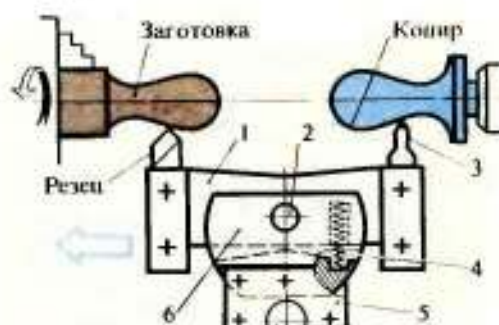
## 224. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ КОПИРОВАЛЬНОЙ ЛИНЕЙКИ:

1 — копир, 2 — ролик



## 225. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ В. И. ГУРГАЛЯ ДЛЯ ОБТОЧКИ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ:

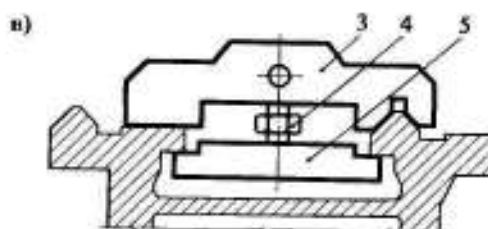
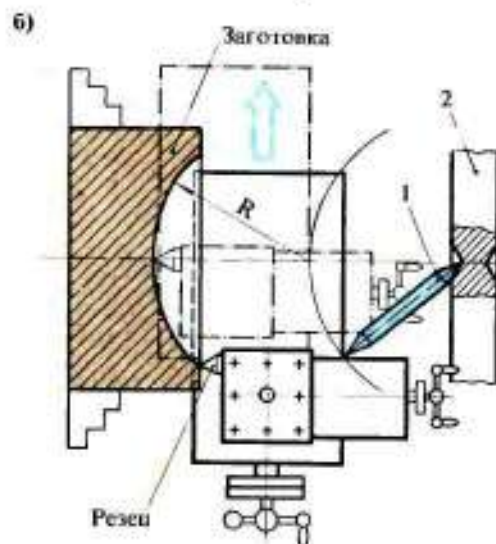
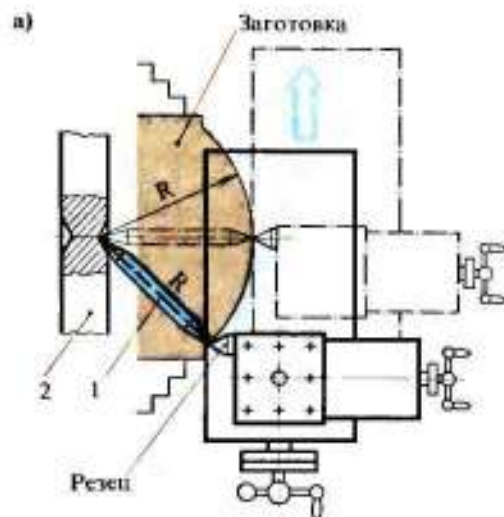
1 — коромысло, 2 — палец, 3 — щуп, 4 — пружина, 5 — резцедержатель, 6 — корпус



## 226. ОБРАБОТКА СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕРНОГО ШТИХМАСА:

*а — обработка наружной сферы, б — обработка внутренней сферы, в — устройство упора; 1 — мерный штихмас, 2 — упор, 3 — корпус, 4 — винт, 5 — прижимная планка*

ную рукоятку, шар и другие фасонные детали. Предварительно заготовку обрабатывают проходным резцом, придавая ей форму, близкую к заданной. Способ обработки сочетанием двух подач непроизводителен и применяется при единичном изготовлении деталей. Некоторое ускорение фасонной обработки дает несложное приспособление, показанное на рис. 223, а. Токарь включает автоматическую продольную подачу и работает только рукояткой поперечной подачи, следя, чтобы конец проволоочного рейсмаса 3 все время касался фасонного контура, вычерченного на листке планшета 2, который закреплен в держателе 1. Можно в заднюю бабку закрепить эталон 4 детали и контролировать поперечную подачу соприкосновением щупа 5 с эталоном (рис. 223, б). Обработка фасонных поверхностей по копиру. Конусная линейка может быть применена и для обработки фасонных поверхностей. Для этого вместо поворотной линейки на плиту приспособления закрепляют копир с фасонным пазом. В этом пазу находится ролик, связанный с тягой суппорта. Как и при обработке конусов, гайку поперечного суппорта отсоединяют от винта. При продольной подаче каретки поперечная подача суппорта будет подчинена движению ролика по пазу копира и резец будет воспроизводить на заготовке профиль установленного на линейке копира (рис. 224). Существуют конструкции копировальных устройств с прижимом ролика к открытому копиру пружинами.





Компактное приспособление для обработки заготовок коротких фасонных деталей\* показано на рис. 225. Копир в виде детали, фасонный профиль которой является зеркальным по отношению к заданному профилю, закрепляют в пинولى задней бабки. Шуп приспособления под действием пружины все время прижат к копиру, а резец, расположенный на втором конце рычага приспособления, при продольной подаче каретки обтачивает заготовку по заданному профилю.

## § 68. Обработка сферических (шаровых) поверхностей

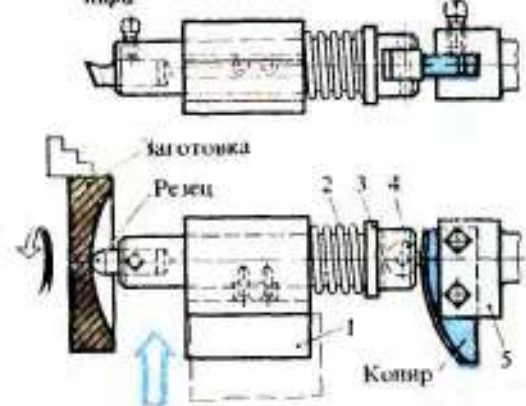
Неполные сферические (шаровые) поверхности радиусом свыше 100 мм можно обрабатывать без какого-либо приспособления при помощи мерного стержня (штихмаса), длина которого равна заданному радиусу шаровой поверхности\*\*. Для обточки наружной

\* Предложение Героя Социалистического Труда В. И. Гургалю.

\*\* Предложение лауреата Государственной премии СССР И. Е. Тхора.

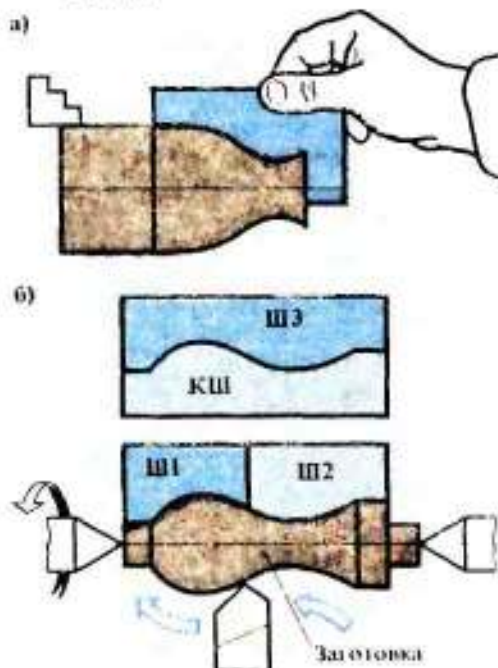
## 227. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ФАСОННОЙ ОБРАБОТКИ ТОРЦОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

1 — держатель резца, 2 — пружина, 3 — ползушка, 4 — ролик, 5 — держатель копира



## 228. КОНТРОЛЬ ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ШАБЛОНАМИ:

а — «на просвет», б — поверхности с вогнутым и выпуклым участками; шаблоны: Ш1 — для контроля выпуклой поверхности, Ш2 — для контроля вогнутой поверхности, Ш3 — комплексный, КШ — контрольный шаблон



сферы между поперечным суппортом станка и специальным упором, закрепленным на станине, устанавливают мерный штихмас 1 (рис. 226, а). Резец подводится к поверхности большого диаметра заготовки и штихмас ставится на перекус.

При автоматической подаче поперечного суппорта штихмас поворачивается относительно своего неподвижного левого конца и отжимает каретку суппорта вправо, а резец при этом будет описывать кривую радиусом  $R$ , т. е. обтачивать сферическую (шаровую) поверхность. Для обработки внутренней шаровой поверхности (рис. 226, б) штихмас должен упираться в упор



справа от каретки (упором может служить плита задней бабки). Концы штихмаса остро заточены, а в поперечном суппорте и плите имеются накерненные углубления, куда входят концы штихмаса. При наладке станка на обработку шаровых поверхностей следят, чтобы конец штихмаса со стороны упора находился под воображаемым центром окружности радиуса  $R$ , что достигается контролем при первом пробном проходе шаблоном и соответствующей регулировкой положения упора, который крепится к станине планкой (рис. 226, в).

Торцовые радиусные и фасонные поверхности обрабатывают при помощи

приспособления, показанного на рис. 227. Копир в виде плоского шаблона закрепляют в держателе 5, хвостовик которого вставляют в коническое отверстие пиноли задней бабки. Работу ведут при ручной или автоматической подаче поперечного суппорта.

Контроль фасонных поверхностей осуществляют шаблонами. Контур измерительной поверхности шаблона соответствует контролируемому профилю. Шаблон прикладывают к заготовке (детали) так, чтобы его плоскость совпадала с диаметральной плоскостью детали, и ведут контроль «на просвет» (рис. 228, а). Если фасонная поверхность имеет вогнутый и выпук-

Таблица 16

Брак при обработке фасонных поверхностей и меры его предупреждения

| Виды брака                                         | Причины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Меры предупреждения                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фасонный профиль детали не соответствует заданному | <p>При работе фасонным резцом: профиль резца не соответствует заданному</p> <p>резец заточен с большим или меньшим передним углом, чем предусмотрено</p> <p>резец установлен выше или ниже центра</p> <p>При работе способом двух подач неправильно произведен контроль выпуклых и вогнутых элементов профиля</p> <p>При работе копировальными приспособлениями: не «выбирается» люфт между плитами и гайками механизма продольной и поперечной подач</p> <p>отжим резца и заготовки в процессе резания</p> | <p>Заменить резец</p> <p>Отрегулировать установку резца по центру</p> <p>Контролировать выпуклые и вогнутые элементы профиля раздельными шаблонами</p> <p>Устранить люфты</p> <p>Проверить закрепление резца и заготовки</p> |
| Недостаточная чистота обрабатываемой поверхности   | <p>Вибрация заготовки из-за большой ширины режущей кромки</p> <p>Неправильно приняты режимы резания</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Разделить обрабатываемый профиль по длине и обрабатывать двумя фасонными резцами</p> <p>Уменьшить подачу</p> <p>Уменьшить скорость резания</p>                                                                            |

лый участки (рис. 228, б), то в процессе обработки эти участки контролируют самостоятельными шаблонами Ш1 и Ш2, а общий контроль осуществляют комплексным шаблоном Ш3. Сами ша-

блоны контролируют контршаблонами КШ.

В табл. 16 приведены, виды, причины и меры предупреждения брака при обработке фасонных поверхностей.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о конструкциях фасонных резцов и приемах работы ими.
2. Как обрабатывают фасонные поверхности сочетанием двух подач?
3. Какие копировальные приспособления применяют для обработки фасонных поверхностей?
4. В чем заключается способ обработки сферических (шаровых) поверхностей при помощи мерного штихмаса?
5. Как контролируют фасонные поверхности?
6. Перечислите основные виды брака при обработке фасонных поверхностей и укажите меры его предупреждения.



Рекомендуемые режимы резания  
при алмазном точении

| Обрабатываемый материал         | Глубина резания, мм | Подача, мм/об | Скорость резания, м/мин |
|---------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| Медь . . . . .                  | 0,02—0,3            | 0,01—0,06     | 350—500                 |
| Алюминий и его сплавы . . . . . | 0,01—0,15           | 0,01—0,10     | 400—500                 |
| Латунь . . . . .                | 0,03—0,06           | 0,02—0,10     | 400—500                 |
| Баббит . . . . .                | 0,05—0,15           | 0,02—0,10     | 400—500                 |
| Пластмассы . . . . .            | 0,05—0,30           | 0,03—0,06     | 500—700                 |

## ГЛАВА 14. ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

### § 69. Тонкое (алмазное) точение

Сущность тонкого точения заключается в срезании с поверхности заготовки тончайших стружек, что обеспечивает высокую точность (2а, 2 и 1 классы) и высокую чистоту поверхности (до  $\nabla 11$ ). Припуск под тонкое точение составляет 0,1—0,2 мм. Тонкое точение иногда называют алмазным, потому что наибольший эффект по производительности, стойкости инструмента и качеству обработки дают резцы, оснащенные кристаллами естественного алмаза (рис. 229, а). Для этой цели используют кристаллы массой до 0,6 карата (1 карат = 0,2 г), которые крепят в державке механическим способом (прижим планкой) (рис. 229, б) или впивают в державку. Кристалл алмаза проходит ог-

ранку (шлифование плоскостей алмазным порошком) для достижения требуемой геометрии (углы:  $\varphi = 30 \div 90^\circ$ ;  $\gamma = 0 \div 10^\circ$ ;  $\alpha = 5^\circ$ ).

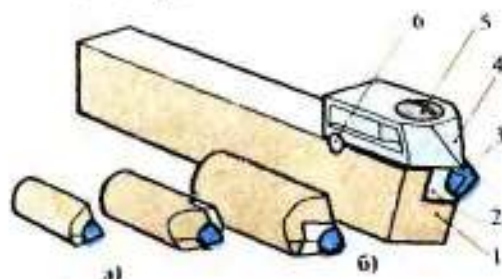
Алмазными резцами обрабатывают главным образом цветные металлы (медь, алюминий), легкие сплавы (сплавы алюминия, латунь, баббит) и пластмассы. Возможно алмазное точение отливок из качественных чугунов (без раковин). Для тонкого точения стали алмазы не применяют, так как высокая температура в зоне резания приводит к потере алмазом режущих свойств. Рекомендуемые режимы резания при алмазном точении приведены в табл. 17.

Для тонкого точения применяют также кристаллы кубического нитрида бора, которые по твердости не уступают алмазу, но выдерживают более высокую температуру (пригодны для обработки стали).

Тонкое точение выполняют также резцами, оснащенными пластинками из твердых сплавов ВК2, ВК3, ВКЗМ (по чугуну), ТЗ0К4 (по стали) и минералокерамическими.

### 229. АЛМАЗНЫЕ РЕЗЦЫ:

а — со вставным кристаллом алмаза, б — с механическим креплением кристалла алмаза; 1 — державка, 2 — подкладка, 3 — алмаз, 4 — прижимная планка, 5 — винт, 6 — опора





Геометрия резца для обработки стали 40Х:  $\varphi=45^\circ$ ,  $\varphi_1=10^\circ$ ,  $\gamma=6^\circ$ ,  $\alpha=5^\circ$ ,  $r=1$  мм. Геометрия резца и режим резания в зависимости от обрабатываемого материала и условий обработки принимаются по справочнику. Твердосплавный резец для тонкого точения должен быть тщательно доведен на алмазном доводочном круге, качество доводки контролируют при помощи лупы пятикратного увеличения. Станки для алмазной обработки (наружного точения или расточки) должны отличаться высокой жесткостью, быстроходностью и точностью подшипникового узла (допуск на радиальное биение шпинделя до 0,005 мм). Этим требованиям удовлетворяют токарные станки повышенной точности (например, ИБ11П) и специальные алмаздорасточные станки с быстроходными силовыми головками. Патроны и оправки этих станков должны быть хорошо отбалансированы.

Алмазы и твердые сплавы с низким содержанием кобальта особенно чувствительны к ударам и вибрациям, поэтому при тонком точении резец подводят к заготовке через 15—20 сек после начала вращения шпинделя, когда шпиндель как бы «всплыл» в подшипниках и положение его стабилизировалось.

## § 70. Доводка (притирка)

Доводкой (или притиркой) осуществляют окончательную чистовую обработку поверхностей с целью получения высокой точности (классы 2, 1) и шероховатости высокого класса чистоты (до  $\nabla 10$ ).

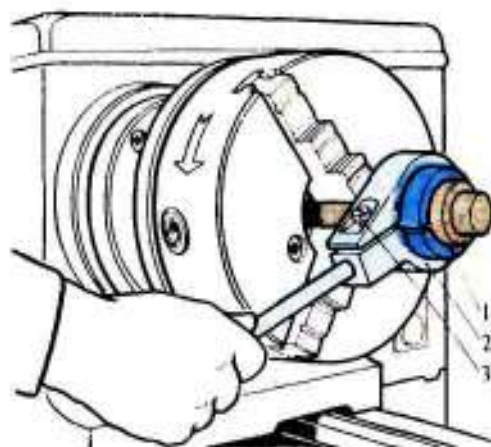
Инструментом для доводки является чугунный или медный притир, представляющий собой втулку с одной или несколькими прорезями. Рабочей поверхностью притира для обработки наружной поверхности детали является

внутренняя поверхность притира, а для внутренней поверхности детали — наружная поверхность притира. Рабочую поверхность притира покрывают абразивной пастой, которая состоит из мелкозернистого абразивного порошка и масла. Для притирки применяют пасты ГОИ (Государственного оптического института) или алмазную пасту.

На рис. 230 показан притир с хомутом для притирки наружной цилиндрической поверхности. В процессе обработки притир периодически сжимают при помощи винта, который стягивает хомут. Для притирки внутренней поверхности применяют разжимной притир (рис. 231). Разжим этого притира осуществляется простым постукиванием по правому его торцу (притир сдвигается по конической оправке и разжимается). Такой притир крепят в шпинделе станка, а притираемую деталь насаживают на притир и удерживают от проворачивания приспособлением (жимком). Существуют притиры,

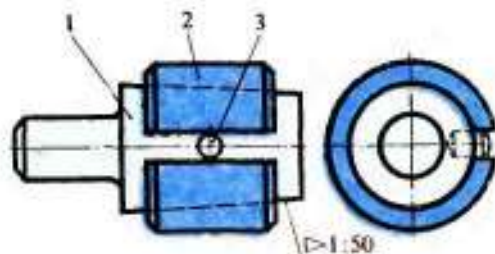
## 230. ПРИТИРКА НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ:

1 — разрезной притир, 2 — хомут, 3 — регулировочный винт



### 231. ГЛАДКИЙ ВНУТРЕННИЙ ПРИТИР:

1 — оправка, 2 — разжимной притир, 3 — направляющий штифт



закрепляемые в резцедержателе посредством шарнирной оправки, при этом вращается деталь.

Подача при притирке ручная, равномерная, окружная скорость  $v=10-20$  м/мин, причем периодически реверсируют (изменяют направление) вращения шпинделя.

### § 71. Полирование

Полирование на токарном станке с целью получения высокой чистоты поверхности (V9—V11) осуществляют абразивной шкуркой, представляющей собой полотно с наклеенным на него слоем абразивных зерен. В зависимости от размера зерен различают шкурки грубые (№ 6, 5, 4), средние (№ 3, 2), мелкие (№ 1, 0) и отделочные (№ 00, 000).

Полирование на токарном станке выполняют при помощи жимков — двух шарнирно связанных деревянных колодок, между которыми вкладывают абразивную шкурку (рис. 232). Токарь удерживает жимки за ручки левой рукой, создавая необходимый прижим шкурки к заготовке (детали), а правой рукой поддерживает шарнир и осуществляет продольную подачу.

Можно закреплять шкурку в резцедержателе при помощи деревянной колод-

ки с обхватом заготовки (детали) шкуркой (рис. 233,а), или с прижимом шкурки к заготовке (рис. 233,б). Не допускается прижим шкурки к заготовке (детали) вручную.

При внутреннем полировании шкурку наматывают на деревянную оправку, закрепив конец шкурки в прорези оправки. Не допускается полирование отверстия с прижимом шкурки рукой или пальцем.

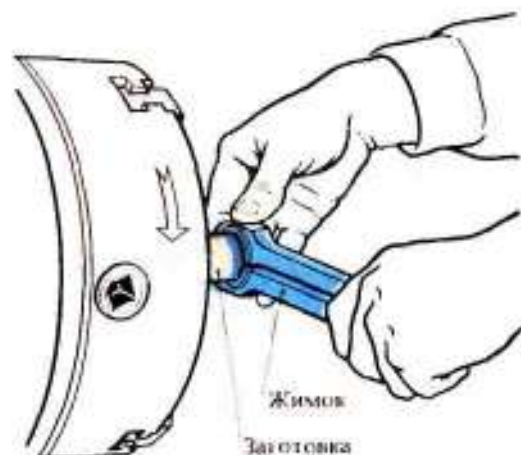
Окружная скорость при полировании шкуркой достигается 60—70 м/мин.

В процессе полирования, для предохранения патрона от попадания в него абразивной пыли, закрывают отверстие в патроне заглушкой из пенопласта. Направляющие станины прикрывают брезентовой тканью.

### § 72. Накатывание поверхностей

Одной из отделочных операций, выполняемых на токарном станке, является гладкое накатывание наружных и внутренних поверхностей. Сущность процесса состоит в смятии, сглаживании микронеров-

### 232. ПОЛИРОВАНИЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЖИМКОМ





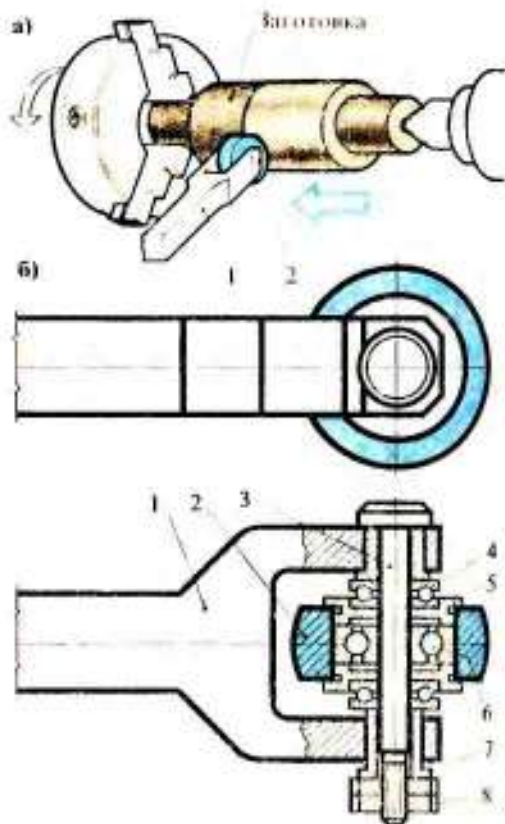
ностей под давлением накатника, что повышает чистоту поверхностей до  $\nabla 10$ . Накатанная поверхность приобретает наклеп — повышается ее твердость и износостойчивость. Накатыванию подвергают поверхности деталей, подлежащих запрессовке (цапфы валов), работающих на истирание (плунжеры), испытывающих переменную нагрузку (шейки коленчатых валов), и др.

Припуск на накатку обычно не оставляют, так как процесс накатки незначительно влияет на размер (сминаются микропериорности в пределах допуска на заданный класс чистоты), а лишь улучшает чистоту обработки и создает наклеп.

Для наружного накатывания используются различные накатники. Роликовый накатник. Ролик изготавливают из закаленной стали, рабочая поверхность его имеет высокую чистоту (до  $\nabla 11$ ). На рис. 234,а показана схема накатывания роликом. Ролик крепится в державке на шарикоподшипниках (рис. 234,б) и поджима-

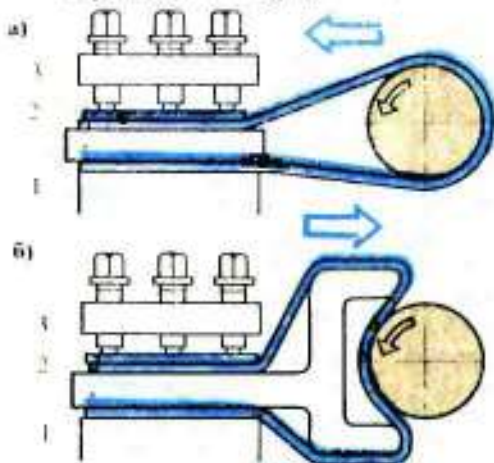
## 234. НАКАТЫВАНИЕ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РОЛИКОМ:

а — момент накатывания, б — роликовый накатник; 1 — державка, 2 — ролик, 3 — ось, 4 — упорный подшипник, 5 — фланец, 6 — шарикоподшипник, 7 — втулка, 8 — гайка



## 233. ПОЛИРОВАНИЕ АБРАЗИВНОЙ ШКУРКОЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ:

а — шкурка охватывает заготовку, б — шкурка прижимается к заготовке; 1 — державка, 2 — шкурка, 3 — планка



ется к заготовке (детали) винтом поперечной подачи суппорта станка. Одновременно производится автоматическая продольная подача (два-три прохода), причем заготовки (детали) обильно смазываются маслом (индустриальное 20; смесь из индустриального масла 50% и керосина 50%; су-репное масло). Продольная подача при накатывании составляет 0,05—0,1 мм/об, окружная скорость — 20—30 м/мин.



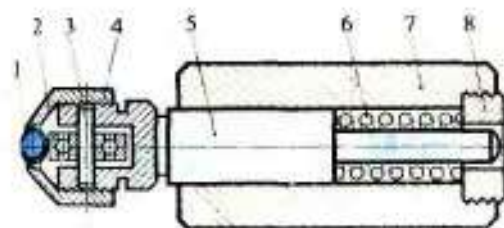
Шариковый накатник (рис. 235). Закаленный шарик 1 опирается на наружную обойму шарикоподшипника 2 и удерживается колпачком 4. Ось подшипника запрессована в головке скалки 5, которая постоянно поджимается к заготовке (детали) пружиной 6. Корпус державки 7 накатника крепится в резцедержателе.

Накатывание внутренних поверхностей (раскатывание) выполняют раскатниками — вальцовками. Роликовая вальцовка конструкции А. Н. Портного напоминает роликовый подшипник. Ролики расположены в прорезях обоймы под небольшим углом ( $1^{\circ}9'$ ) к оси оправки, поэтому во время работы вальцовка как бы ввинчивается в раскатываемое отверстие и принудительной подачи не требуется. Для каждого раскатываемого диаметра требуется самостоятельная вальцовка, поэтому область применения вальцовок — массовое производство.

Регулируемые шариковые раскатники. Для раскатывания отверстий большого диаметра шариковые раскатники (по типу накатников для наружных поверхностей) крепят в борштангу, зажимаемую в резцедержателе. Прижим инструмента к заготовке (детали) осуществляется поперечной подачей суппорта (рис. 236).

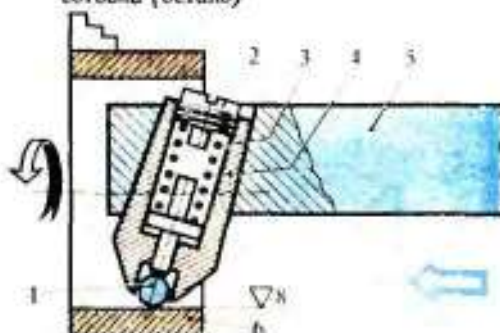
### 235. ШАРИКОВЫЙ НАКАТНИК:

1 — шарик, 2 — шарикоподшипник, 3 — ось, 4 — колпачок, 5 — скалка, 6 — пружина, 7 — державка, 8 — регулировочная гайка



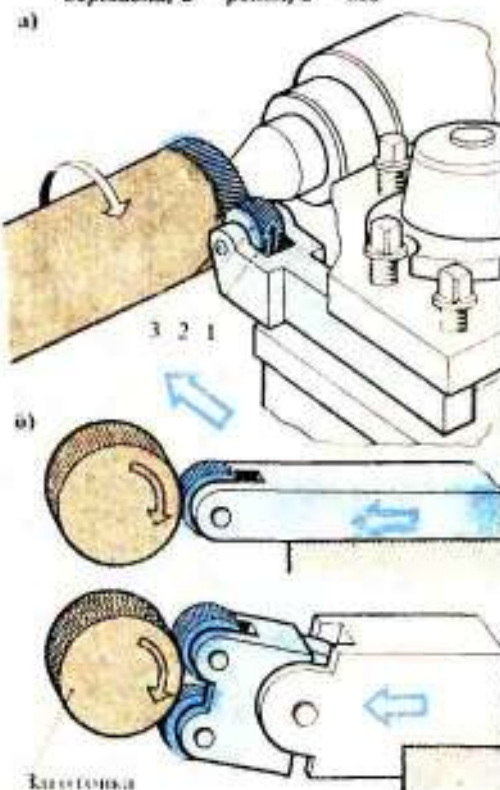
### 236. РАСКАТЫВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШАРИКОМ:

1 — шарик, 2 — винт, 3 — пружина, 4 — держатель шарика, 5 — державка, 6 — заготовка (деталь)



### 237. НАКАТЫВАНИЕ РИФЛЕНИЙ:

а — момент накатывания, б — однорولیковая и двухроліковая державки; 1 — державка, 2 — ролик, 3 — ось



## § 73. Накатывание рифлений

Некоторые детали (рукоятки, головки винтов, ручки калибров и т. д.) имеют наружную рифленую поверхность с различным узором: линейчатым (прямым или косым), елочным, сетчатым, точечным и др. Рифление получают накатыванием поверхности закаленными накатными роликами с соответствующим узором. В державку закрепляют один накатной ролик или два (для накатывания сетчатых рифлений). При накатывании сетчатых рифлений обой-

ма с роликами свободно крепится в державке и самоустанавливается на поверхности заготовки (детали) (рис 237, а, б.). Ролики должны располагаться строго параллельно к накатываемой поверхности.

Накатывание осуществляют за несколько проходов. Нежесткие заготовки (детали) могут отжиматься под действием большого радиального усилия, поэтому накатывание таких заготовок (деталей) производится при большом числе проходов. Накатывание ведут с подачей в обе стороны. Попе-

Таблица 18

Виды, причины и способы предупреждения брака при накатывании рифлений

| Виды брака                                      | Причины                                                 | Способы предупреждения                                                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мелкие рифления со срезанными вершинами         | Износ накатных роликов                                  | Заменить накатные ролики                                                                                     |
|                                                 | Канавки ролика загрязнены                               | Прочистить стальной щеткой и протереть ролики                                                                |
| Мелкие рифления, но с полным профилем           | Процесс накатывания не окончен                          | Сделать дополнительно несколько проходов                                                                     |
| Глубокие рифления, вершины неровные, заведенные | Сделано лишнее число проходов                           | По первой заготовке (детали) откорректировать число проходов и общую глубину вдавливания установить по лямбу |
| Нечеткие, прерывистые рифления                  | Плохо подготовлена поверхность под накатывание          | Обеспечить чистоту поверхности под накатывание не ниже V4                                                    |
|                                                 | Неправильно выбраны режимы накатывания                  | По первой заготовке (детали) откорректировать режимы накатывания                                             |
| Искажена сетка рифлений (при сетчатом узоре)    | Неодинаков шаг или угол наклона рифлений у пары роликов | Подобрать пару роликов с одинаковыми по шагу и углу наклона рифлениями                                       |
|                                                 | Заклинивается шарнир обоймы                             | Проверить и смазать шарнир обоймы. При чрезмерном износе отремонтировать палец                               |
| Недостаточная частота рифленой поверхности      | Недостаточная чистота поверхности рифлений роликов      | Заменить ролики                                                                                              |
|                                                 | Износ роликов                                           | То же                                                                                                        |
|                                                 | Неправильно выбраны режимы обработки и смазка           | По первым заготовкам (детали) откорректировать режимы обработки и выбор смазки                               |

речную подачу роликов (выдавливание в поверхность) осуществляют в конце каждого прохода без вывода роликов за пределы заготовки (детали).

Режим обработки: подача 1—2 мм/об, окружная скорость 10—20 м/мин по стали, 30—40 м/мин по чугуну, 70—80 м/мин по алюминию; смазка индустриальным маслом.

Размер заготовки под накатывание

рифлений принимают с учетом выдавливания металла роликами (диаметр заготовки менее номинального примерно на  $0,6H$ , где  $H$  шаг узора накатки). Накатные ролики периодически очищают стальной щеткой, удаляя из канавок металлическую пыль.

Виды, причины и способы предупреждения брака при накатывании рифлений приведены в табл. 18.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается особенность тонкого (алмазного) точения?
2. Какими способами осуществляют притирку и полирование на токарном станке?
3. В чем заключается сущность отделочного накатывания и какие инструменты применяют для его выполнения?
4. Как накатывают рифления?
5. Назовите основные виды, причины и способы предупреждения брака при накатывании рифлений.





жен быть больше угла наклона витка  $\mu$ , т. е.

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{S}{\pi d_{\text{ср}}}$$

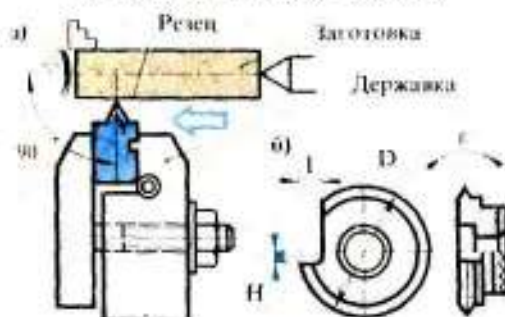
для правой резьбы  $\alpha_1 = \mu + 3^\circ$ , для левой резьбы  $\alpha_2 = \mu + 3^\circ$ . Для соблюдения указанного условия применяются два способа: первый — заточку резца с разными задними углами на боковых кромках (рис. 239, а), при которой задние поверхности не будут тереть о стенки витков резьбы, однако правая кромка будет работать с отрицательным передним углом, что вызывает вибрации и ухудшает чистоту боковой поверх-

## 240. ДЕРЖАВКА С ПОВОРОТНОЙ ГОЛОВКОЙ ДЛЯ РЕЗЬБОВОГО РЕЗЦА



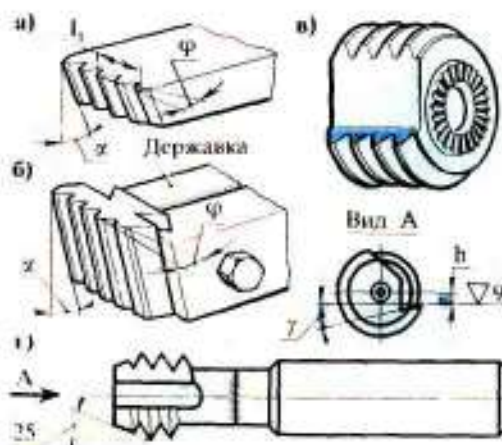
## 241. РЕЗЬБОВЫЕ РЕЗЦЫ, ЗАТАЧИВАЕМЫЕ ПО ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ:

а — призматический, б — дисковый



## 242. РЕЗЬБОВЫЕ ГРЕБЕНКИ:

а — стержневая, б — призматическая, в — круглая для наружных резьб, г — круглая для внутренних резьб,  $l_1$  — заборная часть гребенки



ности витка резьбы. Чтобы избежать указанный недостаток, на передней поверхности резца вдоль правой режущей кромки (для правой резьбы) или вдоль левой режущей кромки (для левой резьбы) вытачивают канавку, облегчающую сход стружки (рис. 239, в); второй — резец затачивают с одинаковыми задними углами  $\alpha_1 = \alpha_2$  на правой и левой кромках, но при установке его поворачивают на угол  $\mu$  подъема витков (см. рис. 239, б). Для этой цели применяют также державку с поворотной головкой и делениями (рис. 240). Для уменьшения числа и упрощения процесса переточек, а также сокращения времени на замену резца широко применяют призматические и дисковые резьбовые резцы (рис. 241), перетачиваемые только по передней поверхности.

Для нарезания сквозных резьб (с выходом резца насквозь) часто применяют резьбовые гребенки, по профилю напоминающие метки, т. е. имеющие заборную часть с постоянно возрастаю-



щей высотой элементарных резьбовых резцов и калибрующую часть. Таким инструментом резьба нарезается на полную высоту профиля за один проход. По конструкции гребенки делятся на стержневые (рис. 242, а), призматические (рис. 242, б) и круглые (рис. 242, в, г).

## § 75. Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьбы резцом

Для нарезания резьбы на токарном станке нужно кинематически связать шпиндель и ходовой винт (рис. 243) таким образом, чтобы за один оборот заготовки (детали) перемещение резца равнялось шагу резьбы  $S$  (или ходу  $H$  — для многозаходной резьбы). Подача суппорта при этом осуществляется от винтового механизма (ходовой винт — разъемная гайка). За один оборот ходового винта суппорт переместится на шаг этого винта  $S_{х.в.}$ , резьбу заданного шага  $S_p$  получают при условии

$$S_p = S_{х.в.} \cdot n_{х.в.}$$

где  $n_{х.в.}$  — число оборотов ходового винта;

$S_{х.в.}$  — шаг ходового винта, мм;

$S_p$  — шаг нарезаемой резьбы.

$n_{х.в.}$  зависит от числа оборотов в минуту шпинделя и передаточного отношения передачи от шпинделя к ходовому винту:

$$n_{х.в.} = n_{шп} \cdot i_{общ}$$

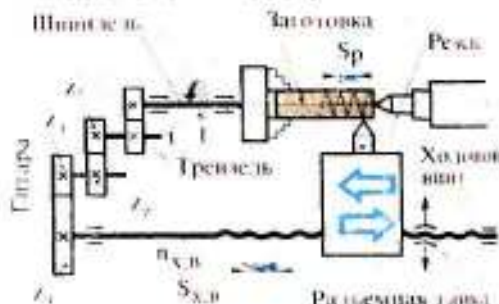
или

$$S_p = S_{х.в.} \cdot n_{шп} \cdot i_{общ}$$

где  $n_{шп}$  — число оборотов в минуту шпинделя;

$i_{общ}$  — общее передаточное отношение кинематической цепи между шпинделем и ходовым винтом. В эту цепь входит механизм ре-

## 243. СХЕМА НАСТРОЙКИ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ РЕЗЦОМ



версивования (трениэль), гитара сменных зубчатых колес и коробка подачи.

$$i_{общ} = i_{трениэль} \cdot i_{шт. колес} \cdot i_{кор. подч.}$$

Так как подача отсчитывается за один оборот шпинделя ( $s$  мм/об), то расчет ведут от одного оборота шпинделя, следовательно,

$$S_p = S_{х.в.} \cdot 1 \cdot i_{общ}$$

$$\text{или } i_{общ} = \frac{S_p}{S_{х.в.}}$$

Эта формула является основной для настройки станка на нарезание резьбы. Современные токарные станки позволяют нарезать стандартные резьбы с любым шагом, для чего настройку осуществляют соответствующим переключением рукояток управления. Положение рукояток управления при настройке станка на нарезание резьбы нужного шага устанавливается по таблицам, прикрепленным к станку. Пример настройки станка 1К62 на нарезание резьбы. Требуется нарезать правую метрическую резьбу с шагом 1,25 мм. Находят это значение в четвертом секторе таблицы рукоятки 1 (см. рис. 185) и поворачивают рукоятку так, чтобы четвертый сектор занял верхнее положение (указатель на секторе и передней стенке коробки подачи совмещаются). Подав рукоятку «на себя», поворачивают ее до совмещения указателя ко-



нуса с третьим столбцом сектора, в котором стоит цифра 1,25. В таблице читают, что шагу 1,25 соответствует положение рукоятки 7 коробки скоростей на число оборотов в минуту 12,5—2000, т. е. любое положение *Б* рукоятки 5 (нормальный шаг); положение *Д* рукоятки 6 (нормальный шаг правый); положение рукоятки 21 для нарезания метрической резьбы; на гитаре должны стоять зубчатые колеса  $\frac{42}{50}$ .

Для нарезания нестандартной резьбы, для которого настроить станок перемещением рукояток управления невозможно, и нарезания очень точной резьбы коробку подач настраивают «на прямую» (механизмы коробки подач отключаются), а нужное передаточное отношение ( $i_{\text{общ}}$ ) создается зубчатыми колесами, устанавливаемыми на гитаре. С этой целью к станку прилагается набор сменных зубчатых колес с числами зубьев  $z=20, 25, 30, 35$  и т. д. до 120 и специальное колесо с числом зубьев  $z=127$ . При помощи этого набора подбирают такие колеса, передаточное отношение которых равнялось бы передаточному отношению, рассчитанному по приведенной выше формуле для  $i_{\text{общ}}$ .

Возможны случаи настройки гитары одной парой зубчатых колес (с промежуточным колесом) (рис. 244, а)

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_3} = \frac{z_1}{z_2}$$

или двумя парами (рис. 244, б)

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}$$

Во втором случае при подборе зубчатых колес нужно обеспечить соблюдение условий сцепляемости, т. е. подобрать их так, чтобы зубчатое колесо  $z_2$  не задевало вал II, а зубчатое колесо  $z_3$  не задевало вал I. Для этого зубчатые колеса, составляющие передаточные отношения, должны удовлетворять следующим условиям сцепляемости:

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15 \text{ зубьев}$$

$$z_3 + z_4 \geq z_2 + 15 \text{ зубьев.}$$

Ниже приведены примеры подбора сменных зубчатых колес для настройки станка на нарезание резьбы без участия коробки подач.

Пример 1. Станок ИК62 имеет ходовой винт с шагом  $S_{\text{х. в.}} = 12$  мм. Шаг нарезаемой резьбы  $S_p = 1,25$  мм.

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{1,25}{12} = \frac{125}{1200}$$

Чтобы получить в числителе и знаменателе дроби числа, соответствующие числам зубьев сменных зубчатых колес набора, раскладываем числитель и знаменатель дроби на два множителя.

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{125}{1200} = \frac{25 \cdot 5}{120 \cdot 10}$$

Зубчатые колеса с числом зубьев 25 и 120 (первая дробь  $\frac{25}{120}$ ) в наборе сменных зубчатых колес имеются. Умножаем числитель и знаменатель второй дроби ( $\frac{5}{10}$ ) на любое число, которое обеспечит получение чисел, соответствующих числу зубьев колес набора, пусть это будет 6, тогда

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{25}{120} \cdot \frac{5 \cdot 6}{10 \cdot 6} = \frac{25}{120} \cdot \frac{30}{60}$$

Проверим сцепляемость

$$25 + 120 > 30 \text{ на } 125 \text{ зубьев.}$$

$$30 + 60 < 120.$$

Условие сцепляемости не обеспечено. Обеспечить сцепляемость можно, умножив числитель и знаменатель второй дроби на большее число, например на 10, но можно попробовать поменять знаменатели обеих дробей местами, так как это не изменит передаточного отношения, т. е.

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{25 \cdot 30}{60 \cdot 120}$$

В этом случае  $25 + 60 > 30$  на 55 зубьев;  
 $30 + 120 > 60$  на 90 зубьев.

Следовательно, условие сцепляемости обеспечено.

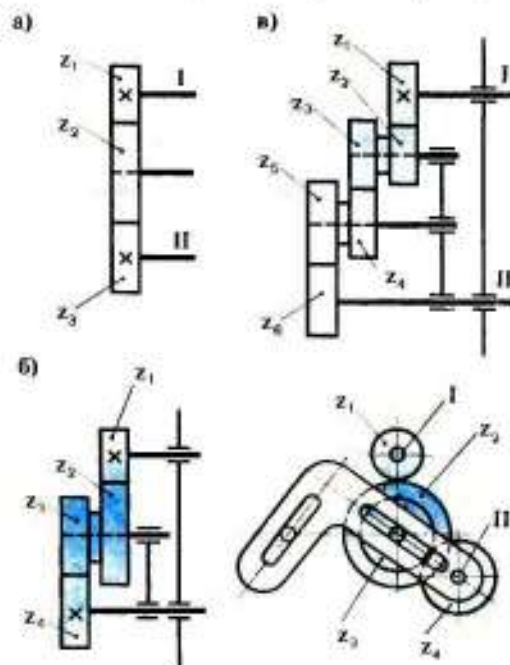
Пример 2. На том же станке нужно нарезать дюймовую резьбу II ниток на один дюйм, т. е.

$$S_p = \frac{25,4}{11} \text{ мм.}$$

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{25,4}{11 \cdot 12} = \frac{254}{110 \cdot 12}$$

# 244. ГИТАРА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА:

*а — настройка в одну пару, б — настройка в две пары, в — настройка в три пары*



Раскладываем числитель (254) на два множителя: 127 (имеется в наборе сменных зубчатых колес) и 2. Тогда отношение будет выглядеть так:

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{127 \cdot 2}{110 \cdot 12}$$

Умножим числитель и знаменатель второй дроби на 10, получим

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{127}{110} \cdot \frac{2 \cdot 10}{12 \cdot 10} = \frac{127}{110} \times \frac{20}{120}$$

Проверим сцепляемость:

$$127 + 110 > 20 \text{ на } 217 \text{ зубьев;}$$

$$20 + 120 > 110 \text{ на } 30 \text{ зубьев.}$$

Условие сцепляемости обеспечено.

Пример 3. На станке 1К62 требуется нарезать червяк с модулем  $m=4$ , шаг резьбы червяка  $S_p = p_t = \pi \cdot 4 \text{ мм}$ ; шаг ходового винта  $S_{\text{х. в.}} = 12 \text{ мм}$ .

Число  $\pi$ , равное 3,14159, с небольшой погрешностью можно выразить отношением

$$\frac{22}{7} \approx 3,1428;$$

$$i_{\text{гит}} = \frac{S_p}{S_{\text{х. в}}} = \frac{4\pi}{12} = \frac{4}{12} \cdot \frac{22}{7}$$

Умножаем числитель и знаменатель на 10 и на 5

$$i_{\text{гит}} = \frac{4 \cdot 22 \cdot 10 \cdot 5}{12 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 5} = \frac{40 \cdot 110}{35 \cdot 120} \left( \text{или } \frac{40}{35} \times \frac{55}{60} \right)$$

Проверяем сцепляемость:

$$40 + 35 > 55 \text{ на } 20 \text{ зубьев;}$$

$$55 + 60 > 35 \text{ на } 80 \text{ зубьев.}$$

Условие сцепляемости обеспечено.

На рис. 244, в показана настройка в три пары.

Современные токарные станки имеют постоянные наборы зубчатых колес гитары. Например, у станка 1К62 (см. рис. 189) для нарезания метрической и дюймовой резьбы

$$i_{\text{гит}} = \frac{42}{95} \cdot \frac{95}{50};$$

для нарезания модульной и питчевой резьбы

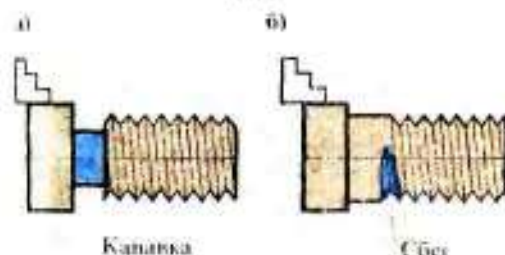
$$i_{\text{гит}} = \frac{64}{95} \cdot \frac{95}{97}$$

Зубчатые колеса 42—64 и 50—97 изготовлены каждая пара в виде одного блока, поэтому перестройка станка с метрической резьбы на модульную заключается в повороте этих блоков.

## § 76. Нарезание треугольной резьбы резцами

Подготовка заготовки (детали) к нарезанию резьбы. При обточке заготовки под последующее нарезание резьбы учитывают, что при нарезании происходит некоторое выдавливание металла из впадин. Поэтому диаметр стержня под резьбу должен иметь допуск «на минус», а диаметр отверстия — допуск «на плюс». Выбор диаметра стержня и отверстия под

## 245. КАНАВКА В КОНЦЕ РЕЗЬБЫ (а) И СБЕГ РЕЗЬБЫ (б)



резьбу зависит от обрабатываемого материала и шага резьбы.

Диаметры стержня и отверстия при подготовке поверхности под нарезание резьбы определяют по справочникам. В конце резьбового участка протачивают канавку для выхода резца (рис. 245, а). Ширина канавки должна быть не менее шага резьбы (при скоростном нарезании резьбы твердосплавными резцами — 2—3 шага). Глубина канавки должна быть больше глубины резьбы на 0,1—0,2 мм. Иногда в чертеже детали указывается не канавка в конце резьбы, а длина «сбега» (рис. 245, б), т. е. участка, на котором выводится резец, и резьба получается неполной.

Установка резца. Резьбовой резец устанавливают точно по центру заготовки: установка ниже центра приводит к искажению профиля, а установка выше центра — к «затиранью» резца. Для получения правильного профиля резьбы резец устанавливают строго перпендикулярно к оси заготовки (детали). Для этого пользуются шаблоном (рис. 246, а, б). Шаблон прикладывают к заготовке (детали) на уровне ее оси и резец вводят в профильный вырез шаблона. Правильное положение режущих кромок резца проверяют на «просвет» по шаблону, затем резец закрепляют и убирают шаблон.

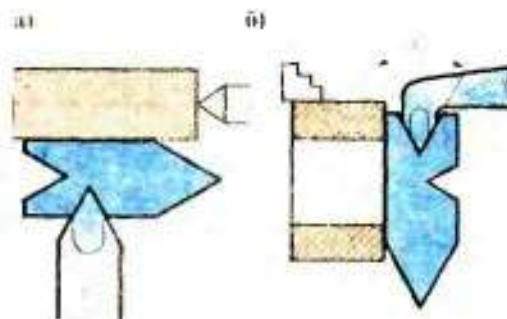
Проходы при нарезании резьбы резцом. Резьбу нарезают

за несколько проходов: после каждого прохода резец выводят из канавки, суппорт возвращают в исходное положение и вновь начинают проход. Число проходов и глубина врезания для каждого прохода зависят от шага нарезаемой резьбы и материала резьбового резца. Например, для резьбы шага 2—3 мм (9—7 ниток на 1") при нарезании резцом Р18 рекомендуется 5—6 черновых и 3 чистовых прохода, при нарезании твердосплавным резцом — 3 черновых и 2 чистовых прохода. Число проходов определяют по таблицам справочника.

При нарезании длинных резьб целесообразно возвращать суппорт в исходное положение вручную или автоматической подачей ускоренным перемещением каретки при разомкнутой гайке. Однако при этом возникает задача попадания резьбового резца в нитку резьбы после каждого прохода. Если шаг ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы (резьба «четная»), то резец будет попадать в нитку при включении разъемной гайки в любом положении суппорта. Если резьба «нечетная», т. е. шаг ходового винта не делится на шаг резьбы без остатка, то суппорт возвращают в исходное положение при ускоренном обратном вра-

## 246. УСТАНОВКА РЕЗЬБОВОГО РЕЗЦА ПО ШАБЛОНУ:

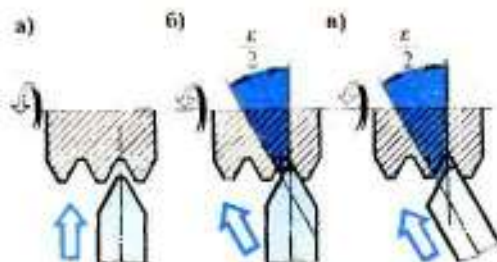
а — при нарезании наружной резьбы, б — при нарезании внутренней резьбы





## 247. СПОСОБЫ ВРЕЗАНИЯ ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ РЕЗЦОМ:

*а — поперечное, б — боковое под углом  $\alpha/2$ , в — боковое специальным резцом*



шении шпинделя. При возвращении суппорта в исходное положение обратным ходом в сопряжении винтовой пары — ходового винта и гайки образуется люфт (зазор). Для устранения («выбирания») люфта между ходовым винтом и разъемной гайкой перед каждым новым проходом «перегоняют» резец на два-три шага за пределы резьбового участка и затем начинают выполнение нового прохода.

**Боковое врезание.** Резьбу большого шага (2 мм и более) нарезают не с поперечным, а с боковым врезанием резца, при котором работает только одна режущая кромка. При боковом врезании облегчается процесс резания, повышается качество резьбы (рис. 247, а, б, в). Для осуществления бокового врезания верхнюю часть суппорта разворачивают под углом  $\alpha/2$  (для метрической резьбы  $\alpha/2 = 30^\circ$ ) относительно своего нормального положения (см. рис. 247, б, в). Врезание осуществляют рукояткой верхнего суппорта. Последние один-два чистовые проходы выполняют с поперечной подачей.

В момент врезания резьбовой резец под действием осевой силы несколько отжимается и первый виток резьбы получается более полным, чем остальные. Последний виток резьбы также получается более полным, так как резец, освобожденный от действия усилия,

спрямляется. Чтобы гайка наворачивалась на винт, первый и последний витки подрезают резьбовым резцом.

Нарезание левой резьбы осуществляют при вращении ходового винта в сторону, противоположную вращению шпинделя. Для этого переключают механизм реверсирования вращения ходового винта — тrenzель (для станка 1К62 — рукоятку 7 — см. рис. 185 ставят в крайнее правое положение). При нарезании левых резьб врезание производят в зарезьбовую канавку, а суппорт с резцом перемещается слева направо (от передней бабки к задней).

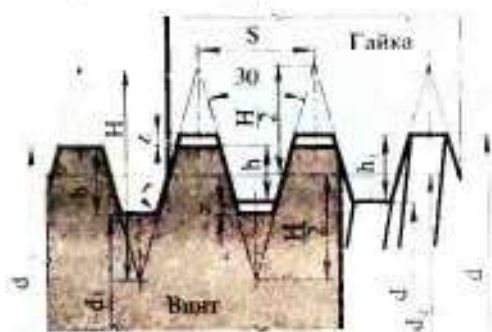
**Режимы резания при нарезании резьбы резцом.** Глубина резания определяется числом проходов. Подача при нарезании резьбы равняется шагу резьбы, а при нарезании многозаходной резьбы — ходу ( $H = KS$ , где  $K$  — число заходов). Скорость резания зависит от обрабатываемого материала и материала резьбового резца: при обработке стали быстрорежущими резцами она составляет 20—35 м/мин, при обработке чугуна 10—15 м/мин, при обработке твердосплавными резцами — соответственно 100—150, 40—60 м/мин.

Для чистовых проходов скорость резания увеличивают в 1,5—2 раза. Для внутренних резьб скорость резания снижается на 20—30%. Режимы резания при нарезании резьбы резцами для конкретных условий выбирают по справочнику.

## § 77. Нарезание резьбы для передачи движения

К резьбам, служащим для передачи движения, относятся трапецидальная, упорная, прямоугольная, модульная. Трапецидальная резьба имеет профиль в виде равнобедренной трапеции с углом между сторонами

# **248. ПРОФИЛЬ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ (ГОСТ 9484—60)**



$$\begin{aligned} d_2 &= d - 0.5S & d_1 &= d - S \\ d_1 &= d - 2h_1 & H &= 1.866S \\ d &= d_1 + 2z & h_1 &= 0.5S + z & h &= 0.5S \end{aligned}$$

30° (рис. 248). Трение между витками при сопряжении винта с гайкой уменьшается благодаря боковому зазору: средний диаметр гайки имеет плюсовое допускаемое отклонение, а средний диаметр винта имеет два минусовых отклонения (ходовая посадка). Кроме того, предусмотрен зазор между вершиной витка и дном впадины.

Упорная резьба имеет профиль в виде неравнобедренной трапеции с наклоном сторон 30° и 3°. Усилие воспринимается одной стороной (с наклоном 3°). Для размещения смазки между витками винта и гайки предусмотрен гарантированный боковой зазор. Прямоугольная (ленточная) резьба имеет профиль в виде прямоугольника. Глубина канавки принимается равной половине шага. Прямоугольные резьбы не стандартизованы и в промышленности применяются редко (заменяются трапецидальными).

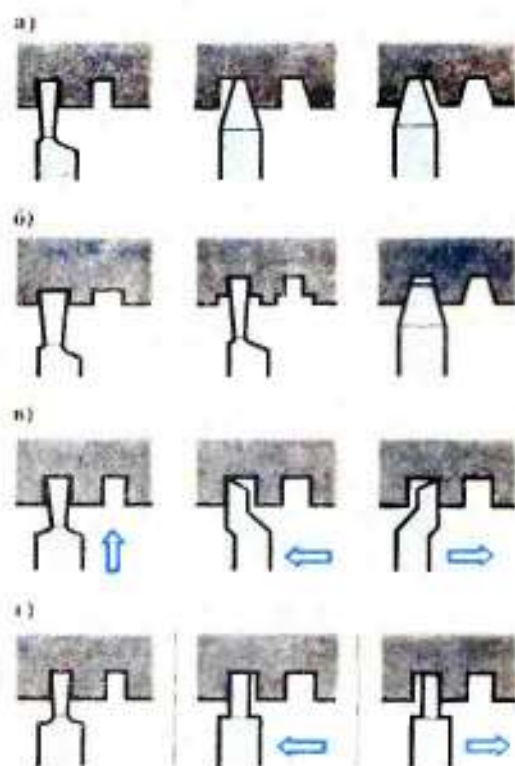
Модульная резьба имеет профиль в виде равнобокой трапеции с углом 40°, применяется на червяках, сопрягаемых с червячными колесами. Шаг резьбы — кратный стандартному модулю  $S_p = \pi m$ .

Способы нарезания резьб для передачи движения. Трапецидальные, упорные и прямоугольные резьбы шага до 3 мм нарезают соответственно заточенными резцами за несколько проходов так же, как и треугольные резьбы.

Трапецидальные резьбы большого шага прорезаются предварительно прорезным резцом прямоугольного профиля, а затем окончательно чистовым резцом трапецидального профиля (рис. 249, а). Врезание ведут под углом  $e/2$  или сочетанием поперечного и бокового врезания. Трапецидальные

## **249. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДВИЖЕНИЯ:**

а — трапецидальной двумя резцами, б — трапецидальной тремя резцами, в — прямоугольной тремя резцами, г — прямоугольной одним резцом



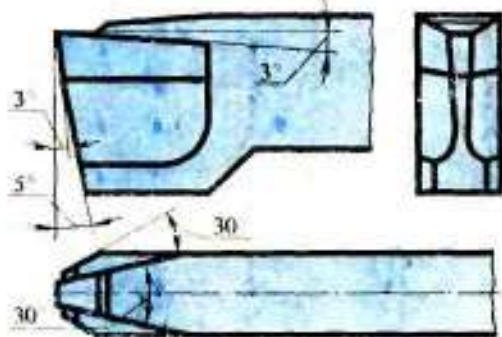


резьбы шага не более 8 мм целесообразно нарезать предварительно широким прорезным резцом на глубину 0,25S, затем узким прорезным резцом на полную глубину профиля и окончательно — чистовым резцом трапецидального профиля (рис. 249, б). Крупные прямоугольные резьбы прорезают узким прорезным резцом (рис. 249, в), затем правую и левую стороны витков обрабатывают начисто раздельно. На рис. 249, г показано нарезание прямоугольной резьбы.

Для нарезания трапецидальных резьб и червяков часто применяют жесткий резец токаря-новатора А. Н. Нежевенко (рис. 250). С целью повышения чистоты обработки на последних проходах применяют резцы, закрепленные в пружинящей державке (рис. 251).

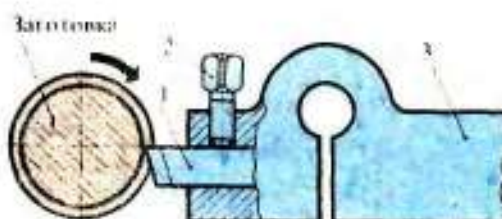
Внутренние трапецидальные и ленточные резьбы нарезают резцами соответствующего профиля — цельными или закрепляемыми в оправках (рис. 252). Если изготавливают винтовую пару (винт и гайку) в условиях единичного производства, то резьбу винта контролируют гайкой (проверка на свинчиваемость). В крупносерийном и массовом производствах трапецидальную резьбу контролируют калибрами. Шаг и профиль прямоугольных, трапецидальных, упорных и модульных резьб контролируют шаблонами. Более точ-

## 250. УСИЛЕННЫЙ РЕЗЬБОВОЙ РЕЗЕЦ НОВАТОРА А. Н. НЕЖЕВЕНКО

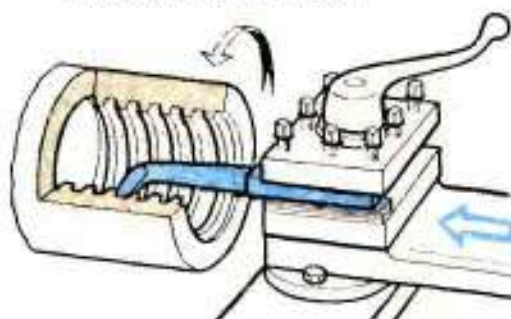


## 251. КРЕПЛЕНИЕ РЕЗЬБОВОГО РЕЗЦА В ПРУЖИНАЮЩЕЙ ДЕРЖАВКЕ:

1 — резец, 2 — винт, 3 — державка



## 252. НАРЕЗАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ТРАПЕЦИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ



ный контроль (в лабораторных условиях) осуществляют при помощи инструментальных и универсальных микроскопов.

## § 78. Нарезание многозаходной резьбы

Чтобы нарезать многозаходную резьбу, настройку станка следует производить не на шаг резьбы, а на ход, т. е. за один оборот детали резец должен проходить путь, равный ходу  $H = KS$ , где  $K$  — число заходов резьбы. Например, для нарезания резьбы M20×2×3, т. е. трехзаходной шага 2 мм, ручьями коробки подачи настраивают на шаг  $2 \times 3 = 6$  мм. Станок 1К62 настраивают на ход резьбы при помощи звена увеличения шага (блок 60—45, расположенный в коробке скоростей и

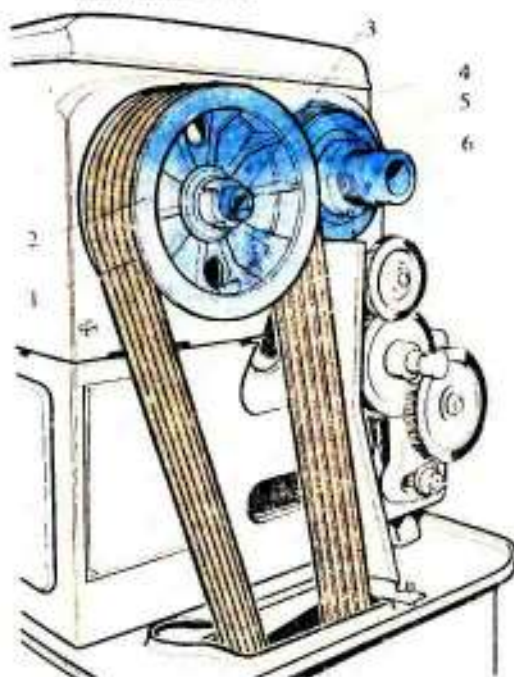


управляемый рукояткой 4) (см. рис. 185 и 189).

После прорезания первой канавки производят деление, т. е. поворачивают заготовку на угол  $360^\circ/K$ , где  $K$  — число заходов резьбы. Для этого замыкают связь между заготовкой и шпинделем станка. Станок 1К62 имеет специальное делительное устройство — диск 5 (рис. 253), разделенный на 60 частей и сидящий на шпинделе 6. Для деления рукоятку 5 (см. рис. 185) ставят в нейтральное положение (блок 60—15 выводится из зацепления) и цепь подачи отсоединяется от цепи вращения шпинделя (см. рис. 189), снимают крышку, закрывающую сменные зубчатые колеса, шпиндель поворачивают вручную

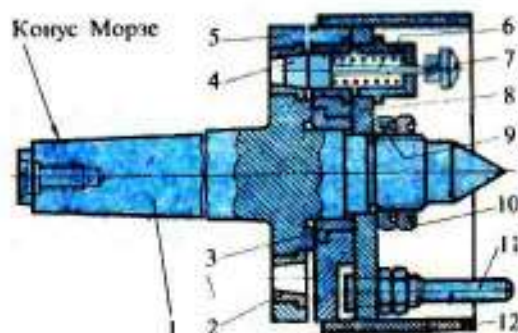
## 253. ТОРЕЦ ПЕРЕДНЕЙ БАБКИ ПРИ ОТКРЫТОМ КОЖУХЕ:

1 — клиновидные ремни, 2 — ведомый шкив, 3 — гнездо под ключ для поворота шкива при делении, 4 — фланец, 5 — делительный диск, 6 — шпиндель



## 254. ПОВОДКОВЫЙ ПАТРОН С ДЕЛИТЕЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ:

1 — корпус с коническим хвостовиком, 2 — втулка фиксатора, 3 — втулка поворотной планшайбы, 4 — фиксатор, 5 — поворотная планшайба, 6 — пружина фиксатора, 7 — ручка фиксатора, 8 — поводок, 9 — гайка, 10 — контргайка, 11 — поводковый палец, 12 — защитный кожух

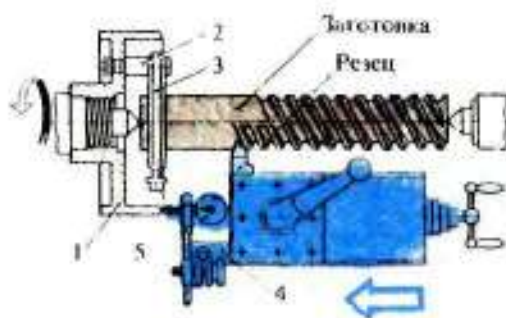


до совпадения соответствующей риски на диске 5 с неподвижной риской фланца 4. Для поворота шпинделя в гнездо 3 вводят торцовый ключ. Например, при нарезании трехзаходной резьбы диск поворачивают на 20 делений, четырехзаходной — на 15 делений, шестизаходной — на 10 делений и т. д. После деления рукоятку 5 (см. рис. 185) ставят в левое положение, когда нарезают резьбу нормального шага, или в правое, когда включают звено увеличения шага.

Если станок не имеет специального делительного устройства, применяют делительный патрон (рис. 254). В корпусе патрона, закрепленном в шпинделе, имеются отверстия, соответствующие угловому повороту диска с поводком на 30, 45, 60, 90, 120, 180°, т. е. для наиболее часто встречающихся случаев деления на 12, 8, 6, 4, 3, 2 захода. Положение диска с поводком фиксируется фиксатором 4, заскакивающим под действием пружины 6 в соответствующее отверстие втулки 2. При единичном изготовлении детали

## 255. НАРЕЗАНИЕ МНОГОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ С ДЕЛЕНИЕМ ПУТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РЕЗЦА ВЕРХНИМ СУППОРТОМ (КОНТРОЛЬ ШАГА ПО ИНДИКАТОРУ):

1 — планшайба, 2 — палец, 3 — хомутик, 4 — держатель, 5 — индикатор



многозаходную резьбу нарезают, производя деление хода резьбы смещением верхнего суппорта на шаг после каждого прохода. Смещение контролируют лимбом верхнего суппорта или, более точно, индикатором (рис. 255) или мерными плитками.

Чтобы канавки всех заходов были на одной глубине и толщина всех витков была одинакова, вначале прорезают все заходы начерно, а затем, выставив резец на окончательный размер, снова производят деление и все заходы обрабатывают начисто.

## § 79. Скоростное нарезание резьбы

Скоростное нарезание резьбы твердосплавными резцами резко повышает производительность и улучшает качество обработки. Трудность скоростного нарезания заключается в опасности врезания резца в заготовку после выхода из резьбы, так как токарь может не успеть одновременно вывести резец из канавки и включить реверс. Эту трудность преодолевают нарезанием

резьбы «на выход»: резец вводят в канавку и нарезают резьбу при обратном вращении шпинделя: подача при этом будет для правой наружной резьбы не справа налево, а слева направо, т. е. за пределы заготовки (рис. 256, а). Для нарезания правой внутренней резьбы этим способом используют резьбовой резец, отогнутый вправо от стержня (рис. 256, б).

Для автоматического отвода резца в конце прохода при скоростном нарезании резьбы применяют приспособления.

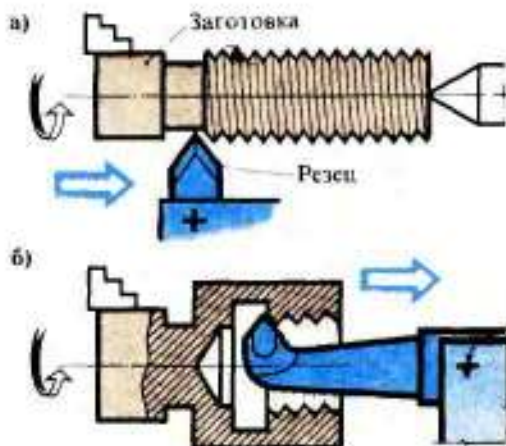
Одно из таких приспособлений с резцовой державкой, отбрасываемой под действием пружины вверх в конце прохода, когда резец входит в канавку и прекращается действие усилия резания, показано на рис. 257\*.

Скоростное («вихревое») нарезание резьбы. При серийном и массовом изготовлении длинных винтов по 3-му классу точности применяют скоростное («вихревое») нарезание резьбы. На поперечных салазках суп-

\* Предложение Героя Социалистического Труда В. И. Гуряла.

## 256. СКОРОСТНОЕ НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ «НА ВЫХОД»:

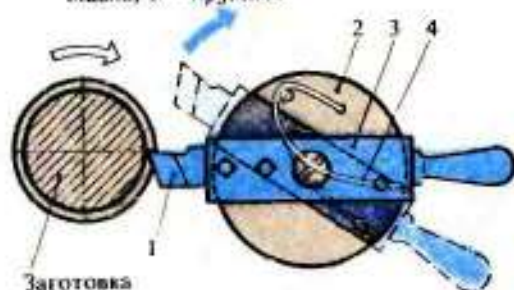
а — наружной, б — внутренней





## 257. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ В. И. ГУРГАЛЯ ДЛЯ СКОРОСТНОГО НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ:

1 — резцовый резец, 2 — корпус, 3 — державка, 4 — пружина



порта станка вместо верхней части суппорта устанавливают шпиндельную головку 3 с пустотелым шпинделем (рис. 258). К шпинделю прикрепляют четырехрезцовый резцедержатель 4, в котором находятся твердосплавные резцы нужного профиля. Шпиндель приводится во вращение через клиноремennую передачу 2 отдельным электродвигателем 1, установленным также на каретке суппорта. Нарезаемый винт закрепляют в патроне, винт проходит сквозь шпиндельную головку и его поджимают задним центром. Оси винта и головки смещены (рис. 258, а, б), поэтому резцы касаются заготовки последовательно на коротких участках.

Шпиндельную головку устанавливают под углом, равным углу подъема винтовой канавки.

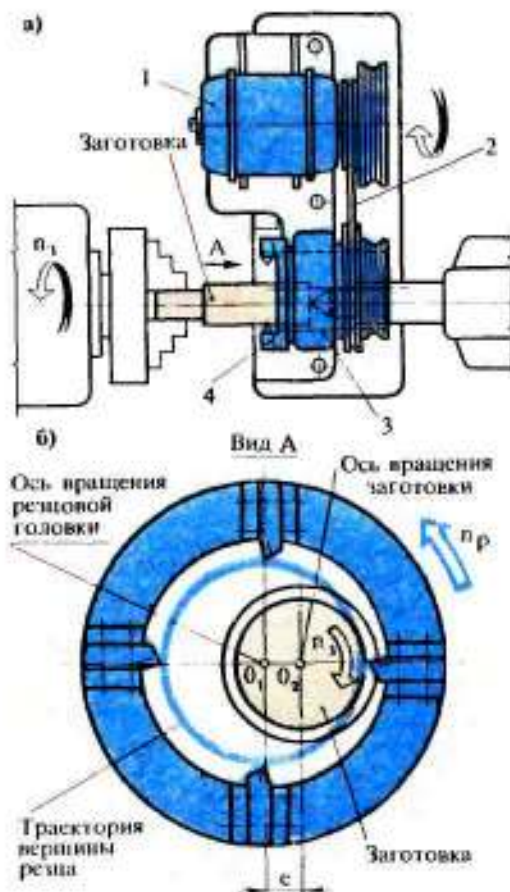
Шпиндельная головка с резцедержателем получает быстрое (до 2000 об/мин) вращение, а заготовка — медленное (до 20 об/мин); одновременно включают подачу станка на шаг резьбы, как при обычном нарезании резьбы резцом. Сочетание этих трех движений обеспечивает высокопроизводительное нарезание резьбы за один проход на полную глубину резьбовой канавки. Чистота поверхности витков достигает  $\nabla 7$ .

Вихревое нарезание применяют и для получения внутренних резьб. При нарезании резьбы этим способом образуется вихрь мелких стружек (откуда и название), поэтому приспособление накрывают щитком.

Виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы резцом приведены в табл. 19.

## 258. ВИХРЕВОЕ СКОРОСТНОЕ НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ:

а — общий вид установки, б — траектория вершины резца; 1 — электродвигатель, 2 — клиноремennая передача, 3 — шпиндельная головка, 4 — четырехрезцовый резцедержатель





**§ 80. Виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы резцом**

Таблица 19

| Виды брака                                                      | Причины                                                    | Меры предупреждения                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неточный шаг резьбы                                             | Неправильная настройка станка на шаг                       | Проверить по таблице коробки подач настройку шага, а при настройке станка со смежными зубчатыми колесами проверить расчет и подбор зубчатых колес |
| Неполный профиль резьбы                                         | Неправильная установка величины врезания по лямбу          | Тщательно установить величину врезания для последнего прохода (контроль по первой пробной детали)                                                 |
| Неправильный угол профиля резьбы                                | Неправильно заточен резец                                  | Переточить резец (контроль по шаблону или угломеру)                                                                                               |
|                                                                 | Резец установлен не по центру заготовки (детали)           | Установить резец по центру                                                                                                                        |
| Витки резьбы не перпендикулярны оси детали                      | «Разбивка» профиля резьбы при скоростном нарезании         | Уменьшить угол профиля на 20—30°                                                                                                                  |
|                                                                 | Резец установлен не перпендикулярно оси заготовки (детали) | Проверить установку резца по шаблону                                                                                                              |
| Первая витка резьбы утолщена, проходной калибр не навинчивается | Отжим резца в момент врезания                              | Оставлять припуск для подрезания первой витки после нарезания резьбы                                                                              |
| Неудовлетворительная чистота резьбовой поверхности              | Большая глубина резания на последнем проходе               | Увеличить число проходов, уменьшить глубину резания последнего прохода                                                                            |
|                                                                 | Работают обе кромки резца                                  | Заточить резец для работы одной кромкой, осуществлять врезание под углом $\alpha/2$                                                               |
|                                                                 | Затупился резец                                            | Заточить и довести резец                                                                                                                          |
|                                                                 | Образуется нарост                                          | Уменьшить скорость резания, применить высококачественную смазку                                                                                   |

## Контрольные вопросы

1. Какую геометрию должен иметь резбовой резец?
2. Почему угол профиля резбового резца должен быть меньше по сравнению с углом профиля резьбы?
3. В каких случаях применяют резбовые гребенки?
4. Выведите формулу для расчета передаточного отношения сменных зубчатых колес гитары для настройки станка «на прямую» при нарезании резьбы.
5. Подберите сменные зубчатые колеса гитары для нарезания резьбы шага 3 мм, 11 ниток на 1 дюйм и модуль 4, если ходовой винт станка имеет шаг 12 мм.
6. Как перенастроить станок 1К62 с нарезания метрической резьбы на нарезание модульной?
7. Как контролируют установку резца для нарезания резьбы?
8. Каким образом осуществляют врезание после каждого прохода при нарезании резьбы резцом?
9. Как нарезают левую резьбу?
10. Как нарезают трапецидальные и прямоугольные резьбы?
11. Как выполняют деление при нарезании многозаходной резьбы?
12. Поясните принцип скоростного вихревого нарезания резьбы.
13. Перечислите основные виды брака при нарезании резьбы резцом и укажите меры предупреждения его.

## **ГЛАВА 16. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ**

Изложенные ранее общие принципы и положения по построению технологических процессов изготовления деталей с гладкими цилиндрическими участками (типа валик и втулка) справедливы и для деталей с участками сложной формы (конус, фасонная, резьба), но с некоторыми особенностями. К таким особенностям относятся несколько иной подход к выбору установочных баз и построению операции, необходимость подготовки поверхности к обтачиванию участков сложного профиля, особые требования к последовательности выполнения операций и переходов.

### **§ 81. Сложные поверхности как установочные базы**

Рассмотренные ранее правила выбора установочных баз справедливы и при изготовлении деталей с участками сложной формы. Однако не всегда такие участки удобны для использования их в качестве баз, в других случаях, наоборот, такие поверхности могут оказаться удобнее других поверхностей.

Наиболее удобной для использования в качестве установочной базы является коническая поверхность. Как чистовая база она позволяет обеспечить точное центрирование, быстроту установки и снятия заготовки и, кроме то-

го, сама служит надежным средством закрепления заготовки. Коническая поверхность хвостовиков режущих инструментов (сверла, развертки и др.) и различных приспособлений (центры, оправки и т. д.) используется как база и как средство закрепления в станке.

Однако коническая поверхность может быть принята в качестве установочной базы только в тех случаях, когда не требуется выполнять точных линейных размеров по лимбу.

Фасонные поверхности принимают за базу редко, но иногда и эти поверхности выгодно использовать в качестве установочных баз.

В качестве установочной базы используют накатанную поверхность. В этих случаях для закрепления заготовок используют обжимные приспособления из мягкого материала, чтобы не повредить накатку.

Резьбовые поверхности принимают в качестве установочных баз только при невысоких требованиях к соосности детали. Как правило, базирование на резьбе не обеспечивает строгого центрирования, если нет дополнительной базирующей поверхности — цилиндрической или конической, которая обеспечивает центрирование, а резьба служит для закрепления заготовки на оправке. Например, в токарном патроне, навинчиваемом на шпиндель станка, базовой поверхностью служит цилиндрический, а в некоторых случаях конический участок конца шпинделя, а резьба служит для закрепления патрона.

### **§ 82. Включение в операцию переходов по обработке поверхностей сложного профиля**

Включение переходов по обработке поверхностей сложного профиля в операцию подчиняется рассмотренному ранее



общему принципу объединения переходов, которое сводится к тому, что включают в операцию только такие переходы, которые не мешают пользоваться лимбом и упором. При обработке конической поверхности при повернутой верхней части суппорта резец перемещается не вдоль оси шпинделя вместе с кареткой, как это происходит при обтачивании цилиндров, а под углом к оси по направляющим верхней части суппорта, соответственно положению направляющих верхней части суппорта. При этом ориентироваться по лимбу и упору при обработке цилиндрических и торцовых поверхностей, включенных в одну операцию, нельзя. Это объясняется следующим.

Пусть при изготовлении деталей фиксатор (рис. 259) в одну операцию (вторую) включены три перехода: подрезание торца, обтачивание цилиндра диаметром  $55X_3$  на длину 60 мм и обтачивание конической поверхности под углом  $15^\circ$ . Если при подрезании торца и обтачивании цилиндрического участка перемещение резца ограничено установленным на станке упором, то при обработке конического участка резец, перемещаясь под углом, сместится относительно упора на некоторую величину и это смещение неизбежно отразится на длине цилиндрического участка, обрабатываемого по упору.

При угловом перемещении резца относительно каретки суппорта теряется также ориентировка по делениям лимба. Действительно, если цилиндрическая поверхность диаметром  $55X_3$  обтачивалась, например, по 20-му делению лимба, после чего обрабатывалась коническая поверхность, то обтачивать цилиндрическую поверхность диаметром  $55X_3$  следующей заготовки по тому же делению лимба и тому же упору невозможно.

При указанных условиях для получения требуемого размера приходится

## 259. ДЕТАЛЬ «ФИКСАТОР»



затрачивать много вспомогательного времени на снятие пробных стружек, многократные измерения и другие, связанные с этим действия. Такие затраты времени, как правило, превышают затраты времени на установку и снятие заготовки.

Из сказанного ясно, что обработку конусов следует выделять в самостоятельную операцию или совмещать с такими переходами, при которых инструмент закрепляется в задней бабке, а именно со сверлением, развертыванием и т. п. Объединение в одну операцию обработки конической поверхности и других переходов целесообразно при изготовлении крупных деталей, требующем сложной установки с большой затратой времени.

При высоких технических требованиях к изготовленным деталям иногда приходится конические и другие сложные поверхности обрабатывать в одну операцию, не переставляя заготовки. В таких случаях пользуются приспособлениями, обеспечивающими возвращение резца в исходное положение после углового перемещения его вдоль верхних салазок суппорта. Возвращение верхних салазок в исходное положение контролируют по лимбу подачи верхней части суппорта, или по индикатору, установленному на верх-

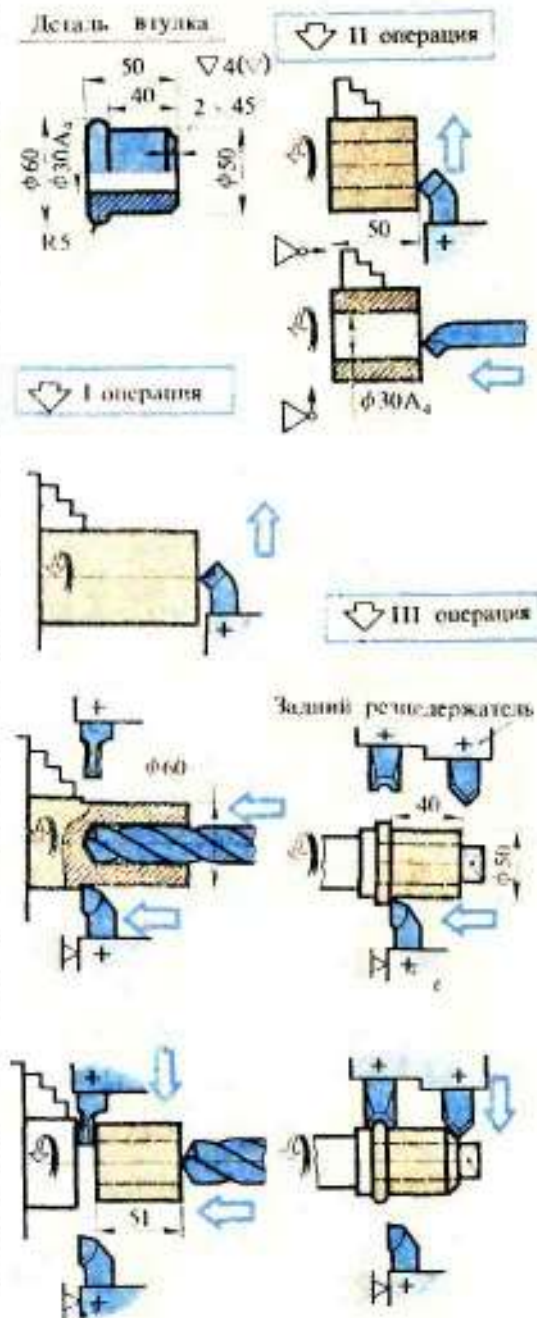
них салазках, а также по закрепленному на них упору с ограничителями. Пользуются также нониусной шкалой на фланце поворотной части суппорта.

При построении технологических процессов обработку фасонных участков целесообразно также выделять в самостоятельные операции. Это связано с особенностями приемов наладки и выполнения работ по обработке таких поверхностей. Исключением являются такие фасонные поверхности, которые могут быть обработаны фасонными резцами, установленными в задний резцедержатель. Такую обработку можно включить в операцию с переходами по обработке гладких поверхностей с тем, чтобы врезание фасонного резца происходило при отводе резца, выполняющего обработку гладкой поверхности.

Ниже приведен пример технологического процесса обработки втулки (рис. 260). Первая операция выполняется при многоинструментальной наладке с применением заднего резцедержателя и заключается в подготовке гладкой заготовки с отверстием. При выполнении второй операции подготавливается база — отверстие. В третьей операции сложные поверхности обрабатываются при многорезцовой наладке с применением заднего резцедержателя.

При построении технологических процессов изготовления деталей с резьбовыми участками нарезание резьбы плашками и метчиками часто включают в одну операцию с переходами по обработке других поверхностей. Однако, как правило, если изготавливается партия деталей, нарезание резьбы выгодно выделять в отдельную операцию, особенно при нарезании резьбы резцами. Выделение перехода по нарезанию резьбы резцом в самостоятельную операцию диктуется особенностями процесса нарезания.

## 260. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ВТУЛКИ





При нарезании резьбы резцом токарь выполняет ряд действий, связанных с подготовкой к этой работе. Он переключает блокировочное устройство, включает разъемную гайку, настраивает коробку подач и коробку скоростей на нарезание резьбы; нарезает резьбу, каждый раз подавая резец на новую глубину резания, время от времени перемещая салазки верхней части суппорта для того, чтобы в резании участвовала только одна режущая кромка, и т. д. Если нарезание резьбы резцом является только переходом в какой-либо операции, токарь вынужден повторить все перечисленные действия при обработке каждой заготовки (детали), поскольку после нарезания резьбы обрабатываются другие поверхности, требующие совершенно иной настройки. Кроме того, следует учитывать и то, что в ходе нарезания резьбы токарь выполняет ряд приемов, связанных с самим процессом нарезания резьбы (подвод резца, включение шпинделя, отвод резца, возврат суппорта в исходное положение и т. д.), причем эти приемы повторяются несколько раз, в зависимости от числа проходов, на протяжении всего времени обработки каждой заготовки. Известно также, что частое повторение ручных приемов способствует нарастанию темпа работы, что представляет собой определенную выгоду. Когда же нарезают резьбу в сочетании с другими переходами, выполнение указанных ручных приемов прерывается при обработке каждой новой заготовки, а это снижает темп выполнения приемов, а следовательно, снижает производительность труда.

## 261. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗЬБОВОЙ ВТУЛКИ



конический участок с углом уклона  $15^\circ$ , а также участок с наружной треугольной резьбой  $M52 \times 1,5$ . По техническим требованиям несоосность отверстия и наружных поверхностей допускается не более  $0,03$  мм. Заготовка частично обработана, имеет отверстие (см. рис. 261); на обработку отверстия, наружную поверхность диаметром  $60H_3$  и двух торцов имеются припуски по  $2,5$  и  $1$  мм на сторону. Количество изготавливаемых деталей — 200 шт. Технологические возможности станка: резцедержатель фиксируется точно, на станке имеется дополнительный резцедержатель и многопозиционный упор, к патрону имеются сырые кулачки.

Выбираем способы обработки: отверстие  $32A_3$  обрабатываем расточным резцом, торцы — проходным отогнутым. Так как конический участок имеет небольшую длину и поэтому может быть обработан широким резцом, а рядом с ним имеется канавка шириной  $8$  мм, то можно, используя дополнительный резцедержатель, применить многоинструментальную наладку. Для подготовки поверхности под резьбу и зарезьбовой канавки используем также многорезцовую наладку. Резьбу нарезаем резьбовым резцом.

В качестве последующей базы выбираем отверстие  $32A_3$ , так как оно может служить базой для обработки возможно большего числа поверхностей (всех поверхностей). За первичную базу принимаем наружную поверхность заготовки, позволяющую подготовить последующую базу.

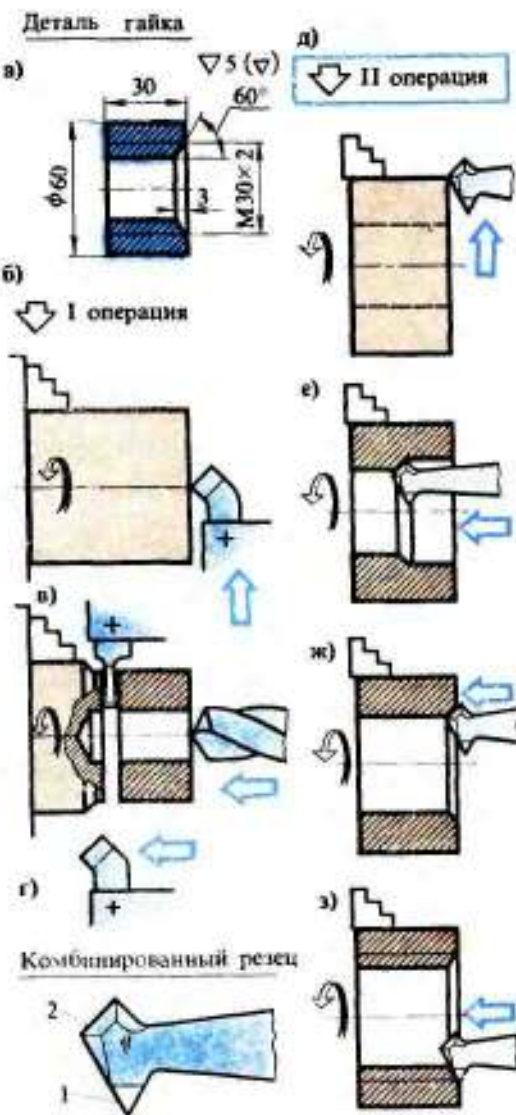
По первичной базе заготовку закрепляем в патроне, по последующей базе — на оправке.

В первую операцию включаем переходы по подготовке последующей базы: растачивание отверстия диаметром  $32A_4$  и подрезание торца;

во вторую операцию — подрезание торца в размер  $80$  мм и обработку

## 262. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ГАЙКИ:

*а — з — последовательность обработки*



при многорезцовой наладке поверхности диаметром  $60H_4$ , канавки  $8$  мм и конуса  $15^\circ$ ;

в третью операцию — подготовку поверхности под резьбу, вытачивание

канавки в конце резьбы и фаски при многолезвовой наладке;

в четвертую операцию — нарезание резьбы резцом (самостоятельная операция).

Ниже приведен технологический процесс изготовления втулки с использованием комбинированного резца, который позволяет в одну операцию нарезать резьбу и выполнить другие переходы.

Обрабатывается заготовка детали гайка (рис. 262, а). При выполнении первой операции, как и в предыдущем примере, подготавливается гладкая заготовка с отверстием (рис. 262, б, в). Вторую операцию выполняют комбинированным резцом, состоящим (рис. 262, е) как бы из двух токарных — резьбового для нарезания внутренней резьбы и расточного, расположенного режущей кромкой книзу. Режущая кромка резца, предназначенная для растачивания, используется также и для подрезания торца гайки и снятия фаски  $3 \times 60^\circ$ . Комбинированным резцом гайку обрабатывают в такой по-

следовательности: просверленную заготовку, обработанную по наружной поверхности и одному торцу, устанавливают в цангу и подрезают второй торец участком 2 комбинированного резца (рис. 262, д). После этого тем же участком 2 комбинированного резца растачивают отверстие под резьбу (рис. 262, е) и снимают внутреннюю фаску  $3 \times 60^\circ$  (рис. 262, ж) и, наконец, участком 1 резца нарезают внутреннюю резьбу (рис. 262, з).

При таком построении технологического процесса экономится время на трех поворотах резцедержателя. Следовательно, при составлении технологического процесса на обработку гайки целесообразно в первую операцию объединять переходы, обеспечивающие черновую обработку отверстия, чистовую обработку наружных поверхностей и одного торца, а подрезание второго торца в размер, растачивание отверстия под резьбу, снятие внутренней фаски и нарезание резьбы включить во вторую операцию.

### Контрольные вопросы

1. Чем определяется выбор способа обработки конических поверхностей?
2. Чем определяется выбор способа обработки фасонных поверхностей?
3. Чем определяется выбор способа обработки резьбовых участков детали?
4. Расскажите об использовании участков сложного профиля в качестве установочных баз.
5. Расскажите об особенностях объединения в операции переходов по обработке участков сложной формы.
6. Как подготавливают поверхность под обработку участков со сложной формой?
7. При каких условиях выгодно объединять обработку участков сложной формы в одну операцию с другими переходами?

## ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

### ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ



#### ГЛАВА 17 Токарные резцы

#### ГЛАВА 18 Физические основы проце- резания



## ГЛАВА 17. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ

### § 83. Инструментальные материалы

Рабочая часть режущего инструмента, в том числе резца, должна обладать высокой твердостью, красностойкостью (выдерживать высокую температуру, не теряя твердости), высокой износостойкостью (сопротивлением абразивному истиранию), а также высокой вязкостью (сопротивлением ударной нагрузке). Поэтому материалы, из которых изготавливаются рабочие части режущих инструментов, должны отвечать указанным требованиям.

Для изготовления сверл, метчиков, плашек, разверток и др. применяют углеродистые стали У10А и У12А. Углеродистые стали закалываются до твердости *HRC* 60—62, что делает их вполне пригодными для режущего инструмента, однако они имеют сравнительно низкую красностойкость и применяются обычно для инструментов, работающих в легких условиях (для обработки мягкой стали, алюминия, пластмасс).

Инструментальные стали, содержащие легирующие элементы (хром, вольфрам, ванадий, марганец, кремний), обладают более высокими режущими свойствами и лучшей обрабатываемостью по сравнению с углеродистыми сталями. Их красностойкость значительно выше красностойкости углеродистых сталей.



**Быстрорежущие стали.** Особенностью быстрорежущих сталей является высокая твердость (до *HRC* 65), красностойкость (до 600°С) и способность в случае перегрева восстанавливать режущие свойства после охлаждения на воздухе. Эти свойства достигаются благодаря легированию вольфрамом (до 18%) и хромом (до 4%). Инструменты из быстрорежущей стали подвергают термической обработке — закалке и отпуску. Закалка заключается в нагреве до 1230—1260°С, выдержке до 2 мин и быстром охлаждении в масле. Режим отпуска: нагрев до 550°С, выдержка до 90 мин и медленное охлаждение на воздухе (или вместе с печью). Отпуск осуществляют троекратно. Благодаря отпуску структура металла, полученная после закалки (мартенсит), стабилизируется, снимаются внутренние напряжения, инструмент приобретает высокие режущие свойства.

По ГОСТ 5952—60 быстрорежущие стали подразделяются на стали нормальной и повышенной производительности. К быстрорежущим сталям первой группы относятся P18 (18% вольфрама), P12 и P9. Выпускаются также вольфрамомolibденовые быстрорежущие стали P6M3 (Mo 3%) и P9M4 (Mo 4%), инструменты из которых для черновой обработки имеют преимущества перед инструментами из сталей P18, P12 и P9.

К быстрорежущим сталям второй группы относятся P9Ф2К5, P9Ф2К10, P18Ф2К5 и P10Ф2К5, содержащие соответственно 5 и 10% кобальта. Красностойкость этих сталей достигает 650°С. Они применяются для обработки твердых и вязких конструкционных материалов (нержавеющей и жаропрочной стали, титановых сплавов). Металлокерамические твердые сплавы. Углеродистые, легированные и быстрорежущие стали плавятся, коуются (обладают пластично-

стью), металлокерамические твердые сплавы — непластичны, а, наоборот, обладают повышенной хрупкостью. Сырьем для их изготовления являются порошки карбидов (соединений с углеродом) вольфрама WC и титана TiC совместно с порошком кобальта Co. Порошки прессуют в пресс-формах, получая различных форм и размеров пластинки. Эти пластинки затем спекают в специальных печах при температуре до 1600°С (в водородной атмосфере).

Готовые пластинки обладают высокой твердостью — до *HRA* 90, красностойкость их достигает 1000°С, а износостойкость выше, чем у быстрорежущей стали, в 3—5 раз. В зависимости от содержания карбида вольфрама, карбида титана и кобальта твердые сплавы обладают различными свойствами. Чем больше кобальта, тем сплав более вязок, лучше сопротивляется ударной нагрузке. Поэтому сплавы с большим содержанием кобальта применяют для инструментов, которыми выполняют обдирочные работы.

Стальная стружка обладает способностью «прилипать» к передней поверхности инструмента и выносить за собой частички металла инструмента. Если твердый сплав содержит карбид титана, то такое «прилипание» (адгезия) наступает только при очень высокой температуре в зоне резания (выше 700°С), что соответствует скоростям резания, на которых практически работы не ведутся. Поэтому для обработки стали применяют твердые сплавы, содержащие карбид титана.

При обработке чугуна стружка надломом давит на переднюю поверхность резца близко к режущей кромке, и это может вызвать поломку режущего клина. Наличие большого количества карбида вольфрама повышает твердость режущего клина, т. е. способствует увеличению работоспособности резца именно при обработке чугуна.

Таким образом расчленяются области применения твердых сплавов для инструментов. Твердые сплавы группы ВК (вольфрамокобальтовые) — для обработки хрупких материалов (чугун, бронза, фарфор, стекло), сплавы группы ТК (титановольфрамокобальтовые) — для обработки вязких материалов (сталь, латунь). На резах указывается марка твердого сплава. Наиболее распространенные марки стандартных твердых сплавов, применяемых для оснащения режущих инструментов: группа ВК—ВК2, ВК3, ВК3М, ВК4, ВК6, ВК6М, ВК8, ВК4В, ВК8В; группа ТК—Т30К4, Т60К6, Т15К6, Т5К10. Мелкозернистые твердые сплавы группы ВК (с индексом М) и крупнозернистые (с индексом В) предназначены для изготовления инструментов не только для обработки чугуна, но и закаленной, нержавеющей и жаропрочной сталей, а также вязких титановых сплавов. Промышленность выпускает трехкарбидный твердый сплав — титанотанталовольфрамокобальтовый (марка ТТ7К12), обладающий высокой ударной вязкостью. Инструментами, оснащенными пластинками из этого сплава, успешно выполняют работы с тяжелой ударной нагрузкой, например, обрабатывают заготовки с прореями, с наплавленной поверхностью, отливки со следами отрезанных прибылей и т. д.

## § 84. Геометрия реза

Резец (см. рис. 7) состоит из тела (державки или стержня) и рабочей части (головки). Рабочая часть резца представляет собой клин, т. е. простейшее орудие для разложения сил (рис. 263). Клин лежит в основе действия топора, ножа, ножниц, косы, зубила и др. Сила  $P$ , приложенная к клину зубила (рис. 263, а), раскладывается

на две силы  $Q$ , каждая из которых больше силы  $P$ :

$$Q = \frac{P}{\cos \beta} \kappa Г.$$

Эти две силы и расклинивают металл. Если рубить металл в тисках, то снимаемый слой отделяется в виде стружки (рис. 263, б). Если представить, что рабочий клин принадлежит не слесарному инструменту — зубилу, а строгальному резцу, к которому сила прикладывается не вручную, а ползуном станка, то схема работы будет такая же (рис. 263, в).

Элементы и формы головки резца описаны в главе 1.

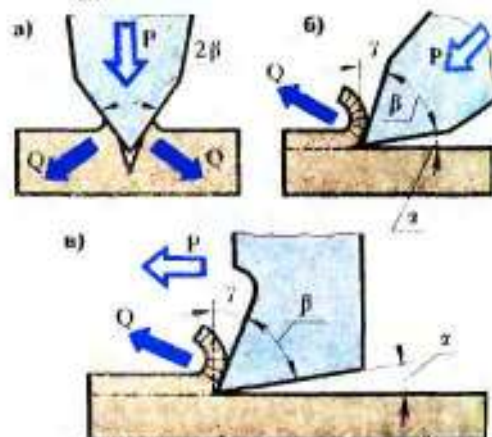
Работоспособность резца определяется углами рабочего клина и углами в плане. Для изучения геометрии резца принимаются следующие условные плоскости (рис. 264).

Основная плоскость (ОП) — плоскость, в которой совершается движение подачи резца. Обычно основная плоскость совпадает с опорной плоскостью резца («подошвой»).

Плоскость резания (ПР) — это плоскость, касательная к поверх-

## 263. РАБОТА КЛИНА:

а, б — рубка зубилом, в — строгание резцом



## 264. УСЛОВНЫЕ ПЛОСКОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦА



## 265. УГЛЫ РЕЗЦА В ПЛАНЕ И В ГЛАВНОЙ СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ



ности резания и проходящая через режущую кромку. Если резец стоит по центру заготовки, то плоскость резания перпендикулярна основной плоскости. На рис. 265 плоскость резания спроектировалась в виде прямой линии, проходящей через режущую кромку.

Главная секущая плоскость (ГСП) — плоскость, перпендикулярная к плоскости резания и проходящая через режущую кромку. На рис. 265

главная секущая плоскость спроектировалась в виде прямой, перпендикулярной к режущей кромке.

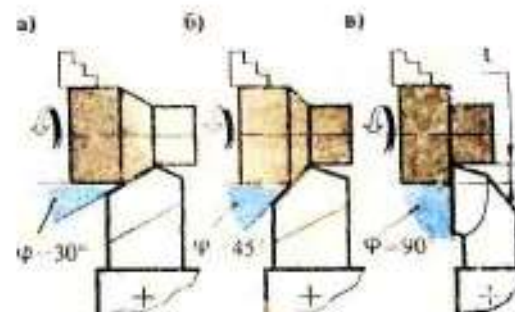
На процесс резания существенное влияние оказывают углы резца в плане, т.е. углы в основной плоскости (вид на резец сверху).

Главный угол в плане  $\phi$  — угол между режущей кромкой и направлением подачи. Из рис. 266, а, б, в видно, что при малом угле  $\phi$  в работе участвует большая часть режущей кромки, улучшается отвод тепла, повышается стойкость резца. При большом угле работает меньшая часть режущей кромки, поэтому стойкость резца снижается. Однако при обработке длинной и тонкой, т.е. нежесткой заготовки (детали), когда имеется опасность ее прогиба, лучше применять резцы с большим углом  $\phi$ , так как при этом поперечная составляющая отжимающего усилия будет меньше. Из этих соображений назначают главный угол в плане  $\phi$ : для жестких заготовок  $30^\circ$ – $45^\circ$ , для нежестких  $60^\circ$ – $90^\circ$ . При меньшем значении угла  $\phi$  стружка получается тонкой и лучше завивается.

Вспомогательный угол в плане  $\phi_1$  — угол между вспомога-

## 266. ЗАВИСИМОСТЬ РАБОЧЕЙ ДЛИНЫ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ОТ ГЛАВНОГО УГЛА В ПЛАНЕ:

а —  $\phi = 30^\circ$ , б —  $\phi = 45^\circ$ , в —  $\phi = 90^\circ$





тельной режущей кромкой и направлением подачи. Если угол  $\varphi_1$  мал, из-за некоторого отжима резца при резании вспомогательная кромка будет врезаться в обработанную поверхность и портить ее. Большой угол  $\varphi$  также неприемлем, так как ослабляется вершина резца. Оптимальный угол  $\varphi_1 = 10-30^\circ$ .

Угол при вершине  $\epsilon$  — угол между режущей и вспомогательной кромками. Углы  $\varphi$  и  $\varphi_1$  зависят от заточки и установки резца, а угол  $\epsilon$  только от заточки. При установке резца перпендикулярно к оси заготовки углы  $\varphi$  и  $\varphi_1$  изменяются.

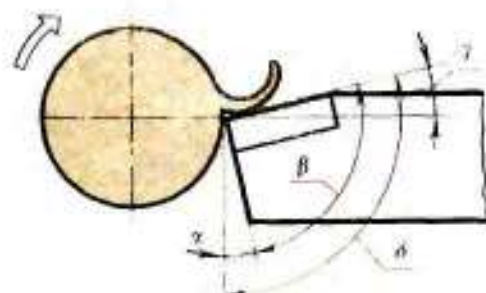
Закругление  $r$  вершины резца (см. рис. 265) предохраняет ее от поломок и, кроме того, обеспечивает более высокую чистоту обработки. Числовые значения радиуса закругления зависят от размеров резца и его назначения (черновой или чистовой).

Углы резца в главной секущей плоскости. Если рассечь резец по главной секущей плоскости, то в сечении будет виден рабочий клин резца, который характеризуется следующими углами (см. рис. 8).

Главный задний угол  $\alpha$  — угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Если главная задняя поверхность криволинейная, то главным задним углом считается угол между плоскостью резания и плоскостью, касательной к главной задней поверхности. При малом угле  $\alpha$  возможно трение главной задней поверхности по поверхности резания. При большом угле  $\alpha$  ослабляется рабочий клин. Оптимальный главный задний угол  $6-12^\circ$  (обычно  $8^\circ$ ).

Передний угол  $\gamma$  — угол между передней поверхностью (или касательной к ней) и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания. От переднего угла зависит сход стружки: при малых значениях переднего угла

## 267. РЕЗЕЦ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ПЕРЕДНИМ УГЛОМ



стружка круто загибается, это повышает сопротивление резанию, вызывает вибрации и ухудшение качества обработки; при увеличении переднего угла сход стружки облегчается, процесс резания протекает нормально, однако ослабляется рабочий клин резца. Поэтому большой передний угол допускается только при обработке мягких металлов, так как некоторое ослабление рабочего клина не вызывает поломку резца. Числовые значения переднего угла принимают в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.

Если передняя поверхность резца направлена вниз от режущей кромки, то передний угол считается положительным ( $+\gamma$ ), если передняя поверхность направлена вверх от режущей кромки, то передний угол считается отрицательным ( $-\gamma$ ).

Резцы с отрицательным передним углом (рис. 267), оснащенные пластинками из твердого сплава (обычно Т5К10), применяют для обдирочных работ с ударной нагрузкой, при неравномерном припуске на мощных токарных и карусельных станках. Преимущество резцов с отрицательным передним углом для обдирочных работ заключается в том, что удары воспринимаются не режущей кромкой, а всей передней поверхностью, что предохраняет режущую кромку от разрушения.

Для обработки стали режущую кромку твердосплавного резца притупляют под небольшим отрицательным углом (отрицательная фаска).

Формы передней поверхности твердосплавного резца в зависимости от условий работы показаны на рис. 268. Угол заострения  $\beta$  — угол между передней и задней поверхностями (или угол между касательными к этим поверхностям).

Угол резания  $\delta$  — угол между передней поверхностью и плоскостью резания.

Углы  $\alpha$  и  $\gamma$  образуются при заточке резца, а углы  $\beta$  и  $\delta$  являются производными от углов  $\alpha$  и  $\gamma$ :

$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma; \quad \delta = 90^\circ - \gamma.$$

Углы  $\alpha$  и  $\gamma$  зависят не только от заточки, но и от установки резца относительно центра заготовки. При установке резца выше центра плоскость резания, как касательная к поверхности резания, изменяет свое положение, т. е. по-

ворачивается под углом  $\mu$ ; (рис. 269):

$$\sin \mu = \frac{h}{D/2}.$$

При наружной обработке поворот плоскости резания приводит к тому, что фактически задний угол  $\alpha_{\text{факт}}$  уменьшается на угол  $\mu$ , а передний угол  $\gamma_{\text{факт}}$  наоборот, увеличивается на угол  $\mu$  (рис. 269, а).

$$\alpha_{\text{факт}} = \alpha_{\text{зат}} - \mu; \quad \gamma_{\text{факт}} = \gamma_{\text{зат}} + \mu.$$

Если резец поставить ниже центра, то соответственно задний угол увеличивается, а передний уменьшается (рис. 269, б);

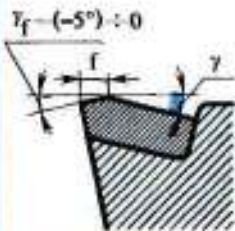
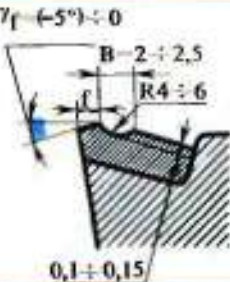
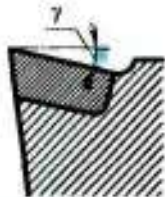
$$\alpha_{\text{факт}} = \alpha_{\text{зат}} + \mu; \quad \gamma_{\text{факт}} = \gamma_{\text{зат}} - \mu.$$

Практически при наружной токарной обработке допускается установка резца выше центра на величину

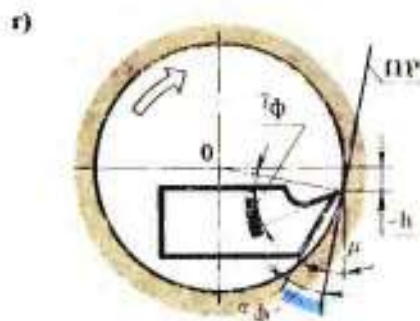
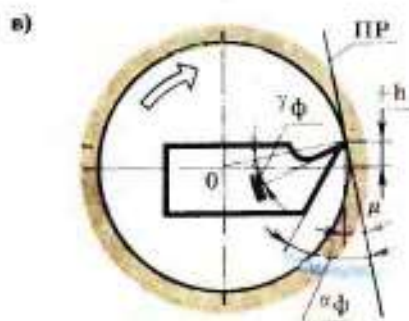
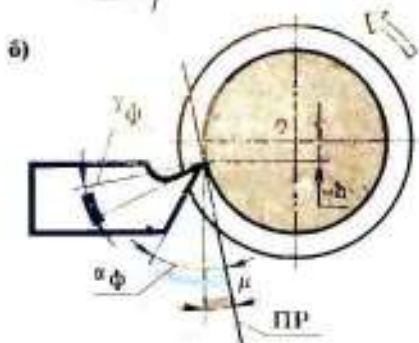
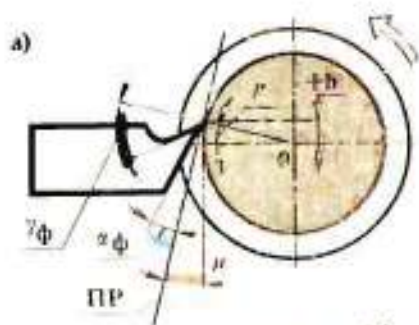
$$h = \frac{D}{200} \text{ мм},$$

так как сила резания несколько отжимает резец вниз и режущая кромка становится на уровень центра заготовки (детали).

## 268. ФОРМЫ ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЗЦА

| Форма передней поверхности | Плоская с фаской                                                                    | Радиусная с фаской                                                                  | Плоская без фаски                                                                               |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Эскиз                      |  |  |             |
| Рекомендуемое применение   | Резцы всех типов для обработки стали                                                | Точение и растачивание стали<br>Наличие лунки обеспечивает заивание стружки         | Резцы всех типов для обработки чугуна и жаропрочных сталей и сплавов с подачей меньше 0,5 мм/об |





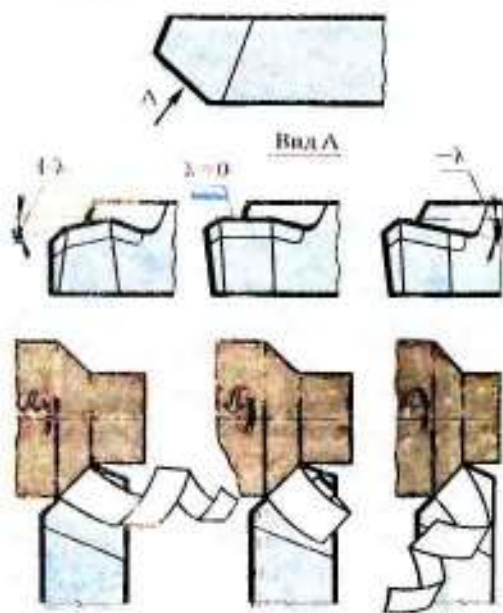
## 269. ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВ $\alpha$ , $\gamma$ ПРИ УСТАНОВКЕ ТОКАРНОГО РЕЗЦА НЕ ПО ЦЕНТРУ ЗАГОТОВКИ:

$\alpha$ ,  $\gamma$  — установка выше центра, б, г — установка ниже центра при наружной (а, б) и внутренней (в, г) обработке; ПР — плоскость резания

При внутренней обработке (расточке) углы  $\alpha$  и  $\gamma$  также изменяются в зависимости от установки (рис. 269, в, г.).

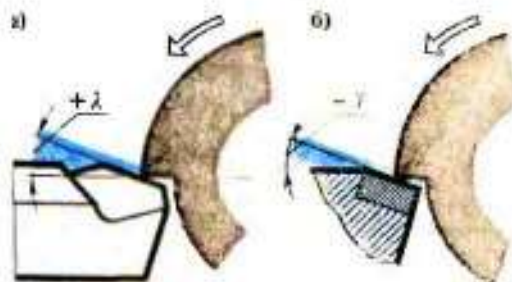
Угол наклона режущей кромки  $\lambda$  (рис. 270) — это угол между режущей кромкой и ее проекцией на основную плоскость. Он может быть нулевым, если режущая кромка параллельна основной плоскости; положительным (вершина является самой нижней точкой режущей кромки), отрицательным (вершина является самой верхней точкой режущей кромки). От положения режущей кромки и величины угла  $\lambda$  зависит направление схода стружки. При положительном угле  $\lambda$  вершина вступает в соприкосно-

## 270. УГОЛ НАКЛОНА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ $\lambda$





**271. СОЧЕТАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ (а) И ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ПЕРЕДНЕГО УГЛА (б) ПРИ РАБОТЕ С УДАРНОЙ НАГРУЗКОЙ**



вание с заготовкой (деталью) позже всех остальных точек режущей кромки, поэтому она защищена от ударов. Для работы с тяжелой ударной нагрузкой рекомендуется сочетание углов  $+λ$  и  $-γ$  (рис. 271, а, б).

## § 85. Изготовление резцов

Токарные резцы изготавливают на специализированных инструментальных заводах или в инструментальных цехах машиностроительных заводов. Державки (стержни) для резцов изготовляют из стали 45 свободной ковкой, горячей штамповкой или литьем в точных (оболочковых) формах. Державки для резцов с прямой головкой нарезают из проката прямоугольного сечения.

Наиболее распространенные твердосплавные резцы изготовляют по следующей технологии: обработка опорной плоскости державки строганием, фрезерованием или плоским шлифованием (литые державки больших сечений по опорной плоскости не обрабатывают); фрезерование главной и вспомогательной задних поверхностей головки рез-

ца, обработка передней поверхности; фрезерование гнезда под пластинку; припайвание пластинки из твердого сплава к державке. В качестве припоя применяют красную медь или латунь Л62 (сплав меди 62% и цинка 38%), листовую медь или медно-никелевые «пистоны». Гнездо посыпают прокаленной бурой, служащей в качестве флюса, укладывают пластинку и припой. Головку резца нагревают для расплавления припоя (900—950°С) в петлевом индукторе т.в.ч. (токи высокой частоты), изготовленном из медной трубки, по которой циркулирует охлаждающая жидкость (рис. 272). После расплавления припоя резец извлекают из индуктора и пластинку прижимают к гнезду металлическим стержнем. Головку резца с припаянной пластинкой охлаждают в сухом песке или в древесной золе, что предохраняет пластинку от возникновения трещин;

заточка и доводка рабочей части резца (см. главу I).

Прогрессивной является алмазная заточка, т.е. заточка на алмазных кругах. Характеристика алмазного заточного круга АСП25 М250.70:АСП — алмаз синтетический повышенной прочности; 25 — зернистость (средний

**272. НАГРЕВ ГОЛОВКИ РЕЗЦА В ИНДУКТОРЕ т.в.ч. ПЕРЕД НАПАИВАНИЕМ ПЛАСТИНКИ**

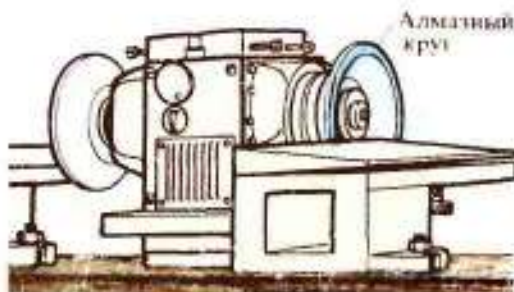


диаметр алмазных зерен 0,25 мм); М2 — металлическая связка; 50 — концентрация алмаза 50% (100%-ной концентрацией считается содержание в 1 см<sup>3</sup> алмазоносного слоя 3,4 карата алмазов); 70 — содержание алмазов в каратах. Алмазную заточку выполняют на алмазозаточных станках с охлаждением зоны заточки специальной жидкостью. Алмазная заточка высокопроизводительная и обеспечивает высокую стойкость заточенного инструмента.

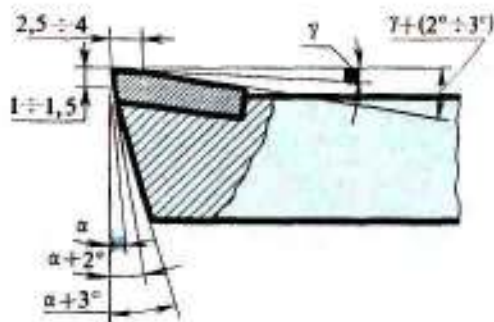
После заточки твердосплавные резцы подвергают доводке на алмазных доводочных кругах.

Алмазную доводку выполняют на доводочном станке, имеющем точные подшипники, обеспечивающие минимальное биение шпинделя (рис. 273). Окружная скорость алмазного круга 20—25 м/сек. Станок 366328 для алмазной заточки и доводки резцов имеет два шпинделя: на одном устанавливается заточный круг (на металлической связке), а на втором доводочный круг (на бакелитовой связке). Кроме алмазной заточки и доводки, станок можно использовать для нанесения на переднюю поверхность резца стружколомающих лунок. Если резец затачивают на абразивном круге КЗ, то на алмазозаточном станке выполняют только доводку резца и наносят лунки.

## 273. СТАНОК ДЛЯ АЛМАЗНОЙ ДОВОДКИ РЕЗЦОВ



## 274. ГЕОМЕТРИЯ РЕЗЦА, ЗАТАЧИВАЕМОГО И ДОВОДИМОГО НА АЛМАЗНЫХ КРУГАХ



Твердосплавные резцы, подлежащие алмазной доводке, должны иметь такие углы рабочего клина, чтобы алмазный круг работал только по пластинке и не касался державки резца, иначе круг будет быстро «засаливаться». Державку затачивают предварительно под углом  $\alpha + 3^\circ$ , пластинку затачивают под углом  $\alpha$ , а фаску по задней поверхности доводят алмазным кругом на ширину 1—1,5 мм (рис. 274).

Алмазная доводка устраняет все шероховатости на режущей кромке и трущихся поверхностях резца, обеспечивает высокую остроту режущей кромки и повышает долговечность резца в 1,5—2 раза. Алмазную доводку осуществляют без охлаждения.

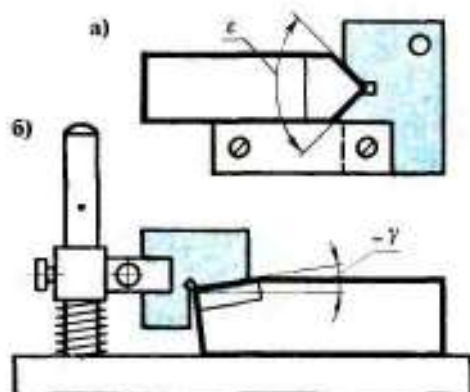
Для заточки и доводки резцов из быстрорежущей стали используют круги с рабочей поверхностью из боразона («Эльбора») — нового синтетического материала, не уступающего синтетическому алмазу по твердости, но имеющего значительно более высокую красностойкость.

В условиях единичного и мелкосерийного производства заточные и доводочные станки находятся непосредственно на механических участках. В крупносерийном и массовом производстве введена централизованная за-



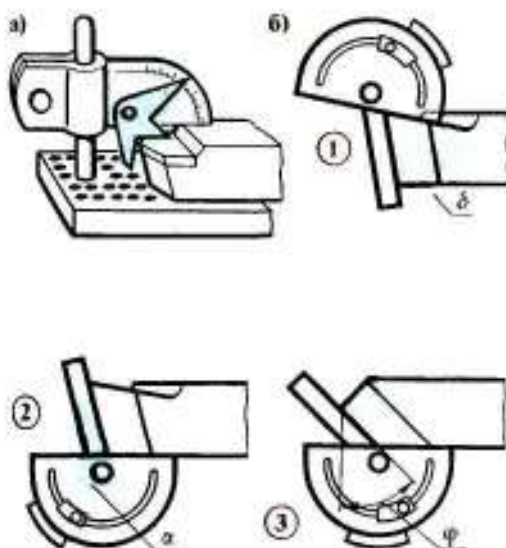
## 275. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦА ШАБЛОНАМИ:

*а — удерживаемым в руке (удерживают в руке и резец), б — закрепленным в стойке*



## 276. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦА НАСТОЛЬНЫМ (а) И УНИВЕРСАЛЬНЫМ (б) УГЛОМЕРАМИ:

*1 — определение угла,  $\gamma$ , 2 — определение угла  $\alpha$ , 3 — определение угла  $\varphi$*



точка резцов в специальных заточных отделениях квалифицированными заточниками: токарь получает заточенный и доведенный резец, а затупленный сдает в кладовую. Однако и в этих условиях токарю приходится иногда перетачивать и доводить резцы в зависимости от конкретных условий работы, поэтому он должен уметь выполнять заточные работы.

После заточки геометрию резца контролируют: устанавливают, соответствующим ли полученным углам заданным по чертежу. Контроль ведут шаблонами, которые удерживают в руке или закрепляют в специальной стойке (рис. 275 а, б). Геометрию резца в инструментальных цехах и заточных отделениях контролируют обычно специальными угломерами (рис. 276, а) или универсальными (рис. 276, б).

## § 86. Высокопроизводительные резцы

Конструкции резца совершенствуются, улучшаются. Над этим работают ученые научно-исследовательских институтов, инженеры-производственники и токарно-новаторы.

Ниже описаны наиболее распространенные конструкции высокопроизводительных резцов.

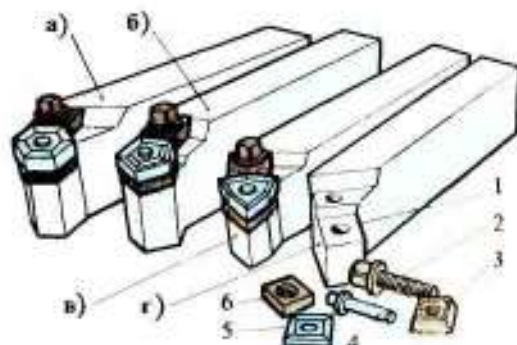
Резцы с механическим креплением многолезвийных перетачиваемых пластинок из твердого сплава (рис. 277, а, б, в, г). Многогранную твердосплавную пластинку 5 насаживают отверстием на стержень 4 и прижимают при помощи пластинки 3 и винта 2 к державке 1.

Многогранные пластинки не перетачивают. После износа одной режущей кромки пластинку поворачивают и в работу вступает следующая режущая кромка. После износа всех режущих кромок пластинку сдают в инструментальную кладовую.



# **277. РЕЗЦЫ С МНОГОЛЕЗВИЙНЫМИ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫМИ ПЛАСТИНКАМИ ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА:**

*а — шестигранной, б — пятигранной, в — трехгранной, г — четырехгранной; части резца: 1 — державка, 2 — прижимной винт, 3 — прижимная пластинка, 4 — стержень, 5 — сменная пластинка, 6 — подкладная пластинка*



Такие резцы выпускают с трехгранными, четырехгранными, пятигранными и шестигранными пластинками.

Для получения переднего угла, а также для завивания стружки вдоль каждой режущей кромки пластинки делают выкружки. Пластинки доводят по фаскам на алмазных доводочных кругах. Резцы удобны в работе, обеспечивают надежное стружколомание, стойкость их выше стойкости резцов с напаянными пластинками на 20—25%. Геометрия резца: передний угол  $\gamma = +10^\circ \div 15^\circ$ , задний угол  $\alpha = 7^\circ \div 10^\circ$ , радиус при вершине  $R = 0,4 \div 1,0$  мм, фаска (ленточка)  $f = 0,1 \div 0,5$  мм.

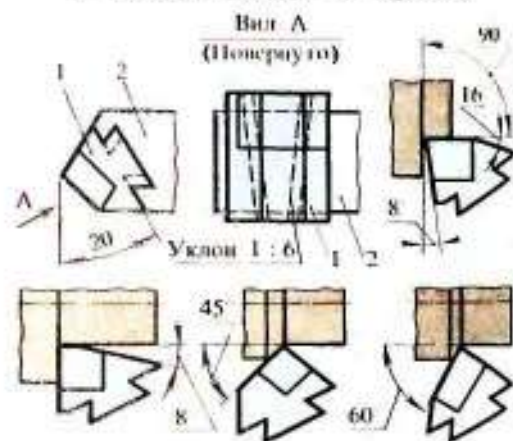
Резцы со сменными рабочими головками. На крупных токарных станках (с высотой центров 300 мм и более) целесообразно применять резцы с постоянной державкой и сменными рабочими головками. На рис. 278 представлена конструкция резца со сменными рабочими головками, которые закрепляются в державке на «ласточкин хвосте». Головки для проходных, подрезных, прорезных, гал-

тельных резцов изготавливают методом точного литья без механической обработки «ласточкин хвоста», что делает их дешевыми и экономичными. Головка заклинивается в державке под действием силы резания, а извлекают ее при замене легким постукиванием молотком снизу.

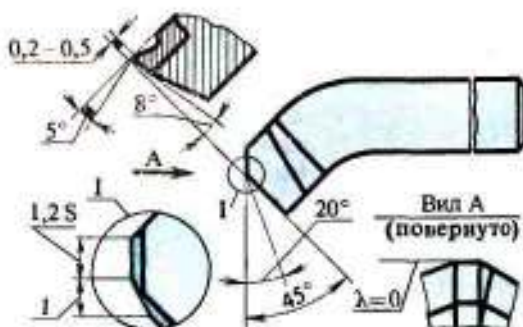
Резец В. А. Колесова для силового точения (рис. 279), отличается от обычных проходных резцов наличием дополнительной кромки с углом в плане  $\phi_1 = 0$ . Длина этой кромки

# **278. РЕЗЕЦ СО СМЕННОЙ РАБОЧЕЙ ГОЛОВКОЙ:**

*1 — сменная головка, 2 — державка*

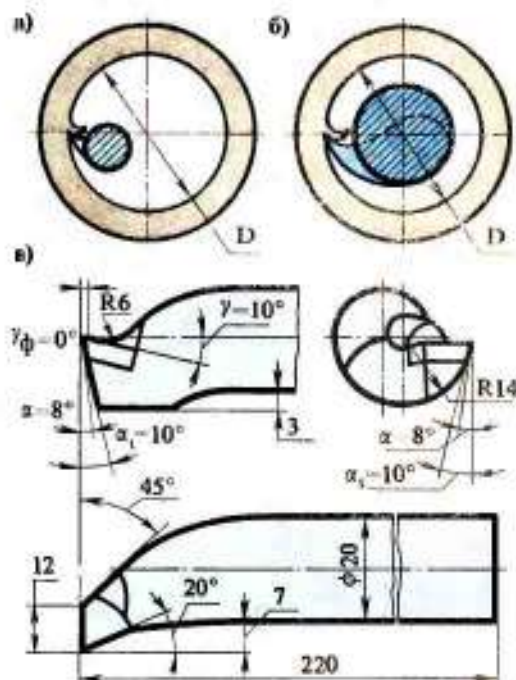


# **279. РЕЗЕЦ В. А. КОЛЕСОВА ДЛЯ СИЛОВОГО ТОЧЕНИЯ**



## 280. РАСТОЧНОЙ РЕЗЕЦ ЛАКУРЫ:

*а — положение обычного резца в отверстии, б — положение резца Лакуры в отверстии, в — устройство расточного резца Лакуры*



должна превышать подачу. При работе с большей подачей дополнительная кромка зачищает шероховатости, оставляемые главной режущей кромкой, и обеспечивает шероховатость до  $\nabla 7$ . Дополнительную кромку тщательно доводят и устанавливают строго параллельно оси заготовки. При эксплуатации резцов Колосова возможны случаи, когда после первых проходов не будет обеспечена требуемая чистота, это значит, что дополнительная кромка еще не «притерлась» к заготовке. Высокое качество обработки достигается после того, как резец притерется к заготовке.

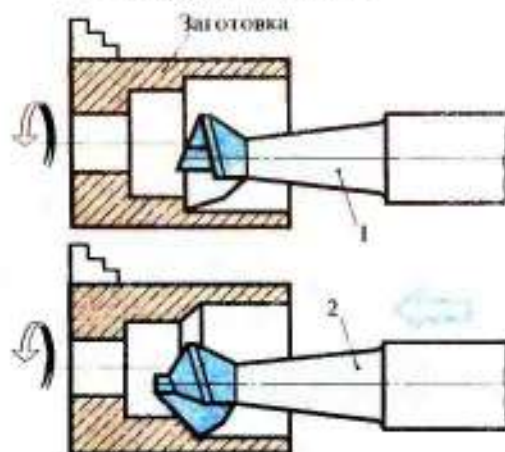
Токарную обработку резцом Колосова с большими подачами называют си-

ловым точением, так как при этом возникает большое усилие сопротивления подаче. Поэтому силовое точение применяют на достаточно мощных станках.

**Расточные резцы.** Если режущая кромка расточного резца расположена на уровне верхней образующей цилиндрической державки, то все тело державки необходимо устанавливать ниже центра заготовки (рис. 280, а). Это вынуждает применять расточные резцы с державкой значительно меньшего диаметра, чем диаметр растачиваемого отверстия, что приводит к отжиму или вибрации резца. Такого недостатка лишены расточные резцы токаря-новатора К. В. Лакуры (рис. 280, в). Державка его резца располагается в середине растачиваемого отверстия, а не ниже центра, поэтому она может быть большего сечения, что устраняет опасность отжима и появления конусности обрабатываемого отверстия (рис. 280, б). Державка резца Лакуры цилиндрическая по всей длине, вылет резца легко регулировать,

## 281. РАСТОЧНЫЕ РЕЗЦЫ СО СПИРАЛЬНОЙ ТВЕРДОСПЛАВНОЙ КОРОНКОЙ «УЛИТКОЙ»:

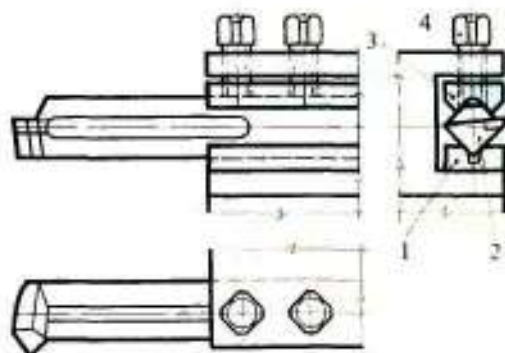
*1 — упорный, 2 — проходной*





## 282. РАСТОЧНОЙ РЕЗЕЦ В. К. СЕМИНСКОГО:

1 — подкладка-призма, 2 — резец, 3 — прижимная планка, 4 — болт резцедержателя



выдвигая из призмы или из специальной державки с цилиндрическим отверстием. Регулируемый вылет позволяет повышать режимы резания и улучшает качество обработки при растачивании.

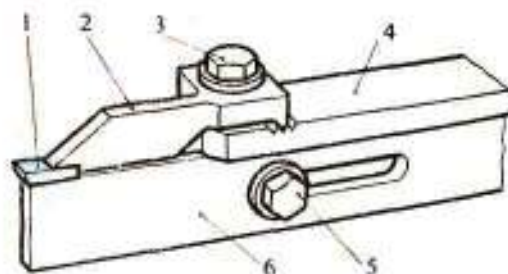
Рациональную конструкцию имеют также расточные резцы со специальной твердосплавной коронкой «улиткой» (рис. 281). У такого резца перетачивают переднюю поверхность. Некоторый отжим резца при растачивании приводит к конусообразности обработанного отверстия, которую приходится выводить повторными проходами без врезания. Для предотвращения конусообразности, а также для ведения растачивания на повышенных режимах применяют расточные резцы В. К. Семинского с жесткой державкой квадратного сечения (рис. 282). Ребра обеспечивают жесткость державке при действии изгибающих сил. Резец Семинского крепится в призмах, вылет резца регулируют выдвижением из призм.

Отрезной резец ВНИИ с механическим креплением режущей пластинки (рис. 283) применяют для отрезки заготовок из прутков

диаметром до 70 мм и для разрезки труб больших диаметров с толщиной стенок до 60 мм. Резец состоит из корпуса 6, опорной планки 4, прихватостружколомателя 2, прижимающего режущую пластинку 1, винта 5 для крепления планки в корпусе и винта 3 для крепления пластинки прихватом. Конструкция резца обеспечивает надежное закрепление режущей пластинки и возможность передвижения опор-

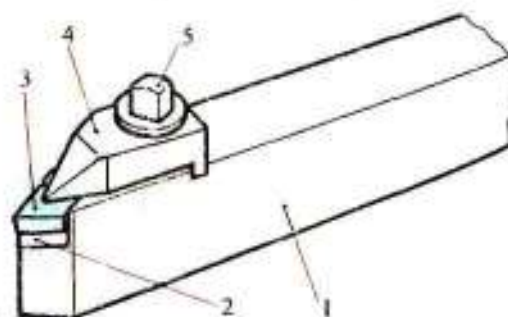
## 283. ОТРЕЗНОЙ РЕЗЕЦ ВНИИ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНКИ:

1 — режущая пластинка, 2 — прихватостружколоматель, 3 — винт прижимной планки, 4 — опорная (регулирующая) планка, 5 — винт регулирующей планки, 6 — корпус (державка)



## 284. РЕЗЬБОВОЙ РЕЗЕЦ С МЕХАНИЧЕСКИМ КРЕПЛЕНИЕМ РОМБИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНКИ:

1 — державка; 2 — опорная пластинка, 3 — режущая пластинка, 4 — прижимная планка, 5 — винт





ной планки по мере износа пластинки.

Резьбовой резец ВНИИ с механическим креплением режущей пластинки. Пластика 3 из твердого сплава удерживается прихватом 4 в углублении, которое созда-

ется выступами в державке и подкладке. Пластики используют дважды. Вдоль режущих кромок пластинки имеются выкружки для создания положительных передних углов, что снижает усилие резания, повышает точность и чистоту обработки.

### Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к инструментальным материалам?
2. Перечислите основные марки и свойства быстрорежущих инструментальных сталей.
3. Назовите основные марки твердых сплавов для обработки чугуна и стали.
4. Какие части и элементы имеет токарный резец?
5. Назовите условные плоскости, необходимые для изучения геометрии резца.
6. Назовите углы резца в плане и дайте их определения.
7. Назовите углы резца в главной секущей плоскости.
8. Какое значение для работы резца имеет главный задний угол?
9. От каких факторов зависит выбор величины переднего угла?
10. В каких случаях применяется резец с отрицательным передним углом?
11. Как влияет установка резца относительно центра на углы резца?
12. Что такое угол наклона режущей кромки и в каких случаях его принимают с положительным значением?
13. Какие преимущества имеет алмазная заточка и доводка резцов?
14. Как контролируют геометрию резца?
15. Как устроены резцы со сменными рабочими головками?
16. В чем заключаются особенности резца Колосова и что такое силовое точение?

## ГЛАВА 18. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

### § 87. Развитие науки о резании металлов

Токарная обработка — один из способов обработки металлов резанием. Процесс резания металлов изучается наукой, которая является частью физики твердых тел и называется теорией резания.

Для глубокого знания токарного дела необходимо и знание основ этой теории. Теория резания рассматривает общие закономерности процесса образования стружки, силы, действующие на инструмент, и их влияние на процесс резания, тепловые явления, возникающие в процессе резания, износ инструментов и пути повышения их стойкости, влияние геометрии инструментов на процесс резания и правила выбора геометрии инструментов, влияние режимов резания на усилия резания, стойкость инструмента и его производительность, правила выбора режимов резания, правила выбора смазочно-охлаждающей жидкости и способы подвода ее в зону резания и т. д.

Основателями научных исследований процесса резания металлов являются русские ученые. Профессор Петербургского горного института Иван Августович Тиме (1838—1920 гг.) в 1870 г. в своем труде «Сопроотивление металлов и дерева резанию» изложил основные закономерности процесса стружкообразования, указал на

прерывистый характер этого процесса, сделал важные выводы о причинах вибрации при резании и т. д.

Научные исследования процессов резания, имеющие большое практическое значение для производства, провели К. А. Зворыкин (1861—1928 гг.) и Я. Г. Усачев (1873—1941 гг.). Значительный вклад в науку о резании металлов и ее практическое применение внесли советские ученые И. М. Безпрошанный, В. А. Кривоухов, В. Д. Кузнецов, А. В. Папкин, С. П. Наденская и другие, заслуги которых признаны мировой наукой.

В развитии теории резания металлов огромную роль играет тесная связь науки с производством, ученых с инженерами-практиками и с рабочими-станочниками. Часто бывает, что новое, примененное рабочим, затем научно обосновывается учеными и оформляется в виде конкретных производственных рекомендаций.

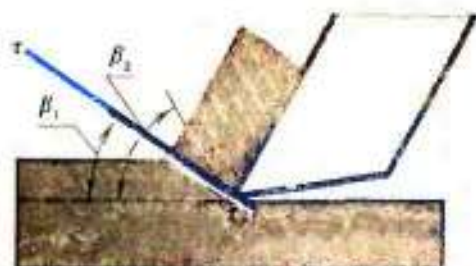
Ученые, работающие в области резания металлов, дали производству ценные рекомендации по обработке труднообрабатываемых металлов (нержавеющей и жаропрочной стали, титановых сплавов, отбеленного чугуна), по обработке легких сплавов, пластмасс, технической резины, по применению алмазов для обработки металлов и заточки инструментов, по новым рецептам смазочно-охлаждающих жидкостей и повышению стойкости инструмента.

### § 88. Процесс образования стружки

Исследования, проведенные русскими учеными И. А. Тиме и А. А. Бриксом, показали, что процесс резания металла — это процесс скалывания частичек металла под действием силы, с которой передняя поверхность резца удаляется в срезаемый слой. Скалывание частичек металла (элементов

## 285. СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ СТРУЖКИ:

$\tau - \tau$  — плоскость сдвига



стружки) происходит по плоскости сдвига  $\tau - \tau$ , расположенной к обрабатываемой поверхности под углом сдвига  $\beta_1 = 30 \div 40^\circ$  (рис. 285). Внутри каждого элемента происходит межкристаллические сдвиги под углом  $\beta_2 = 60 \div 65^\circ$ .

В зависимости от обрабатываемого материала образуются различные виды стружки: скалывания, ступенчатая, сливная и надлома (см. рис. 6).

В процессе резания (скалывания) наблюдается ряд закономерных явлений, изучение которых позволяет правильно обосновать выбор конкретных условий (режимов) резания, геометрии резца, смазочно-охлаждающей жидкости и др.

Усадка стружки. Каждый элемент стружки сдавливается под действием силы, прилагаемой со стороны передней поверхности резца, в результате чего стружка всегда имеет меньшую длину, чем длина той поверхности, с которой она срезана. Это явление называется усадкой стружки и характеризуется коэффициентом усадки (рис. 286):

$$K = \frac{L_0}{L},$$

где  $L_0$  — длина обработанной поверхности (путь прохода резца), мм;

$L$  — длина стружки, мм.

Величина  $K$  всегда больше 1 ( $K = 1,1 \div 10$ ). Чем больше значение  $K$ , тем более деформирована стружка, т. е. большее сопротивление металл оказывал скалыванию. Следовательно, по коэффициенту усадки можно судить о сопротивлении данного металла резанию (т. е. о напряженности процесса резания), делать необходимые выводы и принимать практические меры для облегчения процесса резания.

Наклеп (обработочное отверждение). Обработанная поверхность всегда имеет более высокую твердость, чем обрабатываемая поверхность: это результат явления наклепа (изменения структуры) поверхностного слоя обрабатываемого металла под действием деформаций, сопровождающих скалывание элементов стружки. Глубина наклепанного слоя достигает 1—2 мм.

Степень наклепа (повышение твердости) и глубина наклепанного слоя зависят от механических свойств обрабатываемого материала (хрупкие металлы наклепываются меньше, чем пластичные), от геометрии резца (меньший передний угол резца вызывает больший наклеп), от режимов резания,

## 286. СХЕМА УСАДКИ СТРУЖКИ





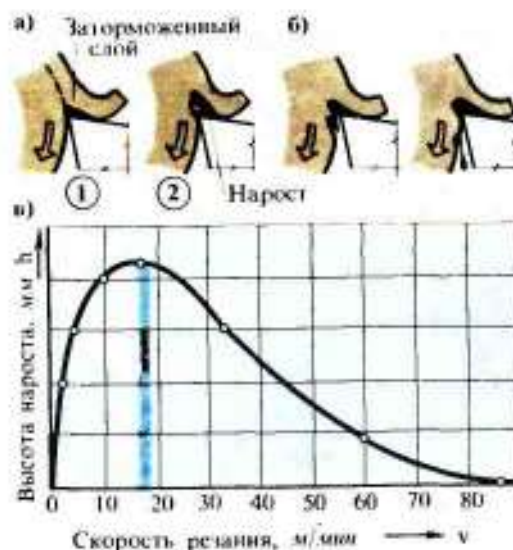
смазки и других факторов. Явление наклепа учитывают при назначении припусков на обработку, чтобы чистой инструментом не работал режущей кромкой по наклепанному слою. Наклеп снимают таким же образом, как и закалку, т. е. отжигом.

**Образование нароста.** При резании пластичных металлов на передней поверхности резца, вблизи режущей кромки, образуется «бугорок» металла, приварившегося к передней поверхности. Это так называемый нарост. Причина его возникновения — некоторое притормаживание поверхностного слоя стружки при сходе по передней поверхности резца (рис. 287, а).

Нарост обладает высокой твердостью, так как, нагреваясь, а затем охлаждаясь, закаливается и, кроме того, значительно уплотняется (наклепывается).

## 287. НАРОСТ ПРИ ТОЧЕНИИ:

а — схема образования нароста, б — срыв нароста, в — зависимость высоты нароста от скорости резания; 1 — затормаживание слоя металла на передней поверхности резца, 2 — образование нароста



При обдирочной обработке нарост, воспринимая на себя нагрузку, предохраняет переднюю поверхность резца от перегрева и износа. Поэтому явление наростообразования при черновой обработке не вредно, а даже полезно. Наростообразование при чистовой обработке — вредное явление, снижающее точность и качество обработанной поверхности. Нарост не удерживается длительное время на резце, а периодически обламывается и улетает между режущей кромкой резца и заготовкой (рис. 287, б); при этом мелкие обломки его образуют вмятины (лунки) на обработанной поверхности, а прилипшие к ней мельчайшие кусочки металла создают шероховатости. Кроме того, неровные края нароста, выходя за режущую кромку, царапают обработанную поверхность.

Образование и периодические срывы нароста приводят к колебанию переднего угла резца, что вызывает и колебания силы, действующей на резец, т. е. приводят к дополнительным вибрациям резца. В условиях наростообразования невозможно получить высококачественную обработанную поверхность (шероховатость до  $\nabla 5$ ).

Устранения причин наростообразования и получения высокой чистоты обработанной поверхности достигают следующими путями:

работой на оптимальных скоростях резания. Наиболее интенсивно нарост образуется при скоростях резания 7—70 м/мин (рис. 287, в). При малых скоростях резания (до 7 м/мин) температура в зоне резания недостаточна для спекания и закалывания нароста, а при больших скоростях резания (выше 70 м/мин) нарост не успевает привариться к резцу, так как выносится быстротечной стружкой. Обработку многолезвийными инструментами из быстрорежущей стали (развертки, метчики) и фасонными резцами, т. е. инст-

рументами, которые должны обеспечивать шероховатость высокого класса чистоты, ведут на низких скоростях резания, а твердосплавными резцами, зенкерами, фрезами — на высоких скоростях резания; применением смазки, так как нарост образуется в меньшей степени (по частоте образования и высоте), если поверхность резца хорошо смазывается. Для смазки инструментов при чистой обработке применяют осернистое масло (сульфофрезол), специальные многокомпонентные («компаундированные») составы, смазки с содержанием дисульфида молибдена  $MoS_2$  и др. Зачастую от правильного выбора смазочно-охлаждающей жидкости полностью зависит качество обработанной поверхности; доводкой или полированием передней поверхности, при этом трение стружки об инструмент резко снижается, уменьшается «притормаживание» поверхностного слоя стружки и нарост практически не образуется.

## § 89. Вибрации при резании металлов

В процессе резания возникают вибрации инструмента, заготовки и станка. Причины возникновения вибрации при токарной обработке следующие: колебания сил сопротивления металла в результате периодического скалывания элементов стружки и наростообразования; колебания сил сопротивления металла при неравномерном припуске на обработку; неуравновешенность заготовки или патрона, приводящая к возникновению центробежных сил; внешние причины: колебания, передаваемые через фундамент от других станков, прессов, машин, работающих поблизости. Вибрации нарушают нормальную работу на станке, снижают стойкость

инструмента, ухудшают качество обработки, повышают износ станка, нарушают безопасность работы. Применяют следующие способы борьбы с вибрациями:

полужесткие ( $\frac{l}{d} = 5 \div 12$ ) и нежесткие ( $\frac{l}{d} > 12$ ) валы обрабатывают резцами с большими углами в плане  $\varphi = 60 \div 90^\circ$  и малыми радиусами закругления вершины  $R = 1 \div 1,5$  мм; резцами с отрицательными передними углами ( $-\gamma$ ) обрабатывают жестко закрепленные заготовки на мощных станках; трехлапчатые патроны вместе с планшайбами должны быть отбалансированы. Поводковые планшайбы должны иметь противовесы, уравновешивающие вес хвостовика хомутика. При обработке несимметричных заготовок обязательна установка противовеса; вылет пиноли задней бабки должен быть минимальным, задняя бабка надежно закреплена, а пиноль застопорена; вылет резца не должен превышать  $1-1,5 H$ , при необходимости увеличения вылета уменьшают нагрузку на резец; нежесткую заготовку обрабатывают с дополнительным креплением при помощи экнетов, при этом уменьшают глубину резания и увеличивают подачу; при подрезных и отрезных работах без продольной подачи зажимают каретку суппорта, при работе на налаженном станке по упору без поперечной подачи — затягивают клинья поперечного суппорта; подшипники шпинделя регулируют одновременно (при появлении биения, превышающего допустимое по нормам точности станка) и квалифицированно (только слесарем-ремонтником);



не допускают значительного износа резца, своевременно затачивают и доводят его, выдерживая заданную геометрию;

в отдельных случаях применяют виброгасители. Фрикционный виброгаситель люнетного типа имеет кулачки, поджаты пружинами, которые и воспринимают вибрацию. Виброгаситель устанавливают после проточки некоторого участка поверхности. Существуют также гидравлические виброгасители, у которых кулачки поджаты рабочей жидкостью (маслом или гидропластом);

доводят на задней поверхности резца виброгасящую фаску (рис. 288). Фаска трется об обработанную поверхность и несколько гасит вибрации. Надежное виброгашение резцом с виброгасящей фаской (резцом Рыжкова) возможно при определенном сочетании длины и диаметра заготовки, геометрии резца и режимов резания (рекомендации по выбору соответствующих сочетаний указанных факторов приводятся в справочнике).

Кроме перечисленных способов борьбы с вибрациями, применяют и простые способы:

при наружной обточке жесткость длинных тонкостенных труб, сварных барабанов («обечаек»), сильно подверженных вибрациям, повышают, заполнив

их полость перед закреплением на станке песком, опилками или ветошью;

на длинный вал, обрабатываемый в центрах, подвешивают на проволоке груз (тяжелую деталь), который будет поглощать вибрации;

для повышения жесткости поперечного суппорта на него кладут груз (тяжелую деталь);

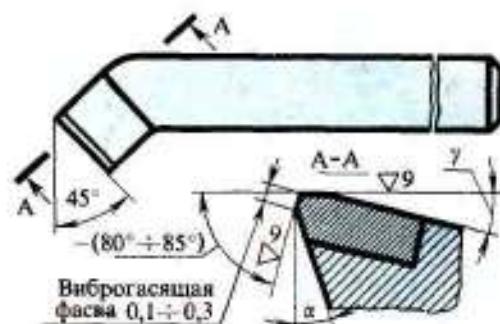
на палец поводковой планшайбы или хвостовик хомутика надевают резиновую трубку; под кулачки самозажимного патрона подкладывают резиновую прокладку или перед установкой в кулачки обматывают конец заготовки резиновой лентой.

Важным условием виброгашения является надежное закрепление станка на фундаментных болтах с амортизирующими подкладками.

## § 90. Силы, действующие на резец

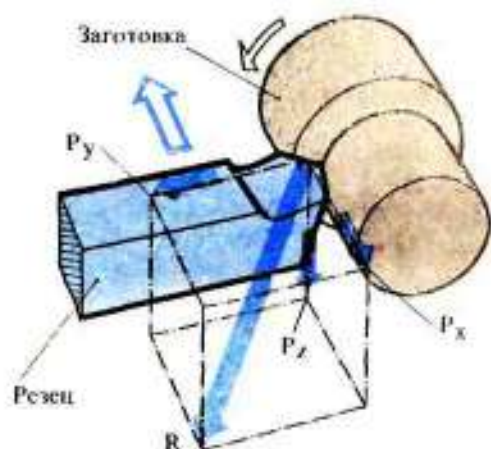
Обрабатываемый материал сопротивляется срезанию (скалыванию) и на резец действует сила сопротивления резанию (давление стружки). Эта сила складывается из силы сопротивления молекул металла разрыву в момент скалывания, силы сопротивления стружки завиванию и силы трения на рабочих поверхностях резца. Сила сопротивления резанию  $R$  (рис. 289) направлена перпендикулярно передней поверхности резца. Положение передней поверхности резца в пространстве зависит от сочетаний переднего угла  $\gamma$  и угла наклона режущей кромки  $\lambda$  (а этих сочетаний возможно безграничное количество), поэтому направление действия силы сопротивления резанию  $R$  (направление вектора силы) весьма неопределимо. Для облегчения изучения и измерения силы сопротивления резанию в теории резания принято рассматривать не саму силу со-

288. ПРОХОДНОЙ РЕЗЕЦ РЫЖКОВА С ВИБРОГАСЯЩЕЙ ФАСКОЙ





## 289. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА РЕЗЕЦ



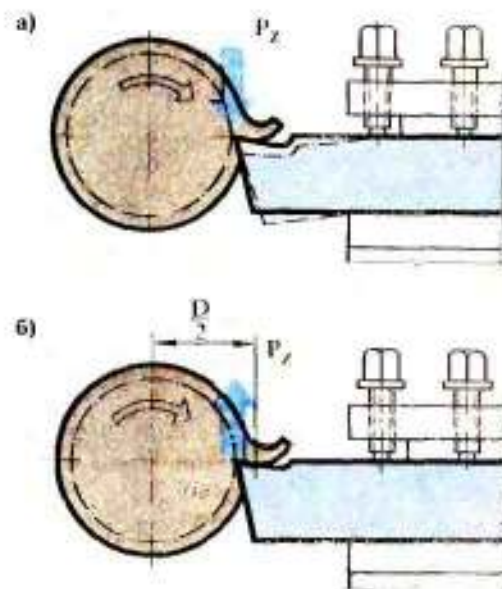
противления, а ее проекции на три специально выбранные оси. Эти проекции называются составляющими силы сопротивления резанию.

Вертикальная составляющая, или сила резания  $P_z$ , действует вертикально вниз, т. е. лежит в плоскости резания (ее вектор совпадает с вектором скорости резания). Сила резания  $P_z$  стремится согнуть, сломать резец (рис. 290, а), поэтому расчет резца на прочность ведут по силе  $P_z$ . Реактивная сила  $P'_z$ , действующая со стороны резца на заготовку, препятствует вращению заготовки, создавая момент резания:

$$M_{\text{рез}} = \frac{P'_z D}{2} \text{ кг/мм.}$$

## 290. ДЕЙСТВИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ $P_z$ :

а — прогиб резца, б — образование момента резания

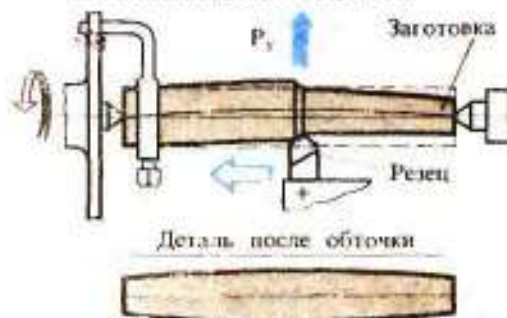


На преодоление его расходуется крутящий момент, прикладываемый к шпинделю станка от электродвигателя (рис. 290, б).

Горизонтальная составляющая — осевая сила, или сила подачи,  $P_x$  направлена в сторону, противоположную направлению подачи, и препятствует движению подачи. По этой силе рассчитывают механизм подачи станка.

Вторая горизонтальная составляющая, или радиальная, сила  $P_y$  направлена вдоль оси резца, стремится отжать резец от заготовки и воспринимается болтами резцедержа-

## 291. ОТЖИМ ЗАГОТОВКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАДИАЛЬНОЙ СИЛЫ $P_y$



теля. Реактивная сила  $P_y$  стремится отжать заготовку (рис. 291). Если заготовка нежесткая (длинный валик), то действие силы  $P_y$  может вызвать прогиб, и наружная поверхность вместо цилиндрической получится бочкообразной. По силе  $P_y$  рассчитывают жесткость крепления заготовки и устанавливают, необходима ли установка люнета.

Силы  $P_z$ ,  $P_x$  и  $P_y$  взаимно перпендикулярны. Суммарная сила сопротивления резанию  $R$  является их геометрической суммой: по величине и направлению она равна диагонали прямоугольного параллелепипеда, построенного на этих силах как на сторонах (см. рис. 289):

$$R = \sqrt{P_z^2 + P_y^2 + P_x^2} \text{ кГ.}$$

Наибольшую величину имеет сила  $P_z$ . При остроугольном резце примерное соотношение сил  $P_z$ :  $P_y$ :  $P_x = 1 : 0,4 : 0,25$ . Соотношение сил  $P_y$  и  $P_x$  зависит от величины главного угла в плане  $\varphi$ : чем больше  $\varphi$ , тем меньше  $P_y$  (рис. 292, а—в). При  $\varphi = 45^\circ$   $P_y = P_x$ . Упорные проходные резцы с углом  $\varphi = 90^\circ$  работают, не создавая отжимающей силы  $P_y$ , поэтому их применяют для обтачивания нежестких заготовок.

Определение силы резания  $P_z$ . Сила резания  $P_z$  зависит в первую очередь от обрабатываемого материала: чем тверже обрабатываемый материал, чем выше его механическая прочность (характеризуемая пределом прочности  $\sigma_b$  и твердостью HB) — тем выше сопротивление резанию, тем больше сила резания. На силу резания влияет также площадь среза  $F = ts \text{ мм}^2$ , т. е. глубина резания  $t$  и подача  $s$ . В первом приближении формулу для определения силы резания можно записать в следующем виде:

$$P_z = C_p F = C_p ts \text{ кГ},$$

где  $C_p$  — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

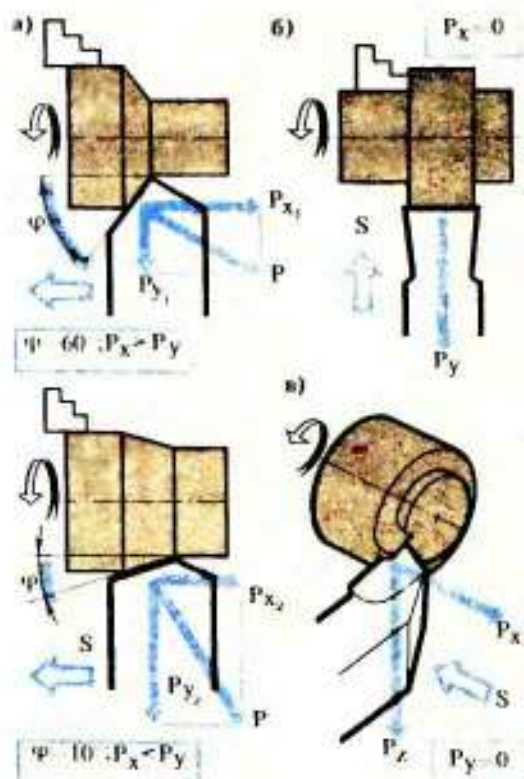
Однако, как показывают исследования, глубина резания и подача неодинаково влияют на силу резания: влияние подачи несколько меньше, чем влияние глубины резания. Математически это выражается дробным показателем степени при подаче

$$P_z = C_p ts^{0,75} \text{ кГ.}$$

Физически меньшее влияние подачи  $s$  на силу резания, чем глубины резания  $t$ , объясняется тем, что с увеличением подачи увеличивающаяся толщина стружки делает ее более жесткой, менее подверженной завиванию; значит

## 292. ЗАВИСИМОСТЬ ОСЕВОЙ И РАДИАЛЬНОЙ СИЛ ОТ ГЛАВНОГО УГЛА В ПЛАНЕ:

а — соотношение сил  $P_x$  и  $P_y$  при  $\varphi = 60^\circ$  и  $\varphi = 10^\circ$  (работа проходного резца), б — работа прорезного резца ( $\varphi = 90^\circ$ ), в — работа упорного резца ( $\varphi = 90^\circ$ )



на завивание стружки расходуется меньше силы, прикладываемой со стороны передней поверхности резца к срезаемому слою. Если увеличить глубину резания в два раза, то сила резания  $P$  также увеличится в два раза, а если увеличить подачу в два раза, то сила резания увеличится в  $2^{0,75}$  раза, т. е. в 1,68 раза (на 68%). Отсюда следует важный закон резания: для уменьшения расходуемой мощности при неизменной производительности резца следует увеличить подачу, соответственно уменьшив глубину резания. Еще более точно силу резания  $P_z$  можно определить, учитывая конкретные условия резания, т. е. введя в формулу некоторые поправочные коэффициенты:

$$P_z = C_{pTs}^{0,75} K_M K_T K_{сж} \text{ кг},$$

где  $K_M$  — коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого металла. Чем выше предел прочности  $\sigma_B$  или твердость  $HВ$  обрабатываемого металла, тем больше сопротивление резанию он оказывает: растет так называемое удельное давление резания, т. е. сила сопротивления резанию, приходящаяся на  $1 \text{ мм}^2$  сечения стружки. С увеличением предела прочности и твердости увеличивается и поправочный коэффициент  $K_M$ ;

$K_T$  — коэффициент, зависящий от переднего угла резца. Чем больше передний угол, тем легче условия схода стружки, уменьшается ее деформация, поэтому с увеличением переднего угла коэффициент  $K_T$  уменьшается. При работе с отрицательными передними углами стружка круто загибается, ее деформация вызывает дополнительные сопротивления и сила  $P_z$  увеличивается, что и отражается увеличением коэффициента  $K_T$ .

$K_{сж}$  — коэффициент, зависящий от свойств смазочно-охлаждающей жидкости. Чем лучше смазывающие свойства жидкости, тем меньше трение на

рабочих поверхностях резца, тем меньше сила резания  $P_z$ . Добавка к маслу серы (сульфофрезол) способствует уменьшению силы  $P_z$ . Кроме химического воздействия, молекулы смазки попадают в мельчайшие трещины наружного слоя заготовки, образовавшиеся при скалывании стружки. При подходе к резцу поверхностный слой несколько сжимается, трещины снаружи закрываются и молекулы смазки расклинивают трещины, углубляя их. Происходит разрыхление поверхностного слоя, благодаря чему уменьшается сопротивление скалыванию и, следовательно, уменьшается сила резания  $P_z$ .

Измерение сил, действующих на резец. С целью установления влияния геометрии резца, режимов резания, механических свойств обрабатываемого металла, эффективности СОЖ и других факторов на силы  $P_z$ ,  $P_x$  и  $P_y$  производят непосредственно измерения этих сил с помощью динамометра. Динамометр устанавливают на суппорте станка и в нем, как в резцедержателе, закрепляют резец, которым ведут обточку.

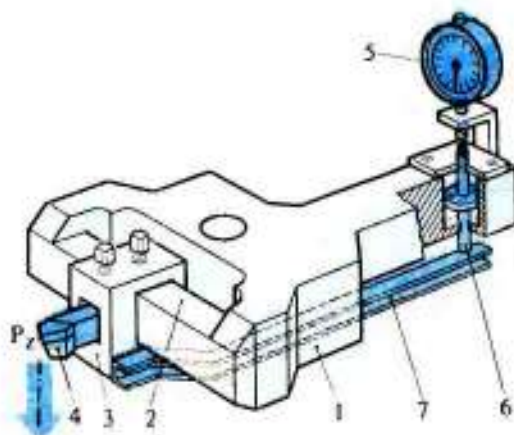
Динамометры бывают гидравлические, электрические и упрощенные (механические). Упрощенный динамометр для определения силы  $P_z$  в производственных условиях показан на рис. 293. В передней части корпуса 1 находится брус 2 квадратного сечения с державкой 3, в которую закрепляют резец 4.

На втором конце корпуса в цилиндрическом отверстии движется стержень 6. На корпусе укреплен индикатор 5, наконечник которого упирается в стержень 6, а стержень — в планку 7, приваренную к державке 3. Под действием силы резания  $P_z$  резец наклоняется вниз, закручивая брус 2. Противоположный конец планки 7, поднимаясь вверх, толкает стержень 6 и через него — штифт индикатора.



## 293. РЫЧАЖНЫЙ ТОКАРНЫЙ ДИНАМОМЕТР:

1 — корпус, 2 — брус, 3 — державка, 4 — резец, 5 — индикатор, 6 — стержень, 7 — планка



Перемещение стрелки индикатора пропорционально деформации бруса, а следовательно, и силе резания  $P_z$ .

### § 91. Мощность резания и крутящий момент на шпинделе

Мощность, затрачиваемая на процесс резания (эффективная мощность), равна мощности, затрачиваемой на главное движение резания — вращение шпинделя. Эта мощность определяется по формуле

$$N_{эф} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} \text{ кВт},$$

Не вся мощность, создаваемая электродвигателем, расходуется на процесс резания, т. е. является эффективной: имеются потери мощности на трение в ременной передаче, в подшипниках валов, в зубчатых передачах. Поэтому для определения потребной мощности электродвигателя учитывают коэффициент полезного действия (к. п. д.) всей кинематической цепи станка (он составляет обычно 0,7—0,85).

матической цепи станка (он составляет обычно 0,7—0,85).

$$N_{дв} = \frac{N_{эф}}{\eta} \text{ кВт}, \text{ где } \eta — \text{к. п. д.}$$

**Задача.** Определить, достаточно ли мощность станка 1К62 ( $N_{дв}=10 \text{ кВт}$ ,  $\eta=0,75$ ) для наружной обточки валика из конструкционной стали  $\sigma_b=85 \text{ кг/мм}^2$  резцом из стали Р18 ( $\varphi=45^\circ$ ,  $\gamma=10^\circ$ ) при режимах резания:  $t=6 \text{ мм}$ ,  $s=0,5 \text{ мм/об}$ ;  $v=30 \text{ м/мин}$ ; охлаждение — минеральным маслом.

**Решение:** определяем коэффициенты по таблицам справочников  $C_p=180$ ,  $K_m=1,28$ ,  $K=1,03$ ,  $K_{сост.}=0,85$ ,

определяем значение  $\lambda^{0,75} = 0,5^{0,75} = 0,6$ ;

определяем  $P_z$ .  $P_z = C_p 25^{0,75} K_m K K_{сост.}$

$$P_z = 180 \cdot 6 \cdot 0,6 \cdot 1,28 \cdot 1,03 \cdot 0,95 = 780 \text{ кг};$$

определяем эффективную мощность:

$$N_{эф} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} = \frac{780 \cdot 30}{60 \cdot 102} = 3,45 \text{ кВт};$$

определяем потребную мощность электродвигателя:

$$N_{дв} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{3,45}{0,75} = 4,6 \text{ кВт},$$

$4,6 < 10$  мощность электродвигателя станка достаточна.

Для нормального протекания процесса резания крутящий момент на шпинделе, создаваемый электродвигателем, должен преодолевать момент от силы резания  $P_z$ , т. е. должно соблюдаться условие

$$M_{шп} \geq M_{рез};$$

$$M_{рез} = \frac{P_z D}{2} \text{ кг} \cdot \text{мм}.$$

Из механики известно, что крутящий момент на валу связан с мощностью, передаваемой на вал  $N_{эф}$  (в данном случае на шпиндель), и числом оборотов в минуту вала  $n$ , т. е.

$$N_{шп} = 974000 \frac{N_{эф}}{n} \text{ кг} \cdot \text{мм};$$

$$N_{шп} = N_{дв} \eta.$$

Для нормальной работы станка должно соблюдаться условие

$$974000 \frac{N_{дв} \eta}{n} \geq \frac{P_z D}{2}.$$

Допускаемый крутящий момент на шпинделе ограничен прочностью слабого звена привода главного движения. Таким слабым звеном может быть ременная передача или одно из зубчатых колес коробки скоростей. Ограничивает крутящий момент на шпинделе и мощность электродвигателя. Поэтому режим резания часто проверяют по допускаемому крутящему моменту, значение которого для всех ступеней чисел оборотов приводится в паспорте станка.

**Задача.** Проверить по допускаемому крутящему моменту на шпинделе и по мощности электродвигателя, возможна ли обработка на станке 1К62 ( $N_{\text{дв}}=10 \text{ кВт}$ ) заготовки  $D=60 \text{ мм}$  из чугуна ВЧ180 при следующих условиях: резец из сплава ВК6 ( $\varphi=90^\circ$ ,  $\gamma=0^\circ$ ,  $r=1 \text{ мм}$ )  $f=3 \text{ мм}$ ,  $s=0,4 \text{ мм/об}$ ;  $v=106 \text{ м/мин}$ .

**Решение:**  
определяем число оборотов в минуту

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 106}{3,14 \cdot 60} = 560 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка ближайшую меньшую ступень  $n=500 \text{ об/мин}$ . Этой ступени соответствует и допускаемый крутящий момент на шпинделе  $15,4 \text{ кг} \cdot \text{м}$ , т. е.  $15400 \text{ кг} \cdot \text{мм}$ ; определяем силу резания

$$P_z = C_{p_z} s^{0,75} \cdot K_M \cdot K_T;$$

$$P_z = 82 \cdot 3 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 0,36 \cdot 1,12 = 270 \text{ кг};$$

определяем момент резания

$$M_{\text{рез}} = \frac{P_z D}{2} = \frac{270 \cdot 60}{2} = 8100 \text{ кг} \cdot \text{мм.}$$

$8100 < 15400$ , т. е. момент резания не превышает допускаемый момент на шпинделе;

определяем эффективную мощность

$$v_{\text{факт}} = \frac{\pi D n_{\text{факт}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 500}{1000} = 94 \text{ м/мин.}$$

$$N_{\text{эф}} = \frac{P_z \cdot v_{\text{факт}}}{60 \cdot 102} = \frac{270 \cdot 94}{60 \cdot 102} = 4,06 \text{ кВт};$$

определяем требуемую мощность электродвигателя

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{эф}}}{\eta} = \frac{4,06}{0,75} = 5,44 \text{ кВт.}$$

$5,44 < 10$ , т. е. мощность электродвигателя достаточна.

## § 92. Износ и стойкость резцов

По закону сохранения энергии энергия, затраченная на процесс резания, не может исчезнуть: она превращается в другой вид — в тепловую энергию. В зоне резания возникает теплота резания.

В процессе резания больше всего нагревается стружка (75% тепла), так как она претерпевает значительную деформацию. До 20% выделяемого тепла воспринимает резец, около 4% — обрабатываемая поверхность и около 1% расходуется на нагрев окружающей атмосферы (радиация).

При затуплении резца схема распределения тепла резания изменяется: резец и заготовка нагреваются в большей степени. Стальная стружка, сходя по передней поверхности резца, успевает передать ему большую часть своего тепла, поэтому инструмент, нагреваясь от трения и получая дополнительный нагрев от стружки, может перегреться и потерять свои режущие свойства. Режущая кромка такого перегретого инструмента приобретает синий оттенок и оплавливается. Оплавление режущей кромки — результат неправильного выбора режимов резания.

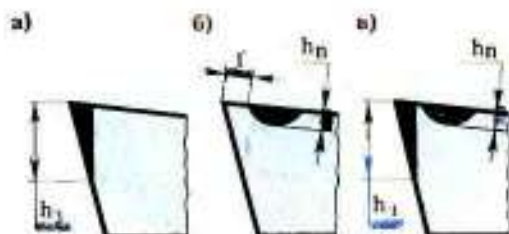
Но если резец не доведен до аварийного разрушения (оплавления) режущей кромки, перегрев приводит к размягчению трущихся поверхностей инструмента и ускорению износа.

Износ (истирание) резца происходит по передней или по задней поверхности или одновременно по обеим поверхностям (рис. 294, а, б, в.).

На передней поверхности стружка «вырабатывает» углубление (лунку) глубиной  $h_n$ . При дальнейшем износе лунка растет и может дойти до режущей кромки, вызвав ее разрушение. Однако практически такое разрушение кромки маловероятно, так как инструмент перетачивают раньше из-за износа по задней поверхности. Лунка, увеличивая

## 294. СХЕМЫ ИЗНОСА РЕЗЦОВ

*а — по задней поверхности, б — по передней поверхности, в — по задней и передней поверхностям*



передний угол резца, облегчает процесс резания и относительно даже полезна. Трение по поверхности резания приводит к износу задней поверхности резца, здесь образуется площадка, характеризующаяся высотой  $h_z$ . Чем больше высота площадки, тем больше трение, соответственно больше нагрев и быстрее протекает дальнейший износ: размер площадки увеличивается, и это вновь приводит к ускорению нагрева и истирания инструмента. Такой «лавинообразный» рост износа по задней поверхности является опасным для резца и допускается только в определенных пределах (допускаемый износ).

Физический износ объясняется двумя причинами:

первая — непосредственным царапанием твердыми частицами обрабатываемого металла поверхности инструмента. Такой износ называется абразивным. Он характерен для обработки чугуна, который обладает абразивной способностью — твердыми кристаллами карбидов интенсивно истирает поверхность инструмента;

вторая — при нагреве поверхности инструмента размягчившиеся частички металла прилипают к сходящей стружке и к поверхности резания. Этому прилипанию («адгезии») способствует высокое давление между трущимися поверхностями. Имеет значение также

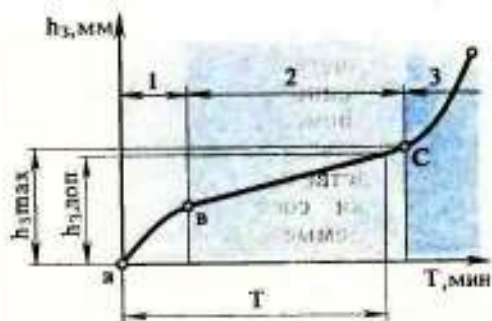
химическое сродство обрабатываемого металла с материалом инструмента (например, при обработке стали прилипание к резцу из быстрорежущей стали интенсивнее, чем к твердосплавному). Чем выше нагрев, тем интенсивнее протекает прилипание и износ инструментов из-за выноса частичек металла инструмента. Такой вид износа часто называют тепловым. Он характерен для обработки стали и других вязких металлов.

Износ резца происходит неравномерно. В первые минуты работы инструмента быстро истираются шероховатости на режущей кромке и обезуглероженный в процессе закалки тонкий слой. Это так называемый приработочный износ.

Если изобразить процесс износа графически (рис. 295), т. е. по горизонтальной оси откладывать время работы инструмента  $T$ , а по вертикальной — величину износа  $h_z$  по задней поверхности, то приработочный износ будет изображен в виде кривой 1, идущей вверх под углом  $45^\circ$  к оси времени. Затем наступает период нормального износа; с течением времени высота площадки  $h_z$  равномерно растет (участок 2). Когда эта высота достигает определенной максимальной величины  $h_{z\max}$ , дальнейший

## 295. ЗАВИСИМОСТЬ ИЗНОСА ПО ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ:

зоны: 1 — приработки, 2 — нормального износа, 3 — разрушения;  $T$  — период стойкости резца





# 296. НОРМЫ ДОПУСКАЕМОГО ИЗНОСА ДЛЯ ПРОХОДНОГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО РЕЗЦА



Для стали  $h_1 = 2$  мм  
Для чугуна  $h_1 = 4$  мм

перегрев резца вызовет лавинообразное увеличение высоты площадки и разрушение режущей кромки. На графике зона аварийного износа показана кривой 3, идущей круто вверх.

Чтобы не допускать аварийного разрушения кромки резца, его перетачивают раньше, т. е. когда величина износа составит  $h_{з.доп}$ . Величины допускаемого износа приводятся в справочных таблицах. Например, для проходного твердосплавного резца сечением  $16 \times 25$  мм<sup>2</sup> допускаемый износ  $h_{з.доп} = 2$  мм по стали и 4 мм по чугуну; для чистовых проходных, отрезных и резьбовых резцов  $h_{з.доп} = 0,5$  мм и т. д. (рис. 296).

Время работы инструмента до износа на величину  $h_{з.доп}$  называется периодом стойкости (стойкостью)  $T_{мин}$ . Иначе говоря, стойкостью называется машинное время работы резца до переточки. Переточка инструмента при износе на заданную допускаемую величину  $h_{з.доп}$  называется принудительной переточкой. Она обеспечивает наиболее правильную эксплуатацию режущего инструмента.

Непосредственный контроль величины износа  $h_z$  с помощью оптического прибора осуществляют в лабораториях, а на производстве применяют другие способы оценки состояния инструмента (так называемые критерии износа). В качестве критерия износа может служить скачок стрелки амперметра, включенного в цепь якоря мотора. Современ-

ные станки (например, 16К20, 1К62, 1А616) имеют на электрическом щите такой амперметр. Скачок стрелки амперметра означает повышение расходуемой мощности на процесс резания, что возникает при повышенном износе инструмента. Критерием износа может служить также появление на обработанной поверхности блестящей желтой полоски.

В серийном и массовом производстве, когда изготавливают большие партии одинаковых деталей, предварительно устанавливают, сколько деталей должно быть изготовлено до износа инструмента на допускаемую величину и после обработки такой партии снимают инструмент для переточки. Оценка износа инструмента по величине партии деталей называется технологическим критерием. Стойкость режущего инструмента зависит от многих факторов: от инструментального материала, от обрабатываемого материала, от геометрии инструмента, режимов резания, качества СОЖ и др.

Наибольшее влияние на стойкость оказывает скорость резания. Чем выше скорость резания, тем больше энергии расходуется на процесс резания, больше выделяется тепла, интенсивнее происходит износ трущихся поверхностей (тепловой и абразивный) и быстрее падает стойкость.

Связь между скоростью резания и стойкостью выражается формулой

$$v = \frac{C}{T^m} \text{ м/мин,}$$

где  $m$  — показатель степени, характеризующий интенсивность падения стойкости при увеличении скорости; для быстрорежущих резцов  $m = 0,125$ , для твердосплавных  $m = 0,2$ .

Пример. При обточке стальной заготовки резцом Р18 со скоростью резания  $v_1 = 25$  м/мин стойкость резца составляла  $T_1 = 60$  мин. Какая будет стойкость резца  $T_2$  при скорости резания  $v_2 = 30$  м/мин?

Таблица 20 Решение:

Средние значения экономической скорости резания для различных инструментов

| Инструмент                                  | Обрабатываемый материал | Скорость резания, м/мин |
|---------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Быстрорежущий резец                         | Сталь                   | 15—50                   |
| Твердосплавный резец                        | Сталь                   | 100—350                 |
| Твердосплавный резец                        | Чугун серый             | 50—200                  |
| Алмазный резец                              | Бронза                  | 500—800                 |
| Быстрорежущие сверла $d = 20 \div 60$ мм    | Сталь                   | 10—55                   |
| Твердосплавные сверла (BK8)                 | Чугун серый             | 50—100                  |
| Быстрорежущий зенкер $d = 36 \div 80$ мм    | Сталь                   | 10—40                   |
| Твердосплавный зенкер (BK8)                 | Чугун серый             | 50—175                  |
| Быстрорежущая развертка $d = 21 \div 80$ мм | Сталь                   | 2—15                    |

Таблица 21

Средние значения экономической стойкости режущих инструментов

| Наименование инструментов                                           | Стойкость, мин |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| Быстрорежущие проходные резцы                                       | 30—60          |
| Твердосплавные проходные резцы                                      | 60—90          |
| Отрезные и резьбовые резцы                                          | 20—60          |
| Сверла $d = 5 \div 60$ мм быстрорежущие при обработке стали         | 15—110         |
| Сверла $d = 5 \div 60$ мм быстрорежущие при обработке серого чугуна | 20—170         |
| Сверла твердосплавные (BK8) при обработке чугуна                    | 40—80          |
| Зенкеры                                                             | 30—100         |
| Развертки из инструментальной стали при обработке стали             | 40—120         |
| Развертки из инструментальной стали при обработке чугуна            | 60—80          |
| Развертки твердосплавные при обработке стали                        | 23—180         |
| Развертки твердосплавные при обработке чугуна                       | 30—240         |

$$v = \frac{C}{T^m} \text{ м/мин}; vT^m = C;$$

$$v_1 T_1^m = v_2 T_2^m; T_2^m = \frac{v_1 T_1^m}{v_2};$$

$$T_2 = \sqrt[m]{\frac{v_1 T_1^m}{v_2}};$$

$$T_2 = \sqrt[0.125]{\frac{25 \cdot 60^{0.125}}{30}} = \sqrt[0.125]{\frac{5 \cdot 60^{0.125}}{6}} = 24 \text{ мин.}$$

Как видно из примера, увеличение скорости резания на 20% (с 25 до 30 м/мин) вызвало падение стойкости на 60% (с 60 до 24 м/мин), т. е. почти в три раза. Отсюда следует важный закон резания: *небольшому приращению скорости резания соответствует несоизмеримо большее падение стойкости.*

Таким образом, если повышать производительность резца за счет увеличения скорости резания, то это может вызвать снижение стойкости инструмента, увеличенный расход инструмента, что, в конечном итоге, вызовет ухудшение экономических показателей производства (себестоимость детали из-за увеличения расхода инструментов повышается).

Снижение стойкости (ускоренный износ) также вызывает повышение себестоимости изделия.

Скорость резания принимают с учетом экономических факторов. Скорость резания, при которой себестоимость изготовленных деталей является минимальной, называется экономической скоростью резания  $v_{\text{э}}$  (табл. 20). Стойкость инструмента, соответствующая экономической скорости резания, называется экономической стойкостью  $T_{\text{э}}$  (табл. 21).

Повышение стойкости против нормативной потребует снижения скорости резания, а значит и производительности.

сти, что в свою очередь приведет к росту себестоимости изделия.

Рациональная эксплуатация режущих инструментов заключается в назначении таких режимов резания, при которых инструмент выдерживал бы заданную норму экономической стойкости.

### § 93. Скорость резания

На основании экспериментов выведена формула для расчета допускаемой скорости резания при различных условиях обработки:

$$v_{\text{доп}} = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot f^{0,15} \cdot s^{0,35}} \cdot K_{\text{общ}} \text{ м/мин},$$

где  $C_v$  — коэффициент, зависящий от вида обработки и обрабатываемого материала;

$T$  — заданная стойкость инструмента, мин;

$m$  — показатель относительной стойкости;

$f_v$  — глубина резания, мм;

$s$  — величина подачи, мм/об;

$x_v$  — дробный показатель степени при глубине резания;

$y_v$  — дробный показатель степени при подаче;

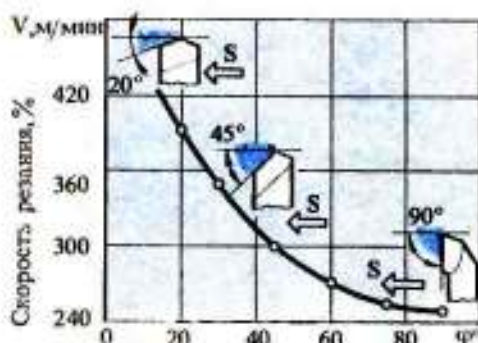
$K_{\text{общ}}$  — общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия работы.

В зависимости от вида обработки и обрабатываемого материала формулу скорости резания уточняют по справочникам. Например, для резцов, оснащенных пластинками из сплава Т15К6 (при  $s \leq 0,75$  мм/об), формула имеет вид

$$v = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot f^{0,15} \cdot s^{0,35}} \cdot K_{\text{общ}} \text{ м/мин}.$$

Коэффициент  $C_v$  принимается в зависимости от обрабатываемого материала и от угла  $\phi$  резца по справочнику. Чем меньше угол  $\phi$ , тем большая длина режущей кромки участвует в работе, тем лучше отвод тепла от головки резца в державку, выше стойкость и возможно

### 297. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ РЕЗАНИЯ И ГЛАВНЫМ УГЛОМ В ПЛАНЕ



увеличение скорости резания (рис. 297):

$$K_{\text{общ}} = K_{x_v} \cdot K_{\phi_v} \cdot K_{\text{спж}}$$

где  $K_{x_v}$  — коэффициент, учитывающий механические свойства обрабатываемого материала. Чем выше механические свойства металла (предел прочности для стали, твердость для чугуна), тем больше сопротивление резанию и больше выделяется тепла. Чтобы сохранить заданную стойкость, нужно уменьшить скорость резания. Следовательно, с увеличением предела прочности и твердости коэффициент  $K_{x_v}$  уменьшается;

$K_{\phi_v}$  — коэффициент, учитывающий (только для быстрорежущих резцов) сечение державки резца. При большем сечении державки улучшается отвод тепла от головки резца в державку, стойкость резца увеличивается и соответственно можно увеличить скорость резания;



$K_{\text{сст}}$  — коэффициент, зависящий от качества смазочно-охлаждающей жидкости (учитывается только для быстрорежущих резцов). Чем лучше охлаждается резец, тем выше его стойкость и возможно увеличение скорости резания.

Глубина резания  $t$  стоит в знаменателе, это означает, что с увеличением глубины и увеличением площади сечения стружки увеличивается сила, действующая на резец, и расходуемая мощность резания, соответственно растет теплота резания, вызывающая размягчение и износ резца. Чтобы сохранить заданную стойкость, уменьшают скорость резания. Дробный показатель  $x_v$  указывает на двойственное влияние глубины резания: увеличение глубины резания хотя и вызывает повышение теплоты резания, но благодаря увеличению рабочей длины режущей кромки улучшает отвод тепла от резца (рис. 298).

Величина подачи  $s$  находится в знаменателе формулы; это означает, что с увеличением подачи также растет площадь сечения среза и соответственно

**298. ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ (ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ МАТЕРИАЛ — СТАЛЬ  $\sigma_s=75 \text{ кг/мм}^2$ , РЕЗЕЦ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ, СТОЙКОСТЬ — 60 мин)**



**299. ВЛИЯНИЕ ПОДАЧИ НА СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ (МАТЕРИАЛ И РЕЗЕЦ см. РИС. 298)**



падает стойкость резца. Дробный показатель степени  $y_v$  при подаче объясняется тем, что возрастание силы резания отстает от возрастания подачи, соответственно отстает и возрастание расходуемой мощности, нагрев и износ резца (рис. 299).

Исследования показывают, что показатель степени при глубине резания всегда меньше, чем показатель степени при подаче, т. е.  $x_v < y_v$ . Отсюда следует закон резания: для повышения скорости резания при неизменной стойкости или для повышения стойкости при неизменной скорости резания следует увеличить глубину резания, соответственно уменьшив подачу.

**Задача.** Определить скорость резания при наружном точении вала из стали 45 ( $\sigma_s=75 \text{ кг/мм}^2$ ). Резец проходной из сплава Т15К6 сечением  $16 \times 25$ ,  $\varphi=60^\circ$ , работа без охлаждения,  $t=5 \text{ мм}$ , подача  $s=0,6 \text{ мм/об}$ , заданная стойкость резца  $T=90 \text{ мин}$ .

$$v = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot f^{0,13} \cdot s^{0,35}} \cdot K_{\text{сст}} \text{ м/мин.}$$

$C_v=241$  (по справочнику). Для  $\sigma_s=75 \text{ кг/мм}^2$   $K_{\text{сст}}=0,77$  (по справочнику)  $90^{0,2}=1,7$ ,  $5^{0,13}=1,3$ ,  $0,6^{0,35}=0,84$ .

$$v_{\text{ак}} = \frac{241}{1,7 \cdot 1,3 \cdot 0,84} = 0,77 = 99 \text{ м/мин.}$$

По формулам скорости резания с учетом опыта новаторов производства разработаны таблицы, по которым можно

непосредственно определять скорость резания для заданных условий обработки. Такие таблицы приводятся в справочниках (см. приложение 4).

#### § 94. Выбор рациональных режимов резания

Токарная обработка, как и всякая другая, должна вестись на таких режимах, при которых наиболее полно используются мощность станка и стойкость инструмента, обеспечивается высокое качество обработки и создаются безопасные условия работы.

Рациональные режимы резания принимаются по справочным таблицам, данные которых определены по формулам теории резания и на основе обобщения опыта передовых предприятий.

В приложении 4 приводятся таблицы для выбора режимов резания при работе резцами Р18 и Т5К10.

**Пример определения рациональных режимов резания с помощью справочных таблиц.** Исходные данные: обрабатываемая заготовка — валок  $D=80$  мм, материал — сталь 45,  $\sigma_s=85$  кг/мм<sup>2</sup>, резец прямой проходной, оснащенный пластижкой из твердого сплава Т5К10, параметры  $\varphi=60^\circ$ ,  $\varphi_2=30^\circ$ ,  $r=1,0$  мм, сечение  $16 \times 25$ , стойкость 60 мин, припуск на обработку 4 мм, заданная шероховатость поверхности  $\nabla 5$ . Станок 1К62 ( $N=10$  кВт,  $\eta=0,75$ ). Последовательность определений: назначаем глубину резания. Учитывая, что требуемая чистота невысокая, снимаем припуск за один проход:  $t=4$  мм;

по справочнику (приложение 4, карта 3) назначаем подачу  $s=0,3$  мм/об и уточняем ее по паспортным данным станка;  $s_{факт.}=0,3$  мм/об; по справочнику (приложение 4, карта 3) назначаем табличную скорость резания, определяем табличную силу резания  $v_{табл.}=131$  м/мин;  $P_{табл.}=208$  кг;

по справочнику определяем поправочные коэффициенты на скорость резания и на силу резания: для стали 45  $\sigma_s=85$  кг/мм<sup>2</sup>,  $K_{\sigma_s}=0,77$ ,  $K_{\mu_{P_2}}=1,14$ ; для переднего угла  $\gamma=12^\circ$   $K_{\gamma_{P_2}}=1$  (приложение 4).

Определяем скорость резания с учетом поправочных коэффициентов

$$v = v_{табл.} K_{\sigma_s} = 131 \cdot 0,77 = 101 \text{ м/мин};$$

определяем число оборотов в минуту

$$n = \frac{1000 v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 101}{\pi \cdot 80} = 405 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка  $n_{факт.}=400$  об/мин;

определяем силу резания с учетом поправочных коэффициентов

$$P_z = P_{z \text{ табл.}} = K_{\mu_{P_2}} K_{\gamma_{P_2}} K_{\sigma_s} = 208 \cdot 1,14 \cdot 1 = 238 \text{ кг};$$

определяем фактическую скорость резания

$$v_{ф} = \frac{\pi D n_{ф}}{1000} = \frac{\pi \cdot 80 \cdot 400}{1000} = 100 \text{ м/мин};$$

определяем эффективную мощность, затрачиваемую на процесс резания

$$N_{эф} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} \text{ кВт.}$$

$$N_{эф} = \frac{238 \cdot 100}{60 \cdot 102} = 3,95 \text{ кВт};$$

определяем требуемую мощность двигателя станка:

$$N_{дв} = \frac{N_{эф}}{\eta} = \frac{3,95}{0,75} = 5,3 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя станка достаточна.

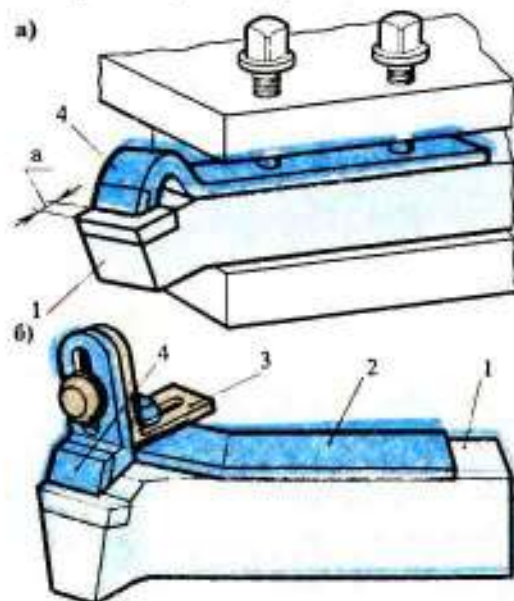
#### § 95. Стружколомание при токарной обработке

При точении стали твердосплавными резцами с высокой скоростью резания отделяется горячая сливная стружка, которая, обвиваясь вокруг заготовки и резца, портит обработанную поверхность, опасна для рабочего и вызывает необходимость снижения режимов резания, т. е. снижения производительности. Надежное стружколомание осуществляют различными способами.

Накладные и приварные стружколоматели. Простой накладной пружинящий стружколоматель представляет собой планку из закаленной стали, прижимаемую к резцу болтами резцедержателя (рис. 300). Расстояние между режущей кромкой и стружколомающим порогом регулируется передвижением планки. Планок-стружколомателей на рабочем месте держат несколько: к резцу подбирают такой

### 300 НАКЛАДНЫЕ СТРУЖКОЛОМАТЕЛИ:

*а — пружиный, б — регулируемый накладной; 1 — резец, 2 — планка, 3 — угольник, 4 — стружколоматель*



стружколоматель, у которого рабочая кромка наиболее плотно соприкасается с передней поверхностью резца. Если между передней поверхностью резца и стружколомателем будет зазор, то стружка, попадая под планку, будет срывать ее. Если стружка не ломается, а завивается, не доходя до стружколомательного порога, то стружколоматель приближают к режущей кромке или увеличивают подачу (в пределах допускаемой по условиям требуемой чистоты поверхности).

Резцы со стружколомательным уступом или стружколомательной канавкой. Стружколомательный уступ получают заточкой на передней поверхности твердосплавной пластинки алмазным кругом (рис. 301, а, б).

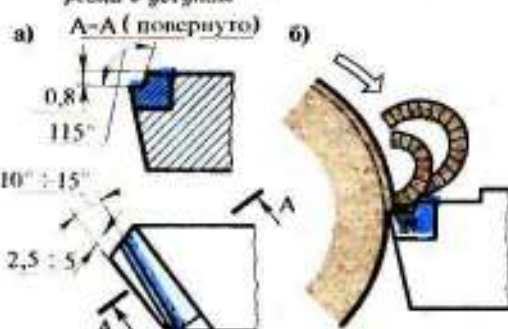
Эффективное стружколомание обеспечивает узкая канавка, затачиваемая на передней поверхности твердосплавного

резца алмазным кругом (рис. 302, а—г). При каждой переточке резца восстанавливают и стружколомательную канавку.

Сочетание геометрии резца и режимов резания. Надежное стружколомание зависит от геометрии резца и режимов резания. При серийном изготовлении на первой детали отработывают геометрию резца (в основном угол наклона режущей кромки) и

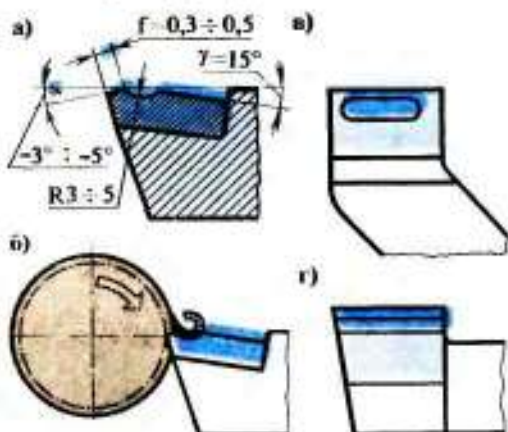
### 301. СТРУЖКОЛОМАЮЩИЙ УСТУП НА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЦА:

*а — геометрия уступа, б — схема работы резца с уступом*



### 302. СТРУЖКОЛОМАЮЩАЯ КАНАВКА НА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЦА:

*а — геометрия канавки, б — схема работы резца с канавкой; канавки: в — замкнутая (лунка), г — сквозная*





режимы резания (в основном подачу) так, чтобы стружка завивалась или ломалась на мелкие полукольца. Уточненные экспериментом углы резца и режимы резания оставляют постоянными для всей партии деталей.

Если нет стружколомателя или резца со стружколомающим уступом или лункой и не удастся добиться надежного стружколомания сочетанием геометрии и режимов резания, то витую стружку направляют в корыто крючком, а запутанную стружку снимают крючком. Рекомендуются также периодически выключать и вновь включать автоматическую подачу: при этом стружка рассекается. Металлическую стружку снимают крючком осторожно, чтобы не порезать руки. Крючок дол-

жен иметь защитный щиток возле рукоятки.

Защита от стружки при точении хрупких материалов. При обработке серого чугуна или бронзы твердосплавным резцом на высокой скорости резания образуется вихрь стружек, летящих вверх, что ухудшает обзор рабочей зоны и представляет опасность для рабочего. Для предохранения лица рабочего от стружек служит прозрачный щиток на станке. Щиток устанавливают над зоной резания так, чтобы сквозь него была видна заготовка. Благодаря пружинному противовесу щиток легко отводится и подводится, не мешая работе токаря. Глаза от стружки предохраняют защитными очками.

### Контрольные вопросы

1. Кто из русских ученых внес выдающийся вклад в развитие науки о резании металлов?
2. Объясните сущность процесса образования стружки.
3. В чем заключается сущность наклепа и какое практическое значение он имеет?
4. Почему образуется нарост и по какой причине при чистовой обработке он нежелателен?
5. Поясните причины сопротивления металла резанию. Как действует сила сопротивления резанию на резец?
6. На какие составляющие разделяется сила сопротивления резанию, каково их соотношение?
7. Какое действие на инструмент, заготовку и станок оказывают осевая и радиальная силы?
8. Как измеряют силу резания?
9. Напишите формулу эффективной мощности затраченной на процесс резания.
10. Отчего возникает и как распределяется теплота резания?
11. Как происходит и чем объясняется износ резца?
12. Что такое стойкость режущего инструмента?
13. Как зависит стойкость инструмента от скорости резания?
14. Что такое экономическая стойкость и экономическая скорость резания?
15. Как влияет на скорость резания главный угол в плане  $\phi$ ?
16. Почему увеличение глубины резания меньше влияет на падение стойкости инструмента, чем увеличение подачи?
17. Как влияют на скорость резания механические свойства обрабатываемого материала и состояние поверхности заготовки?
18. Как влияют на скорость резания материал режущего инструмента, размеры сечения державки и смазочно-охлаждающая жидкость?
19. Расскажите об устройстве накладных стружколомателей и стружколомающих уступов.

## ЧАСТЬ ПЯТАЯ

### ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК СЛОЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

#### ГЛАВА-19

Обработка заготовок  
со сложной установкой

#### ГЛАВА-20

Пути повышения  
производительности токарной  
обработки

#### ГЛАВА-21

Технологические процессы  
обработки заготовок типовых  
деталей

### ГЛАВА 19. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК СО СЛОЖНОЙ УСТАНОВКОЙ

#### § 96. Обработка несимметричных заготовок

Установка в четырехкулачковом патроне обеспечивает надежное закрепление заготовки и высокую точность выверки. Выверку закрепления заготовки в четырехкулачковом патроне осуществляют следующими способами.

При невысоких требованиях к положению заготовки в патроне выверку производят «на мелок», который подводят к медленно вращающейся заготовке, и по следу, оставляемому мелком на поверхности, определяют, в какую сторону сместить кулачки для ориентирования обрабатываемой поверхности по оси шпинделя (рис. 303). Кулачок, возле которого остается след мела на заготовке, подают к центру, для этого предварительно освобождают кулачок, расположенный на противоположной стороне патрона. Если след мела располагается между двумя кулачками, то слегка освобождают два кулачка, расположенных на противоположной стороне от следа, а затем подают кулачки, между которыми расположился след мела, к центру. Кулачки освобождают по одному, одновременно поджимая противоположный во избежание выпадения заготовки из кулачков патрона. Более высокую точность установки обеспечивает выверка по рейсмасу. Основание рейсмаса устанавли-

### 303. ВЫВЕРКА ЗАГОТОВКИ МЕЛКОМ В ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ



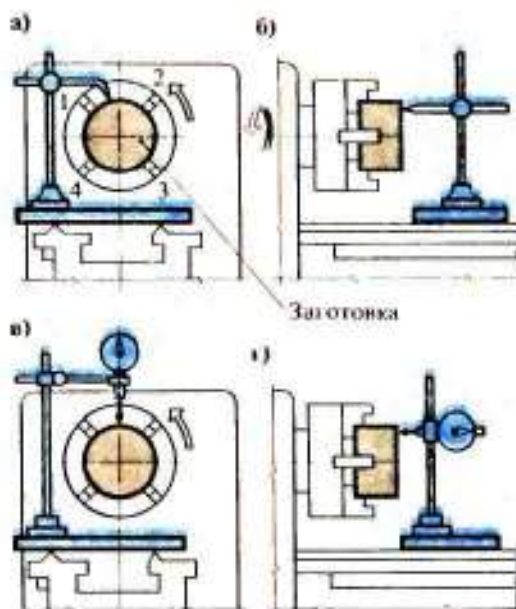
вают на поперечных салазках суппорта или на специальной плите, укладываемой на направляющие станины под патроном. Концы иглки рейсмаса подводят к контролируемой поверхности с просветом до 1 мм. Провертывая шпиндель вручную, следят за изменением просвета и соответственно регулируют положение кулачков, добиваясь теми же способами, что и при выверке «на мелок», постоянной величины просвета по всей окружности заготовки (рис. 304, а). Торцовое биеие также выверяют по рейсмасу (рис. 304 б), причем положение заготовки изменяют постукиванием молотка. Для выверки заготовки по ранее обработанной поверхности применяют медный молоток. После выверки все кулачки патрона надежно закрепляют (затягивают). Окончательный зажим кулачков осуществляют в последовательности 1—3—2—4. (см. рис. 304, а).

Выверка по индикатору наружной, внутренней и торцовой поверхностей дает высокую точность (рис. 304, в, г). Стойку индикатора устанавливают на суппорте или на плите (можно также закрепить державку индикатора в

пазу резцедержателя). Штифт индикатора подводят к заготовке и поворотом патрона вручную контролируют биеие. Выверку по штангенрейсмасу (рис. 305) осуществляют установкой его на плите. Острые ножки штангенрейсмаса подводят к заготовке и производят выверку так же, как и рейсмасом. Наличие у штангенрейсмаса движка с нониусом позволяет, кроме этого, производить точный контроль смещения кулачков и точно устанавливать их на нужном расстоянии от оси шпинделя. Ниже приведен пример установки заготовки, имеющей форму прямоугольного параллелепипеда, для сверления и растачивания отверстия, центр которого должен быть расположен на расстоянии  $a$  от короткой грани и на расстоянии  $b$  от длинной грани.

### 304. ВЫВЕРКА ЗАГОТОВКИ В ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ:

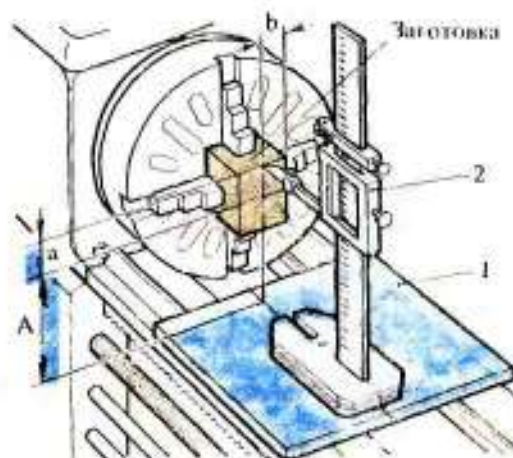
*а — рейсмасом по наружной поверхности, б — рейсмасом по торцу, в — индикатором по наружной поверхности, г — индикатором по торцу*





# 305. ВЫВЕРКА ЗАГОТОВКИ В ЧЕТЫРЕХ-КУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ ПРИ ПОМОЩИ ШТАНГЕНРЕЙСМАСА:

1 — плита, 2 — штангенрейсмас.



Вначале измеряем расстояние от плиты до оси шпинделя, для чего совмещаем острие ножки штангенрейсмаса с концом центра задней бабки. Это расстояние примем за исходное и обозначим буквой *A*. Поднимем движок штангенрейсмаса на расстояние *A + a*, подведем кулачок патрона к измеряемой плоскости ножки штангенрейсмаса. Затем повернем патрон на 90°. Установим движок на расстоянии *A + b* и подведем второй кулачок к измерительной плоскости ножки штангенрейсмаса. Установим заготовку длинной гранью на первый кулачок, а короткой — на второй кулачок, затем заготовку закрепим последовательно остальными кулачками. Можно наметить положение центра пересечением рисок, проведенных острием ножки штангенрейсмаса, установленной на расстоянии *A* от основания. При помощи штангенрейсмаса можно контролировать параллельность граней заготовки (детали) между собой и осью шпинделя (отсутствие перекоса). Если у заготовки обрабатываются наружные или внутренние выступы, рас-

положенные не по диаметру, то диаметр обработки контролируют штангенрейсмасом, установив острие ножки по радиусу обработки, последовательно подводя обрабатываемые участки поверхностей несимметричных выступов к измерительной поверхности ножки штангенрейсмаса.

**Установка на планшайбе.** Заготовку сложной формы закрепляют непосредственно на планшайбе (корпусе) четырехкулачкового патрона или на специальной планшайбе — чугуном диске с Т-образными радиальными пазами. Если торец планшайбы после установки на шпиндель бьет, то для обеспечения перпендикулярности торца планшайбы к оси шпинделя с торца снимают тонкую стружку.

Заготовки крепят к планшайбе следующими способами (рис. 306): непосредственно болтами через сквозные пазы планшайбы (если в заготовке имеются отверстия); прихватами с Г-образной головкой («костылями»). Костыли изготовляют ковкой (гнутые из пруткового материала или сварные костыли не допускаются). Зажим заготовки осуществляют затягиванием гаек с обратной стороны планшайбы (рис. 306, а); планками-прихватами (рис. 306, б). Один конец планки-прихвата б опирается на головку специально завинченного болта (или на привинченную призматическую опору), а второй конец прижимает заготовку при навинчивании гайки 1 на винт 7.

Планка-прихват работает по закону рычага второго рода, т. е. сила прижима

$$Q = \frac{P \cdot b}{a + b} \kappa \Gamma,$$

т. е. чем ближе прижимной винт расположен к заготовке, тем больше сила прижима; планками через заготовку.

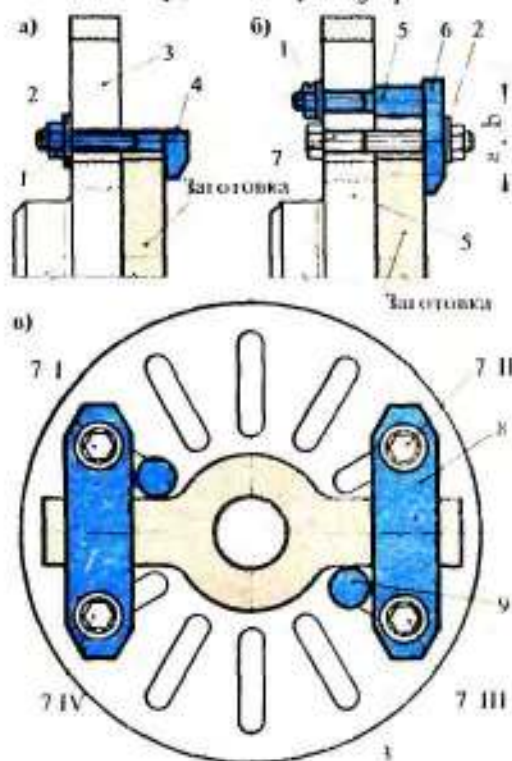
При соответствующей форме заготовку закрепляют на планшайбе планками, которые прижимаются двумя винтами (рис. 306, в).

Возможно сочетание различных способов крепления: кулачками и прихватами, кулачками и планками через заготовку, прихватами и планками и др.

Заготовку закрепляют вначале предварительным затягиванием гаек «крест-накрест» (например, на рис. 306, в I—III—II—IV), а затем

### 306. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВОК НА ПЛАНШАЙБЕ:

а — «костылями», б — планками-прихватами, в — планками через заготовку; 1 — гайка, 2 — шайба, 3 — планшайба, 4 — костыль, 5 — опора, 6 — планки-прихват, 7 — винт, 8 — планка, 9 — упор



окончательным. Чрезмерное затягивание гаек не допускается.

После закрепления и обработки первой заготовки на планшайбе устанавливают упоры (см. рис. 306, в), соприкасающиеся в нескольких точках с поверхностью заготовки. По этим упорам фиксируется положение последующих заготовок партии, что сокращает время выверки и закрепления.

Важным условием установки заготовок на планшайбе является уравнивание ее противовесом. Противовес собирается из чугунных шайб одинакового диаметра, но различных по весу, и закрепляется болтом в пазу планшайбы, против неуравновешенной массы заготовки. Подбор массы противовеса проверяют балансировкой непосредственно на станке. Балансировка производится следующим образом. После закрепления заготовки и противовеса шпиндель отключают от механизма коробки скоростей. При этом шпиндель получает свободу вращения. После этого резко проворачивают планшайбу вручную и следят, в каком положении и насколько быстро планшайба остановится. Если планшайба остановилась заготовкой вниз, то добавляют груз противовеса, а если нижнее положение занял противовес, то груз уменьшают. Уравнивание достигнуто, если после проворачивания планшайбы она не останавливается мгновенно, причем остановка происходит в любом положении, независимо от расположения заготовки.

Вместо увеличения массы противовеса можно тот же противовес расположить подальше от оси планшайбы, при этом увеличится уравнивающий момент.

Точная обработка несимметричных заготовок возможна только после тщательной балансировки. Балансировка важна и для сохранения точности станка, так как работа при плохой



балансировке приводит к быстрому износу подшипников шпинделя.

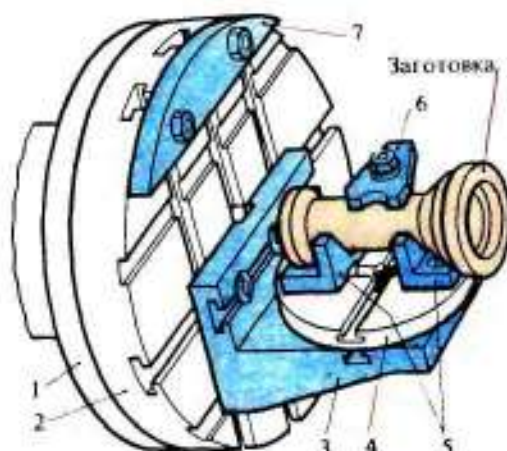
Работу на планшайбе ведут с соблюдением предосторожности, чтобы рука не попала в зону крепления заготовки. Кроме того, периодически проверяют, надежно ли закреплены планшайба, заготовка и противовес.

Установка на угольнике. Заготовки корпусов подшипников, кронштейнов, патрубков и подобных деталей обрабатывают закрепленными на угольнике (рис. 307). Угольники бывают литые или сварные, рабочие плоскости их взаимно перпендикулярны. Угольник крепят болтами к планшайбе, а заготовку на угольнике (болтами через отверстия в заготовке, костылями или прихватами). Угольник и заготовку уравнивают противовесом, как описано выше. Положение заготовки выверяют рейсмасом.

Установка в приспособлениях на базе комплекта УСП. На машиностроительных предприятиях изготавливают различные ста-

### 308. ТОКАРНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ — УГОЛЬНИК НА БАЗЕ КОМПЛЕКТА УСП:

1 — планшайба, 2 — пазовая плита, 3 — угольник, 4 — поворотная плита, 5 — прижим, 6 — прихват, 7 — противовес



ночные приспособления из деталей стандартного комплекта. Это так называемые универсально-сборные приспособления (УСП). Комплект состоит из плит, планшайб, угольников, упоров, планок, прихватов, винтов, гаек и других деталей, изготовленных с высокой точностью. Из этих деталей быстро собирают необходимые приспособления.

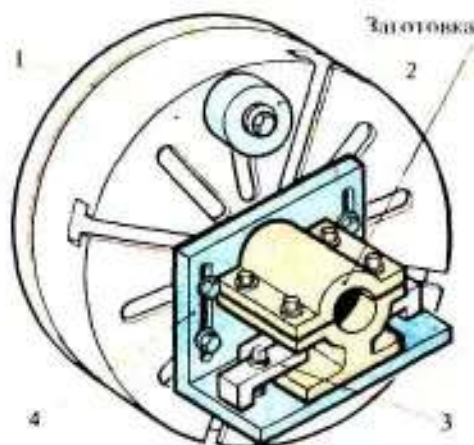
После обработки партии заготовок приспособление разбирают и детали раскладывают по соответствующим кассетам. УСП собирают на специальных участках.

На базе комплекта УСП собирают и различные токарные приспособления для крепления несимметричных сложной формы заготовок.

Например, показанное на рис. 308 приспособление собрано из стандартной круглой плиты-планшайбы, угольника, нескольких стоек-упоров, прихватов и др.

### 307. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗАГОТОВКИ НА УГОЛЬНИКЕ:

1 — планшайба, 2 — противовес, 3 — прихват, 4 — угольник



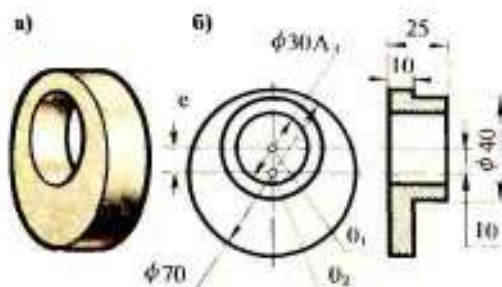


## § 97. Обработка заготовок эксцентриковых деталей

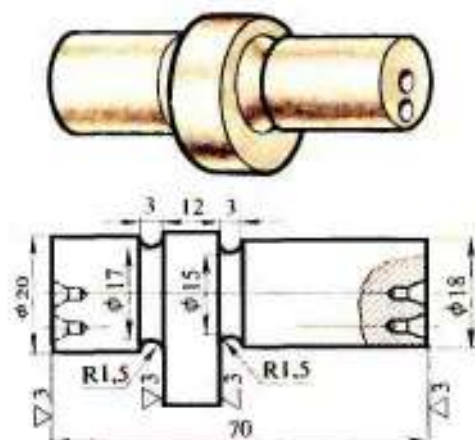
Эксцентриковыми (несоосными) называются детали, у которых оси отдельных поверхностей смещены, но параллельны осям других поверхностей. К таким деталям относятся эксцентриковые кулачки (ось отверстия не совпадает с осью диска — рис. 309, а, б), эксцентриковые валики (ось цапфы смещена от оси вала — рис. 310), коленчатые валы (оси шатунных шеек

### 309. ЭКСЦЕНТРИКОВЫЕ КУЛАЧКИ:

а — без ступицы, б — со ступицей

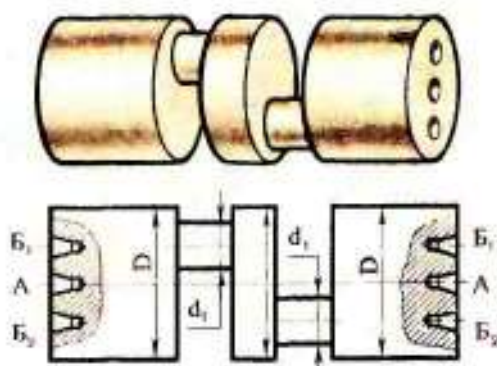


### 310. ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ ВАЛИК



### 311. КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ С ЦЕНТРОВЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ В ЦЕНТРАХ:

А — основные центры,  $B_1$  и  $B_2$  — смещенные центры для обработки шатунных шеек

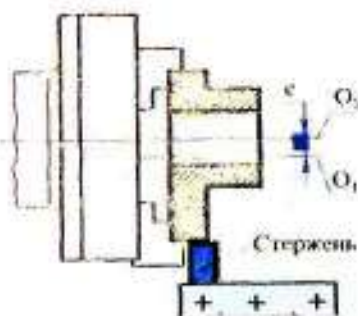


смещены относительно осей коренных шеек — рис. 311).

Обработка эксцентриковых кулачков. Возможны два способа обработки эксцентриковых кулачков: при первом отверстие сверлят после обработки наружной поверхности диска, при втором вначале обрабатывают отверстие, затем, базировавшись на него, обрабатывают наружную поверхность.

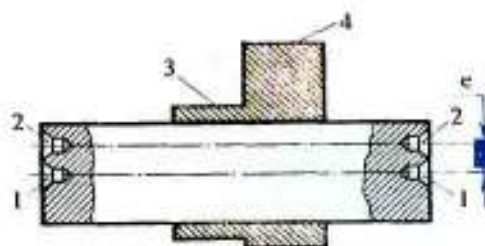
Первый способ. Предварительно обточенный диск зажимают в четырехкулачковом патроне (рис. 312) с выверкой положения центра  $O_1$  по рейсмасу. Затем патрон ставят так, чтобы его кулачки расположились горизонтально, к заготовке подводят резец или металлический стержень, закрепленный в резцедержателе. По лимбу поперечного суппорта замечают деление, соответствующее соприкосновению стержня с заготовкой. Рукояткой поперечного суппорта отводят стержень к себе на величину эксцентриситета  $e$  (люфт между винтом и гайкой суппорта должен быть выбран). Затем кулачки смещают до соприкосно-

### 312. КОНТРОЛЬ СМЩЕНИЯ КУЛАЧКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА В ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ



### 313. ОБРАБОТКА ЭКСЦЕНТРИКОВОГО КУЛАЧКА НА ЦЕНТРОВОЙ ОПРАВКЕ:

центровые отверстия: 1 — для обработки поверхности 3, 2 — для обработки поверхности 4



вения заготовки со стержнем. Соприкосновение (прижим) контролируют бумажкой, заземленной между стержнем и заготовкой; бумажка должна изгибаться с небольшим сопротивлением. Теперь центр эксцентричного отверстия  $O_2$  будет находиться против оси шпинделя и эксцентриситет  $e$  будет выдержан: можно сверлить и растачивать (или развртывать) отверстие.

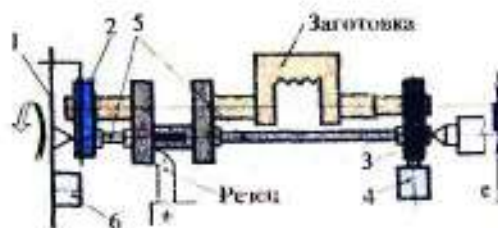
Более точно (с точностью до 0,01 мм) контроль смещения кулачков при обработке эксцентриков деталей производится индикатором, закрепленным в резцедержателе.

Второй способ. Диск насаживают предварительно обработанным отверстием на оправку, которую закрепляют в четырехкулачковом патроне, и смещают на эксцентриситет  $e$  описанным выше способом. Возможна также обработка на центровых оправках (рис. 313). Предварительно засверленными смещенными отверстиями оправку устанавливают в центрах станка. Обработка эксцентриковых валков. Короткие эксцентриковые валки (со смещенной цапфой) обрабатывают в четырехкулачковом патроне с координатным смещением по описанному выше способу. Длинные эксцентриковые валки обрабатывают в центрах. Центровые отверстия на торцах валков засверливают предварительно на сверлильном станке по разметке или при помощи специальных приспособлений. Вначале вал устанавливают на центровых отверстиях  $A$ , соответствующих оси вала, и протачивают коренные (основные) шейки. Затем вал устанавливают в центра на смещенных центровых отверстиях  $B_1$  и  $B_2$  и обтачивают эксцентричные шейки (см. рис. 311).

Обработка коленчатых валов. Если ось эксцентричной шейки выходит за пределы заготовки коленчатого вала, то для обработки этой шейки заготовку устанавливают в цент-

### 314. ОБРАБОТКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА В ЦЕНТРОСМЕСТИТЕЛЬНЫХ ШАЙБАХ:

1 — планшайба, 2, 3 — центросместительные шайбы, 4, 5 — противовесы, 6 — рапорки





росместительной шайбе (рис. 314). Центросместительные шайбы 2 и 3 крепят на коренных шейках вала. На торцах центросместительных шайб за сверлены центровые отверстия с заданным смещением  $e$  от оси коренных шеек. При обработке эксцентричных шеек заготовку устанавливают в центрах на смещенных центровых отверстиях шайб. Распорки 5 служат для повышения жесткости заготовки. Противовесы 4, 6 уравнивают смещенные части заготовки. По мере обточки вес заготовки уменьшается и противовесы заменяют на более легкие.

## § 98. Обработка нежестких валов

Детали типа вал характеризуются жесткостью, т. е. способностью противостоять силам, вызывающим деформации. Жесткость определяется отношением деформирующей силы к величине деформации. Чем больший прогиб вызывается одной и той же силой, тем меньше жесткость вала.

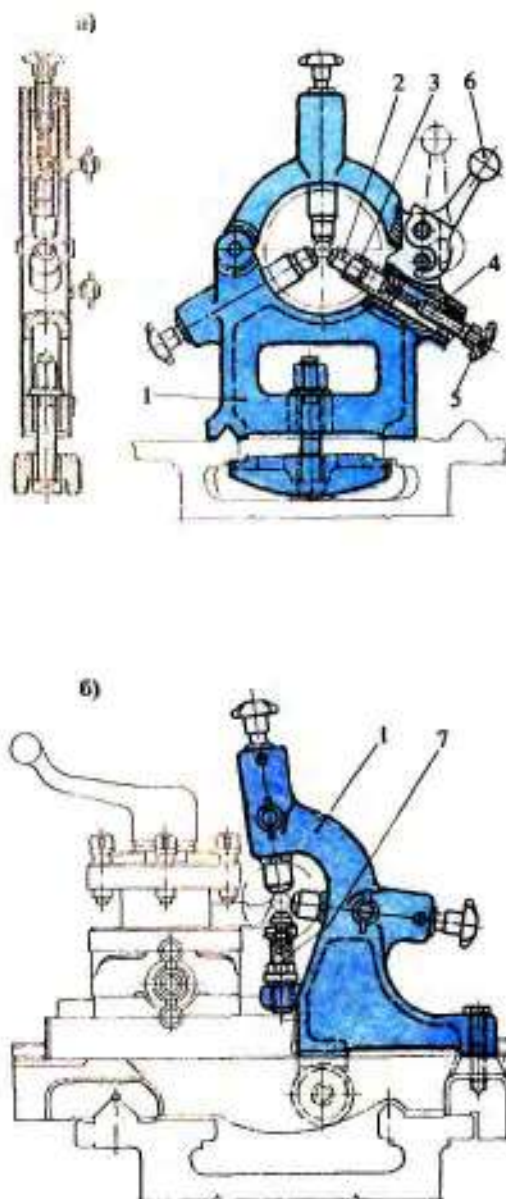
При отношении  $\frac{l}{d} \leq 5$  вал считается жестким, при  $\frac{l}{d} = 5 \div 12$  — полужестким, а при  $\frac{l}{d} > 12$  — нежестким.

Нежесткие валы обрабатывают закрепленными в центрах и дополнительных приспособлениях — люнетах, чтобы при обточке не было отжима заготовки. Отжим приводит к увеличению размера в средней части вала (бочкообразность), вызывает сильные вибрации и может привести даже к вырыву заготовки из центров.

Люнеты бывают неподвижные, закрепляемые на направляющих станины (рис. 315, а), и подвижные, закрепляемые на каретке суппорта и движущиеся вместе с ним (рис. 315, б). Люнеты имеют кулачки из антифрикционного

## 315. ТОКАРНЫЕ ЛЮНЕТЫ К СТАНКУ ИК62:

*а* — неподвижный, *б* — подвижный; 1 — корпус, 2 — кулачок, 3 — пиньоль, 4 — винт, 5 — рукоятка, 6 — ручка зажима, 7 — домкратик





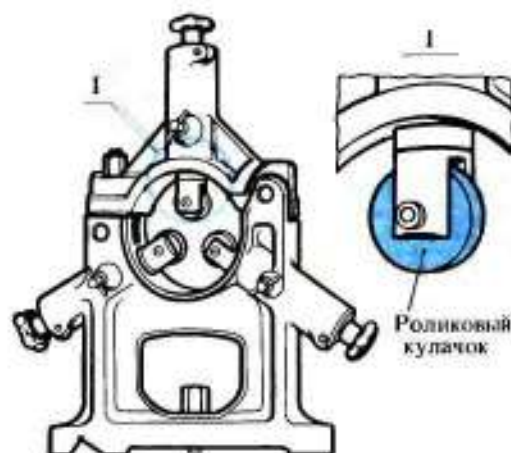
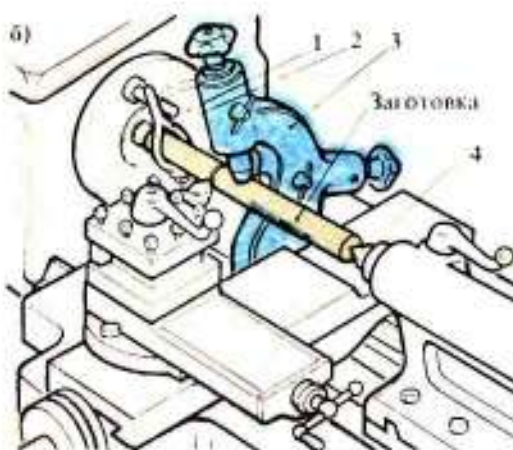
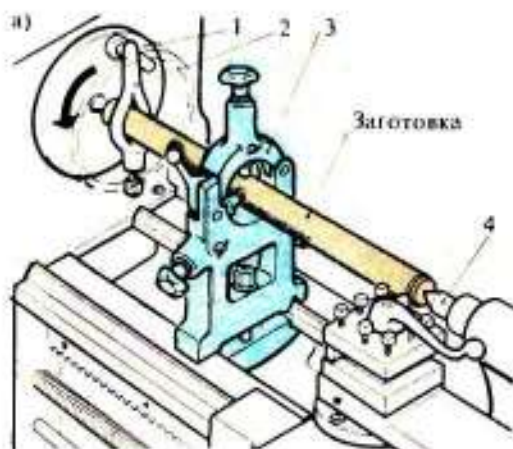
материала (обычно бронза), которые прижимаются к заготовке и препятствуют ее отжиму в процессе резания.

Крепление валов с помощью люнетов показано на рис. 316, а, б. Кулачки пе-

### 317. ЛЮНЕТ С РОЛИКОВЫМИ КУЛАЧКАМИ

#### 316. ОБРАБОТКА НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ В ЦЕНТРАХ И ЛЮНЕТАХ:

а — в неподвижном люнете, б — в подвижном; 1 — планшайба, 2 — хомут, 3 — люнет, 4 — задний центр



риодически смазывают. При обточке валов твердосплавными резцами на высоких скоростях резания бронзовые кулачки быстро перегреваются и изнашиваются, кроме того, возможно заклинивание заготовки. Поэтому обработку твердосплавными резцами на высокой скорости ведут в люнете, оснащенном роликовыми кулачками (рис. 317).

Обработка валов в люнетах требует определенного навыка и аккуратности, так как малейший пережим одного из кулачков люнета может вызвать прогиб заготовки и брак детали.

Закрепив длинный вал одним концом в патроне, а другим в неподвижном люнете, можно подрезать торец и обрабатывать осевое отверстие (рис. 318). На рис. 319, а—г показана последовательность обработки гладкого нежесткого вала при помощи неподвижного люнета. Предварительно зацентрированный вал закрепляют в центрах и в средней его части (ближе к передней бабке) протачивают на пониженных режимах шейку под люнет. Затем на

станину станка устанавливают неподвижный люнет так, чтобы его кулачки охватывали проточенную шейку. После установки люнета обтачивают заготовку от задней бабки до люнета.

Затем вал поворачивают, вновь закрепляют в центрах и люнете и обтачивают второй конец.

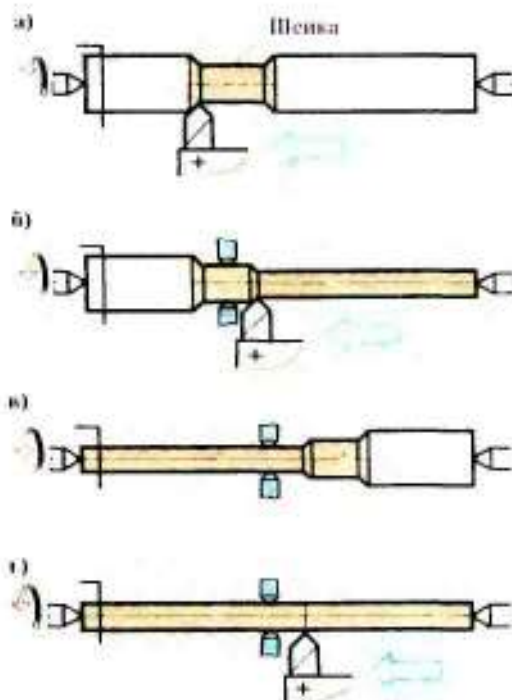
При обработке длинных валов, установленных в неподвижном люнете, появляется риска на месте соприкосновения. Чистовую обработку длинного вала целесообразно выполнять при помощи подвижного люнета.

Если заготовкой вала является не прокат, а поковка с неровной наружной поверхностью, то вместо проточки шейки на вал надевают люнетную втулку, закрепляемую на валу винтами.

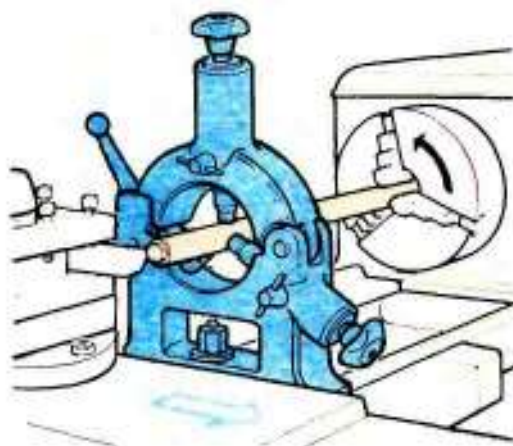
Биение наружной поверхности люнетной втулки контролируют индикатором. Наружной поверхностью втулку устанавливают в кулачках люнета (рис. 320).

### 319. ОБРАБОТКА ГЛАДКОГО НЕЖЕСТКОГО ВАЛА, ЗАКРЕПЛЕННОГО В ЦЕНТРАХ И НЕПОДВИЖНОМ ЛЮНЕТЕ:

*а — проточка шейки под люнет, б — обточка первого конца, в — перестановка вала, г — обточка второго конца*

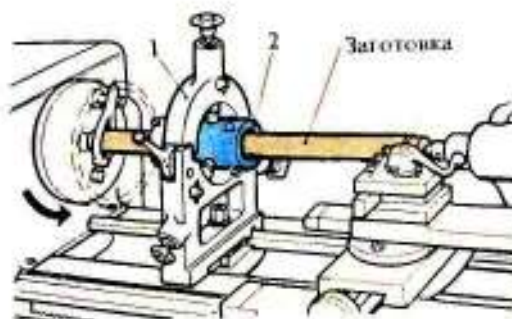


### 318. ПОДРЕЗАНИЕ ТОРЦА ВАЛА, ЗАКРЕПЛЕННОГО В ПАТРОНЕ И ЛЮНЕТЕ



### 320. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮНЕТНОЙ ВТУЛКИ:

*1 — люнет, 2 — втулка*



## Контрольные вопросы

1. Как выверяют заготовку, установленную в четырехкулачковом патроне?
2. Как закрепляют заготовки сложной формы на планшайбе?
3. Для чего и каким способом уравнивают заготовку на планшайбе?
4. Что такое УСП, какие приспособления типа УСП применяют на токарных станках?
5. Как обрабатывают эксцентриковые кулачки?
6. Как обрабатывают эксцентриковые валики?
7. Для чего применяют центросместительные шайбы?
8. Как классифицируются валы по жесткости?
9. Как устроены подвижные и неподвижные люнеты?
10. В какой последовательности обрабатывают нежесткий вал?



## ГЛАВА 20. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

### § 99. Сокращение машинного и вспомогательного времени

Задачи повышения производительности труда, улучшения качества продукции, экономии средств и материалов требуют непрерывного совершенствования производства, внедрения новой техники и передовых методов и приемов работы.

Основными путями повышения производительности труда при токарной обработке являются: сокращение машинного времени, т. е. времени, затрачиваемого непосредственно на процесс резания; сокращение вспомогательного времени, т. е. времени, затрачиваемого на закрепление заготовки и снятие детали, подвод и отвод инструмента, замеры, замену инструментов и т. д.;

сокращение машинного и вспомогательного времени за счет расширения технологических возможностей станка; научная организация рабочего места токаря.

Пути сокращения машинного времени: применение твердосплавных инструментов, работа на повышенных режимах резания.

Пути сокращения вспомогательного времени:

ускорение зажима и освобождения заготовки при помощи быстродействующих зажимных приспособлений: пневматических и гидравлических патронов,

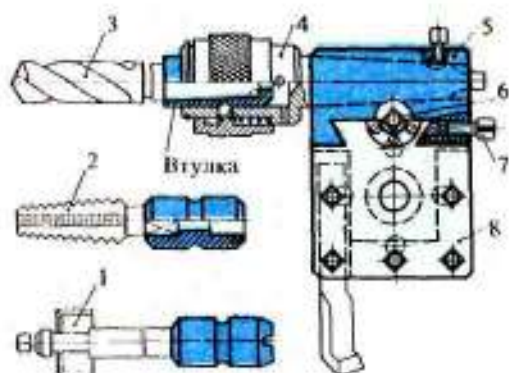
самозажимных хомутиков и планшайб, быстрозажимных оправок, пневмопривода пиноли задней бабки; ускорение замены режущих инструментов; усовершенствование обслуживания станка, механизация трудоемких операций, автоматизация стоек, применение различных приспособлений, ускоряющих и облегчающих работу токаря; усовершенствование способа контроля размеров, наладка станков на работу по упорам, применение шаблонов и калибров.

Большинство перечисленных способов описано в предыдущих главах. Вопросам механизации и автоматизации посвящена специальная глава. Ниже описаны способы ускорения замены режущих инструментов и применение специальных приспособлений.

Способы ускоренной замены инструментов. С целью сокращения вспомогательного времени на замену инструментов применяются различные конструкции усовершенствован-

### 321. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ РЕЗЦЕ- ДЕРЖАТЕЛЬ:

1 — расточный нож, 2 — метчик, 3 — сверло, 4 — быстросменный патрон, 5 — дополнительная держатка, 6 — регулирующий винт, 7 — стопорный винт, 8 — резцедержатель

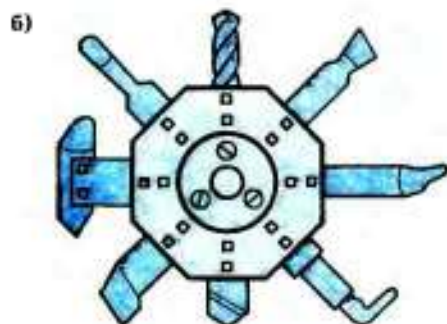
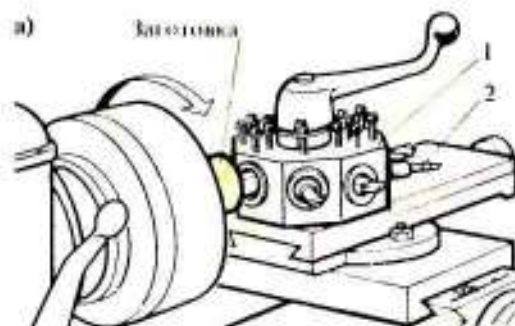


ных резцедержателей (резцовых головок), позволяющих увеличивать количество инструментов в наладках и быстро их закреплять.

На рис. 321 изображен комбинированный резцедержатель для крепления резцов и стержневых инструментов. В корпусе резцедержателя 8 на «ласточкинном хвосте» крепится подвижная дополнительная державка 5 стержневых инструментов 2, 3. Винтом 6 державка устанавливается по оси шпинделя и стопорится винтом 7. В гнездо державки вставляется быстросменный патрон 4 для сверл, зенкеров, разверток и др.

### 322. РЕВОЛЬВЕРНАЯ ВОСЬМИПОЗИЦИОННАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ГОЛОВКА К ТОКАРНОМУ СТАНКУ:

*а* — головка в работе, *б* — схема наладки головки; 1 — револьверная головка, 2 — резец



Значительно повышает производительность труда револьверизация резцедержателя: закрепление резцов в резцедержателе для последовательного ввода их в работу путем поворота резцедержателя. Применяют револьверные восьмипозиционные инструментальные головки, закрепляемые на верхней части суппорта станка вместо обычного четырехпозиционного резцедержателя (рис. 322, а). В гнезда револьверной головки крепят оправки для резцов или втулки для стержневых инструментов. Конструкция втулок и оправок, а также способ их крепления такие же, как у револьверных станков. Револьверная головка оснащается различными инструментами в определенной технологической последовательности. На рис. 322, б показана схема наладки револьверной головки.

Налаженные револьверные головки имеют соответствующие технологические индексы и хранятся в инструментальной кладовой.

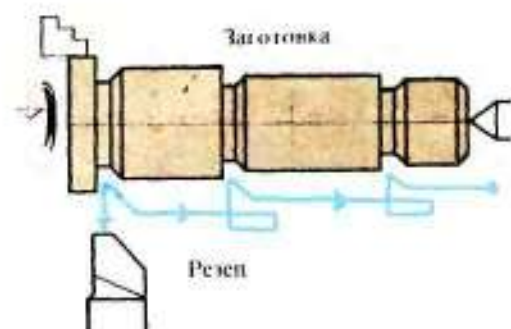
Наличие револьверных головок, оснащенных для обработки определенной заготовки, позволяет быстро переналаживать станок и обеспечивать высокопроизводительную работу при изготовлении даже малых партий деталей.

В серийном производстве, когда для обработки заготовки необходимо большее количество резцов, чем можно закрепить в резцедержателе, применяют два резцедержателя: обработав заготовку первыми четырьмя резцами, снимают резцедержатель вместе с резцами, ставят другой, специально изготовленный дополнительный резцедержатель с другим набором резцов и обрабатывают остальные поверхности. Для ускорения замены стержневых инструментов (сверл, зенкеров, разверток) заднюю бабку токарного станка иногда можно оснащать револьверной (поворотной) инструментальной головкой.



Применение многокромочных резцов. Многокромочный, или комбинированный, резец имеет несколько рабочих кромок, которые последовательно обрабатывают различные поверхности. Обычный проходной резец с отогнутой головкой и расточной резец для сквозных отверстий являются простейшими многокромочными резцами. Про-

### 325. ОБРАБОТКА СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА МНОГОКРОМОЧНЫМ РЕЗЦОМ С ПОДАЧЕЙ СЛЕВА НАПРАВО



ходные и расточные ступенчатые твердосплавные резцы (рис. 323, а, б) широко применяют для обработки заготовок корпусных деталей из легких сплавов. Резцом, показанным на рис. 324, выполняют расточку, радиусную обработку дна отверстий и снимают фаски. Работа многокромочного резца показана также на рис. 325.

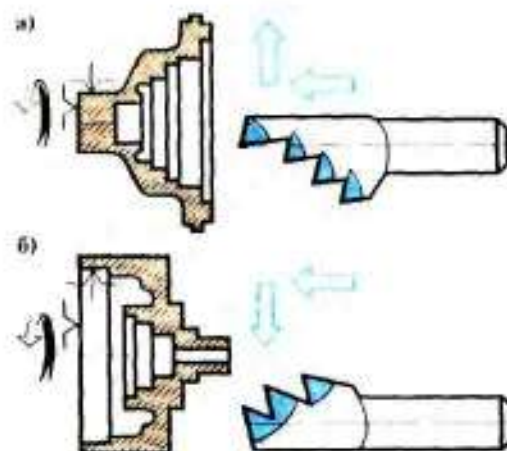
### § 100. Одновременное сокращение машинного и вспомогательного времени за счет расширения технологических возможностей станка

Многорезцовые и многоинструментальные наладки. Одновременная работа несколькими, предварительно установленными резцами обеспечивает высокую производительность и точность обработки. Ниже приведены основные способы многорезцовой наладки резцедержателей.

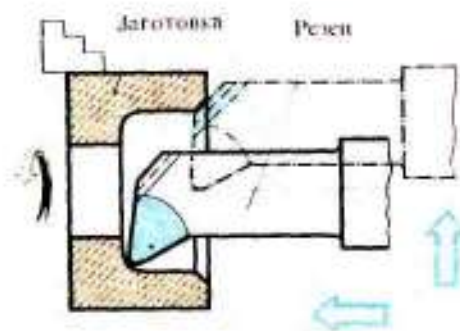
Расчленение припуска по длине (рис. 326, а). Одну поверхность обрабатывают двумя-тремя резцами, каждый из которых протачивает только часть этой поверхности по длине. Предварительно резцы врезаются на заданную глубину при ручной попереч-

### 323. ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРОМОЧНЫХ СТУПЕНЧАТЫХ РЕЗЦОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ:

а — растачивание ступенчатого отверстия,  
б — обтачивание ступенчатого хвостовика



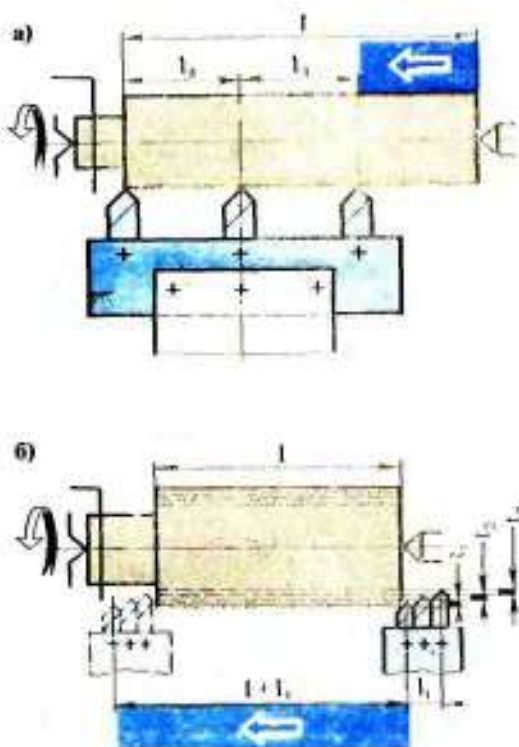
### 324. РАСТАЧИВАНИЕ, ПОДРЕЗАНИЕ ДНА И СНИЯТИЕ ФАСКИ МНОГОКРОМОЧНЫМ РЕЗЦОМ





### 326. ОБРАБОТКА ГЛАДКОГО ВАЛИКА ПРИ МНОГОРЕЗЦОВОЙ НАЛАДКЕ РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ:

*а — расчленение припуска по длине, б — расчленение припуска по глубине*



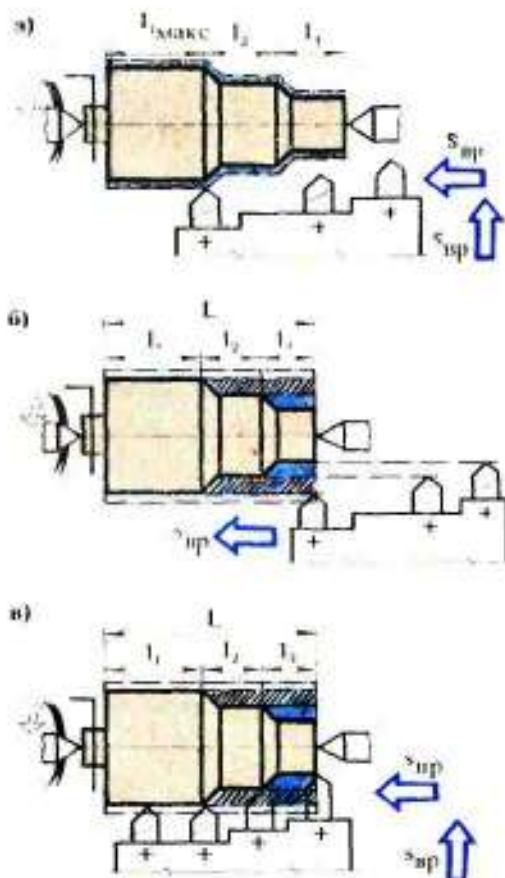
ной подаче. Резцы закрепляют в резцедержателе непосредственно или при помощи дополнительных державок. Расчленение припуска по глубине (рис. 326, б). Два или три резца устанавливаются с различным вылетом, каждый резец срезает часть общего припуска на полную длину детали, после прохода всех резцов припуск будет снят на полную глубину. Общая мощность, расходуемая на процесс резания, складывается из мощностей, затрачиваемых на работу каждого резца, но нагрузка на каждый резец в отдельности небольшая, что позволяет работать резцами малых сечений.

Многорезцовая обработка заготовок ступенчатых деталей. Каждый резец выставляется на определенный диаметр и производит обточку одной ступени. Путь подачи равен длине самого длинного участка  $l_{\max}$  (рис. 327, а).

Резцы выставляются по эталонной детали. После изготовления двух-трех

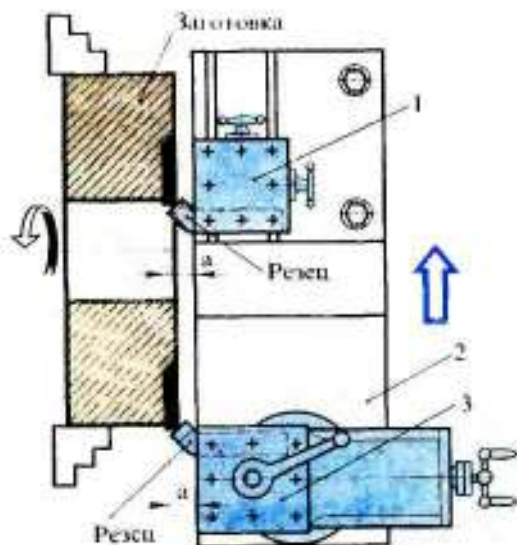
### 327. ОБРАБОТКА СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА ПРИ МНОГОРЕЗЦОВОЙ НАЛАДКЕ РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ:

*а — штампованная заготовка — припуск на всех ступенях одинаков, б — заготовка из проката — припуск расчленяется по глубине, в — заготовка из проката — припуск расчленяется по длине и глубине*



### 328. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАДНЕГО РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ ДЛЯ ПОДРЕЗАНИЯ ТОРЦА ДИСКА:

1 — задний резцедержатель, 2 — поперечные салазки суппорта, 3 — передний резцедержатель



пробных деталей наладку корректируют по данным замеров ступеней. Если заготовкой является прокат, то припуск между резцами расчлениют по глубине (рис. 327, б) или по длине и по глубине (рис. 327, в).

Можно осуществить многорезцовую наладку станка без изготовления специальной оснастки, используя для этого обычный резцедержатель.

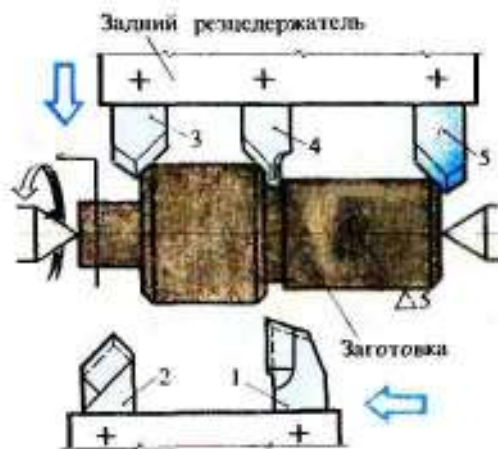
Применение заднего (дополнительного) резцедержателя позволяет ускорить ряд токарных работ: одновременно вести наружную и внутреннюю обработку; продольное обтачивание резцами, расположенными спереди и сзади; нарезание резьбы с использованием обратного хода суппорта; протачивать канавки и снимать фаски и др. На рис. 328 показано использование заднего резцедержателя

для обработки торца диска. Резец, закрепленный в переднем резцедержателе 3, выполняет подрезание, начиная от наружной поверхности до середины торца, а резец, закрепленный в заднем резцедержателе 1, осуществляет подрезание отверстия также до середины торца. Путь прохода инструмента в два раза меньше ширины торцевой поверхности заготовки, что сокращает время на обработку торца в два раза. Чистовой проход выполняется одним резцом. На рис. 329 показана схема наладки станка на обработку ступенчатого валика с применением заднего резцедержателя в сочетании с многорезцовой наладкой. Резцы 1 и 2, закрепленные в переднем резцедержателе, производят наружную обточку ступеней, а резцы, закрепленные в заднем резцедержателе, совершают только поперечную подачу и служат для снятия фасок (резцы 3, 5) и для прорезания канавки (резец 4).

К станкам 1К62, 16К20 и 1П611П устанавливают задние резцедержатели. Станки старых конструкций можно мо-

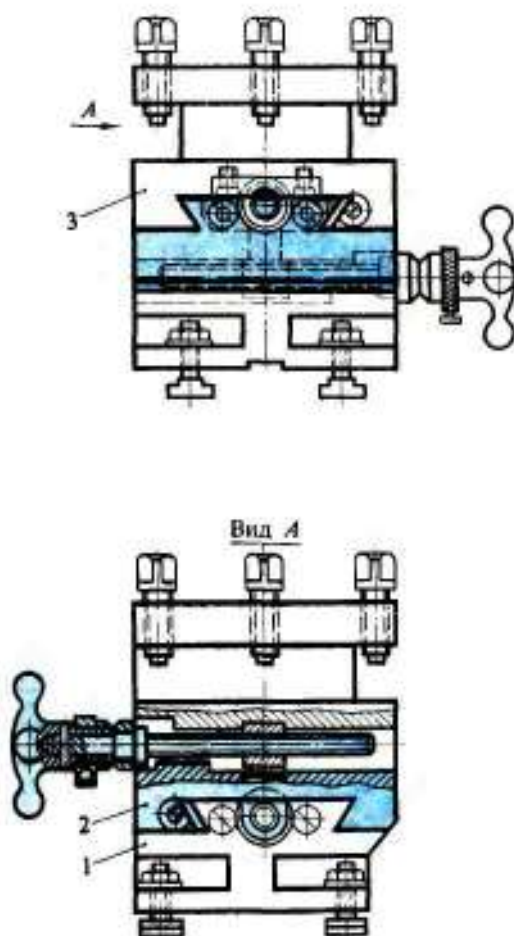
### 329. ОБРАБОТКА СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАДНЕГО РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЯ:

резцы: 1 — проходной упорный, 2 — проходной, 3, 5 — фасочные, 4 — прорезной



### 330. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЗАДНИЙ РЕЗЦЕДЕРЖАТЕЛЬ:

1 — основание, 2 — продольные салазки, 3 — поперечные салазки.

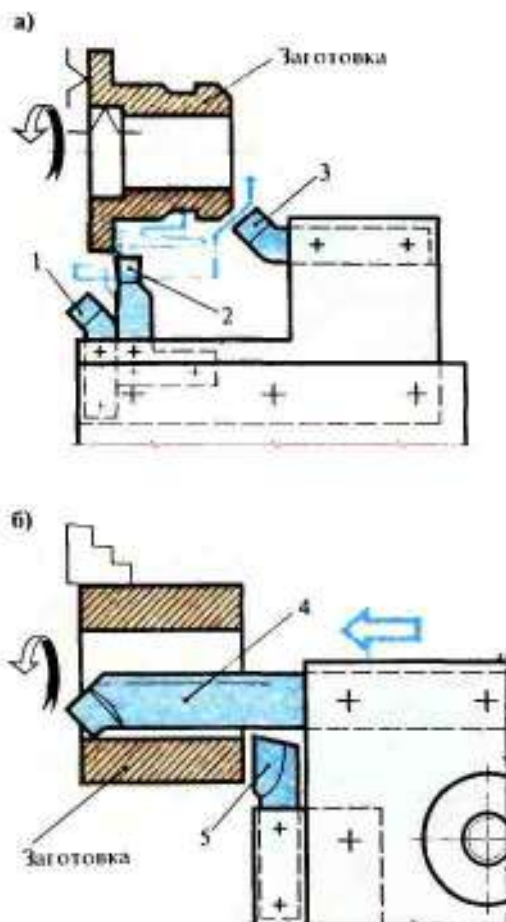


дернзировать, оснатив их задним резцедержателем. Одна из конструкций дополнительного заднего резцедержателя показана на рис. 330\*. Рукоятка-

ми продольного и поперечного перемещения осуществляют установочные движения резца. Сочетание многорезцовой наладки переднего резцедержателя с использова-

### 331. МНОГОРЕЗЦОВЫЕ НАЛАДКИ «ВО ФРОНТ»:

а — подрезание и обтачивание, б — растачивание и подрезание торца; резцы: 1, 2 — работающие при продольной подаче, 2, 3 — работающие при поперечной подаче, 4 — расточной, 5 — проходной упорный.

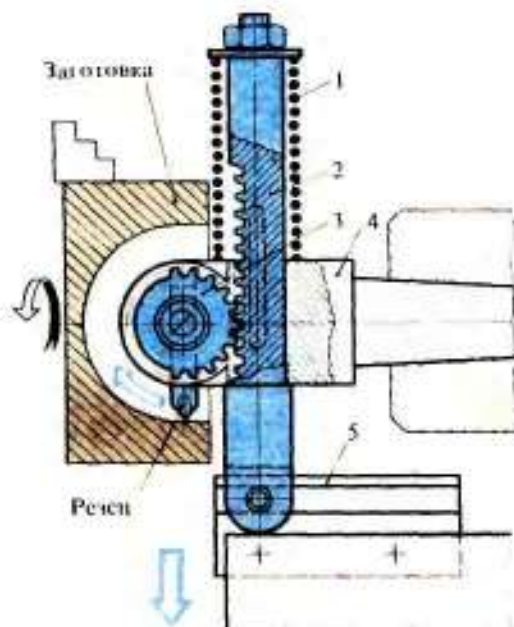


\* Предложение лауреата Государственной премии СССР Н. Е. Тюрка.



### 332. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ В. К. СЕМИНСКОГО ДЛЯ РАСТОЧКИ ВНУТРЕННИХ СФЕР:

1 — пружина, 2 — рейка, 3 — зубчатое колесо, 4 — корпус, 5 — планка



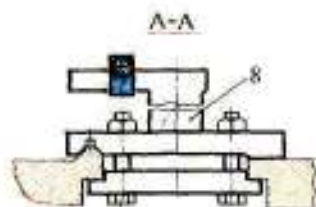
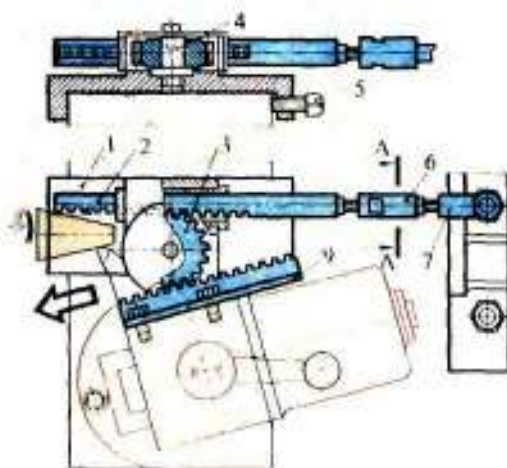
нием заднего резцедержателя обеспечивает резкое повышение производительности.

Наладка односторонней установкой резцов «во фронт» тоже эффективна. Наладка (рис. 331, а) позволяет резцам 1 и 2 обтачивать ступени (подача слева направо), резцом 2 прорезать канавку, а резцом 3 подрезать торец и снять фаску. Резцы закрепляют в дополнительном резцедержателе. В наладке, показанной на рис. 331, б, используются два резца: расточной 4 и проходной упорный 5. Важным средством сокращения времени на обработку является применение различных станочных приспособлений.

Поучителен опыт токаря-новатора, лауреата Государственной премии, заслуженного изобретателя УССР В. К. Семинского, который создал различные высокопроизводительные приспособления для обработки сферических, фасонных и конических поверхностей, для скоростного нарезания резьбы и др. На рис. 332 и 333 показаны приспособления Семинского для обработки внутренних сферических (шаровых) и конических поверхностей.

### 333. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ В. К. СЕМИНСКОГО ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧЕ ВЕРХНЕГО СУППОРТА:

1 — корпус, 2 — ведущая рейка, 3 — зубчатое колесо, 4 — ось, 5 — винт, 6 — тяга, 7 — вилка, 8 — кронштейн, 9 — рейка



## Контрольные вопросы

1. Назовите основные пути повышения производительности труда при токарной обработке.
  2. Перечислите пути сокращения машинного времени.
  3. Расскажите о способах многолезцовой наладки токарного станка.
  4. Как рационально использовать задний резцедержатель?
  5. Как осуществляют многоинструментальную наладку «во фронт»?
  6. Перечислите основные пути сокращения вспомогательного времени.
  7. Как осуществляют ускоренную замену режущих инструментов, закрепляемых в резцедержателе и в задней бабке?
  8. Поясните по рис. 332 и 333 работу приспособлений В. К. Семиного.
-

## ГЛАВА 21. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

### § 101. Классификация деталей, заготовки которых обрабатывают на токарных станках

На токарных станках обрабатывают преимущественно заготовки деталей тел вращения следующих трех классов:

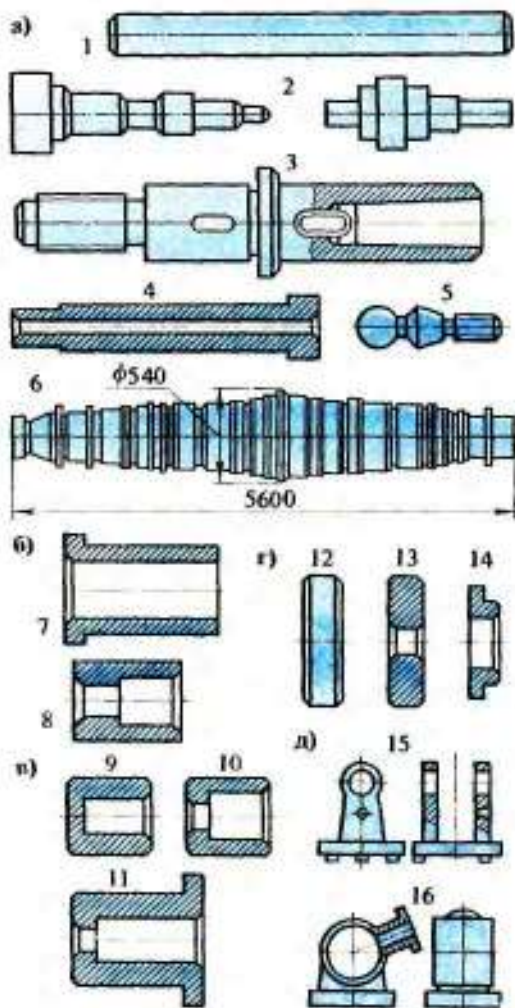
типа валов: собственно валы и валики, оси, штоки, шпиндели, цапфы, пальцы, штыри и др.;

типа втулок: собственно втулки, буксы, стаканы, вкладыши, гильзы, муфты, гайки и др.;

плоские детали вращения: диски, кольца, фланцы, маховики, звездочки, шкивы клиноременных передач и др. Кроме перечисленных типов деталей, для которых обработка точением является основной, на токарных станках обрабатывают и другие детали: эксцентриковые, к которым относятся эксцентрики, эксцентриковые валики, эксцентриковые втулки, коленчатые валы; детали вращения с пересекающимися осями: крестовины, корпуса аппаратуры разного назначения, поршни цилиндров и т. п.; ходовые винты и червяки: длинные винты с ленточной резьбой для механизмов передачи движения и червячные колеса для червячных передач. Наконец, на токарных станках обрабатывают (частично) зубчатые колеса — цилиндрические, конические и червячные, фасонные кулачки — ра-

### 334. ДЕТАЛИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ ОБРАБОТКОЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ:

*а* — валы: 1 — гладкий, 2 — ступенчатый, 3 — с резьбой, 4 — специальный (шпиндель), 5 — с фасонной и конической поверхностями, 6 — тяжелый; б — втулки: 7 — с гладким отверстием, 8 — со ступенчатым отверстием; в — стаканы: 9 — гладкий со сплошным дном, 10 — гладкий с отверстием в дне, 11 — с фланцем; г — диски: 12 — плоский, 13 — с отверстием, 14 — диск-кольцо; д — несимметричные детали: 15 — патрубок, 16 — стойка





диальные, торцовые и барабанные, а также корпусные детали небольших габаритов, например корпуса подшипников.

Таким образом, детали, получаемые обработкой на токарных станках, делятся на классы: валы, втулки, стаканы, диски, фланцы, эксцентриковые детали, корпусные детали (рис. 334, а—д). В зависимости от технологических особенностей каждый класс в свою очередь делится на группы.

Технологические процессы обработки заготовок деталей классов «вал» и «втулка» были рассмотрены ранее. Ниже описаны технологические процессы обработки заготовок деталей типа дисков.

## § 102. Обработка дисков

Технологические особенности дисков. К дискам относятся детали, имеющие форму тела вращения, диаметр которых в несколько раз превышает длину. Это собственно диски, однозвенные зубчатые колеса большого диаметра, звездочки цепных передач, ролики для канатных передач, узкие шкивы, лимбы, крышки, узкие фланцы и другие подобные детали.

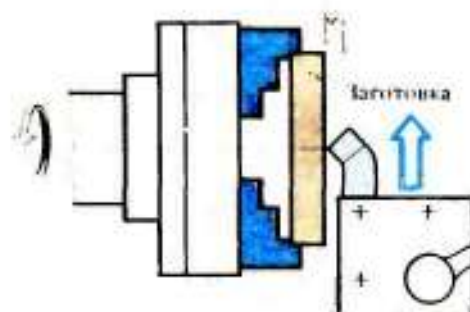
Общая технологическая особенность дисков вытекает из соотношения их диаметра и длины (вернее толщины), которое выражается неравенством  $D > 2l$ . Вследствие этого бывает трудно обеспечить достаточно жесткое закрепление дисков из-за малой длины. Разжимные оправки здесь не всегда применимы. Наиболее трудоемкой оказывается обработка торцовых поверхностей, для которых технические условия в большинстве случаев предусматривают перпендикулярность к оси отверстия и параллельность между собой.

Диски и некоторые другие детали с относительно небольшой длиной (кольца, шайбы, контргайки и др.) возможно (по крайней мере на первом этапе) изготавливать сразу по несколько штук из одной заготовки.

В единичном производстве сплошные диски небольших (до 200 мм) диаметров изготавливают отрезанием из проката: одна заготовка служит для нескольких деталей. Отрезанный диск закрепляют в патроне и обрабатывают второй торец. Крепят диски в сырых кулачках, расточенных для образования упорного буртика (рис. 335).

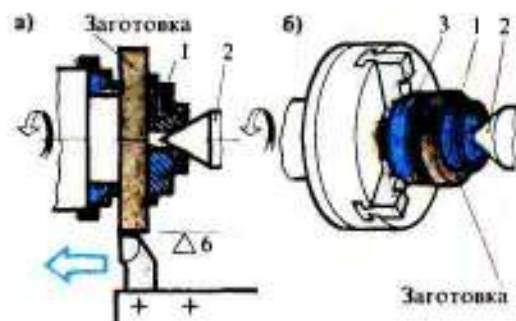
Диски большого диаметра изготавливают из единичных заготовок, отрезанных от проката, откованных (отштампованных) или вырезанных ацетиленокислородным пламенем из листового проката. Такие диски обрабатывают за две установки (при больших партиях за две самостоятельные операции). Вначале заготовку крепят в кулачках патрона, подрезают торец и обтачивают до кулачков. Затем заготовку зажимают за обточенную поверхность, подрезают второй торец и обтачивают наружную поверхность (оставшуюся часть). Если к точности наружной поверхности предъявляются повышенные требования, то необходима третья операция: чистовая обточка.

### 335. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДИСКА В РАСТОЧЕННЫХ КУЛАЧКАХ



### 336. КРЕПЛЕНИЕ ДИСКОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРИЖИМА ТРЕНИЯ:

*а — упор в кулачки патрона, б — упор в оправку; 1 — прижим, 2 — центр, 3 — оправка*



Крепить заготовку в этом случае лучше прижимом трения, насаженным на задний вращающийся центр. Заготовка может упираться в кулачки патрона или в специальную оправку, зажатую в патроне (рис. 336, а, б).

### § 103. Обработка колец

Детали типа колец отличаются от дисков наличием отверстия большого диаметра (более  $\frac{2}{3}$  наружного диаметра). Заготовками для колец служат индивидуальные отливки или поковки. Крупные диски вырезают из листового проката ацетилено-кислородным пламенем. Заготовками для колец диаметром до 400 мм служат трубчатые отливки («маслоты») или прокатные стандартные трубы. Кольца из трубчатых заготовок нарезают на токарном станке одним или сразу несколькими отрезными резцами. Для безопасности работы в трубчатую заготовку вводят штангу, закрепленную в задней бабке: отрезанное кольцо попадает на эту штангу и затем сдвигается токарем вправо. При отрезании несколькими

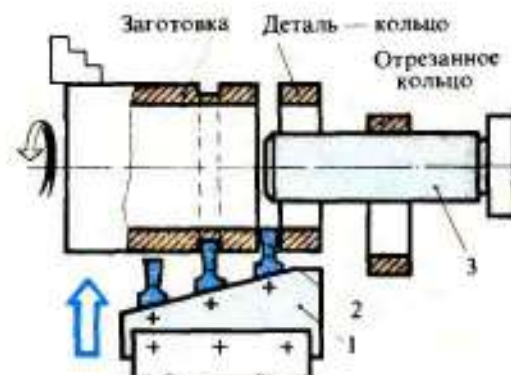
резцами рекомендуется устанавливать резцы в резцедержателе с различным вылетом (рис. 337): вначале отрезают одно кольцо, затем второе, третье и т. д.

Высокой производительности труда при изготовлении колец токарно-новаторы добиваются приведенными ниже способами.

Вырезание колец из пластины (рис. 338, а). Квадратную заготовку-пластину из листового проката прижимают прижимом трения к остриям трех закаленных штифтов 2 поводковой планшайбой 1. Кольца вырезают резцом 5 со стороны торца детали. Боковые задние поверхности резца затачивают по радиусу. После вырезки кольца образовавшийся отход сдвигают на пиноль задней бабки, чтобы он не мешал дальнейшей обработке. Для обеспечения безопасности работы вырезку ведут резцом с режущей кромкой шириной не более 6 мм на низких режимах резания: подача 0,1—0,3 мм/об, скорость резания 25—50 м/мин. При этом следят, чтобы отре-

### 337. СХЕМА НАРЕЗАНИЯ КОЛЕЦ ИЗ ТРУБЧАТОЙ ЗАГОТОВКИ:

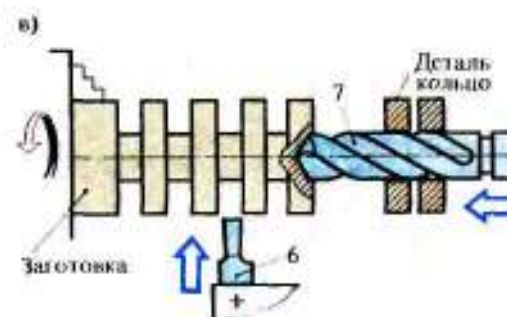
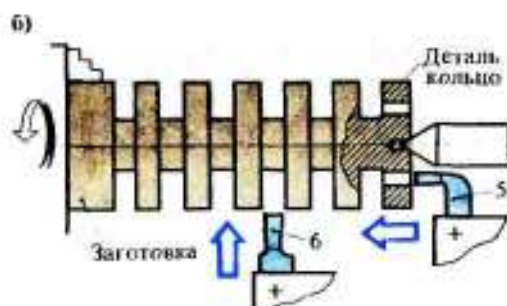
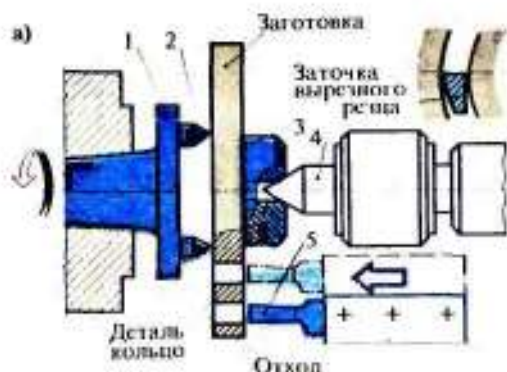
*1 — державка, 2 — прорезной резец, 3 — приемная штанга*





### 338. ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОЛЕЦ:

а — вырезанием из листового проката, б — вырезанием из круглого проката, в — высверливанием из круглого проката; 1 — поводковая планшайба, 2 — закаленный штифт, 3 — прижим трения, 4 — центр задней бабки, 5 — вырезной резец, 6 — прорезной резец, 7 — сверло.

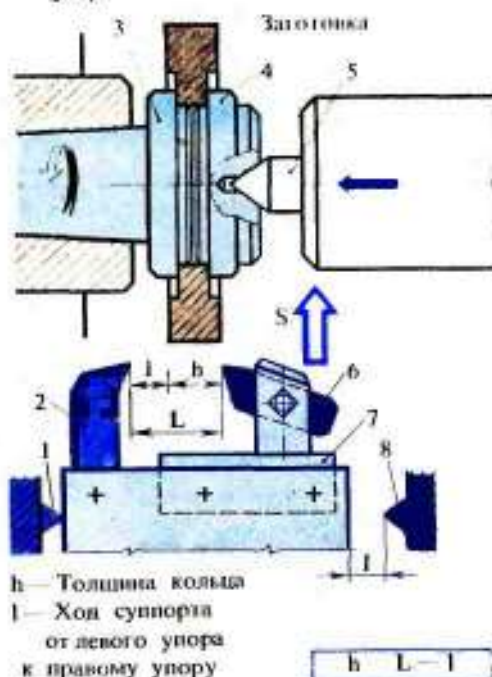


занный отход и вырезанное кольцо не попали на вращающуюся планшайбу. Способ вырезки применяют также при изготовлении колец из круглого проката, предварительно прорезанного прорезными резцами (рис. 338, б). Разновидностью способа вырезки является высверливание (рис. 338, в). Размерная обработка «до двух упоров»\* (рис. 339). Предварительно обработанное (начерно) кольцо закрепляют на оправке 3 при помощи прижима трения 4, поджимаемого

\* Предложение Героя Социалистического Труда М. Н. Лапина.

### 339. РАЗМЕРНАЯ ОБРАБОТКА КОЛЬЦА СПОСОБОМ «ДО ДВУХ УПОРОВ»:

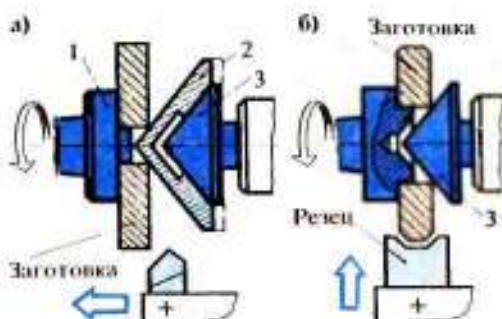
1 — левый упор, 2 — торцовый резец левый, 3 — оправка, 4 — прижим трения, 5 — задний вращающийся центр, 6 — торцовый резец правый (держачный), 7 — державка для правого резца, 8 — правый упор.



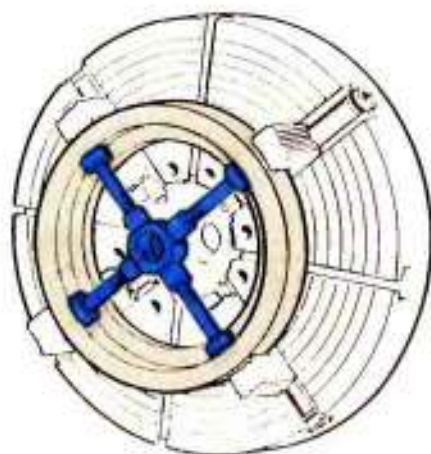


### 340. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «КОЛЬЦО»:

*а — наружное обтачивание, б — снятие фасок; 1 — поводковая оправка, 2 — переходная насадка на грибовый центр, 3 — грибовый вращающийся центр*



### 341. ПРИМЕНЕНИЕ РАСПОРКИ-КРЕСТОВИНЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОЛЬЦА



задним центром 5. Суппорт подводят до левого упора 1 и резцом 6 подрезают правый торец кольца, затем суппорт подводят до правого упора 8 и резцом 2 подрезают левый торец. Расстояние  $L$  между резцами и расстояние  $l$  между кареткой суппорта и правым упором подбирают так, чтобы соблюдалось ус-

ловие:  $h = L - l$ , где  $h$  — требуемая толщина кольца.

Для чистовой обработки дисков и колец применяют поводки трения и грибовые центры (рис. 340, а, б).

Обработка нежестких колец. При зажиме в кулачках патрона возможна деформация кольца под действием усилия зажима. Для повышения жесткости заготовки применяют винтовую распорку — крестовину, которую укрепляют внутри кольца до зажима кольца в патроне (рис. 341). \*

### § 104. Групповая обработка на токарном станке

Одним из путей повышения производительности труда на машиностроительных предприятиях является метод групповой обработки, предложенный доктором технических наук С. П. Митрофановым и впервые внедренный на ленинградских заводах. Основным преимуществом группового метода является значительное сокращение вспомогательного времени при выполнении станочных операций в условиях серийного производства.

Сущность групповой обработки заключается в том, что технологические процессы разрабатываются не на отдельную деталь, а на группу технологически сходных деталей, которые могут быть изготовлены на однотипном оборудовании при помощи одних и тех же приспособлений и режущих инструментов. При подборе деталей в группу учитывают их форму, размеры, точность изготовления и требуемый класс чистоты поверхности.

На основе чертежей группы деталей разрабатывают чертеж так называемой комплексной детали, которая содержит все поверхности, присущие деталям

\* Обработка заготовок типа валов, ступок, стаканов и других подробно описана в книге Е. И. Обищенко «Технология токарной обработки», Профтехиздат, 1961.

группы. Технологический процесс разрабатывают на эту комплексную деталь и станок настраивают для обработки заготовки этой детали. Такая наладка называется групповой. При изготовлении конкретной детали из группы потребуется лишь небольшая подналадка станка, заключающаяся в изменении вылета, замене развертки или метчика и др.

Для закрепления заготовки, обрабатываемой по групповому методу, необходимо групповое приспособление, обеспечивающее возможность обработки любой заготовки из группы деталей при минимальных затратах времени, получение требуемой точности размеров и высокую производительность.

### Контрольные вопросы

1. Дайте общую классификацию деталей, заготовки которых обрабатывают на токарных станках.
2. Как изготавливают на токарном станке детали типа дисков?
3. Назовите передовые способы обработки колец.
4. В чем заключается сущность групповой обработки?



## ЧАСТЬ ШЕСТАЯ

### СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

#### ГЛАВА 22 Механизация производства

#### ГЛАВА 23 Автоматизация производства

## ГЛАВА 22. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**§ 105. Комплексная механизация и автоматизация — главное направление технического прогресса в СССР**

В главе II были рассмотрены вопросы модернизации и механизации токарных станков. Это лишь часть общих мероприятий, связанных с механизацией и автоматизацией во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в машиностроении. В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусматривается дальнейший подъем промышленности на базе комплексной механизации и автоматизации технологических процессов.

Механизацией называется способ выполнения производственного процесса машинами и механизмами, получающими энергию от специального источника. Механизация может быть частичной, когда механизмируется только одна часть движений (механизация зажима заготовки при помощи пневматического патрона, ускоренный подвод суппорта и др.), или комплексной, когда механизмируются все движения. При комплексной механизации рабочий (оператор) только управляет станком или агрегатом, не прикладывая физических усилий для зажима заготовок и снятия деталей, подвода и отвода инструмента, осуществления подачи.



Развитием механизации является автоматизация производства, которая предусматривает замену ручного управления производственными процессами машинным, автоматическим управлением, выполняемым без участия оператора, но под его контролем. Автоматизация производства также может быть частичной и комплексной: при частичной автоматизации только отдельные части технологического процесса выполняются на автоматическом оборудовании, при комплексной автоматизации производства весь технологический процесс изготовления изделия осуществляется автоматически действующими станками или агрегатами, связанными единой системой управления. Само управление также осуществляется автоматически при помощи программных устройств или электронно-вычислительных машин. Комплексная автоматизация технологических процессов приводит к созданию автоматических поточных линий, автоматизированных цехов и заводов.

Комплексная механизация и автоматизация производства имеют не только производственно-техническое, но и огромное социальное значение. В социалистическом обществе они отвечают насущным интересам трудящихся, облегчают и коренным образом изменяют характер труда, создают условия для сокращения продолжительности рабочего дня и ликвидации различий между умственным и физическим трудом.

Комплексная механизация и автоматизация — это главное направление технического прогресса в СССР. С каждым годом предприятия страны получают все больше автоматизированного оборудования.

С течением времени автоматизация будет все шире и глубже охватывать как основные, так и вспомогательные процессы машиностроения, а также организацию и управление производством.

## § 106. Технические средства механизации

**Внутрицеховой транспорт.** К внутрицеховому транспорту относятся средства для перемещения заготовок деталей и различных материалов внутри цеха или между цехами: грузоподъемные средства (краны, тельферы), тележки, конвейеры, роулинги, склизы и др.

**Краны.** В механических цехах тяжелого машиностроения используется мостовой кран (рис. 342, а), представляющий собой металлическую конструкцию — мост, движущийся по рельсам над пролетом цеха. По мосту перемещается каретка с подъемным устройством. К крюку грузоподъемного устройства при помощи тросов крепят тяжелые детали или приспособления для транспортировки или установки на станках. Краном управляет крановщик из кабины.

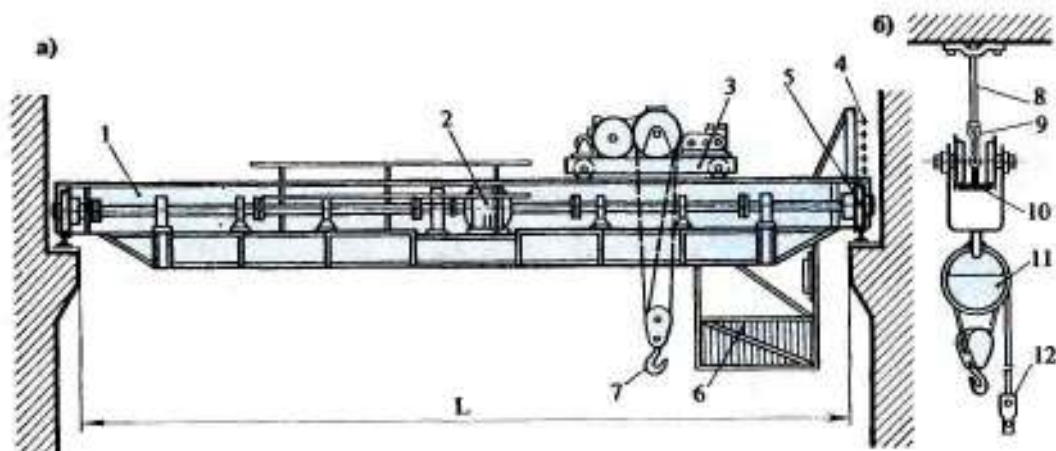
Чтобы уменьшить зависимость станков от крана, над некоторыми станками устанавливают индивидуальные кранбалки или монорельсы с подвижным подъемным устройством — тельфером. Тельферы бывают ручные (тали), с электроприводом (рис. 342, б), или с пневмоприводом. Тельфером управляет с земли (с пола) рабочий-станочник.

**Тележки.** В ремонтных цехах и цехах единичного производства используют простые трех- или четырехколесные тележки. На машиностроительных заводах серийного производства основным средством внутрицехового транспорта являются электротележки (рис. 343, а) грузоподъемностью до 500 кг. В цехах используют также электротележки, оборудованные погрузчиком (рис. 343 б), или специальные автопогрузчики.

**Конвейеры.** В цехах массового производства для транспортировки

### 342. МОСТОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КРАН (а), ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕЛЬФЕР (б):

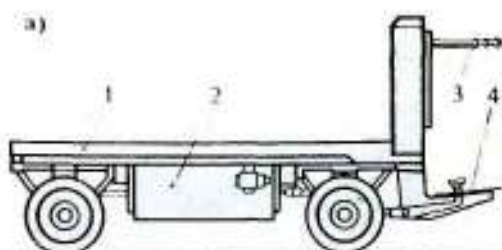
1 — ферма (мост), 2 — двигатель привода передвижения моста, 3 — грузовая тележка, 4 — троллеи, 5 — колесо моста, 6 — кабина оператора, 7 — грузовой крюк, 8 — подвеска кран-балки, 9 — крепление подвески, 10 — кран-балка, 11 — электрический привод и грузоподъемная таль тельфера, 12 — кнопочная станция



мелких заготовок и деталей от станка к станку применяют ленточные или цепные конвейеры (рис. 344, а, б). Крупные заготовки и детали перемещают тележечными конвейерами.

**Рольганги и склизы.** Рольганг представляет собой раму, на которой поперечно расположены закрепленные в подшипниках ролики. Рольганги устанавливают между станками. Деталь, уложенная на рольганг, перемещается по нему после легкого толчка.

Для передачи заготовок (деталей) от станка к станку широко применяют наклонные лотки — склизы, форма которых должна соответствовать форме заготовки (рис. 345, а). Загрузочные устройства. При помощи загрузочного устройства, авто-

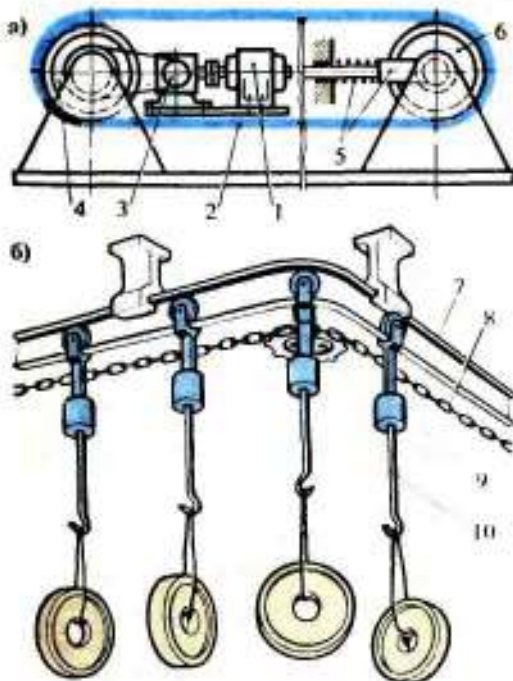


### 343. ЭЛЕКТРОТЕЛЕЖКА ЭК-2 (а), ЭЛЕКТРОТЕЛЕЖКА С ПОГРУЗЧИКОМ (б):

1 — грузовая платформа, 2 — аккумуляторная батарея, 3 — рукоятка управления, 4 — подножка для водителя

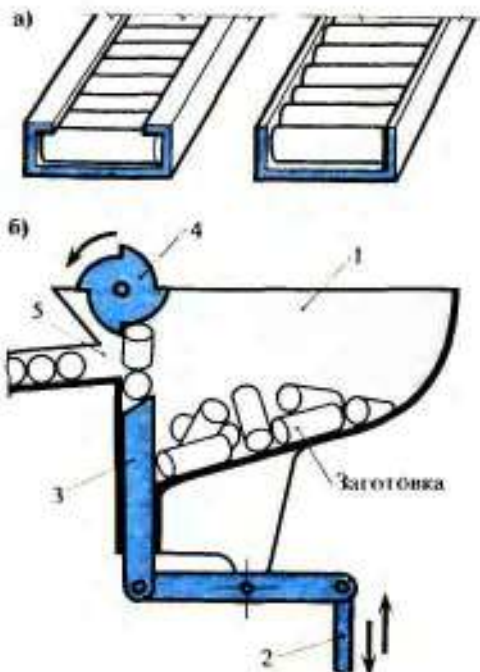
### 344. КОНВЕЙЕРЫ:

*а — ленточный, б — подвесной; 1 — электропривод, 2 — лента, 3 — редуктор, 4 — приводной шкив, 5 — натяжное устройство, 6 — шкив, 7 — рельс, 8 — бесконечная цепь, 9 — толкатель, 10 — крюк*



### 345. ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА:

*а — лотковые, б — бункерные; 1 — бункер, 2 — приемный толкатель, 3 — толкатель, 4 — ориентирующий кулачок, 5 — лоток*



матически устанавливающего детали в рабочее положение, универсальные станки превращаются в полуавтоматы или автоматы. Применение загрузочных устройств повышает производительность труда.

Загрузочные устройства бывают: магазинные — для заготовок (деталей) сложной формы, бункерные — для мелких заготовок (деталей) простой фор-

мы, подъемно-загрузочные — для тяжелых заготовок (деталей).

Простейшим магазинным устройством является лоток с питателем. Форма лотка соответствует форме заготовок (деталей) и ориентирует их в нужном направлении. Питатель захватывает одну заготовку из выходного отверстия лотка и подает ее в зону обработки (рис. 345, б).

### Контрольные вопросы

1. Что такое механизация производства?
2. Чем отличается автоматизация от механизации?
3. Охарактеризуйте средства внутрицехового транспорта.
4. Как устроен и работает лоток с питателем?



## ГЛАВА 23. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

### § 107. Элементы автоматических устройств

Особенностью современного технического прогресса является автоматизация на базе достижений электронной техники, гидравлики и пневматики. Главными направлениями автоматизации являются применение следящих (копировальных) устройств, автоматизация управления станками и контроля деталей.

Автоматическое управление станками и автоматический контроль деталей осуществляют специальные механизмы, состоящие из трех основных частей: датчика, промежуточного звена (усилителя) и исполнительного звена.

Датчиком называется устройство, подающее команду исполнительному звену на выполнение определенного действия. Простейшим является электрический путевого датчик, служащий для замыкания и размыкания электрической цепи управления при достижении движущейся частью станка (суппортом, столом) определенного положения. На рис. 346 показана схема путевого датчика ВК211. При нажатии справа на ролик 1 рычаг 2 вместе с поводком 4 поворачивается против часовой стрелки и ролик 12 отводит защелку 6, одновременно поворачивая контактный палец, что приводит к замыканию контактов 9 и 10 и размыканию контактов 7 и 8. Поводок в исходное положение возвращается пружиной 5. В измерительных приборах контроля

часто применяются индуктивные размерные датчики.

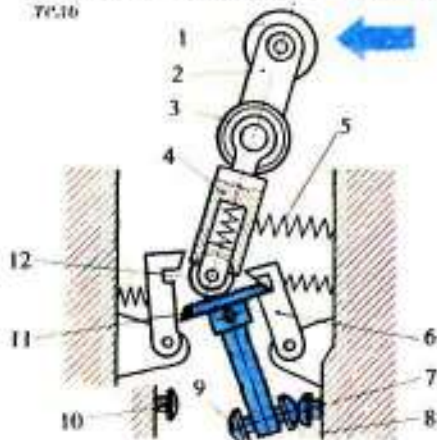
**Усилители.** Сигналы, поступающие от датчиков, малы по величине и их мощность недостаточна для приведения в действие исполнительных органов. Эти сигналы усиливаются в промежуточных элементах автоматики — усилителях.

Наиболее простыми и часто применяемыми усилителями являются электрические промежуточные реле, предназначенные для замыкания и размыкания контактов, по которым проходят токи значительно большей силы, чем токи, пропускаемые через катушку реле. По принципу действия электрические реле бывают электромагнитные, индукционные, электронные и др.

Электронные усилители основаны на применении электронных ламп. При изменении потенциала на сетке электронной лампы происходит плавное изменение анодного тока. Эта система позволяет управлять энергией, во много раз превосходящей подводимую к сетке электронной лампы. Для получения большого усиления применяют многокаскадные усилители с несколькими

#### 346. ПУТЕВОЙ ДАТЧИК ВК211:

1, 12 — ролик, 2 — рычаг, 3 — шарнир, 4 — поводок, 5 — пружина, 6 — защелка, 7, 8, 9, 10 — контакты, 11 — несклипающее



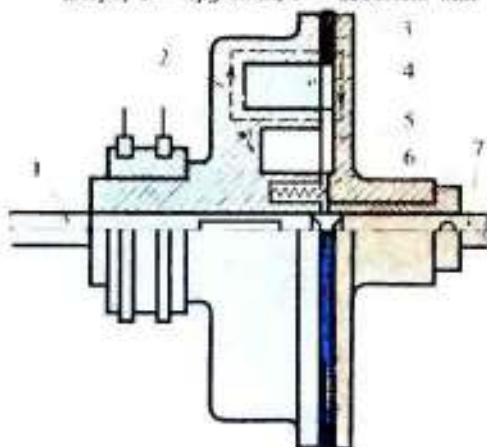
электронными лампами, каждая из которых усиливает ток предыдущей лампы. Применяют также усилители на полупроводниковых элементах.

Исполнительные устройства служат для выполнения определенной работы и могут осуществлять поступательное или вращательное движение. Такими исполнительными устройствами в автоматизированных системах являются электромагнитные муфты, гидравлические и пневматические цилиндры и др.

Электромагнитная муфта работает на постоянном токе 110 или 36 в. В однодисковой муфте (рис. 347) корпус 2 электромагнита жестко соединен с ведущим валом 1, а якорь 5 расположен на ведомом валу 7 и может перемещаться в осевом направлении. Фрикционная прокладка 3 между якорем и корпусом уменьшает проскальзывание. Если через обмотку 4 пропустить ток, то якорь притягивается к корпусу, передавая при этом крутящий момент от ведущего вала к ведомому. При выключении тока пружина 6 отталкивает якорь в исходное положение.

### 347. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОДНОДИСКОВАЯ МУФТА:

1 — ведущий вал, 2 — корпус, 3 — фрикционная прокладка, 4 — обмотка, 5 — якорь, 6 — пружина, 7 — ведомый вал



## § 108. Общие сведения о станках с программным управлением

Высокопроизводительные станки-автоматы и полуавтоматы применяются главным образом в массовом производстве. Повышения производительности труда в серийном производстве достигают автоматизацией универсальных металлорежущих станков путем перехода на программное управление.

Программным называется такое управление, при котором станок работает по заданной программе, т. е. по заранее установленной совокупности последовательных действий, выполняемых на станке для получения заданных форм и размеров изготавливаемой детали.

Программа движений рабочих органов станка может быть задана механически (упоры, кулачки, копиры), механико-гидравлически (гидрокопировальные суппорты) и электрически. Программирование при помощи упоров, кулачков и копиров, а также применение гидросуппортов было рассмотрено ранее. Ниже описывается электрическое программирование.

Система электрического цифрового программного управления включает в себя средства для записи программы, считывающее устройство и устройство для исполнения станком команд.

Для работы на станках с программным управлением необходимо подготовить программу, а затем воспроизвести ее на станке.

Для станков токарной группы характерно так называемое контурное (непрерывное) программное управление, которое заключается в том, что перемещение инструмента относительно заготовки осуществляется непрерывно по заданной траектории, необходимой для получения требуемой формы обрабатываемой поверхности. Программа наносится на программноноситель, представляющий собой перфорированную ленту

(иногда карту) или магнитную ленту. Исходным документом для составления программы обработки служит специально переработанный чертеж: размеры проставлены от одной выбранной базы, учтен припуск на чистовую обработку. Технолог вначале разрабатывает технологический маршрут, т. е. устанавливает порядок выполнения операций, подбирает режущий инструмент, выбирает режимы резания. На базе технологической карты технолог разрабатывает циклограмму перемещения инструмента от условно принятого начала координат движения. Числовые значения перемещения инструмента переносятся на бланк-карту. Затем эти числовые значения шифруются по принятому коду и переносятся в виде отверстий на перфорированную ленту, которая служит носителем информации о движениях инструмента за определенный промежуток времени.

Перфорированная лента протягивается в считывающем устройстве и при этом подпружиненные щупы через отверстия ленты замыкают электрические цепи, при этом в аппаратуру управления станком подаются импульсы, вызывающие необходимые перемещения исполнительного органа (например, суппорта). Каждый электрический импульс соответствует строго определенной величине перемещения исполнительного органа станка. Например, при цене одного импульса 0,1 мм для перемещения суппорта на 325 мм лента в ряду отверстий для управления этим суппортом должна иметь 3250 отверстий. С целью укорочения ленты и уменьшения количества подаваемых импульсов величина перемещения суппорта задается суммой больших перемещений (например, 2 мм на импульс) и малых перемещений (0,1 мм на импульс). Для перемещения на 325 мм понадобится 162 отверстия крупных импульсов и 10 отверстий малых импульсов:  $325 = 162 \times 2 + 10 \cdot 0,1$ .

Аналогично увеличивая цену импульса, можно записать в одной строчке любое число.

Для кодирования программ применяют десятичную, двоичную и двоично-десятичную системы записи числовой информации.

Любое число в десятичной системе можно представить состоящим из нескольких единиц, десятков, сотен и т. д. Например, число 9375 можно представить в следующем виде:  $9 \cdot 1000 + 3 \cdot 100 + 7 \cdot 10 + 5 \cdot 1 = 9375$ . Учитывая, что  $1 = 10^0$ ;  $10 = 10^1$ ;  $100 = 10^2$ ;  $1000 = 10^3$  и т. д., можно записать:  $9375 = 9 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 7 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$ .

Таким образом, в десятичной системе каждое число представляет собой сумму различных степеней числа 10, взятых в каждом разряде (в сотнях, десятках, единицах) от 0 до 9 раз.

В двоичной системе любые числа записываются при помощи цифр 1 и 0, используя коэффициенты степенных значений не числа 10, а числа 2:  $2^0 = 1$ ;  $2^1 = 2$ ;  $2^2 = 4$ ;  $2^3 = 8$ ;  $2^4 = 16$ ;  $2^5 = 32$ ;  $2^6 = 64$  и т. д. Например, число  $3 = 1 \times 2^1 + 1 \cdot 2^0$ , что в двоичной системе можно записать условно так: 11, т. е. записать только коэффициент перед значениями числа 2.

Число  $4 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$ , записывается как 100;

число  $5 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$ , записывается как 101.

Аналогично  $8 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$  записывается 1000;

$9 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$  записывается 1001;

$13 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$  записывается 1101;

$25 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$  записывается 11001 и т. д.

В двоично-десятичной системе (код 8—4—2—1) каждая цифра заданного числа представлена в десятичной системе, но записывается в двоичной системе на отдельных строчках. Числа 8, 4, 2 и 1 называются «ве-



самп» кода. Например, число 6581 можно записать как  $6 \cdot 1000 + 5 \cdot 100 + 8 \cdot 10 + 1 \cdot 1$ , а цифры числа записать в двоичной системе: 6 записывается как  $4+2$ , т. е. как  $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1$ ; 5 записывается как  $4+1$ , т. е.  $1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0$ ; 8 записывается как  $1 \cdot 2^3$ , 1 как  $1 \cdot 2^0$ . Для записи этого числа понадобятся 4 строчки: в первой строчке записана цифра 6, т. е. пробиты отверстия на дорожках, соответствующих цифрам

### 348. КОДИРОВАННАЯ ЗАПИСЬ НА ПЕРФОЛЕНТЕ:

*а* — число 6581 в двоично-десятичной системе; *б* — число 251: I — в десятичной системе, II — в двоичной системе, III — в двоично-десятичной системе

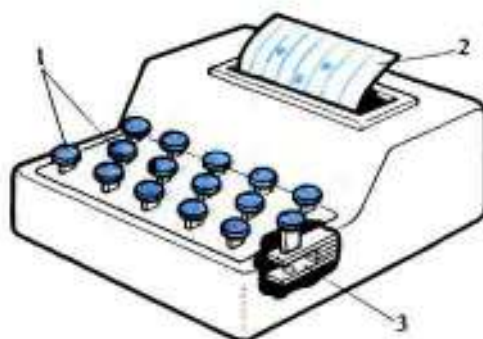
а)

| Число | Весы    |         |         |         | Разряды |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
|       | $2^3$ 8 | $2^2$ 4 | $2^1$ 2 | $2^0$ 1 |         |
| 6     | ○       | ●       | ●       | ○       | Тысячи  |
| 5     | ○       | ●       | ○       | ●       | Сотни   |
| 8     | ●       | ○       | ○       | ○       | Десятки |
| 1     | ○       | ○       | ○       | ●       | Единицы |



### 349. РУЧНОЙ ПЕРФОРАТОР:

1 — клавиши, 2 — перфолента, 3 — электрический контакт



4 и 2 ( $6=4+2$ ), цифра 5 пробита на дорожках 4 и 1, цифра 8 пробита на дорожке 8, цифра 1 на дорожке 1.

Таким образом, число 6581 в двоично-десятичной системе будет записано так: 0110

0100

1000

0001

Нанесение этого числа на перфорированную ленту показано на рис. 348, а. Двоично-десятичный код нагляден и прост, легко шифруется на ленте и легко прочитывается. Для записи любого числа в этом коде нужно знать только запись в двоичной системе цифр 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. На рис. 348, б приведена запись числа 251 в различных системах и запись этого числа на перфорированной ленте.

Серия кодовых записей на ленте, соответствующая одному перемещению, называется кадром. Отверстия в ленте пробивают на специальном устройстве — перфораторе (рис. 349).

Если станок работает по программе, записанной на более долговечной — магнитной ленте, необходимо переписать программу с перфорированной ленты на магнитную при помощи специального прибора — интерполятора.

Электронная схема интерполятора преобразует информацию, записанную на перфоленте, в соответствующую серию импульсов, которые определяют величину и направление перемещения реза.

Считывание программы, записанной на магнитной ленте, осуществляется электромагнитной головкой (подобной звукооснимателю магнитофона и расположенной на пульте управления). Импульсы, записанные на ленте, через усилительные устройства передаются исполнительным органам станка.

### § 109. Токарный станок 1К62Ф3С1 с программным управлением

Токарный станок с программным управлением 1К62Ф3С1 предназначен для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей со ступенча-

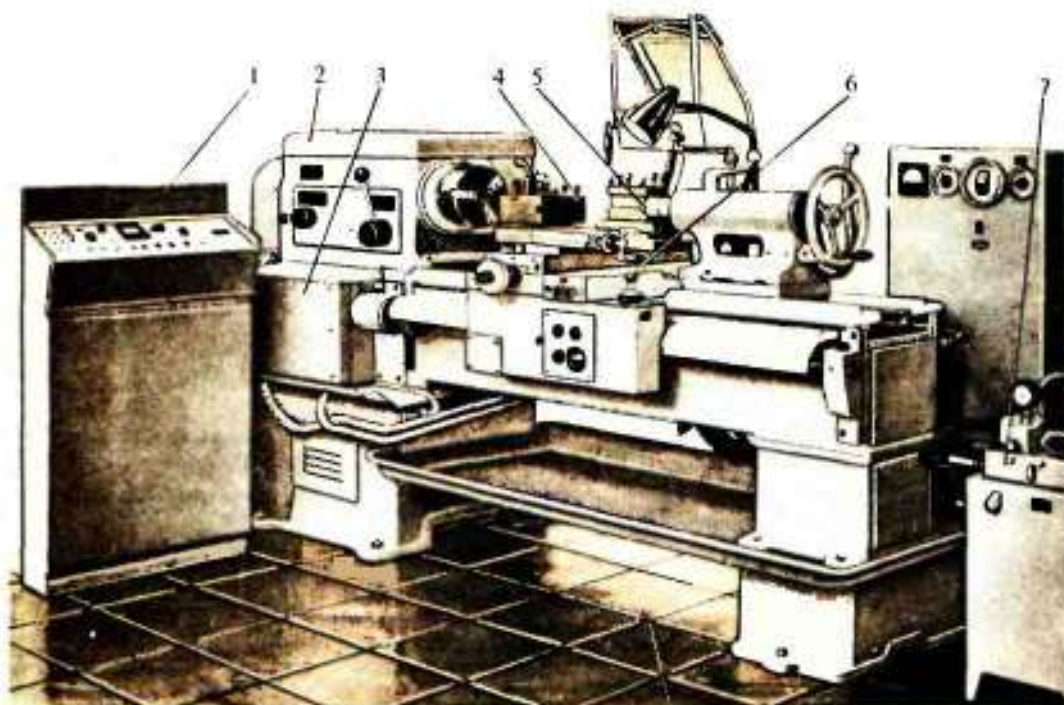
тизм и криволинейными участками (включая канавки, конусы, фаски и т. д.) за один или несколько проходов в замкнутом автоматическом цикле. Станок оснащен пультом программного управления «контур 4МИ». Общий вид станка 1К62Ф3С1 показан на рис. 350, кинематическая схема — на рис. 351.

Привод продольного перемещения суппорта состоит из шагового электродвигателя, гидроусилителя и ходового винта.

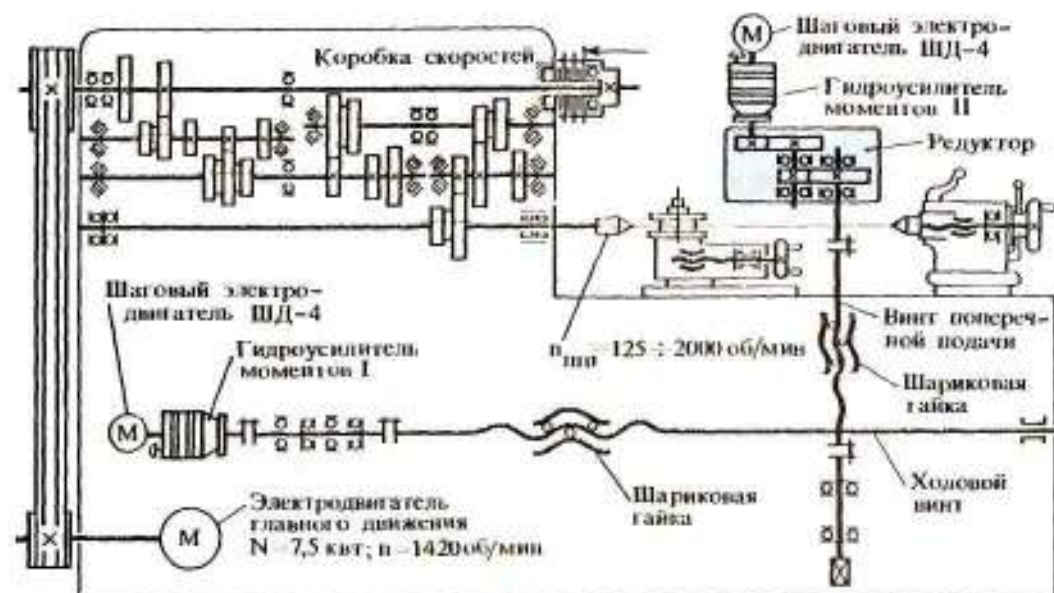
Скорость и величина пути суппорта зависят соответственно от частоты и

### 350. ТОКАРНЫЙ СТАНОК 1К62Ф3С1 С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ:

1 — пульт управления, 2 — коробка скоростей, 3 — шаговый электродвигатель и гидроусилитель моментов, 4 — передний резцедержатель, 5 — задний резцедержатель, 6 — переключатель направления подачи, 7 — гидравлическая станция



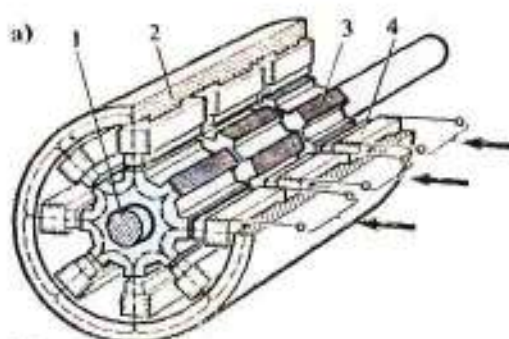




количества импульсов, нанесенных на магнитную ленту.

Привод поперечного перемещения суппорта также состоит из шагового электродвигателя, гидроусилителя моментов и ходового винта, но для получения минимального перемещения между валом гидроусилителя и поперечным винтом расположен редуктор (см. рис. 351).

Шаговый электродвигатель отличается от обычных тем, что может совершать прерывистые повороты ротора на очень малый угол. Это необходимо для малых перемещений механизма подачи. Шаговый электродвигатель токарного станка с программным управлением показан на рис. 352, а, б.



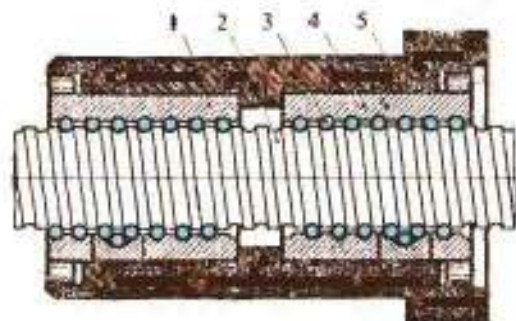
### 352. ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ:

а — разрез, б — схема; 1 — ротор, 2 — статор, 3 — зубцы, 4 — обмотка электромагнита



### 353. ШАРИКОВАЯ ВИНТОВАЯ ПАРА:

1 — левая полугайка, 2 — ходовой винт,  
3 — шарик, 4 — правая полугайка, 5 — корпус



Статор 2 и ротор 1 имеют одинаковое (парное) количество полюсов (зубцов), разделенных на три секции. Полюса ротора 1 смещены друг относительно друга на  $\frac{1}{3}$  межполюсного расстояния. Обмотки 4 электромагнитов статора, соединенные последовательно в секции I, II и III, питаются независимо одна от другой. Если поочередно включать напряжение в обмотке секций I, II, III так, чтобы под током была одна секция, то ротор совершит шаговый поворот на небольшой угол до совмещения полюсов магнитов с зубцами 3 ротора. Каждому включению обмотки (импульсу) соответствует поворот до  $0,75^\circ$ . Шаговые двигатели недостаточно мощны для непосредственного вращения ходовых винтов станка, поэтому в схему программного управления включают специальный гидроусилитель моментов, который управляется от шагового двигателя.

Для осуществления точных перемещений в винтовой передаче устраняют люфты при помощи шариковой гайки (рис. 353), в которой точные закаленные шарики 3 катаются по полукруглому профилю резьбы винта 2. Гайки

состоят из двух полугаек 1 и 4 и люфты «выбираются» посредством некоторого поворота полугаек.

Ручное управление автоматическим перемещением каретки и поперечного суппорта осуществляется переключателем 6 (см. рис. 350): направление перемещения рукоятки совпадает с направлением перемещения суппорта. Для ускоренного перемещения суппорта нажимают кнопку, встроенную в рукоятку переключателя.

## § 110. Автоматические линии

Автоматическая линия — это ряд станков, установленных в определенной последовательности и связанных единой системой управления. Обрабатываемые заготовки автоматически движутся от станка к станку, на каждом из которых выполняется определенная операция. Автоматическая линия обслуживается одним-двумя операторами и обеспечивает высокий уровень производительности.

Автоматические линии могут компоноваться из универсальных станков, полуавтоматов или из агрегатных станков.

Функционирующая на Московском автомобильном заводе имени И. А. Лихачева автоматическая линия модели МРЛ96 обрабатывает заготовку детали «шестерня ведущая» с двух сторон начерно и начисто. Линия состоит из фрезерно-центровального станка МР71 и шести токарных полуавтоматов 1712 и обеспечивает выпуск 250 деталей в смену.

Широко применяют автоматические линии из агрегатных станков. Агрегатный станок представляет собой соединение различных унифицированных (типовых) узлов: станин, стоек, поворотных столов, силовых головок с гидравлическим или механическим приво-

дом и др. в одно целое. Агрегатные станки обычно предназначаются для выполнения сверлильных и расточных операций, нарезания резьбы в отверстиях, фрезерования плоскостей, пазов и выступов. Чаще всего на агрегатных станках обрабатывают заготовки корпусных деталей, заготовки при обработке остаются неподвижными.

В автоматической линии агрегатные станки связываются транспортером и обычно располагаются попарно по обе стороны от него. Оператор управляет станком с пульта.

Автоматические линии из агрегатных станков могут переналаживаться, что позволяет использовать их в массовом и крупносерийном производстве.

### Контрольные вопросы

1. Как устроен и работает путевой датчик?
2. Какие усилители вы знаете?
3. Какие устройства относятся к исполнительным?
4. В чем заключается сущность цифрового программного управления станком?
5. Запишите число 587 в десятичной, двоичной и двоично-десятичной системах на перфорированной ленте.
6. Как устроен и работает шаговый электродвигатель?
7. Какие особенности кинематики и конструкции имеет токарный станок 1К62Ф3С1 с программным управлением?
8. Что такое автоматическая линия, какие типы автоматических линий вы знаете?

ЧАСТЬ  
СЕДЬМАЯ

СВЕДЕНИЯ  
ОБ ОРГАНИЗАЦИИ  
И ЭКОНОМИКЕ  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

ГЛАВА 24

Основные принципы  
организации и экономики  
социалистического производства

ГЛАВА 25

Сведения о научной  
организации труда (НОТ)

ГЛАВА 26

Экономика производства

ГЛАВА 24. ОСНОВНЫЕ  
ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
И ЭКОНОМИКИ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

§ 111. Принципы организации  
и управления социалистическим  
производством

Основной целью социалистического производства является максимальное удовлетворение постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества. В этом заключается принципиальное отличие социалистического производства от капиталистического, при котором целью производства является обогащение кучки капиталистов.

Основными принципами управления социалистическим производством являются: единство политического и хозяйственного руководства, демократический централизм, единоначалие, материальная и моральная заинтересованность трудящихся в развитии производства.

Высшим государственным органом по руководству народным хозяйством в нашей стране является Совет Министров СССР.

В непосредственном подчинении Совету Министров СССР находятся общесоюзные промышленные министерства, которые осуществляют планирование и руководство производством, решают вопросы технической политики, материально-технического снабжения, финансирования, труда и заработной платы.



В каждой союзной республике общее руководство промышленностью осуществляется Советом Министров республики через подчиненные им республиканские министерства. В их ведении находятся все предприятия, за исключением тех, которые подчинены общесоюзным министерствам.

## **§ 112. Основные принципы планирования промышленного производства**

Развитие общественного социалистического производства невозможно без плана, который обеспечивает единство действий и необходимую пропорциональность в развитии экономики, позволяет рационально использовать имеющиеся материальные, трудовые и финансовые ресурсы.

План предприятия является составной частью народнохозяйственного плана. На промышленных предприятиях составляются текущие (годовые) и перспективные планы, рассчитанные на несколько лет вперед.

В соответствии с постановлением сентябрьского Пленума (1965 г.) ЦК КПСС министерства утверждают предприятиям основные показатели хозяйственной деятельности: общий объем реализуемой продукции, общую сумму прибыли и рентабельность, общий фонд заработной платы и др. На основе этих показателей предприятия составляют свои планы. Внутризаводское планирование разделяется на технико-экономическое и оперативно-производственное.

Задача технико-экономического планирования заключается в разработке перспективных и текущих планов. Сводным планом, отражающим производственно-техническую и финансовую деятельность предприятия, является техпромфинплан, который разработан на основе контрольных цифр министерства.

Цель оперативно-производственного планирования заключается в том, чтобы распределить задания техпромфинплана по цехам, участкам и рабочим местам в расчете на месяц, декаду, неделю и час работы, чтобы обеспечить условия для равномерного выпуска продукции в заданном ассортименте и количестве в установленный срок.

## **§ 113. Предприятие — основное звено социалистической промышленности**

Социалистическое государственное промышленное предприятие является основным звеном промышленности.

Деятельность предприятия определяется «Положением о социалистическом государственном производственном предприятии», утвержденным Постановлением Совета Министров СССР от 4 октября 1965 г. и строится на сочетании централизованного руководства с хозяйственной самостоятельностью и инициативой. Административно-хозяйственная самостоятельность предусматривает право предприятия на заключение договора с другими предприятиями и ведение всех хозяйственных расчетов в соответствии с планами.

Производственным административно-обособленным подразделением предприятия, в котором изготавливается продукция (или часть ее) или выполняется определенная стадия производства, является цех.

Различают цехи основные, вспомогательные, обслуживающие.

Основные цехи предназначаются для выполнения определенной стадии производственного процесса по превращению основного сырья в готовую продукцию. К основным относятся литейные, кузнечные, механические, термические, сборочные цехи.

Вспомогательные цехи способствуют выпуску основной продукции, создавая условия для нормальной работы основных цехов. К вспомогательным цехам относятся ремонтный, инструментальный, модельный, электромеханический и др.

Обслуживающие цехи обеспечивают основные и вспомогательные цехи транспортом и осуществляют хранение сырья, готовой продукции и т. д. Цехи создаются по принципу технологической однородности, например, механические, литейные и т. д. На крупных предприятиях организуются цехи

по выпуску определенной продукции, например моторный, кузовной.

Основной структурной единицей цеха является производственный участок, представляющий собой совокупность рабочих мест, на которых выполняется технологически однородная работа или различные операции по изготовлению одинаковой продукции.

Рабочим местом называется часть производственной площади, на которой рабочий или группа рабочих выполняет отдельные операции по изготовлению продукции, используя соответствующее оборудование или технологическую оснастку.

Общее руководство предприятием осу-

### 354. СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ



ществляет директор, начальники цехов и мастера (рис. 354).

Директор, являясь доверенным лицом государства, отвечает за деятельность всего предприятия. Он определяет пути и методы выполнения задач, обеспечивает получение необходимых материально-технических ресурсов, организует труд на производстве, заботится о выпуске доброкачественной продукции в заданном ассортименте, несет ответственность за выполнение предприятием обязательств перед государством.

Главный инженер является первым заместителем директора и руководит технической и производственной работой. Непосредственным его помощником в оперативной работе является начальник производства. Главному инженеру подчиняются конструкторские и технологические отделы.

У директора имеются заместители по общим вопросам и по экономическим вопросам (главный экономист).

Цех возглавляется начальником, который полностью отвечает за производственную и хозяйственную деятельность. Цех состоит из производственных участков. В структуру цеха также входят: планово-распределительное, планово-экономическое и технологическое бюро, служба механика цеха и инструментальное хозяйство.

Во главе производственного участка находится мастер — начальник участка, являющийся основным командиром производства. Участки, работающие в несколько смен, возглавляются старшим мастером, в помощь которому назначаются сменные мастера.

#### **§ 114. Основные сведения из трудового законодательства**

Интересы рабочих и служащих предприятий охраняются советским трудовым законодательством. Свидетельст-

вом нового проявления заботы Коммунистической партии и Советского правительства о трудящихся нашей страны является введение с 1 января 1971 г. «Основ законодательства Союза ССР о труде».

Советским трудовым законодательством установлено, что нормальная продолжительность рабочего времени рабочих и служащих на предприятии не может превышать 41 часа в неделю, причем для работников от 16 до 18 лет — 36 часов в неделю, а от 15 до 16 лет — 24 часа в неделю. На участках с вредными условиями труда установлена продолжительность рабочего времени не более 36 часов в неделю.

При работе в ночное время продолжительность смены сокращается на 1 час. Ночным считается время с 10 часов вечера до 6 часов утра. Предусматривается время на обеденный перерыв не более 2 часов. При пятидневной рабочей неделе предусматривается два выходных дня в неделю, а при шестидневной рабочей неделе — один выходной день.

Продолжительность ежедневной работы (смены) определяется правилами внутреннего распорядка или сменности, утверждаемыми администрацией предприятия по согласованию с завкомом.

Законы о труде предусматривают ряд льгот для рабочих в возрасте до 18 лет: 6-часовой рабочий день, работа только в дневное время, недопустимость сверхурочных работ, увеличение продолжительности отпуска.

Все рабочие и служащие должны пользоваться только на той работе и в той должности, на которую они были приняты, не допускается перевод работника без его согласия на другую постоянную работу, а также на работу с изменением заработной платы.

Законодательство предусматривает ответственность административно-технического персонала за нарушение



трудового права и требований по охране труда.

Трудовое законодательство определяет также права и обязанности должностных лиц и всех работников предприятий. Полновластным руководителем на производственном участке является мастер. В его обязанность входит обеспечение выполнения плана, внедрение новой техники и повышение производительности труда, расстановка рабочих на рабочее место и распределение работ, наблюдение за обеспечением рабочих мест материалами, инструментами, контроль за соблюдением технологического процесса, качеством продукции и техникой безопасности. Мастер имеет право налагать взыскания на виновных в нарушении трудовой и технологической дисциплины и поощрять рабочих за хорошую работу. Социалистическое производство ведется по плану в интересах всего общества, требует от каждого его члена высокой дисциплины. Социалистическая дисциплина выражает новый этап связей людей в процессе производства. Строгое соблюдение технологической дисциплины, обеспечение четкого ритма работы, полное использование рабочего времени — неотъемлемые требования социалистической дисциплины труда.

Каждый трудящийся должен добросовестно исполнять возложенные на него трудовые обязанности, выполнять норму и обеспечивать надлежащее качество исполняемой работы, строго соблюдать расписание рабочего времени, подчиняться общим правилам поведения, обеспечивающим нормальную обстановку на предприятии, строго соблюдать правила техники безопасности, санитарные и противопожарные правила, бережно относиться к социалистическому имуществу.

Трудовые конфликты, возникающие в цехе, решаются в порядке существующей субординации: мастер, старший

мастер, заместитель начальника цеха по кадрам, начальник цеха. Каждый рабочий имеет право на решение личных вопросов у начальника цеха, директора предприятия или его заместителей. Для приема трудящихся должностными лицами отводится специальное время.

В борьбе за укрепление социалистической дисциплины труда большое значение имеет коммунистическое воспитание, повышение общеобразовательного и культурного уровня работников. Но наше общество не может пока обходиться без принуждения, без определенных мер взыскания к нарушителям и обязано применять различные формы общественного воздействия: обсуждение случаев нарушения трудовой дисциплины на собраниях работников предприятия, цеха, бригады, обличение нарушителей в печати, проведение товарищеских судов.

Важную и разностороннюю организаторскую работу проводит на предприятии партийная организация, которая мобилизует коллектив на выполнение государственного плана, укрепляет трудовую дисциплину и направляет организацию социалистического соревнования.

Большое значение в управлении предприятием имеют также профсоюзы, являющиеся школой коммунизма, школой воспитания у трудящихся коммунистического отношения к труду, укрепления трудовой дисциплины.

Профсоюзы организуют социалистическое соревнование, участвуют в регулировании заработной платы, ведут работу по государственному страхованию, организуют отдых трудящихся, участвуют в распределении жилой площади, осуществляют контроль за техникой безопасности. Профсоюзы осуществляют контроль за соблюдением законодательства о труде, защищают трудовые права рабочих и служащих.

Каждый рабочий или служащий предприятия может участвовать в управлении производством, внося деловые предложения через партийные, профсоюзные или комсомольские организации, выступая на производственных совещаниях или технических конференциях, через стенную или многотиражную печать и т. д.

Важнейшим документом, определяющим взаимные обязательства администрации предприятия и коллектива рабочих и служащих, является коллективный договор — соглашение, ежегодно заключаемое между трудящимися (в лице профсоюзной организации) и администрацией.

В договоре содержатся обязательства администрации и коллектива рабочих и служащих по выполнению плана, внедрению новой техники и механизации трудоемких работ, по экономии сырья, электроэнергии, топлива и т. д., по повышению рентабельности, улучшению организации заработной платы, жилищно-бытовых условий трудящихся, по культурно-массовым и оздоровительным мероприятиям.

## § 115. Производительность труда и техническое нормирование

Производительность труда определяется количеством продукции, вырабатываемой в единицу времени. Повышение производительности труда есть увеличение выпуска продукции в единицу времени. Повышение производительности труда при капитализме связано с увеличением степени эксплуатации труда рабочих, так как результаты роста производительности труда присваивают владельцы предприятий.

В социалистическом обществе повышение производительности является основой для повышения жизненного уровня трудящихся. Повышение произ-

водительности труда при социализме сопровождается сокращением рабочего дня, увеличением свободного времени, снижением розничных цен на товары.

**Техническое нормирование.** Задачей технического нормирования труда является установление для конкретных производственных условий научно обоснованных норм времени на выполнение единицы заданной работы (операцию, штуку, комплект и т. д.).

**Нормой времени** называется количество времени, необходимое для выполнения какой-либо операции или изготовления единицы продукции.

**Нормой выработки** называется количество единиц продукции (шт.) или объем работ, который необходимо выполнить за единицу времени (мину-ту, час, смену, сутки и т. д.).

**Норма времени**, или так называемое штучно-калькуляционное время, состоит из подготовительно-заключительного и штучного времени, т. е.

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{п.з}} + T_{\text{шт}} \text{ (мин.)}$$

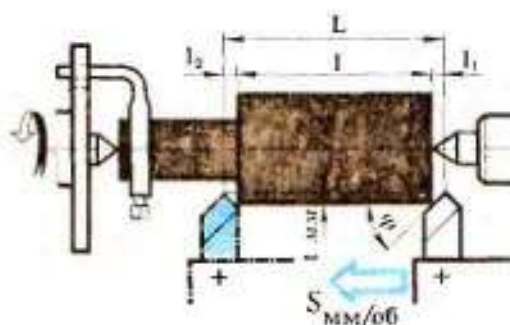
**Подготовительно-заключительное время** ( $T_{\text{п.з}}$ ) — время, необходимое для ознакомления с заданием, чертежами, технологией, делового разговора с мастером, а также для выполнения действий по окончании работы (уборка рабочего места, сдача готовой продукции и др.).

В штучное время входит основное, вспомогательное время, время обслуживания и время на отдых

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{обсл}}$$

**Основное (машинное) время**  $T_{\text{осн}}$  — время, в течение которого осуществляется технологический процесс (изменение формы, структуры, размеров, химических и физических свойств заготовки или узла и т. д.). Для обработки резанием — это время, затрачиваемое на снятие стружки.

# 355. СХЕМА К РАСЧЕТУ МАШИННОГО ВРЕМЕНИ ПРИ НАРУЖНОМ ОБТАЧИВАНИИ



Основное время определяют по формуле

$$T_{\text{осн}} = \frac{L}{ns} \cdot i \text{ мин.}$$

где  $L$  — путь, пройденный инструментом в направлении подачи:  $L = l_1 + l + l_2$  (рис. 355);

$l_1$  — длина врезания, мм;

$l$  — длина обрабатываемой поверхности по чертежу, мм;

$l_2$  — длина перебега инструмента, мм ( $l_2 = l \div 2$  мм);

$n$  — число оборотов в минуту заготовки;

$s$  — величина подачи, мм/об;

$i$  — количество проходов.

Вспомогательное время

$T_{\text{всп}}$  — время, необходимое для выполнения вспомогательных работ (установка заготовки и снятие детали, измерение, подвод и отвод инструмента, пуск и остановка станка и др.).

Время обслуживания  $T_{\text{обсл}}$  —

время, которое складывается из следующих частей:

времени организационного обслуживания  $T_{\text{орг}}$  на уборку рабочего места, раскладку и уборку инструмента в начале и в конце смены и др.;

времени технического обслуживания  $T_{\text{техн}}$  — на регулировку и подналадку станка, замену инструмента, заточку инструмента и др.;

времени перерывов на отдых, личные (естественные) надобности и производственную гимнастику  $T_{\text{отд}}$ .

Время на обслуживание составляет около 4%, а время на отдых и личные надобности — 2% от оперативного времени, т. е.

$$T_{\text{обсл}} = \frac{4T_{\text{оп}}}{100} \text{ мин.}; \quad T_{\text{отд}} = \frac{2T_{\text{оп}}}{100} \text{ мин.}$$

Оперативным временем  $T_{\text{оп}}$  называется сумма основного и вспомогательного времени, т. е.

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} \text{ мин.}$$

Технически обоснованные нормы времени устанавливаются в результате тщательного анализа и выявления всех производственных возможностей каждого цеха, участка, рабочего места и последовательности выполнения операции. К разработке и пересмотру технических норм привлекаются передовые рабочие.

При проектировании новых предприятий, цехов и участков на основе технических норм времени определяется необходимое количество рабочих, оборудования, производственных площадей.

## Контрольные вопросы

1. Назовите основные принципы управления социалистическим производством.
2. Перечислите виды внутризаводского планирования.
3. Охарактеризуйте производственную структуру социалистического предприятия.
4. Расскажите об основных положениях трудового законодательства СССР.
5. В каких формах проявляется участие рабочих в управлении предприятием?
6. Из каких элементов складывается норма штучного времени?



## ГЛАВА 25. СВЕДЕНИЯ О НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА (НОТ)

### § 116. Понятие о научной организации труда и ее задачи

На предприятиях Советского Союза внедряется научная организация труда — стройная научно обоснованная система методов и форм организации труда в целях обеспечения наиболее высокой производительности труда и создания наиболее благоприятных условий для сохранения здоровья трудящихся.

Еще на заре нашего государства в первые дни существования Советской власти В. И. Ленин указал на необходимость внедрения основ научной организации труда в социалистическое строительство. «Учиться работать — эту задачу Советская власть должна поставить перед народом во всем ее объеме», — подчеркивал В. И. Ленин в «Очередных задачах Советской власти»<sup>\*</sup>.

В. И. Ленин сам в партийной и государственной работе и в личных делах показывал образцы НОТ.

Научная организация труда (НОТ) решает экономические, социальные и психофизиологические задачи.

Экономические задачи НОТ заключаются в обеспечении наиболее рационального использования сырья и материалов, денежных ресурсов и рабо-

чей силы, роста производительности труда и общего повышения эффективности производства.

Социальные задачи НОТ заключаются в повышении культурно-технического уровня работников, их всестороннего и гармонического развития, превращения труда в жизненную потребность каждого гражданина.

Психофизиологические задачи НОТ заключаются в создании на производстве наиболее благоприятных условий труда с целью сохранения здоровья и работоспособности трудящихся.

Переход предприятий на новые условия планирования и экономического стимулирования является толчком к дальнейшему развитию НОТ. Расширение прав предприятий, создание премиальных фондов обеспечивают условия для материального стимулирования внедрения НОТ во все отрасли народного хозяйства.

Часть экономических задач НОТ решается путем разделения труда, кооперации труда, рациональной организацией рабочего места.

### § 117. Разделение труда

Специализация производства бывает предметной и технологической. Предметной специализацией называется такая организация производственного процесса, при которой рабочее место, участок или цех выпускают определенную продукцию (например, моторный цех изготавливает моторы, кузовной цех — кузова, метизный цех — мелкие детали и т. д.).

Технологической специализацией называется такая организация производственного процесса, при которой цех, участок и рабочее место выполняют определенную стадию технологического процесса (например, термические работы, молярные работы) или более строго ограниченные

<sup>\*</sup> В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, стр. 188.

виды работ (токарная обработка, шлифование, сборка). Уровень специализации определяется масштабами производства, трудоемкостью и степенью постоянства выпуска одних и тех же изделий.

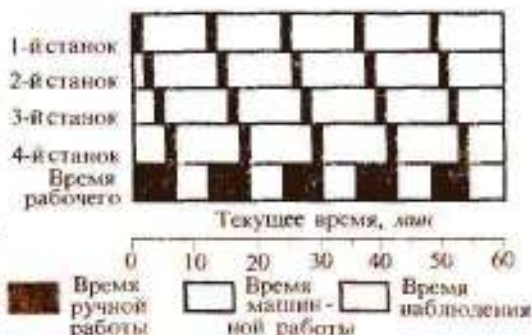
Функциональное расчленение выполняемой работы (в соответствии с функциями, которые выполняет работник на производстве). Различают основной труд, вспомогательный и обслуживающий. Под основным трудом подразумевают труд по изготовлению реализуемой продукции. Вспомогательный и обслуживающий труд — это труд по изготовлению инструмента и приспособлений для нужд производства, труд работников ремонтных цехов по поддержанию технологического оборудования в состоянии эксплуатационной готовности, труд работников снабжения, сбыта, транспортного хозяйства и т. д.

Разделение труда в зависимости от уровня квалификации (тарифного разряда работников). Например, токари высокого разряда выполняют работы по изготовлению деталей со сложными сочетаниями поверхностей, особо точных и т. д., а токари более низких разрядов выполняют черновую обработку при сравнительно несложных сочетаниях поверхностей и невысоких требованиях к точности размеров изготавливаемой детали.

Пооперационное разделение труда, т. е. расчленение технологического процесса на отдельные операции, выполняемые на определенных рабочих местах.

Прогрессивной формой организации труда является многостаночное обслуживание, при котором один рабочий или бригада рабочих работает одновременно на нескольких станках, выполняя ручные приемы на каждом из них в период автоматической работы всех остальных станков. На рис. 356 показан график затрат рабочего времени при

356. ГРАФИК ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ЧЕТЫРЕХ СТАНКОВ



обслуживании четырех станков. Применяют различные варианты многостаночного обслуживания: станков-дублеров, выполняющих одинаковые операции; станков, занятых последовательными операциями по обработке заготовок одной и той же детали; однотипных или разнотипных станков, загруженных заготовками различных деталей и выполняющих различные операции.

## § 118. Кооперация труда

Кооперацией труда называется объединение усилий отдельных исполнителей для достижения конечной цели производства.

Большое развитие получают различные формы кооперации между предприятиями: создание объединений и фирм, связи между предприятиями и отраслями промышленности по поставке комплектующих изделий и т. д.

Внутри предприятия осуществляются межцеховая кооперация, внутрицеховая (между различными участками) и внутриучастковая (между исполнителями).

Одной из наиболее рациональных форм кооперации является бригадная организация труда. Бригады бывают специализированные и комплексные. Специализированные бригады состоят из рабочих одной специальности, а комплексные — из рабочих различных специальностей. Работа комплексной бригады основана на разделении труда. Например, бригада, обслуживающая автоматическую линию станков, состоит из оператора, наладчика, слесаря-ремонтника и электрика; бригада, обслуживающая тяжелый карусельный станок, состоит из токарей-карусельщиков различных рядов.

Бригады могут быть сменными, т. е. работающими в одной смене, или межсменными, или сквозными. Сквозные бригады создаются в тех случаях, когда работа, начатая одной сменой, должна продолжаться другой. Оплата труда членов сквозной бригады зависит от общего результата работы, поэтому каждый член бригады имеет личную и коллективную материальную заинтересованность в улучшении производственных показателей (повышением производительности труда, улучшением качества, снижением себестоимости).

Когда полностью загрузить специализированных рабочих не представляется возможным, применяют совмещение профессий (например, токарь-универсал и токарь-карусельщик, токарь-лекальщик и токарь-затыловщик). Рабочие-станочники осуществляют совмещение профессий в форме многостаночного или многоагрегатного обслуживания.

Совмещают профессии не только основные рабочие, но и вспомогательные. Например, щорник и смазчик, смазчик и слесарь. Совмещение профессий ведет к уменьшению числа вспомогательных рабочих и сокращает простои оборудования.

Совмещение профессий ведет к уменьшению числа вспомогательных рабочих и сокращает простои оборудования.

Совмещение профессий ведет к уменьшению числа вспомогательных рабочих и сокращает простои оборудования.

## § 119. Научная организация рабочего места и психофизиологические условия труда

Под научной организацией рабочего места понимают систему мероприятий по созданию необходимых условий для достижения высокопроизводительного труда при наиболее полном использовании технических возможностей оборудования и при нормальной физиологической нагрузке работающего.

Научная организация рабочего места, не требуя больших затрат, оказывает значительное влияние на повышение производительности труда. Рациональная организация рабочих мест — важный показатель культуры всего предприятия.

В зависимости от степени механизации выполняемых работ рабочие места делятся на автоматические, полуавтоматические, машинные, машинно-ручные, ручные. Рабочее место токаря-универсала относится к машинным, рабочее место слесаря, применяющего сверлильный станок, — к машинно-ручным и т. д.

В зависимости от расстановки рабочих рабочие места делятся на индивидуальные и бригадные. В зависимости от количества обслуживаемых станков рабочие места бывают одностаночные и многостаночные.

Научная организация рабочего места предусматривает:

рациональную планировку рабочего места. Оснащение рабочего места необходимым комплектом инвентаря, приспособлений, режущего и измерительного инструмента;

своевременную подачу необходимого количества заготовок на рабочее место, вывоз готовых деталей или транспортировку их на соседнее рабочее место; своевременный контроль деталей контролером ОТК;



четкую организацию получения и сдачи инструментов, их своевременную заточку; своевременное обеспечение технической документацией (чертежами, операционными картами, рабочими нарядами);

работу на рациональных режимах резания, наиболее полное использование возможностей станка и инструмента.

Системы обслуживания рабочих мест. Чтобы рабочий основного производства мог наиболее полно использовать рабочее время для выполнения основной работы, вспомогательные функции (работы) передают вспомогательным рабочим.

К вспомогательным функциям в механических цехах относятся:

наладочные работы, осуществляемые рабочими-наладчиками. Сюда входят: закрепление и наладка инструментов; установка, выверка и опробование приспособлений; настройка кинематических цепей станка; изготовление пробных деталей; периодическая замена изношенных инструментов и подналадка станка;

подготовка инструмента, осуществляемая заточниками и слесарями инструментальных цеховых служб. Это заточка и доводка режущих инструментов, набор ножей сборных режущих инструментов, сборка приспособлений на базе комплекта УСП, мелкий ремонт приспособлений и вспомогательных инструментов (оправок, державок и т. д.); ремонтные работы и профилактика, осуществляемые слесарями ремонтной службы цеха. Сюда входят профилактические осмотры и мелкий ремонт станков, регулировка и смазка оборудования, обслуживание подъемно-транспортного оборудования цеха; ремонтные работы и профилактика системы электропитания, осуществляемая слесарями-электриками и электромонтерами энергетической службы цеха. Сюда входят профилактический осмотр

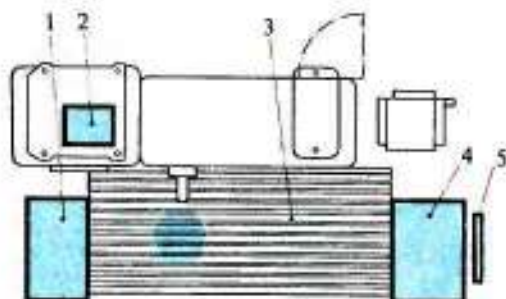
и мелкий ремонт электрооборудования и осветительной сети.

Принципом организации обслуживания рабочих мест является предупредительное обслуживание, т. е. подготовка всего необходимого на рабочем месте на основе сменно-суточного задания и доставка всех предметов снабжения (сырье, оснастка, вспомогательные материалы) на рабочее место.

На планировку рабочего места токаря влияют габариты и назначение станка, размеры и вес обрабатываемых заготовок, а также тип производства. Для единичного и серийного производства, когда приходится обрабатывать заготовки разнообразных деталей, на рабочем месте устанавливают инструментальный шкафчик и стеллаж. Если приходится обрабатывать преимущественно валики с закреплением в центрах, то лучше стеллаж с заготовками (деталью) ставить слева, а инструментальный шкафчик справа от рабочего (рис. 357), так как заготовку устанавливают в центрах левой рукой. При обработке главным образом коротких заготовок, закрепляемых в патроне правой рукой, стеллаж лучше установить справа от токаря (рис. 358). В массовом производстве, когда заготовки передаются

### 357. ПЛАНИРОВКА РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ С ПРАВЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ШКАФЧИКА:

1 — стеллаж, 2 — лоток для инструментов, 3 — решетка, 4 — инструментальный шкафчик, 5 — планшет для чертежей



от одного рабочего места к другому по склизу или конвейеру, стеллаж на рабочем месте не устанавливают.

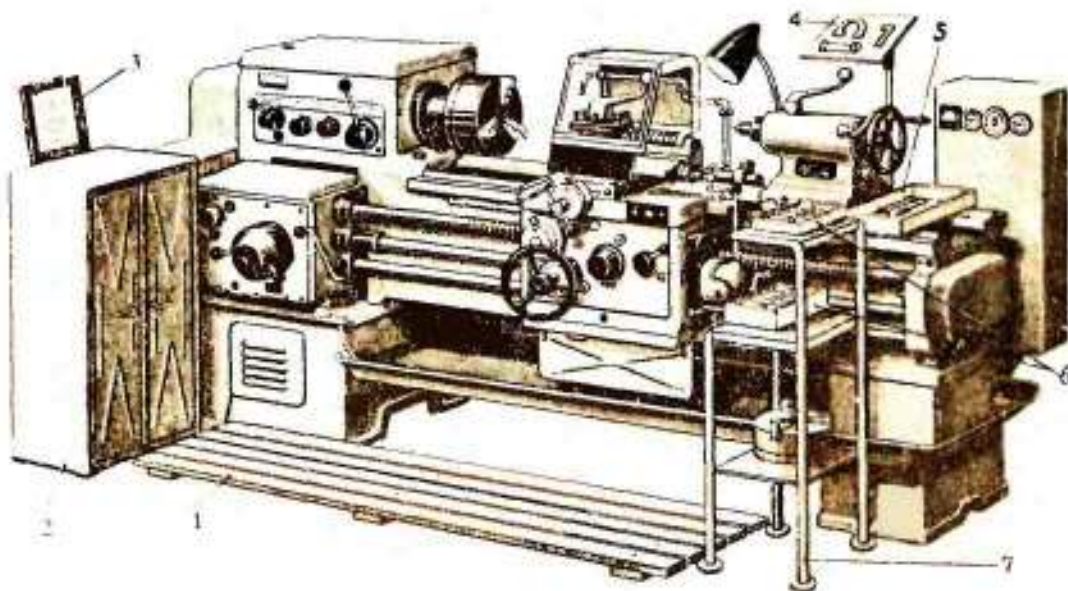
На рабочем месте токаря, работающего на крупном токарном станке, может находиться несколько стеллажей и инструментальный шкаф больших размеров. Рабочее место должно обслуживаться кран-балкой для установки заготовки и снятия деталей. Рабочее место планируют с учетом зон досягаемости, чтобы оперирование у станка не вызывало частых перемещений рабочего, наклонов и поворотов корпуса, перекладывания инструмента или детали из одной руки в другую, т. е. чтобы рабочим затрачивались минимальные физические усилия. Для этого оснастка,

ключи, техническая документация должны иметь определенное постоянное место, что способствует выработке у токаря определенного автоматизма в работе. В инструментальном шкафчике должен быть строгий порядок, предметы оснастки должны находиться в постоянных закрепленных за ними отделениях (ящиках) шкафчика. В верхнем ящике хранят чертежи, технологические карты, рабочие наряды, «Справочник токаря», измерительные инструменты. Резцы, сгруппированные по типам и размерам, укладывают в среднем ящике. Ниже последовательно располагают сверла, зенкеры, расточные ножи, метчики, плашки, переходные втулки, центры, хомутики, подкладки. В самом нижнем ящике укладывают патроны, а также кулачки и накладки к ним. Не следует загромождать шкафчик излишним запасом инструментов: все необходимое для работы лучше получать в начале смены из кладовой.

В серийном производстве рекомендуется заранее подготавливать комплект оснастки (оправки, инструменты, смен-

### 358. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ С ЛЕВЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ШКАФЧИКА:

1 — решетка, 2 — инструментальный шкафчик, 3 — планшет для чертежей, 4 — планшет для измерительных инструментов, 5 — лоток для инструментов и ключей, 6 — ящик для деталей и заготовок, 7 — стеллаж





ный налаженный резцедержатель, шаблоны и др.) для обработки определенной заготовки и хранить каждый комплект отдельно в соответствующих ящичках инструментального шкафчика. Патроны и люнеты размещают на нижней полке стеллажа.

Перед началом работы располагают все предметы, которые берут правой рукой — справа от рабочего, а предметы, которые берут левой рукой — слева. Предметы, которыми пользуются чаще (например, ключ патрона), кладут ближе к рабочему, чем предметы, которыми пользуются реже (например, ключ резцедержателя).

Часто применяемые ключи и подкладки укладывают на планшете с буртиком, планшет помещают на передней бабке или на станине. Многие токари устанавливают на рабочем месте дополнительные полки, прикрепляя их к стойке лампы местного освещения или к корпусу задней бабки.

Используют различные конструкции инструментальных шкафчиков для одного рабочего, для двоих рабочих-сменщиков с общим или раздельным использованием оснастки. На рис. 359 показан типовой инструментальный шкафчик с вращающимися секторными ящиками. Ящики легко выдвигаются путем вращения вокруг оси, что обеспечивает удобство обзора находящихся в них оснастки и сокращает время на поиски нужного предмета.

Психофизиологические условия труда. Создание благоприятных психофизиологических условий для деятельности человека на производстве — основа научной организации труда. При решении производственных задач учитывают психологические и физиологические свойства труда. К ним относятся: быстрота реакции, точность осознания различных сигналов, объем памяти, скорость восприятия и переработки информации, пределы возможности мышечной системы, скорость

движения человека. На работоспособность человека влияет время года, время суток, погода, температура в цехе, личное нравственное состояние (настроение) и многие другие факторы.

К психофизиологическим мероприятиям, направленным на повышение производительности труда, относятся научное обоснование процессов труда и отдыха, правильное распределение нагрузки на мышечную, нервную, сердечно-сосудистую и другие системы человеческого организма, контроль за состоянием функций организма, профессиональный отбор на основе психофизиологических исследований.

Огромное значение имеет хорошее, бодрое настроение человека. Оно зависит прежде всего от взаимоотношений людей. Атмосфера дружбы, взаимопонимания, взаимопомощи и непринужденности в коллективе — важнейшие условия дружного высокопроизводительного труда.

### 359. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ШКАФИК НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ТОКАРЯ





## Контрольные вопросы

1. Что такое научная организация труда, каковы ее задачи?
2. В чем заключается разделение и кооперация труда в социалистической промышленности?
3. Что подразумевается под научной организацией рабочего места?
4. Укажите основные требования к научной организации рабочего места токаря.
5. В чем заключаются физиологические и психологические основы трудовой деятельности?



## ГЛАВА 26. ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

### § 120. Повышение производительности труда и социалистическое соревнование

Повышение производительности труда. Всемерное повышение производительности труда — одна из главных задач развития социалистической экономики. Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусматривается дальнейшее повышение производительности труда за пятилетие на 36—40%.

Основные пути повышения производительности труда:

снижение трудоемкости продукции на основе механизации и автоматизации производства, совершенствования технологических процессов, применения передовых методов организации производства и труда;

повышение трудовой и технологической дисциплины, непрерывное повышение производственной квалификации работников, использование для производства продукции каждой минуты рабочего времени, освоение смежных специальностей, содержание своего рабочего места в порядке, недопустимость брака в работе.

Роль и формы социалистического соревнования. Социалистическое соревнование выражает коммунистическое отношение к труду

и подтягивает отстающих до уровня передовых. Социалистическое соревнование означает развитие социалистического производства на основе максимальной активности и инициативы трудящихся. Сила социалистического соревнования состоит в его массовом характере.

Задачи соревнования в новых условиях хозяйствования заключаются в том, чтобы направить трудовую активность работников на выполнение производственных планов повышения производительности труда, улучшение качества продукции, экономии сырья, топлива и других ресурсов.

Социалистическое соревнование немислимо без быстрого и широкого распространения передового опыта. Формы передачи передового опыта многообразны.

Наиболее эффективным является индивидуальная и бригадная передача передовых методов по профессиям, школы передовых методов, творческие командировки рабочих на передовые предприятия для ознакомления с передовой технологией и опытом работы новаторов.

Профсоюзными и комсомольскими организациями проводятся смотры-конкурсы по профессиям, которые являются массовыми демонстрациями мастерства рабочих. В конкурсах на звание лучшего токаря цеха, завода, ведомства, отрасли промышленности принимают участие и многие выпускники училищ системы профтехобразования: они неизменно показывают образцы высокопроизводительного труда, рабочую сменачку, тщательную строботку навыков, в ряде случаев — подлинное искусство.

Областными и республиканскими Советами профсоюзов по показателям работы за год (или за квартал) присваиваются звания лучшего рабочего данной профессии: «Лучший токарь», «Лучший фрезеровщик» и т. д.

## § 121. Организация заработной платы

При социализме труд является единственным источником доходов каждого члена общества, поэтому важное значение имеет личная материальная заинтересованность работников в результате своего труда. Эта заинтересованность, наряду с моральными стимулами, обеспечивает дальнейшее повышение производительности труда, что является самым важным для построения нового общественного строя — коммунизма.

В условиях социалистического производства заработная плата — это та часть общественного продукта в денежной форме, которая выплачивается трудящемуся государством в соответствии с количеством и качеством затраченного им труда.

Зарботная плата регулируется на основе тарифной системы, которая состоит из тарифных сеток, форм оплаты и тарифно-квалификационных справочников.

Тарифная сетка представляет собой перечень тарифных разрядов с тарифными коэффициентами, которые присваиваются каждому тарифному

разряду. Для машиностроения и металлообрабатывающей промышленности применяется неразрывная тарифная сетка и часовые тарифные ставки для двух групп предприятия (табл. 22). Часовые тарифные ставки каждого разряда определяются умножением часовой тарифной ставки I разряда на тарифный коэффициент данного разряда.

Формы оплаты. На социалистических предприятиях применяются две формы оплаты труда — сдельная и повременная.

Сдельная оплата труда характеризуется тем, что рабочий получает заработную плату по сдельным расценкам. Сдельная оплата труда бывает прямая, сдельно-премиальная, сдельно-прогрессивная и аккордная.

Сдельная расценка на данную операцию определяется из формулы

$$C_{с.р} = \frac{C_{с.ч}}{60} \cdot H \text{ коп.},$$

где  $C_{с.ч}$  — часовая тарифная ставка по соответствующему разряду;  
 $H$  — норма времени в минутах на операцию.

Таблица 22

Тарифная сетка и часовые тарифные ставки (в коп.)  
для рабочих машиностроения и металлообрабатывающей промышленности

| Группа рабочих                                                                                                                   | Группа предприятий | Разряды      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|------|------|------|------|------|
|                                                                                                                                  |                    | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|                                                                                                                                  |                    | Коэффициенты |      |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  |                    | 1,0          | 1,13 | 1,29 | 1,48 | 1,72 | 2,0  |
| Повременщики, занятые на холодных работах                                                                                        | I                  | 27,5         | 31,1 | 35,5 | 40,7 | 47,3 | 55,0 |
|                                                                                                                                  | II                 | 26,3         | 29,7 | 33,9 | 38,9 | 45,8 | 52,6 |
| Сдельщики, занятые на холодных работах, и повременщики, занятые на горячих, тяжелых работах и работах с вредными условиями труда | I                  | 32,0         | 36,2 | 41,3 | 47,4 | 55,0 | 64,0 |
|                                                                                                                                  | II                 | 30,5         | 34,5 | 39,3 | 45,1 | 52,5 | 61,0 |



Пример.  $H=20$  мин/опер. Разряд работы III, предприятие I группы.

$$C_{с.р} = \frac{41,3}{60} \cdot 20 = 13,7 \text{ коп.}$$

Если в наряде указывается не норма времени на операцию, а норма выработки в штуках деталей за один час  $q_n$ , то сдельная расценка рассчитывается по формуле

$$C_{с.р} = \frac{C_{с.ч}}{q_n} \text{ коп.}$$

Пример. Норма выработки — 12 шт/ч, разряд работы IV, предприятие II группы.

$$C_{с.р} = \frac{45,1}{12} = 3,7 \text{ коп.}$$

При сдельно-премиальной системе рабочий за выполнение и перевыполнение установленных норм получает премию в установленном размере.

При прогрессивно-сдельной системе рабочий получает за продукцию сверх нормы по прогрессивно увеличивающимся расценкам, а за продукцию в пределах установленной нормы — по установленным расценкам. Эта система применяется временно для ликвидации отставаний.

Косвенная сдельная система применяется для стимулирования производительности труда вспомогательных рабочих. Суть ее заключается в том, что заработная плата вспомогательного рабочего (например, слесаря-ремонтника) зависит от количества выпущенной продукции рабочими, которых он обслуживает (например, станочников).

Аккордная оплата труда применяется при срочных работах (ликвидации аварий, поломок, срочных ремонтах и др.). Расценка устанавливается на всю работу в целом.

Повременная оплата заключается в том, что работник получает заработную плату за фактически проработанное время. Повременная форма оплаты устанавливается в тех случаях,

когда невозможно учесть объем выполнения работы. Повременная заработная плата бывает почасовая, окладная, повременно-премиальная.

Почасовая оплата — оплачивает труд рабочего по тарифным ставкам повременщикам согласно его тарифному разряду за проработанное время.

Рабочим-повременщикам некоторых профессий взамен почасовых тарифных ставок устанавливаются месячные оклады.

Разряд рабочего устанавливается по единому тарифно-квалификационному справочнику, который предусматривает для каждого разряда определенный объем умений и знаний. Для установления разряда рабочим создаются тарифно-квалификационные комиссии, которые контролируют пробную работу, выполняемую рабочим и проверяют его знания (экзамен). На предприятиях создаются условия для непрерывного повышения квалификации. Каждый рабочий имеет право на периодическое (через определенные сроки) прохождение тарифно-квалификационной комиссии с целью повышения разряда.

## § 122. Экономические показатели работы предприятия

Для планирования и оценки работы предприятий приняты девять показателей, основными из которых являются: объем реализуемой продукции, номенклатурное задание, фонд заработной платы (число рабочих не регламентируется), задание по росту производительности труда, задание по прибыли и уровню рентабельности и др. Поскольку прибыль зависит от себестоимости, последняя показывает, насколько эффективно работает предприятие.

Себестоимость продукции представляет собой выраженные в денежной форме затраты на ее производство и реализацию. В себестоимость включаются затраты прошлого труда (амортизация основных фондов, т. е. производственных помещений и оборудования, стоимость сырья, материалов, топлива) и расходы на оплату работников предприятия.

Себестоимость бывает цеховой — затраты цеха на изготовление детали, и общезаводской, определяющей затраты на изготовление детали в пределах завода.

Социалистическая система хозяйства создает все необходимые условия для систематического снижения себестоимости продукции. Снижение себестоимости — источник накоплений, необходимый для развития производительных сил и повышения жизненного уровня. Чем ниже себестоимость продукции, тем больше государство получит средств для дальнейшего роста общественного производства, повышения материального и культурного уровня трудящихся.

Основные пути снижения себестоимости продукции: освоение передовой организации труда и управления производством; внедрение прогрессивных норм расхода материалов, топлива, энергии; внедрение прогрессивной технологии; систематическое соблюдение режима экономии, выражающееся в борьбе с различными потерями на производстве; использование отходов производства; улучшение использования оборудования.

**Цена.** Продукты (изделия), вырабатываемые на государственных предприятиях, продаются за деньги, являются товарами и имеют цены. Цена товара устанавливается государством в плановом порядке, при этом учитываются интересы государства и его граждан. Цены делятся на оптовые и розничные. По оптовым ценам реализуют продук-

цию промышленные предприятия друг другу, а по розничным — населению.

**Прибыль** есть разница между ценой и себестоимостью. Прибыль является важнейшим показателем работы предприятия.

Прибыль предприятия распределяется следующим образом: взносы в государственный бюджет (плата за основные фонды и оборотные средства); образование фонда материального поощрения, фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства и фонда развития производства. Фонд материального поощрения предназначен для текущего премирования работников предприятия, а также для вознаграждения по итогам деятельности коллектива за год. Фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства используется для улучшения медицинского обслуживания работников предприятия, строительства жилых домов, клубов, домов отдыха и т. д. Фонд развития производства используется для улучшения технической оснащенности предприятия и улучшения организации производства.

Абсолютный размер прибыли не может служить полным основанием для характеристики работы предприятия, так как зависит от характера изготавливаемой продукции и объема производства.

Поэтому применяется обобщенный показатель — рентабельность, позволяющий точно судить о работе предприятия.

**Рентабельность** называется отношением суммы прибыли к стоимости основных производственных фондов и оборотных средств. Чем лучше используется оборудование, экономятся сырье, электроэнергия, вспомогательные материалы, чем меньше непроизводительные затраты времени, чем лучше работает весь коллектив — тем выше рентабельность предприятия.

**Хозрасчет.** Сущность хозяйственного расчета, как метода управления, заключается в том, что предприятие свои расходы, связанные с изготовлением и реализацией продукции, покрывает доходами от реализации продукции и часть прибыли отдает государству.

При наличии экономии по зарплате и расходу материалов и электроэнергии и при условии выполнения количественных и качественных показателей

производственной программы работники предприятия получают премию в виде единовременных выплат (например, тринадцатая зарплата в конце года по результатам деятельности предприятия).

Хозяйственный расчет способствует выявлению и введению в действие всех резервов предприятия, обеспечивает изготовление продукции при наименьших затратах.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные пути повышения производительности труда.
2. Назовите формы социалистического соревнования на производстве.
3. Какие формы заработной платы вы знаете?
4. Что такое себестоимость, цена, прибыль, рентабельность, хозрасчет?





## ЧАСТЬ ВОСЬМАЯ

### ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

#### ГЛАВА 27 Техника безопасности

#### ГЛАВА 28 Противопожарные мероприятия

### ГЛАВА 27. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

#### § 123. Общие правила техники безопасности на территории предприятия

Территория предприятия должна быть ровной: ямы и другие углубления, устраиваемые для технических целей, должны быть плотно и прочно закрыты или надежно ограждены.

Дороги и проходы на территории предприятия должны быть, как правило, прямолинейными. Ширина дорог должна соответствовать применяемым транспортным средствам, перемещаемым грузам и интенсивности движения, а также должно учитываться наличие встречных перевозок. Проезжая часть дорог должна иметь твердые покрытия. В местах пересечения рельсовых путей с дорогами и тротуарами устраивают переезды, переходы, охраняемые или оборудованные сигнализацией, обеспечивающей безопасность движения.

В местах особо интенсивного железнодорожного движения и на основных путях движения людей должны устраиваться мосты-переходы над рельсовыми путями или тоннели.

Для передвижения людей на территории предприятий должны устраиваться тротуары шириной не менее 1,5 м, покрытые твердыми материалами.

С наступлением темноты или плохой видимости места движения людей, а также места работ и движения транспорта должны быть обеспечены искусственным освещением.

Движение транспорта и людей на территории предприятия регулируется знаками движения и сигнальными устройствами.

На территории предприятия необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

ходить только по пешеходным дорожкам, не переходить железнодорожный путь вблизи приближающегося подвижного состава;

не пролезать под вагонами, не проходить между расцепленными близко стоящими вагонами, не цепляться за движущийся подвижной состав.

#### § 124. Техника безопасности в механических цехах

**Общие правила.** Управлять подъемно-транспортным устройством, застропливать и освобождать грузы, а также подавать сигналы к постам управления подъемно-транспортных устройств должны только обученные и инструктированные лица, имеющие соответствующее удостоверение на право производства этих работ.

Подъемные устройства оснащаются приспособлениями, обеспечивающими надежное удержание заготовки, изделия или инструмента, а также удобный и безопасный подъем и установку их на станок.

Подвесные транспортные приспособления (монорельсы, конвейеры и др.) не должны располагаться над рабочими местами. Эксплуатируемое оборудование должно находиться в полной исправности. Работа на неисправном оборудовании запрещается. Оборудование (станки, механизмы, прессы и т. д.) должно быть надежно установлено на прочных фундаментах или основаниях, тщательно выверено и закреплено.

Рабочий, находясь на своем рабочем месте, не должен подвергаться вредному воздействию со стороны смежных рабочих мест.

Задачей правильной организации рабочего места является обеспечение удобного и безопасного выполнения работы. Необходим постоянный контроль за состоянием основного и вспомогательного оборудования, приспособлений и инструмента.

Рабочее место необходимо всегда содержать в чистоте; недопустимо наличие на полу под ногами работающего стружки, различных отходов, масляных пятен. Работать необходимо в спецодежде, удобной для работы, не стесняющей движений, исключающей возможность захвата ее движущимися частями станка (рис. 360).

В приспособлениях с механическим креплением усилие, прилагаемое к ру-

#### 360. СПЕЦОДЕЖДА РАБОЧЕГО-СТАНОЧНИКА





котькам зажима, нельзя направлять в сторону инструмента.

Механизмы подачи, реверсивный механизм, промежутки между стойками и столом ограждаются щитами.

Безопасное напряжение тока для человека определяется из расчета минимального сопротивления кожи человека и безопасной величины тока. В механических цехах для освещения допускается применение напряжения не выше 36 в.

Для обеспечения безопасности токарный станок должен быть заземлен.

Правила безопасности при работе на токарных станках разделяются на правила, которые необходимо выполнять перед началом работы, во время работы станка и после окончания работы.

Перед началом работы: привести в порядок рабочую одежду: застегнуть или обвязать обшлага рукавов, заправить халат (комбинезон), чтобы не было развеивающихся концов, убрать волосы под головной убор; *небрежно надетая одежда может привести к травме;*

убедиться в исправности станка: осмотреть ограждение зубчатых колес, приводных ремней и гитары станка; проверить, не оборван ли заземляющий провод; проверить установку светильника местного освещения (свет не должен слепить глаза); проверить станок на холостом ходу и убедиться в исправности кнопок «пуск» и «стоп», органов управления, тормоза, систем смазки и охлаждения, подъемных и загрузочных устройств;

*работать на неисправном станке — опасно;*

привести в порядок рабочее место: убрать все лишнее со станка и рабочей площади; осмотреть и подготовить к работе приспособления, режущий и измерительный инструмент и крепежные детали; удобно установить тару для заготовок и деталей; проверить, ис-

правна ли подножная деревянная решетка;

*порядок на рабочем месте — залог безопасности работы;*

о неисправностях станка и электрооборудования следует немедленно сообщить мастеру или дежурному слесарю (электрику) и до устранения неисправности к работе не приступать.

Во время работы станка:

при установке, съеме заготовок и деталей весом более 20 кг пользоваться подъемными устройствами, при этом надежно стропить заготовку (деталь). Освобождать от подвески заготовку (деталь) только после ее установки и надежного закрепления на станке; прочно закреплять обрабатываемые заготовки на станке (в патроне, в

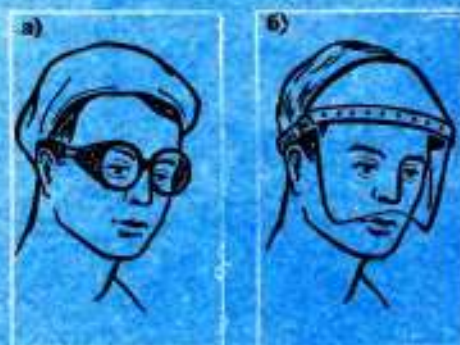
### 361. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ГЛАЗ:

а — защитные очки, б — защитный щиток

Токарь!

Работай

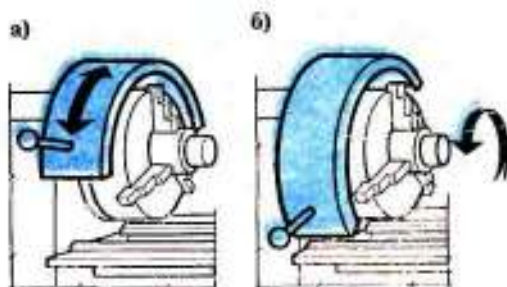
в защитных очках





### 362. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ЩИТОК К ПАТРОНУ:

а — положение при зажиме заготовки,  
б — положение при точении



центрах или на оправке). Не наращивать рукоятки ключа для закрепления заготовок в патроне, не применять подкладок между зевом ключа и гранями гайки. Не оставлять ключ в патроне после закрепления или освобождения заготовки;

правильно и надежно закреплять инструмент. При установке резца применять минимальное число подкладок, пользоваться регулируемыми подкладками; перед включением станка убедиться в том, что пуск его никому не угрожает опасностью. Перед тем как остановить станок, выключить подачу и отвести инструмент от заготовки (детали);

работать на режимах резания, указанных в справочнике или операционной карте;

обязательно отключать станок при временном прекращении работы; измерении обрабатываемой заготовки; наладке и ремонте станка, уборке рабочего места, смазке станка и регулировке; при перерывах в подаче электроэнергии;

не снимать и не открывать ограждений и предохранительных устройств; не снимать футляров с электрооборудования, не открывать дверей электрошкафов, не прикасаться к клеммам;

не тормозить станок нажимом руки на патрон или деталь. Работать с отрегулированным тормозом;

на станке, не оснащенном защитным устройством, работать в защитных очках или использовать индивидуальный защитный щиток (рис. 361, а, б); применять защитный щиток над патроном (рис. 362, а, б);

при скоростном точении стали пользоваться резцами с накладными стружколомателями или стружколомающими выкружками, при обработке чугуна — стружкоотражателями. Не убирать стружку на ходу станка. После остановки станка убирать стружку крючком и щеткой (рис. 363);

в кулачковом патроне без поддержки центром задней бабки закреплять только короткие заготовки (длиной не бо-

### 363. УБОРКА СТРУЖКИ СО СТАНКА КРЮЧКОМ И ЩЕТКОЙ



лее двух диаметров), более длинные поддерживать центром задней бабки. Нежесткие валы длиной более 10 диаметров обрабатывать в люнетах; не отрезать прутковый материал при его большом вылете из шпинделя. Выступающий из нерабочей стороны шпинделя конец прутка ограждать трубчатым кожухом; не производить никаких измерений универсальными измерительными инструментами или калибрами на ходу станка; не раздвигать кулачки патрона до выхода их из корпуса; не работать на станке в перчатках или рукавицах; если палец забинтован, поверх бинта надевать резиновый напальчник; вытирать руки чистой ветошью, не использовать для этой цели обтирочный материал, которым вытирают станок, так как можно поранить руки мелкой стружкой; следить, чтобы охлаждающая жидкость или масло не попадали на решетку и на пол в зоне рабочего места токаря. При обнаружении утечки масла из картеров станка немедленно вызывать слесаря; не облокачиваться на станок во время работы; при работе с невращающимся задним центром своевременно смазывать центровочное отверстие заготовки; периодически проверять, не отходит ли задний центр. Не допускается работа с жестким центром при скорости враще-

ния шпинделя свыше 150 об/мин; при обработке тяжелых заготовок (весом свыше 30 кг) применять самосмазывающийся центр;

если патрон крепится на шпинделе на резьбе — применять стопорное устройство, предохраняющее патрон от самотвинчивания;

не допускать чрезмерного зажима кулачкового люнета на заготовке, периодически смазывать кулачки, своевременно заменять сработанные кулачки; работать только исправным инструментом; при получении инструмента из кладовой проверять, нет ли забоин на конусных хвостовиках инструмента, трещин в твердосплавных пластинках, сколов или выкрошившихся участков на режущих кромках. Проверять надежность механического крепления пластинки при получении резца;

если при прикосновении к станку ощущается удар тока, немедленно выключить станок и сообщить об этом мастеру или дежурному электромонтеру; при заточке не подводить инструмент к торцу плоского круга; не допускать большого зазора между подручником и кругом; не прижимать инструмент с большим усилием к кругу; пользоваться защитным щитком или очками. После окончания работы:

выключить электродвигатель станка; привести в порядок рабочее место, очистить и смазать станок; аккуратно сложить на рабочем месте заготовки и детали.

### Контрольные вопросы

1. Какие правила безопасности должны соблюдаться при транспортировке заготовок (деталей) в механических цехах?
2. Перечислите основные правила техники безопасности на рабочем месте.
3. Перечислите основные правила техники безопасности при работе на токарном станке.
4. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при заточке инструмента?

## ГЛАВА 28. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

### § 125. Задачи противопожарной профилактики, причины возникновения и общие меры предупреждения пожаров

Противопожарная профилактика. Важной частью противопожарных мероприятий является профилактика, которая предусматривает методы предупреждения и ликвидации пожаров, способы ограждения пожаров и эвакуации людей и имущества из горящих помещений.

Прекращение распространения огня во время пожаров зависит от правильной планировки промышленных зданий, применения конструкций и материалов соответствующей огнестойкости, устройства необходимых противопожарных разрывов и преград. Важны также средства связи и пожарной сигнализации для быстрого вызова пожарных команд. Для успешных действий пожарных команд на промышленном объекте должны быть пожарные лестницы, водопроводные гидранты, удобные подъезды.

Для безопасной и быстрой эвакуации людей из помещений предусматриваются эвакуационные пути и выходы определенной протяженности и ширины с необходимым освещением.

Противопожарная профилактика занимается также вопросами пожарной безопасности при выполнении различных технологических процессов и производственных операций.

В цехах, на участках и вспомогательных службах организуются добровольные пожарные дружины, которые содействуют проведению пожарной профилактики и участвуют в ликвидации пожаров.

Основными причинами возникновения пожаров являются:

неисправность электропроводки, электрооборудования, электроаппаратуры; неосторожное обращение с открытым пламенем при сварке, ковке, окраске и т. п.;

самовозгорание некоторых веществ; нарушение технологического режима в производственных печах, ваннах, сушилах и т. п.

Меры предупреждения пожаров:

повышение качества инструктажа и точное выполнение требований пожарной безопасности;

замена опасных в пожарном отношении технологических операций менее опасными; расположение опасного в пожарном отношении технологического оборудования в отдельных или изолированных помещениях;

герметизация оборудования, которое в процессе работы может выделить горючие вещества (и газы).

### § 126. Специальные меры пожарной безопасности

Правила пользования огнеопасными жидкостями. В машиностроительной промышленности в качестве смазочных материалов, обезжиривающих материалов, растворителей красок и т. п. применяются различные огнеопасные жидкости, что вызывает необходимость соблюдать правила пожарной безопасности при пользовании ими.

Огнеопасные жидкости хранятся на складах, размещение и устройство ко-



торых на территории предприятий должно производиться с учетом противопожарных требований. Для тарного хранения жидкостей устраиваются склады, кроме того, жидкости хранят в надземных и подземных хранилищах (резервуарах).

На промышленных предприятиях устанавливаются нормы хранения легко воспламеняющихся и горючих жидкостей.

Запрещается курить близко от легко воспламеняющихся жидкостей. Для курения отводится безопасное место, оборудованное урнами, бочкой с водой и ящиками с песком. При работе с легковоспламеняющимися жидкостями запрещается пользоваться оборудованием и инструментами, способными вызывать искры (сварочные агрегаты, электродрели и т. п.)

Меры пожарной безопасности от короткого замыкания. Одной из причин возникновения пожаров является короткое замыкание, которое возникает при нарушении изоляции или при недоброкачественном соединении проводов электрической цепи, в котором создается большое электрическое сопротивление, вызывающее в месте соединения сильный нагрев и загорание.

Для обеспечения пожарной безопасности электрические сети рассчитываются в соответствии с существующими правилами, которые предусматривают выбор необходимого сечения проводов, их изоляцию и защиту предохранительными устройствами в зависимости от нагрузки сети и категории помещения. При монтаже электросети и электрооборудования предусматриваются устройства для автоматического выключения при коротком замыкании как всей сети, так и отдельных ее участков. Выключатели, в которых по условиям эксплуатации происходит прерывание тока, закрываются кожухами-искрогасителями.

Электроосвещение представляет пожарную опасность при нагреве проводов, так как возможно воспламенение их изоляции. Для защиты от механических и химических повреждений провода прокладывают в резиновых или стальных трубах, имеющих внутри изоляцию. Электрические лампы могут нагреваться до 200°С и выше. При такой температуре возможно загорание горючей пыли, осевшей на лампе, а также близко расположенных предметов. Эта опасность устраняется применением для электроламп специальных абажуров (светильников).

Противопожарный режим на предприятии и в цехе. Одним из мероприятий по борьбе с распространением пожаров является устройство противопожарных преград, разрезов, применение негорючих конструктивных элементов здания.

Для безопасности эвакуации людей, находящихся в зданиях при возникновении пожара, предусматривается не менее двух выходов наружу. Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться в сторону выхода из здания.

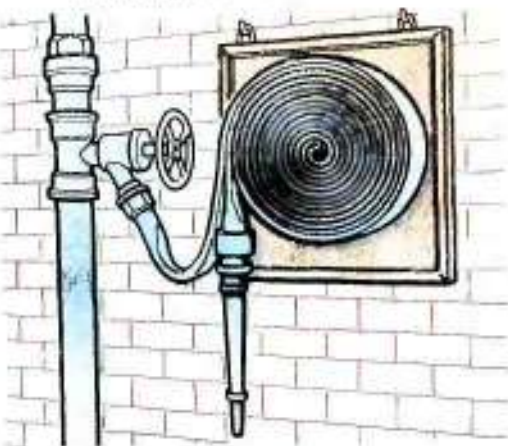
Все здания высотой более 10 м оборудуются наружными металлическими пожарными лестницами.

## **§ 127. Вызов пожарной команды и тушение пожара**

Порядок сообщения о пожаре в пожарную охрану. Распространенным средством связи является телефон общегородской сети или имеющий прямое соединение с пожарной командой. На всех автоматических телефонных станциях вызов пожарной команды производится набором легко запоминающегося номера 01.

Более совершенным видом связи являются специальные пожарные извеща-

### 364. ПОЖАРНЫЙ КРАН СО ШЛАНГОМ И БРАНДСПОЙТОМ



тели, которые обеспечивают быстрое сообщение о пожаре с указанием места его возникновения. Извещатели могут быть ручного действия (контактные устройства в виде кнопок и рубильников) и автоматические (подразделяются на две группы: реагирующие на повышение температуры — термоизвещатели; реагирующие на пламя, искры, дым — дымоизвещатели).

Тушение пожара. Для тушения пожара применяют воду, пену, углекислый газ, песок и покрывала. Простыми средствами пожаротушения являются ведра и гидropульты для воды, ящики для песка и лопаты, асбестовые одеяла, кошмы, брезенты; химическими средствами — огнетушители; техническими средствами — пожарные машины.

Вода является наиболее простым, дешевым и широко распространенным огнетушительным средством. Огнегасительные свойства воды заключаются в том, что она имеет большую теплоемкость. Кроме того, пар, выделяющийся во время испарения воды, препятствует доступу кислорода к горящему веществу и этим способствует прекращению горения.

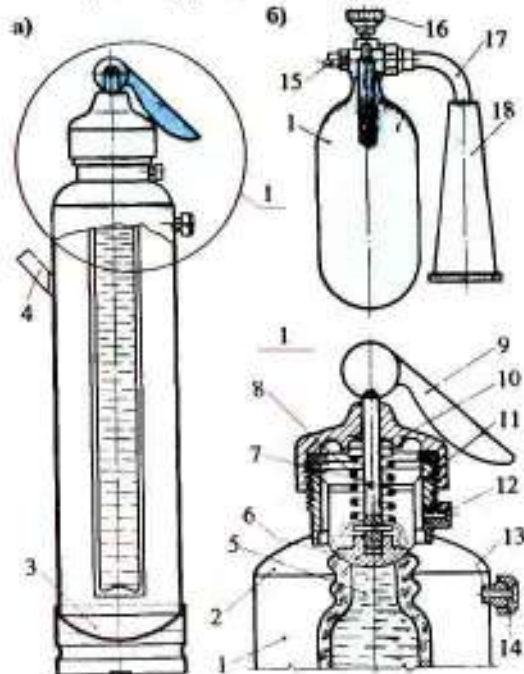
Для тушения воду применяют в виде сильных компактных струй или в распыленном состоянии. При этом используются пожарные краны со шлангами и брандспойтами (рис. 364).

Для тушения горящих твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, которые не растворяются в воде, применяют пену, которая изолирует зону горения путем образования пленки на поверхности горящей жидкости или твердого вещества.

Широко применяется также углекислый газ, действие которого основано на том, что он, попадая в сферу огня, изменяет соотношение составных частей

### 365. ОГНЕТУШИТЕЛИ:

*а — ОП-5, б — ОУ-5; 1 — баллон, 2 — верхнее днище, 3 — нижнее днище, 4 — ручка, 5 — кислотный стакан, 6 — клапан, 7 — шток, 8 — пружина, 9 — рукоятка, 10 — крышка, 11 — горловина, 12 — спрыск, 13 — штуцер, 14 — гайка, 15 — предохранитель, 16 — вентиль, 17 — сифонная трубка, 18 — диффузор*



воздуха и горение становится невозможным. Пожар тушат, направляя струи углекислого газа непосредственно на горящую поверхность или наполняя газом закрытое помещение.

**Огнетушители.** В механических цехах предприятий в качестве средств пожаротушения применяют ручные пенные огнетушители ОП-5 и углекислотные огнетушители ОУ-5.

Огнетушитель ОП-5 (рис. 365, а) имеет баллон 1 с приваренными к нему верхним 2 и нижним 3 днищами и ручкой 4. В верхнюю часть корпуса вварен штуцер 13 для предохранительной мембраны, к верхнему днищу 2 приварена горловина 11 со sprыском 12, на которую навертывается крышка 10 с клапанным устройством. Оно предназначено для закрывания кислотного стакана 5 и состоит из резинового клапана 6, закрепленного в штоке 7, пружины 8, прижимающей клапан к горловине кислотного стакана при закрытом положении, рукоятки 9, при помощи которой поднимают и опускают клапан 6. Отверстие предохранительного клапана закрывается мембраной из свинца и закрепляется гайкой 14.

Для приведения в действие огнетушитель снимают с крючка, подносят к месту горения, повертывают рукоятку 9 до отказа, переворачивают огне-

тушитель на 180°, не производя ударов. Давлением углекислого газа пена выбрасывается в виде струи через sprыск 12.

При тушении огнетушителем твердых предметов струю направляют в место наибольшего горения и, сбив пламя, переводят ее на другие участки горячей поверхности. При тушении жидкостей струю пены располагают так, чтобы она скользила по горячей поверхности или ударилась в какой-либо предмет и с него плавно стекала на жидкость.

Огнетушитель работает под давлением 5—6 кг/см<sup>2</sup>, дает 55 л пены при полезной емкости 9 л, время действия 1 мин. Огнетушитель ОУ-5 (рис. 365, б) состоит из стального баллона 1, запорно-пускового вентиля 16, сифонной трубки 17, диффузора (снегообразователя) 18, связанного с вентилем 16, предохранителя 15, снабженного пломбой, и рукоятки, шарнирно-связанной с корпусом вентиля. Для приведения в действие огнетушитель подносят ближе к зоне огня, повертывают диффузор 18 примерно на 90° и открывают вентиль 16. Углекислота через вентиль устремляется в сифонную трубку 17 и диффузор 18, выходящую струю снега или газа направляют на огонь.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается пожарная профилактика?
2. Перечислите основные правила пользования огнеопасными жидкостями.
3. Как предохраняется электросеть от перегрузки?
4. Какими средствами и как тушат пожар?
5. Как устроены и работают огнетушители?



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### Международная система единиц — СИ

| Международная система единиц           |                              |                                 | Некоторые единицы других систем и внесистемные |                                 |                                            |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|
| Величина                               | Наименование единицы         | Сокращенное обозначение единицы | Наименование единицы                           | Сокращенное обозначение единицы | Сопоставление с единицей СИ                |
| <b>Основные единицы</b>                |                              |                                 |                                                |                                 |                                            |
| Длина <i>l</i>                         | метр                         | м                               | сантиметр                                      | см                              | 0,01 м                                     |
| Масса <i>M</i>                         | килограмм                    | кг                              | грамм                                          | г                               | 0,001 кг                                   |
|                                        |                              |                                 | килограмм-сила-секунда в квадрате на метр      | кгс·сек <sup>2</sup> /м         | 9,80665 кг                                 |
| Время <i>T</i>                         | секунда                      | с                               | минута                                         | мин                             | 60 с                                       |
| Сила тока <i>I</i>                     | ампер                        | А                               | —                                              | —                               | —                                          |
| Термодинамическая температура <i>θ</i> | кельвин                      | К                               | градус Цельсия                                 | °C(t)                           | K = t + 273,15                             |
| Сила света <i>J</i>                    | кандела                      | кд                              | —                                              | —                               | —                                          |
| <b>Дополнительные единицы</b>          |                              |                                 |                                                |                                 |                                            |
| Плоский угол                           | радиан                       | рад                             | градус                                         | °                               | 0,01745329 рад                             |
| Телесный угол                          | стерадиан                    | ср                              | —                                              | —                               | —                                          |
| <b>Некоторые производные единицы</b>   |                              |                                 |                                                |                                 |                                            |
| Плотность, объемная масса              | килограмм на кубический метр | кг/м <sup>3</sup>               | грамм на кубический сантиметр                  | г/см <sup>3</sup>               | 10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>          |
| Механическая сила                      | ньютон                       | Н                               | килограмм-сила                                 | кгс, кг                         | 9,80665 Н                                  |
| Давление, механическое напряжение      | паскаль                      | Па                              | килограмм-сила на квадратный сантиметр         | кгс/см <sup>2</sup>             | 9,80665 · 10 <sup>4</sup> Н/м <sup>2</sup> |
| Работа, энергия, количество теплоты    | джоуль                       | Дж                              | килограмм-сила-метр                            | кгс·м                           | 9,80665 Дж                                 |
| Мощность, поток энергии                | ватт                         | Вт                              | килограмм-сила-метр в секунду                  | кгс·м/сек                       | 9,80665 Вт                                 |

## Условные обозначения для кинематических схем (по ГОСТ 2.770—68)

|                                                               |  |
|---------------------------------------------------------------|--|
| Вал, валик, ось, стержень                                     |  |
| Неподвижное закрепление оси, стержня, пальца и т. п.          |  |
| Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): |  |
| а) радиальный                                                 |  |
| б) радиально-упорные:                                         |  |
| односторонний                                                 |  |
| двусторонний                                                  |  |
| в) упорные:                                                   |  |
| односторонние                                                 |  |
| двусторонние                                                  |  |
| Подшипники скольжения:                                        |  |
| а) радиальный                                                 |  |
| б) радиально-упорные:                                         |  |
| односторонний                                                 |  |
| двусторонний                                                  |  |
| в) упорные:                                                   |  |
| односторонние                                                 |  |
| двусторонние                                                  |  |
| Подшипники качения:                                           |  |
| а) радиальный роликовый                                       |  |
| б) радиально-упорный (общее обозначение):                     |  |
| односторонний                                                 |  |

двусторонний

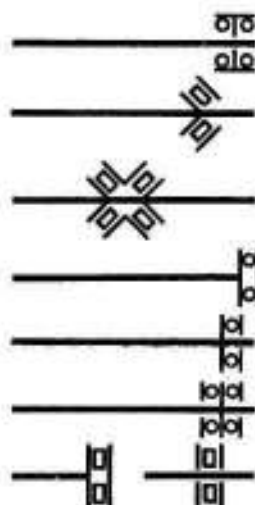
- в) радиально-упорные роликовые:  
односторонний

двусторонний

- г) упорные шариковые:  
одинарные

двойной

- д) упорный роликовый односторонний



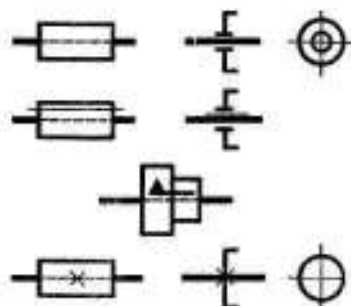
Соединение детали с валом:

- а) свободное при вращении

- б) подвижное без вращения

- в) при помощи вытяжной шпонки

- г) глухое



Соединение двух валов:

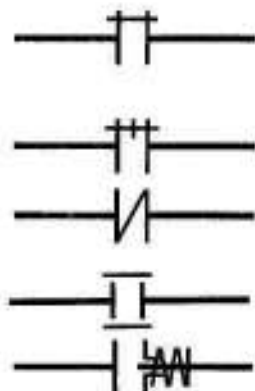
- а) глухое

- б) глухое с предохранением от перегрузки

- в) эластичное

- г) зубчатой муфтой

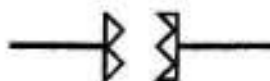
- д) предохранительной муфтой





# Муфты сцепления кулачковые:

а) односторонняя



б) двусторонняя

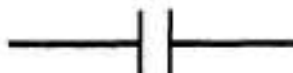


в) предохранительная

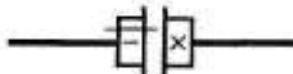


# Муфты сцепления фрикционные:

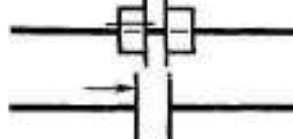
а) общее обозначение (без уточнения типа)



б) то же, при необходимости указания крепления на валу



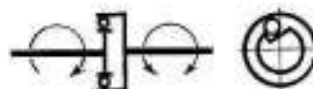
в) односторонние (общее обозначение)



г) двусторонние (общее обозначение)



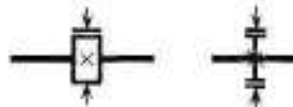
Муфта обгона односторонняя  
ормоза:



а) колодочные



б) ленточные



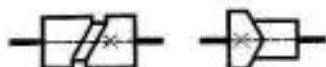
Муфта сцепления плоские:  
а) продольного перемещения



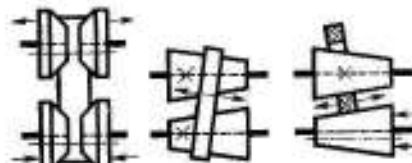
б) дисковые



Кулачки барабанные цилиндрические



Передача фрикционная с коническими роликами регулируемая



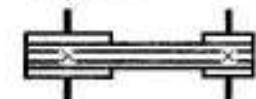
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу



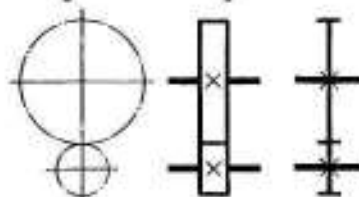
Передача клиновидным ремнем



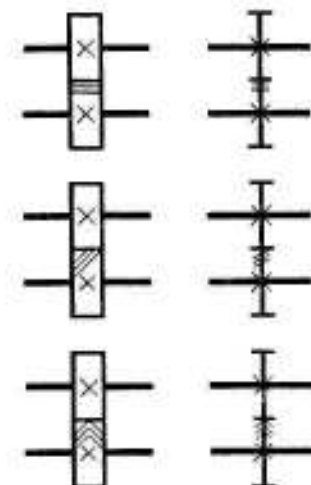
Передачи зубчатые (цилиндрические):



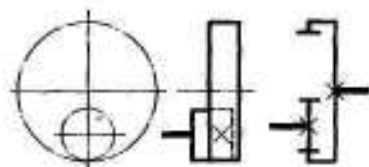
а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев)



б) то же, с прямыми, косыми и шевронными зубьями

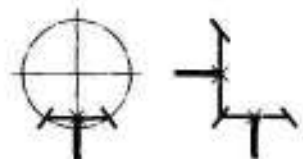
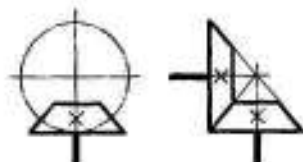


в) внутреннее зацепление



Передачи зубчатые с пересекающимися валами (конические):

а) общее обозначение без уточнения типа зубьев

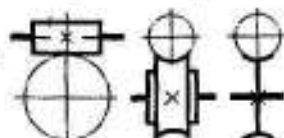


б) с прямыми, спиральными и круговыми зубьями

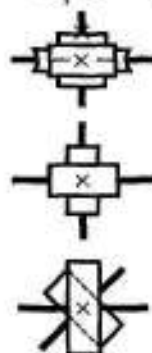


Передачи зубчатые со скрещивающимися валами:

а) червячные с цилиндрическим червяком

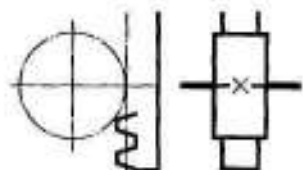


б) винтовые



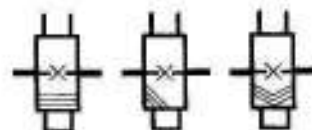
Передачи зубчатые реечные:

а) общее обозначение без уточнения типа зубьев





б) с прямыми, косыми и шевронными зубьями



Винт, передающий движение



Гайка на винте, передающем движение



а) неразъемная

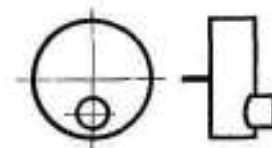


б) разъемная

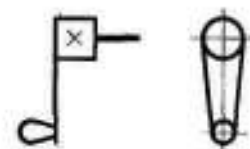
Пружина цилиндрическая сжатия



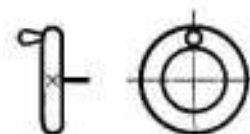
Эксцентрик



Рукоятка



Маховичок



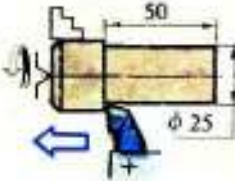
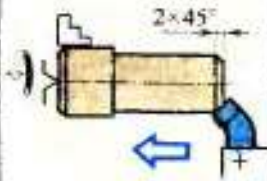
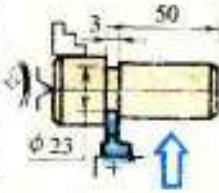
Передвижные упоры



## Операционная карта токарной обработки пальца

|                                                                                                                                                                                                                          |  |                      |  |                             |  |                               |            |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|--|-----------------------------|--|-------------------------------|------------|--|
| Наименование завода                                                                                                                                                                                                      |  | Операционная карта № |  | № технологического процесса |  | № чертежа детали              |            |  |
| Отдел                                                                                                                                                                                                                    |  | Наименование изделия |  | Штамп                       |  | 15—203                        |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                          |  | Наименование детали  |  | Палец                       |  |                               |            |  |
| <div><div><p>Деталь</p><p>2×45 65 ∇5 3 50 2×45 ∅32 ∅23 ∅25 18 ∇5</p></div><div><p>Заготовка</p><p>66 2×45 ∇5 ∅35 ∅25 18 ∇5</p></div></div>                                                                               |  |                      |  | Наименование операции       |  |                               | № операции |  |
|                                                                                                                                                                                                                          |  |                      |  | Токарная обработка пальца   |  | 11                            |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                          |  |                      |  | Количество деталей в партии |  | 100                           |            |  |
| Материал—Сталь                                                                                                                                                                                                           |  |                      |  | Марка—30                    |  | $\sigma_B=60 \text{ кг/мм}^2$ |            |  |
| <p>Технологические возможности станка:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Резьбодержатель фиксирует точно.</li><li>Изменяется однопозиционный продольный упор.</li><li>К патрону имеются сырые кулачки.</li></ol> |  |                      |  | Профессия рабочего          |  | Разряд                        |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                          |  |                      |  | Токарь                      |  | 3                             |            |  |

|           |          |                                                                        |                 |                                                                                          |                     |                |                          |                    |                              |                             |                |  |
|-----------|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|--|
| Установки | Переходы | Содержание установок и переходов                                       | Схемы переходов | Приспособления                                                                           | Инструмент          |                | Режим резания            |                    |                              |                             |                |  |
|           |          |                                                                        |                 |                                                                                          | режущий             | намерительный  | глубина резания $t$ , мм | подача $S$ , мм/об | скорость резания $v$ , м/мин | число оборотов $n$ , об/мин | число проходов |  |
| А         | —        | Установить заготовку в патрон с расточенными кулачками с вылетом 52 мм | <p>65</p>       | Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, продольный упор, сухарь 50 мм |                     |                |                          |                    |                              |                             |                |  |
|           | 1        | Подрезать торец в размер 65 мм начисто                                 |                 |                                                                                          | Проходной резец Р18 | Штангенциркуль | 1                        | 0,3                | 35                           | 305                         | 2              |  |

|   |                                                                 |                                                                                    |                                                                 |                            |       |     |     |    |     |   |
|---|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|-------|-----|-----|----|-----|---|
| 2 | Обточить поверхность $\varnothing 25$ на длину 50 мм<br>начисто |   | Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, упор | То же                      | То же | 3,5 | 0,3 | 35 | 305 | 1 |
| 3 | Выточить фаску $2 \times 45^\circ$<br>начисто                   |   | Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками       | Проходной прямой резец P18 | *     | —   | —   | 26 | 305 | 1 |
| 4 | Выточить канавку шириной 3 мм, глубиной 1 мм<br>начисто         |  | Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, упор | Канавочный резец P18       | *     | 3   | 0,1 | 26 | 305 | 1 |



Таблицы для выбора режимов резания  
Коэффициенты  $C_p$  и  $C_v$

| Обрабатываемый материал                   | Материал ре-<br>жущего инстру-<br>мента | Коэффи-<br>циент | Главный угол в плане $\phi$ |     |     |     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
|                                           |                                         |                  | 30°                         | 45° | 60° | 90° |
| Стали углеродистые и легированные .       | P18                                     | $C_p$            | 194                         | 180 | 176 | 164 |
| $\sigma_B = 65 \text{ кг/мм}^2$ . . . . . | T15K6                                   | $C_v$            | 86                          | 68  | 59  | 45  |
|                                           |                                         | $C_p$            | 308                         | 285 | 268 | 253 |
| Чугун серый HB190 . . . . .               | BK6                                     | $C_v$            | 296                         | 262 | 241 | 212 |
|                                           |                                         | $C_p$            | 59                          | 92  | 86  | 82  |
|                                           |                                         | $C_v$            | 292                         | 243 | 223 | 177 |

Числовые значения подач в степени 0,75

Карта 2

| s          | 0,1  | 0,2 | 0,3  | 0,4 | 0,5 | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  |
|------------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|
| $s^{0,75}$ | 0,18 | 0,3 | 0,41 | 0,5 | 0,6 | 0,69 | 0,77 | 0,85 | 0,93 |

Карта 3

Подачи в зависимости от радиуса при вершине резца и шероховатости поверхности

| Шероховатость<br>поверхности | Обрабатываемый материал | Радиус при вершине резца, мм |             |             |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|-------------|
|                              |                         | 0,5                          | 1,0         | 1,5         |
|                              |                         | Подача $s$ , мм/об           |             |             |
| $\nabla 4$                   | Сталь и чугун           |                              | 0,45 — 0,6  | 0,6 — 0,7   |
| $\nabla 5$                   | Сталь                   | 0,3 — 0,35                   | 0,35 — 0,4  | 0,5 — 0,55  |
|                              | Чугун                   | —                            | 0,25 — 0,4  | 0,4 — 0,6   |
| $\nabla 6$                   | Сталь                   | —                            | 0,25 — 0,3  | 0,35 — 0,39 |
|                              | Чугун                   | —                            | 0,15 — 0,25 | 0,2 — 0,35  |

Режимы резания при точении углеродистой стали  $\sigma_B = 65 \text{ кг/мм}^2$ , резцы из быстрорежущей стали P18, работа с охлаждением

| Глубина резания $t$ , мм |       | Тип резки                                       |      |       |       |      |       |       |      |       |         |      |       |                  |      |      |
|--------------------------|-------|-------------------------------------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|---------|------|-------|------------------|------|------|
|                          |       | Прямой проход                                   |      |       |       |      |       |       |      |       | Угловой |      |       | Прямой отогнутый |      |      |
|                          |       | Главный угол в плане $\varphi$ , град           |      |       |       |      |       |       |      |       |         |      |       |                  |      |      |
|                          |       | 30                                              |      |       | 45    |      |       | 60    |      |       | 90      |      |       | 45               |      |      |
|                          |       | Вспомогательный угол в плане $\varphi_1$ , град |      |       |       |      |       |       |      |       |         |      |       |                  |      |      |
|                          |       | 10                                              |      |       | 10    |      |       | 30    |      |       | 10      |      |       | 45               |      |      |
| $v$                      | $P_z$ | $N_s$                                           | $v$  | $P_z$ | $N_s$ | $v$  | $P_z$ | $N_s$ | $v$  | $P_z$ | $N_s$   | $v$  | $P_z$ | $N_s$            |      |      |
| 1,0                      | 0,15  | 151                                             | 46   | 1,1   | 120   | 43   | 0,8   | 92    | 42   | 0,6   | 75      | 46   | 0,6   | 104              | 43   | 0,7  |
|                          | 0,20  | 139                                             | 58   | 1,3   | 110   | 54   | 1,0   | 84    | 53   | 0,7   | 72      | 58   | 0,7   | 96               | 54   | 0,85 |
|                          | 0,30  | 113                                             | 78   | 1,5   | 90    | 73   | 1,1   | 69    | 71   | 0,8   | 59      | 78   | 0,8   | 73               | 73   | 0,9  |
|                          | 0,40  | 95                                              | 98   | 1,5   | 75    | 90   | 1,1   | 57    | 89   | 0,8   | 49      | 98   | 0,8   | 65               | 90   | 0,9  |
|                          | 0,50  | 82                                              | 115  | 1,5   | 65    | 107  | 1,1   | 49    | 105  | 0,8   | 43      | 115  | 0,8   | 56               | 107  | 0,9  |
|                          | 0,70  | 65                                              | 149  | 1,6   | 52    | 138  | 1,2   | 40    | 135  | 0,9   | 34      | 149  | 0,85  | 45               | 138  | 1,05 |
| 1,5                      | 0,15  | 139                                             | 70   | 1,6   | 110   | 65   | 1,2   | 84    | 63   | 0,9   | 72      | 70   | 0,85  | 96               | 65   | 1,05 |
|                          | 0,20  | 125                                             | 86   | 1,7   | 99    | 80   | 1,3   | 76    | 78   | 1     | 65      | 86   | 0,9   | 86               | 80   | 1,1  |
|                          | 0,30  | 102                                             | 118  | 2,0   | 81    | 109  | 1,5   | 62    | 107  | 1,1   | 53      | 118  | 1,0   | 71               | 109  | 1,3  |
|                          | 0,40  | 84                                              | 146  | 2,0   | 67    | 136  | 1,5   | 51    | 133  | 1,1   | 44      | 146  | 1,1   | 58               | 136  | 1,3  |
|                          | 0,50  | 74                                              | 173  | 2,0   | 58    | 161  | 1,5   | 45    | 157  | 1,1   | 38      | 173  | 1,1   | 50               | 161  | 1,3  |
|                          | 0,70  | 59                                              | 223  | 2,1   | 47    | 207  | 1,6   | 36    | 202  | 1,2   | 31      | 223  | 1,1   | 41               | 207  | 1,4  |
| 2,0                      | 0,20  | 115                                             | 116  | 2,2   | 91    | 108  | 1,6   | 69    | 106  | 1,2   | 60      | 116  | 1,1   | 79               | 108  | 1,4  |
|                          | 0,30  | 95                                              | 157  | 2,4   | 76    | 146  | 1,8   | 58    | 143  | 1,3   | 50      | 157  | 1,3   | 66               | 146  | 1,6  |
|                          | 0,40  | 78                                              | 195  | 2,4   | 63    | 181  | 1,8   | 48    | 177  | 1,3   | 42      | 195  | 1,3   | 55               | 181  | 1,6  |
|                          | 0,50  | 69                                              | 230  | 2,6   | 55    | 214  | 1,9   | 42    | 210  | 1,4   | 36      | 230  | 1,3   | 48               | 214  | 1,7  |
|                          | 0,70  | 55                                              | 298  | 2,7   | 44    | 276  | 2,0   | 34    | 270  | 1,5   | 29      | 298  | 1,4   | 38               | 276  | 1,7  |
| 3,0                      | 0,20  | 105                                             | 173  | 2,9   | 83    | 161  | 2,2   | 63    | 157  | 1,6   | 54      | 173  | 1,6   | 72               | 161  | 1,9  |
|                          | 0,30  | 86                                              | 236  | 3,2   | 69    | 219  | 2,4   | 53    | 214  | 1,8   | 45      | 236  | 1,7   | 60               | 219  | 2,1  |
|                          | 0,40  | 72                                              | 293  | 3,4   | 57    | 272  | 2,5   | 43    | 266  | 1,9   | 37      | 293  | 1,8   | 49               | 272  | 2,2  |
|                          | 0,50  | 62                                              | 345  | 3,5   | 49    | 320  | 2,6   | 38    | 314  | 1,9   | 32      | 345  | 1,8   | 43               | 320  | 2,25 |
|                          | 0,70  | 50                                              | 445  | 3,6   | 40    | 413  | 2,7   | 30    | 405  | 2,0   | 26      | 445  | 1,9   | 34               | 413  | 2,3  |
|                          | 1,0   | 39                                              | 582  | 3,6   | 31    | 540  | 2,7   | 24    | 530  | 2,0   | 20      | 582  | 1,9   | 27               | 540  | 2,3  |
| 4,0                      | 0,30  | 80                                              | 314  | 4,1   | 64    | 292  | 3,0   | 49    | 286  | 2,2   | 42      | 314  | 2,1   | 56               | 292  | 2,6  |
|                          | 0,40  | 67                                              | 390  | 4,2   | 53    | 362  | 3,1   | 41    | 354  | 2,3   | 35      | 390  | 2,2   | 46               | 362  | 2,7  |
|                          | 0,50  | 57                                              | 460  | 4,2   | 45    | 427  | 3,1   | 34    | 417  | 2,3   | 30      | 460  | 2,3   | 39               | 427  | 2,7  |
|                          | 0,70  | 45                                              | 596  | 4,3   | 36    | 552  | 3,2   | 28    | 540  | 2,4   | 24      | 596  | 2,3   | 31               | 552  | 2,8  |
|                          | 1,0   | 36                                              | 775  | 4,5   | 28    | 720  | 3,3   | 22    | 705  | 2,5   | 18,5    | 775  | 2,4   | 24               | 720  | 2,9  |
|                          | 1,5   | 28                                              | 1055 | 4,9   | 22    | 976  | 3,6   | 17    | 957  | 2,7   | 14,7    | 1055 | 2,6   | 19,5             | 976  | 3,1  |
| 6,0                      | 0,30  | 73                                              | 472  | 5,7   | 58    | 439  | 4,2   | 44    | 428  | 3,1   | 38      | 472  | 3,0   | 50               | 439  | 3,6  |
|                          | 0,40  | 60                                              | 586  | 5,7   | 48    | 544  | 4,2   | 37    | 530  | 3,1   | 32      | 586  | 3,0   | 42               | 544  | 3,6  |
|                          | 0,50  | 50                                              | 695  | 5,8   | 42    | 642  | 4,3   | 32    | 630  | 3,2   | 27      | 695  | 3,1   | 36               | 642  | 3,7  |
|                          | 0,70  | 42                                              | 895  | 6,1   | 34    | 827  | 4,5   | 26    | 809  | 3,4   | 22      | 895  | 3,2   | 29               | 827  | 3,9  |
|                          | 1,0   | 33                                              | 1170 | 6,1   | 26    | 1080 | 4,5   | 20    | 1060 | 3,4   | 17      | 1170 | 3,2   | 23               | 1080 | 3,9  |
|                          | 1,5   | 25                                              | 1580 | 6,5   | 20    | 1462 | 4,8   | 15,3  | 1436 | 3,6   | 13,2    | 1580 | 3,4   | 17,5             | 1462 | 4,2  |
|                          | 2,0   | 21                                              | 1970 | 6,6   | 16,5  | 1820 | 4,9   | 12,5  | 1780 | 3,7   | 10,9    | 1970 | 3,5   | 14,5             | 1820 | 4,3  |
|                          | 3,0   | 15,9                                            | 2660 | 6,9   | 12,6  | 2460 | 5,1   | 9,7   | 2410 | 3,8   | 8,3     | 2660 | 3,6   | 11,0             | 2460 | 4,4  |

Режимы резания при точении конструкционных углеродистых, хромистых и хромоникелевых сталей  $\sigma_B = 65 \text{ кг/мм}^2$ ; HB 185, резцы с пластинками из сплава Т5К10

| Глубина резания $t$ , мм | Подача $s$ , мм/об | Тип резца                                       |       |      |       |       |      |       |       |      |         |       |      |                     |       |      |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|---------|-------|------|---------------------|-------|------|
|                          |                    | Приходной прямой                                |       |      |       |       |      |       |       |      | Угловой |       |      | Приходной отогнутый |       |      |
|                          |                    | Главный угол в плане $\varphi$ , град           |       |      |       |       |      |       |       |      |         |       |      |                     |       |      |
|                          |                    | 30                                              |       |      | 45    |       |      | 60    |       |      | 90      |       |      | 45                  |       |      |
|                          |                    | Вспомогательный угол в плане $\varphi_0$ , град |       |      |       |       |      |       |       |      |         |       |      |                     |       |      |
|                          |                    | 10                                              |       |      | 10    |       |      | 30    |       |      | 10      |       |      | 45                  |       |      |
|                          | $v$                | $P_z$                                           | $N_g$ | $v$  | $P_z$ | $N_g$ | $v$  | $P_z$ | $N_g$ | $v$  | $P_z$   | $N_g$ | $v$  | $P_z$               | $N_g$ |      |
| 1,0                      | 0,15               | 230                                             | 34    | 1,2  | 203   | 31    | 1,0  | 186   | 29    | 0,9  | 164     | 28    | 0,7  | 186                 | 32    | 1,0  |
|                          | 0,20               | 217                                             | 41    | 1,4  | 190   | 38    | 1,2  | 177   | 35    | 1,0  | 154     | 33    | 0,8  | 177                 | 39    | 1,3  |
|                          | 0,30               | 198                                             | 58    | 1,9  | 175   | 34    | 1,5  | 161   | 50    | 1,3  | 141     | 47    | 1,1  | 161                 | 55    | 1,4  |
|                          | 0,40               | 180                                             | 73    | 2,1  | 158   | 68    | 1,8  | 146   | 63    | 1,5  | 128     | 60    | 1,2  | 146                 | 69    | 1,7  |
|                          | 0,50               | 167                                             | 88    | 2,4  | 147   | 81    | 2,0  | 136   | 76    | 1,7  | 119     | 72    | 1,4  | 136                 | 83    | 1,9  |
|                          | 0,70               | 148                                             | 115   | 2,8  | 131   | 106   | 2,3  | 120   | 100   | 2,0  | 106     | 95    | 1,7  | 120                 | 108   | 2,2  |
| 1,5                      | 0,15               | 216                                             | 51    | 1,0  | 190   | 47    | 1,5  | 175   | 44    | 1,3  | 153     | 42    | 1,1  | 175                 | 49    | 1,4  |
|                          | 0,20               | 204                                             | 64    | 2,1  | 179   | 59    | 1,7  | 165   | 55    | 1,5  | 145     | 53    | 1,3  | 165                 | 61    | 1,6  |
|                          | 0,30               | 187                                             | 88    | 2,7  | 164   | 81    | 2,2  | 152   | 76    | 1,9  | 133     | 72    | 1,6  | 152                 | 83    | 2,1  |
|                          | 0,40               | 169                                             | 110   | 3,1  | 149   | 102   | 2,5  | 137   | 96    | 2,2  | 120     | 91    | 1,8  | 137                 | 104   | 2,4  |
|                          | 0,50               | 157                                             | 131   | 3,3  | 138   | 121   | 2,7  | 127   | 113   | 2,4  | 111     | 107   | 2,0  | 127                 | 123   | 2,6  |
|                          | 0,70               | 139                                             | 177   | 4,0  | 122   | 163   | 3,3  | 113   | 153   | 2,8  | 99      | 144   | 2,4  | 113                 | 166   | 3,1  |
| 2,0                      | 0,20               | 195                                             | 86    | 2,7  | 173   | 79    | 2,2  | 158   | 74    | 1,9  | 139     | 70    | 1,6  | 158                 | 81    | 2,1  |
|                          | 0,30               | 180                                             | 118   | 3,4  | 159   | 109   | 2,8  | 145   | 102   | 2,4  | 128     | 97    | 2,0  | 145                 | 111   | 2,7  |
|                          | 0,40               | 161                                             | 146   | 3,8  | 143   | 135   | 3,2  | 131   | 126   | 2,7  | 115     | 120   | 2,3  | 131                 | 138   | 3,0  |
|                          | 0,50               | 150                                             | 178   | 4,4  | 133   | 164   | 3,6  | 121   | 154   | 3,1  | 107     | 145   | 2,6  | 121                 | 168   | 3,4  |
|                          | 0,70               | 134                                             | 234   | 5,2  | 118   | 215   | 4,2  | 108   | 200   | 3,6  | 96      | 190   | 3,0  | 108                 | 220   | 3,9  |
|                          | 3,0                | 0,20                                            | 184   | 129  | 3,9   | 162   | 119  | 3,2   | 149   | 111  | 2,7     | 131   | 105  | 2,3                 | 149   | 121  |
| 0,30                     |                    | 169                                             | 179   | 4,9  | 149   | 165   | 4,0  | 137   | 155   | 3,5  | 120     | 146   | 2,9  | 137                 | 168   | 3,8  |
| 0,40                     |                    | 152                                             | 224   | 5,6  | 135   | 206   | 4,6  | 123   | 193   | 3,9  | 109     | 183   | 3,3  | 123                 | 210   | 4,3  |
| 0,50                     |                    | 142                                             | 269   | 6,2  | 125   | 247   | 5,1  | 115   | 232   | 4,4  | 101     | 220   | 3,7  | 115                 | 252   | 4,8  |
| 0,70                     |                    | 125                                             | 352   | 7,2  | 111   | 325   | 5,9  | 101   | 300   | 5,1  | 90      | 288   | 4,3  | 101                 | 332   | 5,6  |
| 1,0                      |                    | 108                                             | 472   | 8,3  | 95    | 435   | 6,8  | 88    | 410   | 5,9  | 77,5    | 385   | 4,9  | 88                  | 445   | 6,4  |
| 4,0                      | 0,30               | 161                                             | 240   | 6,3  | 143   | 222   | 5,2  | 131   | 208   | 4,4  | 115     | 197   | 3,7  | 131                 | 227   | 4,9  |
|                          | 0,40               | 145                                             | 300   | 7,2  | 128   | 279   | 5,8  | 118   | 260   | 5,1  | 104     | 248   | 4,2  | 118                 | 286   | 5,5  |
|                          | 0,50               | 135                                             | 360   | 8,0  | 120   | 332   | 6,5  | 109   | 312   | 5,6  | 97      | 295   | 4,7  | 109                 | 340   | 6,1  |
|                          | 0,70               | 119                                             | 475   | 9,3  | 106   | 438   | 7,6  | 97    | 410   | 6,5  | 85      | 390   | 5,5  | 97                  | 448   | 7,2  |
|                          | 1,0                | 103                                             | 630   | 10,5 | 92    | 580   | 8,7  | 84    | 545   | 7,5  | 74      | 515   | 6,3  | 84                  | 595   | 8,2  |
|                          | 1,5                | 86                                              | 890   | 12,5 | 76    | 816   | 10,1 | 70    | 765   | 8,7  | 62      | 730   | 7,4  | 70                  | 840   | 9,5  |
| 5,0                      | 0,30               | 152                                             | 360   | 9,0  | 134   | 334   | 7,4  | 123   | 314   | 6,4  | 108     | 297   | 5,3  | 123                 | 343   | 6,9  |
|                          | 0,40               | 136                                             | 460   | 10,0 | 121   | 422   | 8,4  | 110   | 396   | 7,2  | 98      | 375   | 6,0  | 110                 | 430   | 7,9  |
|                          | 0,50               | 127                                             | 550   | 11,5 | 112   | 504   | 9,3  | 102   | 474   | 8,0  | 91      | 450   | 6,7  | 102                 | 515   | 8,8  |
|                          | 0,70               | 113                                             | 720   | 13,0 | 100   | 663   | 10,7 | 92    | 624   | 9,3  | 81      | 590   | 7,7  | 92                  | 680   | 10,0 |
|                          | 1,0                | 97                                              | 960   | 15,0 | 86    | 885   | 12,4 | 79    | 830   | 10,5 | 78      | 790   | 8,9  | 79                  | 910   | 11,7 |
|                          | 1,5                | 81                                              | 1350  | 17,7 | 71    | 1250  | 14,5 | 65    | 1170  | 12,5 | 58      | 1110  | 10,5 | 65                  | 1275  | 13,6 |
|                          | 2,0                | 77                                              | 1650  | 21,0 | 69    | 1535  | 17,2 | 63    | 1440  | 15,0 | 55      | 1360  | 12,5 | 63                  | 1570  | 16,0 |
|                          | 3,0                | 59                                              | 2350  | 22,6 | 52    | 2162  | 18,5 | 48    | 2030  | 16,0 | 42      | 1920  | 13,4 | 48                  | 2220  | 17,5 |



## Поправочные коэффициенты для измененных условий работы резцов

## I. В зависимости от обрабатываемого материала

| Резцы из быстрорежущей стали                                                                                                                |                                   |                                |                                                                 |                        |          |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------|----------|----------------|
| Металлы                                                                                                                                     | Механические свойства             |                                |                                                                 | Значения коэффициентов |          |                |
|                                                                                                                                             | Диаметр откатки по Бринеллю $d_H$ | Число твердости по Бринеллю HB | Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup> | $K_{\sigma B}$         | $K_{HB}$ | $K_{\sigma B}$ |
| Стали углеродистые конструкционные (C<0,6%) 08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; Ст. 0; Ст. 1; Ст. 2; Ст. 3; Ст. 4; Ст. 5; Ст. 6 | 6,60—5,70                         | 77—107                         | 30—40                                                           | 1,39                   | 0,78     | 1,08           |
|                                                                                                                                             | 5,70—5,08                         | 107—138                        | 40—50                                                           | 1,70                   | 0,86     | 1,46           |
|                                                                                                                                             | 5,08—4,62                         | 138—169                        | 50—60                                                           | 1,31                   | 0,92     | 1,21           |
|                                                                                                                                             | 4,62—4,26                         | 169—200                        | 60—70                                                           | 1,0                    | 1,0      | 1,01           |
|                                                                                                                                             | 4,26—3,98                         | 200—230                        | 70—80                                                           | 0,77                   | 1,13     | 0,87           |
|                                                                                                                                             | 3,98—3,75                         | 230—262                        | 80—90                                                           | 0,63                   | 1,23     | 0,78           |
| Резцы, оснащенные пластинками из твердого сплава Т5К10, Т15К6 и Т30К4 и минералокерамические ЦМ 332                                         |                                   |                                |                                                                 |                        |          |                |
| Стали углеродистые и легированные (хромистые и хромоникелевые) и стальное литье                                                             | <5,1                              | <137                           | 40—50                                                           | 1,44                   | 0,83     | 1,20           |
|                                                                                                                                             | 5,00—4,56                         | 143—174                        | 50—60                                                           | 1,18                   | 0,92     | 1,09           |
|                                                                                                                                             | 4,56—4,23                         | 174—207                        | 60—70                                                           | 1,0                    | 1,0      | 1,0            |
|                                                                                                                                             | 4,23—4,00                         | 207—229                        | 70—80                                                           | 0,87                   | 1,07     | 0,93           |
|                                                                                                                                             | 4,00—3,70                         | 229—267                        | 80—90                                                           | 0,77                   | 1,14     | 0,88           |
|                                                                                                                                             | 3,70—3,50                         | 267—302                        | 90—100                                                          | 0,69                   | 1,20     | 0,83           |
|                                                                                                                                             | 3,50—3,40                         | 302—320                        | 100—110                                                         | 0,62                   | 1,26     | 0,78           |
|                                                                                                                                             | 3,40—3,30                         | 320—350                        | 110—120                                                         | 0,57                   | 1,32     | 0,75           |

## II. В зависимости от сечения резца (для резцов из быстрорежущей стали)

## Для точения

| Обрабатываемый материал                       | Сечение резца в мм |                     |                |                       |                              |                              |                              |                |       |       |
|-----------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|-------|-------|
|                                               | 6×6                | 10×10<br>≥10<br>≤12 | 12×12<br>10×16 | 10×16<br>12×20<br>≤16 | 20×20<br>16×25<br>≤20<br>≤25 | 20×20<br>25×25<br>≤20<br>≤30 | 30×30<br>25×40<br>≤30<br>≤40 | 30×45<br>40×40 | 40×60 | 60×90 |
| Значения коэффициента $K_{\sigma B} = K_{HB}$ |                    |                     |                |                       |                              |                              |                              |                |       |       |
| Сталь                                         | 0,80               | 0,87                | 0,90           | 0,93                  | 0,97                         | 1,0                          | 1,04                         | 1,08           | 1,12  | 1,19  |
| Чугун и медные сплавы                         | 0,89               | 0,93                | 0,95           | 0,97                  | 0,98                         | 1,0                          | 1,02                         | 1,04           | 1,06  | 1,09  |

III. В зависимости от переднего угла резца  
(обработка незакаленных сталей и чугуна)

| Материал<br>резца           | Обрабатываемый материал               |            | Передний угол резца $\gamma$ , град           |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                             |                                       |            | +30                                           | +25  | +20  | +12  | +10  | +8   | 0    | -10  |
|                             |                                       |            | Коэффициент $K_{\gamma P_z} = K_{\gamma N_s}$ |      |      |      |      |      |      |      |
| Быстроре-<br>жущая<br>сталь | Сталь $\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup> | <50        | 0,94                                          | 1,0  | 1,06 | —    | —    | —    | —    | —    |
|                             |                                       | 50—80      | —                                             | 0,94 | 1,0  | 1,10 | —    | —    | —    | —    |
|                             |                                       | 80—100     | —                                             | —    | 0,91 | 1,0  | 1,03 | 1,06 | —    | —    |
|                             |                                       | 100—120    | —                                             | —    | —    | 0,94 | 0,97 | 1,0  | —    | —    |
|                             | Чугун и медные сплавы                 | 150        | —                                             | —    | 1,0  | 1,10 | —    | —    | —    | —    |
|                             |                                       | 150—200    | —                                             | —    | 0,91 | 1,0  | 1,03 | 1,06 | —    | —    |
|                             |                                       | 200—250    | —                                             | —    | —    | 0,94 | 0,97 | 1,0  | —    | —    |
| Твердые<br>сплавы           | Сталь $\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup> | <80        | —                                             | —    | 0,94 | 1,0  | 1,04 | 1,07 | 1,15 | 1,25 |
|                             |                                       | >80        | —                                             | —    | 0,9  | 0,96 | 1,0  | 1,03 | 1,10 | 1,20 |
|                             | Чугун серый, чугун<br>ковкий, бронза  | $HB < 220$ | —                                             | —    | —    | 1,0  | 1,02 | 1,04 | 1,12 | 1,22 |
|                             | Чугун серый                           | $HB > 220$ | —                                             | —    | —    | 0,96 | 0,98 | 1,0  | 1,08 | 1,18 |

IV. В зависимости от смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ)

| СОЖ               | $K_{\text{смаз}}$ | $K_{\text{рз, смаз}}$ |
|-------------------|-------------------|-----------------------|
| Минеральное масло | 1,05              | 0,95                  |
| Сульфобрезол      | 1,1               | 0,9                   |

## ЛИТЕРАТУРА

- Оглоблин А. Н. Основы токарного дела. М., Машгиз, 1968.
- Бруштейн А. М., Деметьев В. П. Токарное дело. «Высшая школа», 1967.
- Блюмберг М. В. Справочник токаря. Лениздат, 1968.
- Обшадко Б. И. Технологии токарной обработки. Профтехиздат, 1960.
- Обшадко Б. И. Методика преподавания токарного дела. М., «Высшая школа», 1970.
- Слепнин В. А. Руководство по обучению токарей по металлу. М., «Высшая школа», 1971.
- Горяинов М. А. Производственное обучение токарей. М., «Высшая школа», 1968.
- Библиотечка токаря (три выпуска). Л., «Машиностроение», 1969.
- Быков П. Б. и Ханкин Л. Д. Сокращение вспомогательного времени при работе на токарных станках. М., Машгиз, 1966.
- Основы научной организации труда (под редакцией Ю. Н. Дубровского). М., «Экономика», 1971.
- Семицкий В. К. Приспособления для токарных работ. Киев, «Техника», 1966.
- Гургалъ В. И. Я рабочий. «Каметяр», Львов, 1965.
- Митрофанов С. П. Рациональное использование металлорежущих станков. М., «Машиностроение», 1967.
- Бергер И. И. Токарное дело. Минск. «Высшая школа», 1967.
- Зайцев Б. Г., Загороднев П. И., Шевченко А. С. Справочник молодого токаря. М., «Высшая школа», 1972.



## СОДЕРЖАНИЕ

|                      |   |
|----------------------|---|
| От авторов . . . . . | 3 |
| Введение . . . . .   | 4 |

### Часть первая

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Основы токарного дела . . . . . | 6 |
|---------------------------------|---|

#### Глава 1. Основные сведения о токарной обработке . . . . .

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Назначение и сущность токарной обработки . . . . .          | 6  |
| § 2. Основные части и узлы токарного станка . . . . .            | 7  |
| § 3. Понятие о процессе образования стружки . . . . .            | 8  |
| § 4. Части, элементы и главные углы резца . . . . .              | 10 |
| § 5. Классификация токарных резцов . . . . .                     | 11 |
| § 6. Материалы резцов . . . . .                                  | 14 |
| § 7. Износ и заточка резцов . . . . .                            | 15 |
| § 8. Понятие о режиме резания при точении . . . . .              | 17 |
| § 9. Смазочно-охлаждающие жидкости для точения . . . . .         | 19 |
| § 10. Организация и обслуживание рабочего места токаря . . . . . | 19 |

#### Глава 2. Обработка наружных цилиндрических поверхностей . . . . .

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| § 11. Детали с наружными цилиндрическими поверхностями . . . . .         | 22 |
| § 12. Установка и закрепление заготовок в патронах . . . . .             | 22 |
| § 13. Установка и закрепление заготовок в центрах . . . . .              | 26 |
| § 14. Поводковые устройства . . . . .                                    | 28 |
| § 15. Резцы для обработки наружных цилиндрических поверхностей . . . . . | 30 |
| § 16. Выбор режимов резания для наружного точения . . . . .              | 32 |
| § 17. Обработка гладких наружных цилиндрических поверхностей . . . . .   | 33 |
| § 18. Обработка ступенчатых валков . . . . .                             | 34 |
| § 19. Обработка плоских торцовых поверхностей и уступов . . . . .        | 38 |
| § 20. Контроль наружных цилиндрических поверхностей . . . . .            | 41 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| § 21. Протачивание наружных канавок и отрезание . . . . . | 43 |
|-----------------------------------------------------------|----|

#### Глава 3. Обработка цилиндрических отверстий . . . . .

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| § 22. Сверление . . . . .                                        | 49 |
| § 23. Сверла . . . . .                                           | 49 |
| § 24. Затачивание и контроль сверл . . . . .                     | 51 |
| § 25. Сверление отверстий на токарном станке . . . . .           | 53 |
| § 26. Центрование на токарном станке . . . . .                   | 55 |
| § 27. Особенности обработки глубоких отверстий . . . . .         | 56 |
| § 28. Растачивание цилиндрических отверстий . . . . .            | 58 |
| § 29. Зенкерование отверстий . . . . .                           | 60 |
| § 30. Развертывание . . . . .                                    | 62 |
| § 31. Повышение производительности обработки отверстий . . . . . | 66 |
| § 32. Контроль отверстий . . . . .                               | 67 |

#### Глава 4. Построение технологических процессов токарной обработки . . . . .

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| § 33. Технологический процесс изготовления деталей . . . . .             | 70 |
| § 34. Элементы и карты технологического процесса . . . . .               | 72 |
| § 35. Технологические базы . . . . .                                     | 74 |
| § 36. Общие принципы построения технологических процессов . . . . .      | 76 |
| § 37. Исходные данные для построения технологического процесса . . . . . | 76 |
| § 38. Выбор способов обработки поверхностей . . . . .                    | 78 |
| § 39. Выбор установочных баз . . . . .                                   | 80 |
| § 40. Выбор способа закрепления заготовки . . . . .                      | 81 |
| § 41. Построение технологического процесса . . . . .                     | 82 |

#### Глава 5. Нарезание резьбы плашками и метчиками . . . . .

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| § 42. Общие сведения о резьбах . . . . .              | 87 |
| § 43. Нарезание наружной резьбы плашками . . . . .    | 89 |
| § 44. Нарезание внутренней резьбы метчиками . . . . . | 92 |
| § 45. Измерение и контроль резьбы . . . . .           | 95 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 6. Обработка конических поверхностей</b>           | 98  |
| § 46. Конические поверхности                                | 98  |
| § 47. Способы обработки конических поверхностей             | 99  |
| § 48. Обработка конусов при помощи конусной линейки         | 102 |
| § 49. Обработка внутренних конических поверхностей          | 103 |
| § 50. Контроль и брак при обработке конических поверхностей | 104 |

## Часть вторая

### Токарные станки

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 7. Развитие станкостроения в СССР. Классификация токарных станков</b> | 107 |
| § 51. Краткий обзор развития станкостроения в СССР                             | 107 |
| § 52. Классификация токарных станков                                           | 108 |
| <b>Глава 8. Основы механики станков</b>                                        | 111 |
| § 53. Типовые передачи в станках                                               | 111 |
| § 54. Коробка скоростей                                                        | 115 |
| § 55. Типовые элементы механизмов подачи                                       | 118 |
| <b>Глава 9. Токарно-винторезный станок 1К62</b>                                | 122 |
| § 56. Общая характеристика                                                     | 122 |
| § 57. Основные узлы                                                            | 122 |
| § 58. Механизм главного движения, кинематическая схема и органы управления     | 125 |
| § 59. Механизм подачи, его кинематическая схема и органы управления            | 129 |
| <b>Глава 10. Основы рациональной эксплуатации токарных станков</b>             | 137 |
| § 60. Регулирование станка                                                     | 137 |
| § 61. Проверка станка на точность                                              | 138 |
| § 62. Смазка станка 1К62                                                       | 139 |
| § 63. Правила ухода за станком                                                 | 140 |
| <b>Глава 11. Модернизация и механизация токарных станков</b>                   | 143 |
| § 64. Модернизация станков. Механизация отдельных узлов станка                 | 143 |
| § 65. Гидравлический копировальный суппорт                                     | 146 |
| <b>Глава 12. Станки токарной группы</b>                                        | 149 |

## Часть третья

### Токарные работы повышенной сложности

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 13. Обработка фасонных поверхностей</b>        | 155 |
| § 66. Обработка фасонных поверхностей фасонными резцами | 155 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 67. Обработка фасонных поверхностей способом сочезания двух подач и по контуру | 158 |
| § 68. Обработка сферических (шаровых) поверхностей                               | 160 |
| <b>Глава 14. Отделка поверхностей</b>                                            | 163 |
| § 69. Тонкое (алмазное) точение                                                  | 163 |
| § 70. Доводка (притирка)                                                         | 164 |
| § 71. Полирование                                                                | 165 |
| § 72. Накатывание поверхностей                                                   | 165 |
| § 73. Накатывание рифлений                                                       | 168 |
| <b>Глава 15. Нарезание резьбы резцами</b>                                        | 170 |
| § 74. Резьбовые резцы                                                            | 170 |
| § 75. Настройка токарно-винторезного станка на нарезание резьбы резцом           | 172 |
| § 76. Нарезание треугольной резьбы резцами                                       | 174 |
| § 77. Нарезание резьбы для передачи движения                                     | 176 |
| § 78. Нарезание многозаходной резьбы                                             | 178 |
| § 79. Скоростное нарезание резьбы                                                | 180 |
| § 80. Виды, причины и меры предупреждения брака при нарезании резьбы резцом      | 182 |

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 16. Технологические процессы изготовления деталей со сложными поверхностями</b> | 184 |
| § 81. Сложные поверхности как установочные базы                                          | 184 |
| § 82. Включение в операцию переходов по обработке поверхностей сложного профиля          | 184 |

## Часть четвертая

### Основы теории резания металлов

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 17. Токарные резцы</b>                      | 190 |
| § 83. Инструментальные материалы                     | 190 |
| § 84. Геометрия резца                                | 192 |
| § 85. Изготовление резцов                            | 197 |
| § 86. Высокопроизводительные резцы                   | 199 |
| <b>Глава 18. Физические основы процесса резания</b>  | 204 |
| § 87. Развитие науки о резании металлов              | 204 |
| § 88. Процесс образования стружки                    | 204 |
| § 89. Вибрации при резании металлов                  | 207 |
| § 90. Силы, действующие на резец                     | 208 |
| § 91. Мощность резания и крутящий момент на шпинделе | 212 |
| § 92. Износ и стойкость резцов                       | 213 |
| § 93. Скорость резания                               | 217 |
| § 94. Выбор рациональных режимов резания             | 219 |
| § 95. Стружколомание при токарной обработке          | 219 |

## Часть пятая

### Обработка заготовок сложных деталей

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 19. Обработка заготовок со сложной установкой</b> | 222 |
|------------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 96. Обработка несимметричных заготовок . . . . .                                                                                    | 222 |
| § 97. Обработка заготовок эксцентриковых деталей . . . . .                                                                            | 227 |
| § 98. Обработка цевестных валов . . . . .                                                                                             | 229 |
| Глава 20. Пути повышения производительности токарной обработки . . . . .                                                              | 233 |
| § 99. Сокращение машинного и вспомогательного времени . . . . .                                                                       | 233 |
| § 100. Одновременное сокращение машинного и вспомогательного времени за счет расширения технологических возможностей станка . . . . . | 235 |
| Глава 21. Технологические процессы обработки заготовок типовых деталей . . . . .                                                      | 241 |
| § 101. Классификация деталей, заготовки которых обрабатывают на токарных станках . . . . .                                            | 241 |
| § 102. Обработка дисков . . . . .                                                                                                     | 242 |
| § 103. Обработка колец . . . . .                                                                                                      | 243 |
| § 104. Групповая обработка на токарном станке . . . . .                                                                               | 245 |

**Часть шестая**  
**Сведения о механизации**  
**и автоматизации производства**

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глава 22. Механизация производства . . . . .                                                                 | 247 |
| § 105. Комплексная механизация и автоматизация — главное направление технического прогресса в СССР . . . . . | 247 |
| § 106. Технические средства механизации . . . . .                                                            | 248 |
| Глава 23. Автоматизация производства . . . . .                                                               | 251 |
| § 107. Элементы автоматических устройств . . . . .                                                           | 251 |
| § 108. Общие сведения о станках с программным управлением . . . . .                                          | 252 |
| § 109. Токарный станок К62Ф3С1 с программным управлением . . . . .                                           | 255 |
| § 110. Автоматические линии . . . . .                                                                        | 257 |

**Часть седьмая**  
**Сведения об организации и экономике**  
**промышленного производства**

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глава 24. Основные принципы организации и экономики социалистического производства . . . . . | 259 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

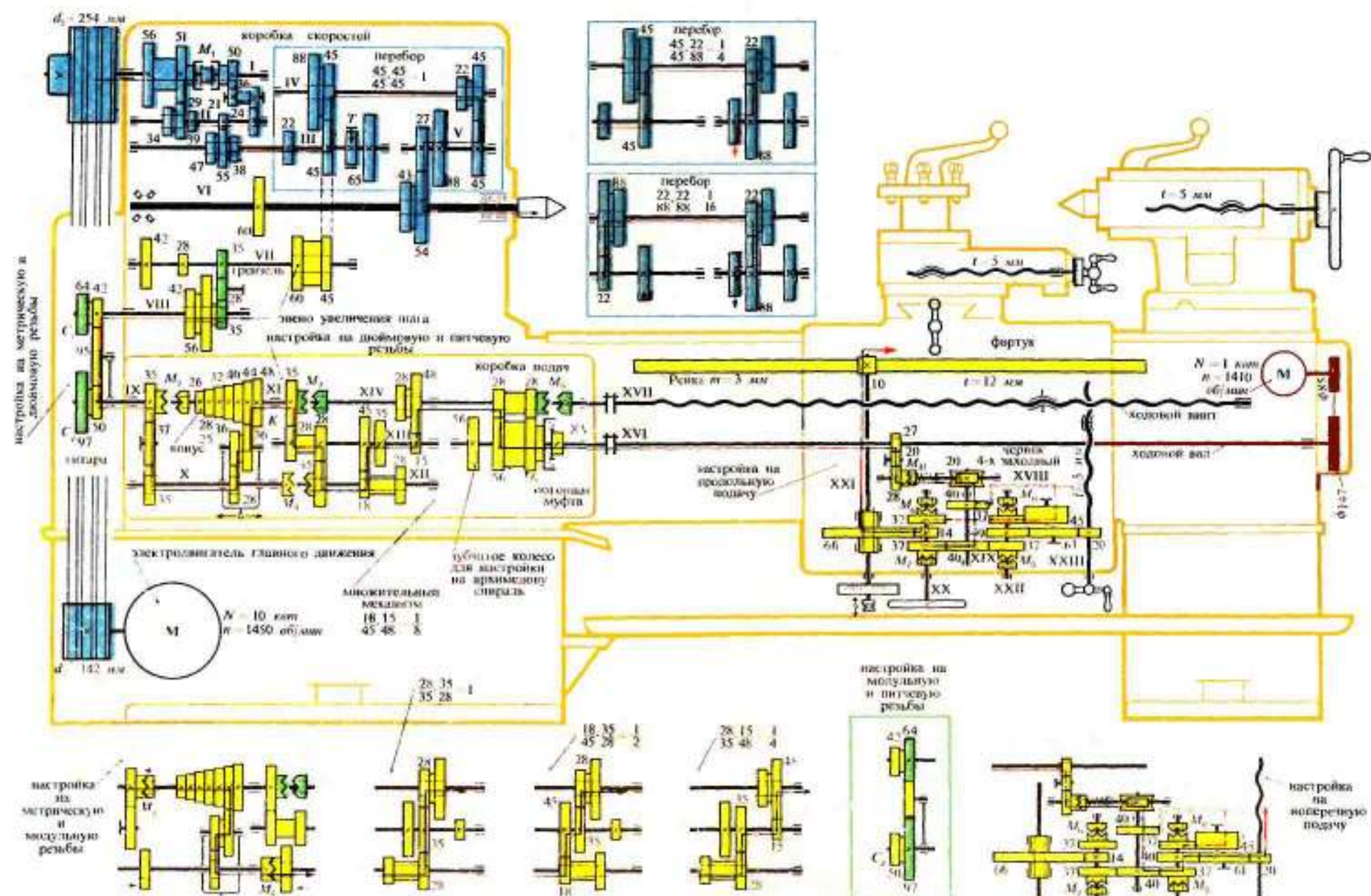
|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 111. Принципы организации и управления социалистическим производством . . . . .        | 259 |
| § 112. Основные принципы планирования промышленного производства . . . . .               | 260 |
| § 113. Предприятие — основное звено социалистической промышленности . . . . .            | 260 |
| § 114. Основные сведения из трудового законодательства . . . . .                         | 262 |
| § 115. Производительность труда и техническое нормирование . . . . .                     | 264 |
| Глава 25. Сведения о научной организации труда (НОТ) . . . . .                           | 266 |
| § 116. Понятие о научной организации труда и ее задачи . . . . .                         | 266 |
| § 117. Разделение труда . . . . .                                                        | 266 |
| § 118. Кооперация труда . . . . .                                                        | 267 |
| § 119. Научная организация рабочего места и психофизиологические условия труда . . . . . | 268 |
| Глава 26. Экономика производства . . . . .                                               | 273 |
| § 120. Повышение производительности труда и социалистическое соревнование . . . . .      | 273 |
| § 121. Организация заработной платы . . . . .                                            | 274 |
| § 122. Экономические показатели работы предприятия . . . . .                             | 275 |

**Часть восьмая**  
**Техника безопасности и противопожарные мероприятия**

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Глава 27. Техника безопасности . . . . .                                                                        | 278 |
| § 123. Общие правила техники безопасности на территории предприятия . . . . .                                   | 278 |
| § 124. Техника безопасности в механических цехах . . . . .                                                      | 279 |
| Глава 28. Противопожарные мероприятия . . . . .                                                                 | 283 |
| § 125. Задачи противопожарной профилактики, причины возникновения и общие меры предупреждения пожаров . . . . . | 283 |
| § 126. Специальные меры пожарной безопасности . . . . .                                                         | 283 |
| § 127. Выход пожарной команды и тушение пожара . . . . .                                                        | 28  |
| Приложения . . . . .                                                                                            | 28  |
| Литература . . . . .                                                                                            | 30. |



# КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА 1К62



## ОТ АВТОРОВ

Непрерывный рост техники машиностроения на базе высокопроизводительных металлорежущих станков требует высокого уровня подготовки кадров рабочих-станочников.

Наиболее массовая профессия в машиностроении — токари. Многочисленная армия токарей пополняется выпускниками школ-десятилеток, способными овладеть не только знаниями основ токарного дела, но и более глубокими знаниями устройства оборудования и технологии механической обработки.

Настоящее учебное пособие рассчитано на учащихся училищ профтехобразования с 8 и 10-летним образованием.

Структура учебного пособия в основном соответствует учебной программе курса спецтехнологии токарного дела (утвержденной Государственным комитетом Совета Министров СССР по профессионально-техническому образованию от 31 марта 1967 г.).

Авторы стремились по сравнению с ранее издававшимися аналогичными учебниками и учебными пособиями дать более подробные описания устройства и настройки токарного станка и более глубоко осветить вопросы теории резания, экономики и организации производства и техники безопасности.

Учебное пособие отражает передовой опыт токарей страны и содержит описание распространенных приспособлений и инструментов, применяемых новаторами.

Главы 6 и 16 написаны кандидатом педагогических наук Б. Н. Обишадко.

Авторы выражают благодарность токарям-новаторам лауреату Государственной премии СССР, заслуженному изобретателю УССР В. К. Семинскому и Герою Социалистического Труда М. Н. Лапину, любезно предоставившим в распоряжение авторов материалы о своем производственном опыте.

Размерности физических величин даны по системе КГСС. В приложении 1 приводятся коэффициенты для перевода размерностей в Международную систему единиц (СИ).

Для привлечения дополнительных сведений в книге рекомендовано обращаться к справочникам: Зайцев Б. Г., Завгороднев П. И., Шевченко А. С. Справочник молодого токаря. «Высшая школа», 1972; Блюмберг В. А. Справочник токаря, изд. 2-е, Ленинград, 1969.