

И. И. БЕРГЕР

WWW.CHIPMAKER.RU

2007

ТОКАРНОЕ ДЕЛО

**Издание третье, переработанное
и дополненное**

Одобрено Ученым советом Государственного комитета Совета Министров СССР по профессиональнотехническому образованию в качестве учебника для подготовки рабочих на производстве

**МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1980**

ББК 34.632я75

Б48

УДК 621.941 (078)

Рецензент — Г. Б. Лурье, профессор, лауреат Государственной премии

ВВЕДЕНИЕ

Развитие общественного производства в нашей стране подчинено экономической политике Коммунистической партии, высшей целью которой является неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа.

XXV съезд КПСС четко определил главную особенность развития социалистической экономики на современном этапе. Она заключается в необходимости резкого повышения эффективности и качества работы во всех сферах хозяйственной деятельности. Это означает прежде всего соблюдение строжайшей экономии материальных и трудовых ресурсов; широкое внедрение в производство прогрессивной техники, технологии и достижений науки, комплексной механизации и автоматизации трудовых процессов; ускоренный рост производительности труда и организация его на научной основе; значительное повышение качества выпускаемых изделий.

С этой целью в десятой пятилетке предусмотрены опережающие темпы развития тех отраслей промышленности, которые определяют технический прогресс. К ним в первую очередь относится машиностроение, являющееся материальной базой технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства. Общий объем продукции машиностроения намечено увеличить в 1,5—1,6 раза, в том числе: средств механизации трудоемких и тяжелых погрузочно-разгрузочных работ в 2 раза; приборов и средств автоматизации в 1,6—1,7 раза; металорежущих станков в 1,5—1,6 раза. Особое внимание обращается на ускоренное и расширенное развитие производства автоматического оборудования с системами числового программного управления, режущего инструмента с применением природных и синтетических алмазов и других сверхтвердых материалов *.

Достижения и перспективы научно-технического прогресса оказывают существенное влияние на характер и содержание труда рабочего, повышают требовательность к росту его культурно-технического уровня.

В нашей стране планомерная подготовка квалифицированных рабочих осуществляется в технических и средних профессионально-технических училищах. Кроме практических умений и навыков, уча-

Б 31207-143
М 304(05)-80 77-80

2704040000

© Издательство «Вышэйшая школа», 1973.
© Издательство «Вышэйшая школа», 1980, с изменениями.

См.: Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 137—139, 183; 188—189.

щиеся получают здесь достаточно высокие теоретические знания, которые позволяют им в дальнейшем уверенно и творчески справляться с решением различных производственных задач.

Одной из наиболее распространенных рабочих специальностей на машиностроительных предприятиях является профессия токаря. Для ее приобретения необходимо: уметь качественно и производительно выполнять разнообразные по сложности токарные работы в пределах установленного разряда; хорошо знать устройство и правила эксплуатации токарных станков, назначение и устройство приспособлений, режущих и измерительных инструментов, свойства обрабатываемых и инструментальных материалов, правила построения технологических процессов и выбора рациональных режимов резания, основы механизации и автоматизации производства и, наконец, правила по технике безопасности и противопожарным мероприятиям.

Содержание данного учебника рассчитано на теоретическую подготовку токарей для универсальных работ. Книга также поможет молодому рабочему в дальнейшем повышении его квалификации на производстве.

Глава I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

§ 1. Сущность токарной обработки

Токарная обработка является одной из разновидностей обработки металлов резанием. Она осуществляется срезанием с поверхности заготовки определенного слоя металла (припуска) резцами, сверлами и другими режущими инструментами.

Вращение заготовки, посредством которого совершается процесс резания, называется *главным движением*, а поступательное перемещение инструмента, обеспечивающее непрерывность этого процесса, — *движением подачи* (рис. 1). Благодаря определенному сочетанию этих движений на токарных станках можно обрабатывать цилиндрические, конические, фасонные, резьбовые и другие поверхности.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные движения при токарной обработке и их назначение.
2. Какие поверхности можно обрабатывать на токарном станке?

§ 2. Краткие сведения о токарном станке

Устройство станка. Наиболее характерным типом рассматриваемых станков является токарно-винторезный, предназначенный для выполнения всех токарных работ, включая нарезание резьб резцами. Общий вид и типовые узлы станка приведены на рис. 2.

Станина — жесткая чугунная отливка, на которой смонтированы все основные узлы станка. Сверху она имеет две пары направляющих, обеспечивающих прямолинейное перемещение суппорта и задней бабки в продольном направлении.

Передняя бабка — пустотелая отливка, в которой размещается коробка скоростей и главный ведомый вал станка — *шпиндель*. Бабка служит для установки обрабатываемой заготовки и сообщения ей вращения с предусмотренной частотой.

Задняя бабка (рис. 3) предназначена для поддержания свободного конца длиной заготовки, а также установки некоторых режу-

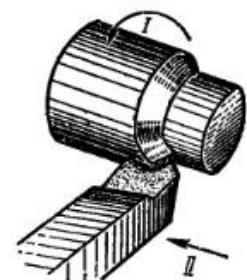


Рис. 1. Основные движения при токарной обработке:
I — главное; II — движение подачи

щих инструментов (сверл, разверток и др.). Бабка состоит из трех основных частей: плиты, корпуса и пиноли с коническим отверстием на переднем конце. Для обтачивания конусов корпус может быть поперечно смешен относительно плиты и зафиксирован в требуемом положении.

Суппорт (рис. 4) служит для перемещения резца в продольном, поперечном или угловом направлениях относительно оси обрабатываемой заготовки. Состоит из пяти основных частей: трех салазок

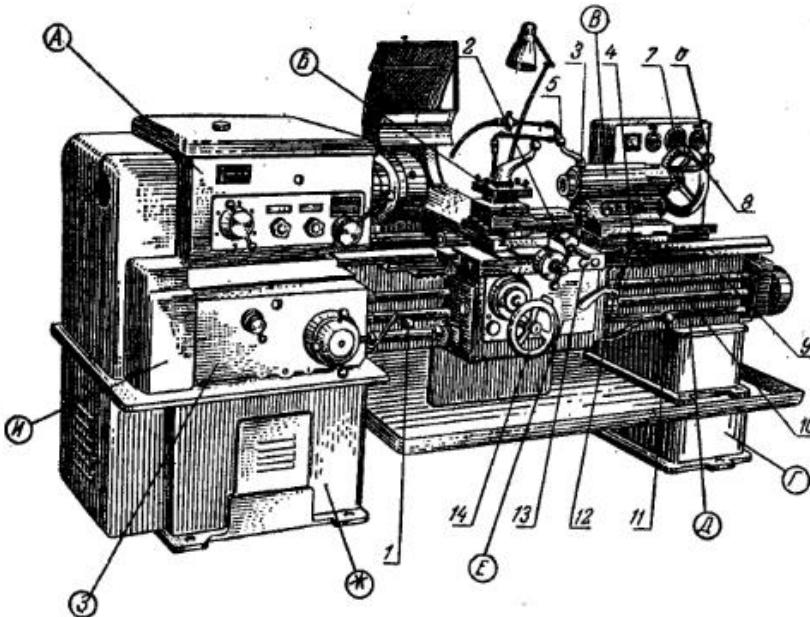


Рис. 2. Токарно-винторезный станок 1К62:

А — передняя бабка; *Б* — суппорт; *В* — задняя бабка; *Г* — правая тумба; *Д* — станина; *Е* — ферстук; *Ж* — левая тумба; *З* — коробка подач; *И* — гитара смесных колес (под кожухом)

(продольных, поперечных и верхних), поворотной плиты и резцодержателя.

Фартук прикреплен к продольным салазкам (каретке) суппорта. Размещенный в нем механизм предназначен для преобразования вращательного движения ходового винта 9 или ходового вала 10 (см. рис. 2) в поступательные перемещения суппорта. От ходового винта движение заимствуется только при нарезании резьбы резцами, для всех прочих работ передающим звеном служит ходовой вал.

Коробка подач предусмотрена для настройки станка на подачу или шаг нарезаемой резьбы.

Гитара сменных колес является дополнительным механизмом коробки подач. С ее помощью можно практически неограниченно

расширять диапазон настроек станка на шаги нарезаемых резьб.

Тумбы — пустотелые чугунные отливки, применяемые в качестве опор станины. Внутреннее пространство тумб используется обычно для размещения электродвигателя и агрегата смазочно-охлаждающей системы.

Управление станком. Несмотря на конструктивное различие моделей станков в их управлении применяются типовые решения, которые можно рассмотреть на примере станка 1К62 (см. рис. 2).

Подключение станка к электросети выполняется поворотом рукоятки пакетного переключателя 8 в положение «Сеть». Справа и слева от него расположены рукоятки выключателей местного освещения и смазочно-охлаждающей системы. Включение и остановка главного электродвигателя производятся с помощью кнопочной станции 13 (кнопка «Пуск» — черного цвета, «Стоп» — красного).

Включение и переключение вращения шпинделя осуществляется с дублированными рукоятками управления 1 и 11, имеющими три фиксированных положения соответственно для правого, левого вращения и остановки. Механические продольные и поперечные подачи суппорта включаются поворотом рукоятки 4 в необходимом направлении. При нарезании резьб резцами подача суппорта включается рукояткой маточной гайки 12.

Ручные перемещения суппорта во время работы и наладки станка выполняются вращением маховиков 2, 3 и 14, оснащенных отсчетными устройствами — лимбами — в виде градуированных колец.

Пиноль задней бабки перемещается поворотом маховика 7, а закрепляется рукояткой 5. Задняя бабка закрепляется на станине рычагом 6.

Уход за станком. Ежедневный уход за токарным стаком должен заключаться в следующем.

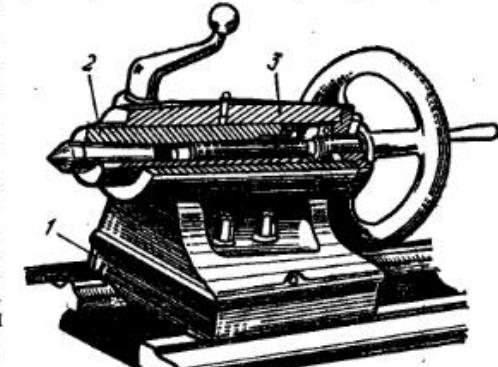


Рис. 3. Задняя бабка:
1 — плита; 2 — пиноль; 3 — корпус

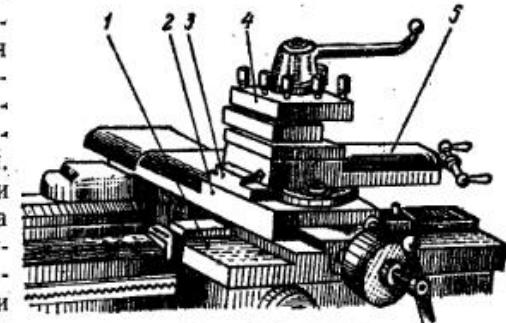


Рис. 4. Суппорт:

f — продольные салазки (каретка); *2* — поперечные салазки; *3* — поворотная плита; *4* — резцедержатель; *5* — верхние салазки

До начала работы:

1. Проверить общее состояние станка и надежность крепления всех частей.
2. Залить масло во все масленки ручной смазки, смазать ходовой винт и ходовой вал.
3. Проверить уровни масла по контрольным глазкам, при недостаточном количестве — долить.
4. Проверить работу станка на холостом ходу и убедиться в исправности органов управления; системы принудительной смазки по струйному маслоуказателю, системы охлаждения.
О всех замеченных неисправностях доложить мастеру.

Во время работы:

1. Внимательно следить за работой станка; оберегать направляющие суппорта и станины от повреждений, не класть на них заготовки, детали, инструменты; не оставлять станок без присмотра; периодически проверять, не перегреваются ли подшипники подвижных узлов.
2. Применять правильные приемы работы: не переключать коробку скоростей и подач на ходу, не производить резкое переключение станка на обратный ход.
3. При точении чугуна и полировании деталей шлифовальными шкурками закрывать направляющие куском брезента.
4. При возникновении в станке необычного шума работу прекратить и выяснить или устранить его причину с помощью работников ремонтной службы.

По окончании работы:

1. Отключить станок от электросети.
2. Тщательно очистить от стружки.
3. Протереть ветошью, смоченной в керосине; смазать тонким слоем масла направляющие станины, суппорта, открытые поверхности шпинделя и пиноли задней бабки.
- Сдать станок сменщику.

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите основные узлы токарно-винторезного станка, их устройство и назначение.
2. Объясните общие принципы управления токарным станком.
3. В чем должен заключаться ежедневный уход за токарным станком?
4. Выполните задания № 1, 2, 3, 5, 6 *.

§ 3. Общие правила техники безопасности при работе на токарном станке

Для исключения травматизма и несчастных случаев токарь обязан строго соблюдать следующие правила техники безопасности.

* Здесь и далее см.: Бергер И. И. Сборник заданий по токарному делу, Минск, 1975.

До начала работы:

1. Привести в порядок одежду: застегнуть общелага рукавов; заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов; убрать волосы под головной убор.
2. Привести в порядок рабочее место: убрать все лишнее; подготовить и аккуратно разложить инструменты и приспособления; сложить заготовки в предназначенный для них ящик.
3. Проверить состояние станка: убедиться в надежности крепления ограждающих щитков и заземляющего провода; проверить исправность органов управления станком, действие тормоза.

О всех обнаруженных неисправностях доложить мастеру и до их устранения к работе не приступать.

Во время работы:

1. Надежно закреплять инструменты, приспособления и заготовки.
2. Не пользоваться неисправными или значительно изношенными приспособлениями и ключами.
3. При установке на станке тяжестей массой более 16 кг (для девушек — свыше 10 кг) применять подъемно-транспортные устройства или обращаться к помощи подсобного рабочего.
4. На работающем станке не производить установку и снятие заготовок и инструментов, измерение детали, регулировку, чистку и смазку станка.
5. Стружку удалять со станка только специальным крючком, щеткой или скребком.
6. Не блокировать станок и не прижиматься к нему во время работы.
7. Для защиты глаз от стружки работать в очках или пользоваться защитным экраном.
8. Соблюдать порядок на рабочем месте: правильно укладывать заготовки и детали; не загромождать проходы; своевременно убирать стружку; следить, чтобы пол не заливался охлаждающей жидкостью и маслом; под ногами иметь сухую деревянную решетку без сквозных металлических креплений.
9. Не открывать дверцы и крышки электрошкафов, не производить какую-либо регулировку электроаппаратуры.
10. При появлении искр на деталях станка или ощущении тока при соприкосновении с ним работу прекратить и вызвать электрика для исправления электропроводки.
11. В ночное время светильник местного освещения следует отрегулировать так, чтобы свет не слепил глаза.
12. Не оставлять работающий станок без надзора. При любом, даже кратковременном уходе с рабочего места остановить станок.

По окончании работы:

1. Отключить станок от электросети.
2. Привести в порядок рабочее место.
3. Смазать станок.

О всех недостатках в работе станка сообщить сменщику и мастеру.

Контрольные вопросы

1. Какие правила безопасности следует выполнять перед началом работы?
2. Какие условия безопасности должен соблюдать токарь во время работы?
3. Что следует выполнить по окончании работы?

§ 4. Понятие о процессе резания

Работа резца. Резание металлов осуществляется инструментами, имеющими, как правило, форму клина. Это объясняется способностью клина создавать выигрыш в силе, необходимой для проникновения инструмента в обрабатываемый материал. Причем этот выигрыш возрастает по мере уменьшения угла заострения клина β .

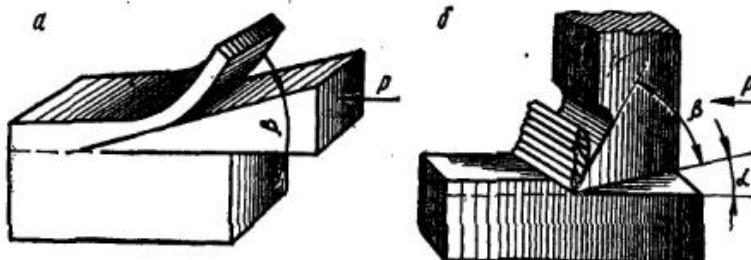


Рис. 5. Схемы действия клина (a) и резца (b)

(рис. 5, а). Однако режущая кромка более острого клина менее прочна. Учитывая это, для обработки более твердых материалов необходимо применять клин с несколько большим углом β , а для относительно мягких — клин с меньшим углом заострения.

При резании приходится преодолевать не только силы сцепления частиц металла, но также силы внешнего трения, возникающие в местах контакта клина с обрабатываемым материалом. Силы трения можно уменьшить за счет расположения одной из поверхностей резца под некоторым углом α к обработанной поверхности детали (рис. 5, б), что учитывается при создании его геометрической формы.

Работу резца при резании можно представить в виде следующего процесса. Внедряясь в обрабатываемый материал, резец сжимает срезаемый слой. При этом небольшой участок этого слоя, наиболее близко расположенный к резцу, деформируется. По мере сдавливания частицы деформируемого участка относительно сдвигаются до тех пор, пока внешняя сила P не превзойдет силы их сцепления и не наступит скальвания элемента стружки, после чего повторяется аналогичный процесс.

Таким образом, образование металлической стружки можно представить в виде процесса последовательного скальвания ее элементов.

Виды стружки. В зависимости от условий резания металлическая стружка может приобретать различные виды: сливной, скальвания, надлома (рис. 6).

Сливная стружка образуется при резании с большой скоростью относительно мягких пластичных металлов. Элементы такой стружки не успевают полностью отделиться и сходят в виде прямой или завитой в спираль ленты с гладкой выпуклой и слегка ступенчатой вогнутой сторонами.

При резании с малой скоростью твердых пластичных металлов элементы стружки успевают почти полностью отделиться, но достаточно прочно связаны между собой. Стружка, изгибаясь, ломается

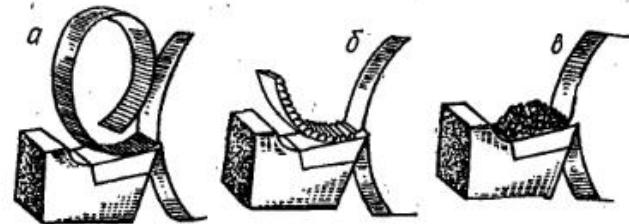


Рис. 6. Виды стружек:
а — сливная; б — скальвания; в — надлома

на участки небольшой длины. Такую стружку называют *стружкой скальвания*, вогнутая сторона ее имеет ступенчатую форму с четко различимыми границами элементов. Иногда стружка скальвания отделяется элементами. В таком случае ее называют *элементной*.

При резании хрупких металлов (чугуны, твердая бронза) стружка сходит в виде не связанных друг с другом элементов произвольной формы. Такая стружка носит название *стружки надлома*.

Физические явления при резании. Резание металла представляет собой сложный физический процесс, сопровождающийся выделением теплоты, возникновением сил сопротивления резанию и внешним трением.

Теплота выделяется вследствие превращения механической работы, затрачиваемой на резание, в тепловую энергию. Значительная часть теплоты уносится стружкой, часть ее поглощается заготовкой и резцом. Тем не менее в зоне резания возникает высокая температура, которая наряду с трением способствует износу резца. Кроме того, обрабатываемый материал оказывает сопротивление резанию, прогибая резец, заготовку и части станка, в результате чего ухудшается точность обработки.

Следовательно, для создания благоприятных условий работы токарю необходимо хорошо знать закономерности физических явлений при резании и стремиться к ослаблению их отрицательного действия. Эти вопросы подробно излагаются в главе XV.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается форма режущей части резца от простого клина?
2. В чем заключается сущность процесса резания?
3. Назовите виды стружек и объясните, при каких условиях они образуются.
4. Укажите физические явления, сопровождающие процесс резания, и их действие на резец и качество обработки.

§ 5. Токарные резцы

Разновидности резцов. Наиболее часто употребляемые при токарных работах стержневые резцы (см. рис. 9) состоят из головки, принимающей непосредственное участие в резании, и стержня прямоугольного сечения, с помощью которого резец закрепляется в резцедержателе суппорта. По форме головки такие резцы делятся на прямые, отогнутые и оттянутые (рис. 7); по направлению подачи

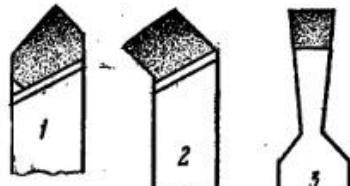


Рис. 7. Разновидности резцов по форме головки:
1 — прямой; 2 — отогнутый; 3 — оттянутый

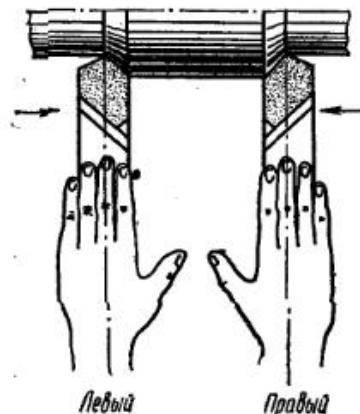


Рис. 8. Разновидности резцов по направлению подачи

чи — на правые и левые (рис. 8); по назначению — на проходные, подрезные, отрезные и др.

Элементы резца. У резца различают переднюю и задние поверхности, режущие кромки, вершины (рис. 9). По передней поверхности сходит стружка, задние обращены к обрабатываемой детали.

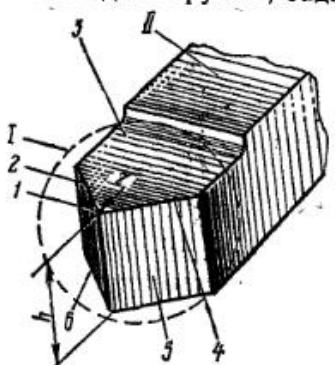


Рис. 9. Стержневой резец:
I — головка; II — стержень; 1 — вершина; 2 — вспомогательная режущая кромка; 3 — передняя поверхность; 4 — главная режущая кромка; 5 — главная задняя поверхность; 6 — вспомогательная задняя поверхность

Резцы имеют обычно только одну переднюю поверхность и одну главную режущую кромку. Соответственно режущим кромкам определяются названия задних поверхностей: образующая главную режущую кромку называется главной, а образующие вспомогательные режущие кромки — вспомогательными.

Вершиной называется точка пересече-

ния режущих кромок. Острая вершина непрочна, поэтому ее окружают некоторым радиусом r .

Расстояние h от вершины до основания резца (опорной поверхности) называется высотой резца.

Материалы резцов. Для изготовления резцов применяются специальные инструментальные материалы, обладающие высокими режущими свойствами. К ним относятся быстрорежущие стали и твердые сплавы.

Быстрорежущие стали после термообработки способны сохранять режущие свойства при температуре до 600 °С. Из них наиболее часто употребляется сталь марки Р6М5, у которой цифры обозначают средний процент содержания легирующего компонента (после буквы Р — вольфрама, после М — молибдена).

Твердые сплавы в виде небольших пластинок припаиваются или механически крепятся к стержням резцов, выдерживают температуру нагрева до 1000 °С, имеют высокую твердость, не нуждаются в термообработке и допускают скорости резания в 4—5 раз выше быстрорежущих сталей. Наряду с этим твердые сплавы обладают повышенной хрупкостью и склонны к образованию трещин при резких изменениях температуры, что следует учитывать при их эксплуатации.

Наиболее часто при обработке чугуна и цветных металлов применяются вольфрамовые сплавы марки ВК8, а при обработке сталей — титано-вольфрамовые Т15К6. Их состав (кроме карбида вольфрама) обозначен буквами и цифрами, например: сплав Т15К6 состоит из 15% карбида титана, 6% кобальта (связки) и 79% карбида вольфрама.

Контрольные вопросы

1. Укажите разновидности стержневых резцов.
2. Из каких элементов состоит головка токарного резца? Приведите их определение.
3. Укажите характеристику и марки инструментальных материалов,

§ 6. Понятие о геометрии токарного резца

Исходные поверхности и плоскости при точении. Для создания благоприятных условий резания резцу придается определенная геометрическая форма (геометрия), образуемая наклоном его поверхностей и режущих кромок под некоторыми углами. Чтобы изучить эти углы, необходимо знать исходные поверхности и плоскости при точении (рис. 10).

В процессе обработки у заготовки различают три поверхности: обработанную, обрабатываемую и поверхность резания.

Обработанной называется поверхность, полученная в результате обработки.

Обрабатываемой называется поверхность, подлежащая обработке.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая главной режущей кромкой резца.

К исходным плоскостям относят основную плоскость, плоскость резания и секущую плоскость.

Основной называется плоскость, совпадающая с основанием резца.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку резца. В нерабочем состоянии плоскость резания располагается перпендикулярно к основной плоскости.

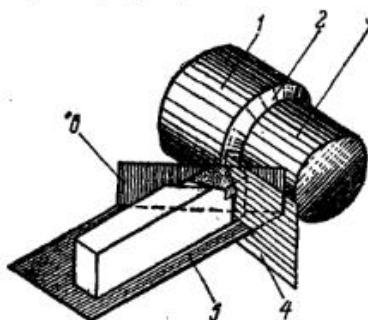


Рис. 10. Исходные поверхности и плоскости при точении:

1 — обрабатываемая поверхность; 2 — поверхность резания; 3 — обработанная поверхность; 4 — секущая плоскость; 5 — основная плоскость; 6 — плоскость резания

Секущей называется плоскость, перпендикулярная к проекции режущей кромки на основную плоскость. Различают главную и вспомогательную секущие плоскости соответственно режущим кромкам, которые они рассекают.

Углы геометрии резца. Полная геометрия резца характеризуется: главными углами α , β , γ ; вспомогательными задними углами α_1 ; углами в плане ϕ , ϕ_1 , ϵ и углом наклона главной режущей кромки λ .

Главные углы резца, измеряемые в главной секущей плоскости, показаны на рис. 11.

Задним углом α называется угол между главной задней поверхностью

резца и плоскостью резания.

Углом заострения β называется угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Передним углом γ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку. Этот угол может иметь положительное значение, когда сумма углов α и β меньше 90° , либо отрицательное; если эта сумма больше прямого угла.

Вспомогательный задний угол α_1 (рис. 12) заключен между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проведенной через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости. Угол α_1 измеряется во вспомогательной секущей плоскости.

Углы в плане (рис. 13) определяют положение режущих кромок резца относительно направления подачи.

Главным углом в плане ϕ (фи) называется угол между направлением подачи и проекцией главной режущей кромки на основную плоскость.

Вспомогательным углом в плане ϕ_1 называется угол между направлением подачи и проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Углом при вершине ϵ (эpsilon) называется угол между проек-

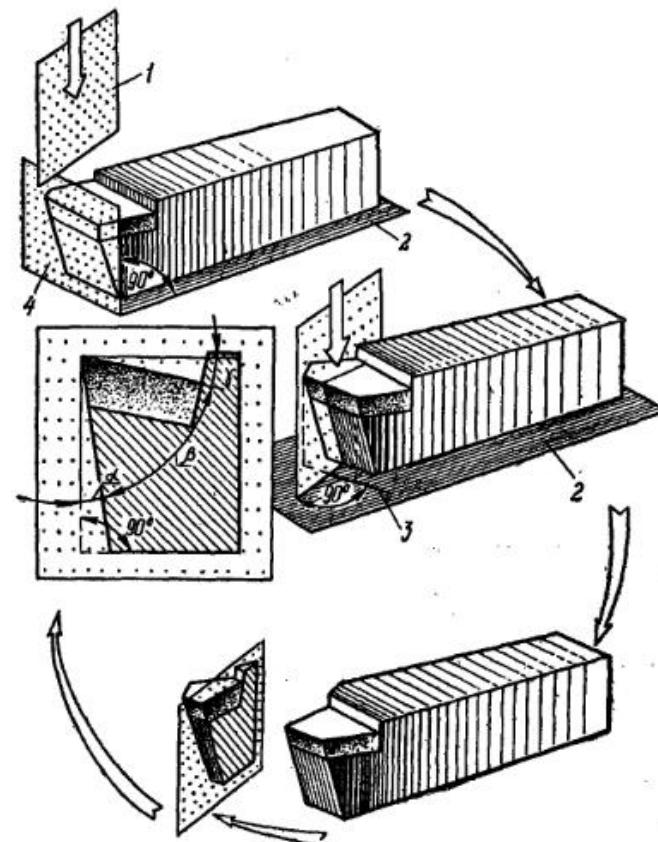


Рис. 11. Образование главных углов резца:

1 — секущая плоскость; 2 — основная плоскость; 3 — проекция главной режущей кромки на основную плоскость; 4 — плоскость резания

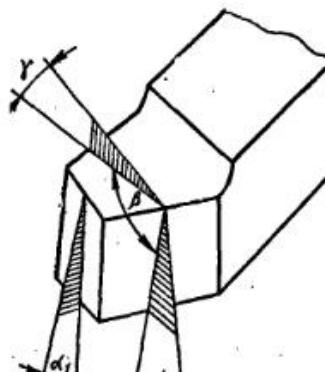


Рис. 12. Углы токарного резца

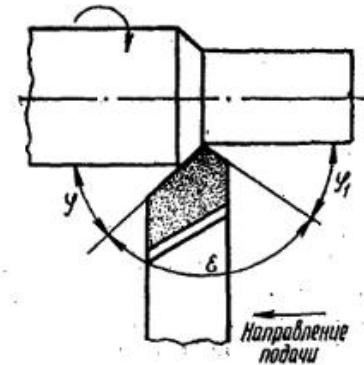


Рис. 13. Углы в плане резца

циями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Сумма углов в плане составляет 180° .

Углом наклона главной режущей кромки λ (ламбда) (рис. 14) называется угол между главной режущей кромкой и плоскостью, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Этот угол может иметь три значения: нулевое, положительное и

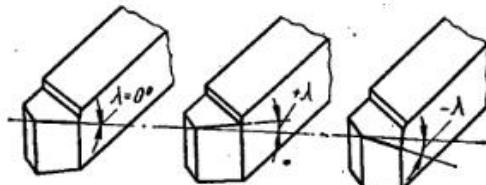


Рис. 14. Углы наклона главной режущей кромки резца

отрицательное. В первом случае режущая кромка расположена параллельно основанию; во втором — наклонно вверх от вершины; в третьем — наклонно вниз.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите определения исходных поверхностей и плоскостей при точении.
2. Изобразите главные углы резца и приведите их определения.
3. Как образуются вспомогательные задние углы?
4. Изобразите углы в плане и дайте их определения.
5. Как образуется угол наклона главной режущей кромки и какие значения он может иметь?
6. Выполните задания № 21, 22 и 24.

§ 7. Заточка и доводка резцов

Заточка резцов. Восстановление геометрической формы и удаление дефектного слоя у изношенных резцов выполняется на заточных станках, оснащенных шлифовальными кругами плоской или чащечной формы. Качество заточки во многом зависит от правильного выбора характеристики круга и приемов работы.

Шлифовальный круг представляет собой особый режущий инструмент, материал которого состоит из твердых абразивных зерен и связки.

По материалу зерен круги, используемые для заточки, делаются на электрокорундовые (белого, розового и серого цвета различных оттенков) и карбидокремниевые (светло-зеленого цвета). Первые рекомендуются для заточки резцов из быстрорежущей стали, вторые — для резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава. Остальные показатели характеристики кругов должны отвечать следующим требованиям: зернистость — 30—40 (размеры зерен в сотых долях миллиметра), твердость — среднемягкая СМ₁ — СМ₂, связка керамическая К.

При заточке рекомендуется соблюдать определенную последовательность действий (рис. 15): вначале затачивать переднюю по-

верхность, затем задние — главную и вспомогательные, и в последнюю очередь скруглять вершины. При этом необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Отрегулировать подручник 1 так, чтобы получить необходимые задние углы, режущая кромка резца находилась на уровне или несколько выше оси круга, зазор между кругом и подручником был не более 3 мм.

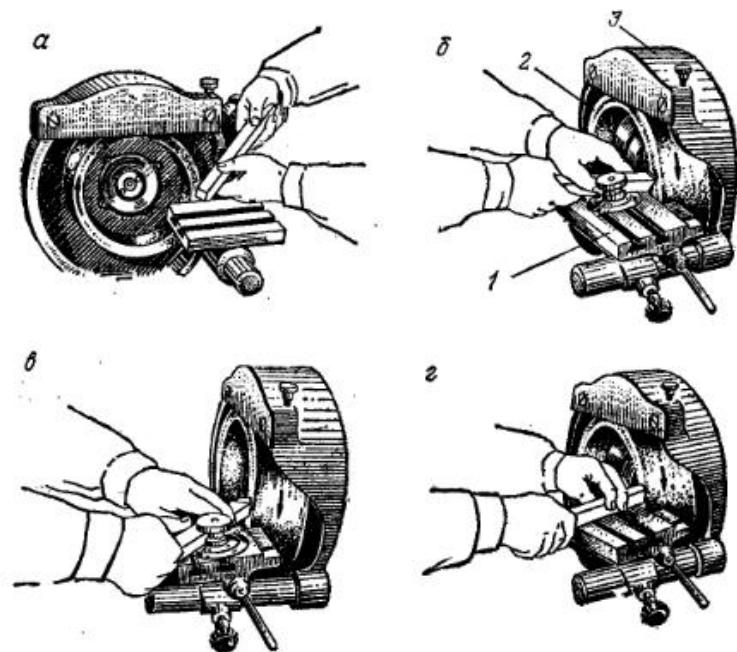


Рис. 15. Заточка резца

а — передней поверхности; б, в — задних поверхностей; г — радиуса заглубления вершины

2. Во время заточки круг 2 должен набегать на режущую кромку в направлении тела резца.

3. Резец опирать на подручник, легко прижимать к рабочей поверхности круга и плавно перемещать вдоль нее.

4. Заточку выполнять с обильным охлаждением или всухую. Периодическое замачивание нагретого резца в воде недопустимо, так как на режущих кромках могут возникнуть трещины.

5. Засаленный или неравномерно изношенный круг править и очищать твердым образованным бруском из зеленого карбида кремния или специально предусмотренной для этой цели шарошкой с металлическими звездочками.

Заточка — несколько необычный вид работы для токаря. Поэтому при ее выполнении следует соблюдать определенные правила техники безопасности.

1. Перед работой проверить: заземление основания заточного станка; надежность крепления защитного кожуха 3 и подручника; исправность и действие кнопок «Пуск» — «Стоп» и вытяжной системы для удаления пыли.

2. Во время заточки стоять немного в стороне от плоскости вращения круга.

3. Пользоваться прозрачным экраном или защитными очками для предохранения глаз от абразивной пыли.

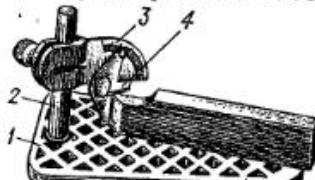


Рис. 16. Настольный угломер

верхностях вдоль главной режущей кромки и по радиусу вершины). Этот процесс выполняют на доводочных станках чугунным притиром дисковой формы, вращающимся с малой скоростью 1—2 м/с.

Притир подготавливают к работе, шаржируя (насыщая) его рабочий торец абразивной или алмазной доводочной пастой. Для этого на поверхность притира, слегка смоченную керосином, наносят тонким слоем пасту и равномерно растирают ее. При доводке резца опирают на подручник, легко прижимают к поверхности притира и перемещают вдоль нее. При этом притир должен набегать под режущую кромку со стороны тела резца.

Более высокая эффективность достигается при доводке резцов алмазными кругами, вращающимися со скоростью 20—25 м/с.

Контроль резцов. Общее состояние заточенных и доведенных резцов определяют невооруженным глазом или с помощью лупы. На режущих кромках не должно быть сколов, трещин, прижогов, грубой шероховатости.

Главные углы резца обычно измеряют настольным угломером (рис. 16), состоящим из основания 1, стойки 2, кронштейна 3 с градусной шкалой и измерительного угольника 4. Поочередно прикладывая стороны угольника к задним и передней поверхностям резца, можно определить по градусной шкале значения соответствующих углов. Углы в плане при необходимости измеряют универсальным угломером.

Контрольные вопросы

- Укажите последовательность и основные правила заточки резцов.
- Как выполняется доводка резцов?
- Как контролируется качество заточки и доводки резцов?

§ 8. Режим резания и охлаждения при точении

Режим резания. Для обработки детали токарный станок настраивают на определенный режим резания, состоящий из трех элементов (рис. 17): глубины резания, подачи и скорости резания.

Глубиной резания t называется толщина срезаемого слоя металла за один проход резца. При обтачивании ее вычисляют по формуле

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ мм,} \quad (1)$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм; d — диаметр обработанной поверхности, мм.

Подачей S называется величина перемещения резца за один оборот заготовки. Она измеряется в миллиметрах на оборот (мм/об).

Скоростью резания v называется путь, проходимый наиболее удаленной от центра точкой поверхности резания относительно резца в минуту. Она определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \text{ м/мин,} \quad (2)$$

где D — наибольший диаметр касания заготовки с инструментом, мм; n — частота вращения заготовки в минуту (об/мин); 1000 — коэффициент перевода мм в м.

Если мы сократим числа π и 1000, то получим упрощенную формулу

$$v = \frac{D n}{320} \text{ м/мин,} \quad (3)$$

точность вычисления по которой вполне достаточна для практических целей.

Поскольку скорость резания для различных точек поверхности резания различна, то для учета наиболее напряженных условий работы в формулы (2) и (3) надо проставлять наибольший диаметр касания инструмента с заготовкой.

Зная скорость резания, можно из формулы (3) вывести зависимость частоты вращения

$$n = 320 \frac{v}{D} \text{ об/мин.} \quad (4)$$

Охлаждение и смазка. Для того чтобы уменьшить вредное действие температуры и трения на инструмент, при резании металлов

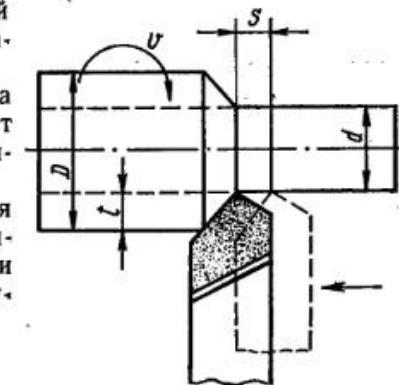


Рис. 17. Элементы режима резания:
 t — глубина резания; S — подача; v — скорость резания

рекомендуется применять смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ). При токарной обработке для этой цели наиболее часто используется эмульсия — 5—20%-ный раствор эмульсола в воде. Благодаря наличию в эмульсоле минерального масла и поверхностно-активных веществ, эмульсия наряду с хорошим охлаждением оказывает также смазывающее действие.

При общепринятом способе охлаждения жидкость подается к резцу непрерывной струей в место отделения стружки. Подачу ее следует начинать одновременно с началом резания при среднем расходе жидкости 10—20 л/мин. На токарных станках такой способ охлаждения применяют главным образом при обработке сталей и цветных металлов быстрорежущими инструментами.

Для того чтобы расширить область использования СОЖ, в частности при точении серного чугуна и обработке деталей твердосплавными резцами, в последнее время применяется способ подачи ее в зону резания в распыленном состоянии (с помощью инжекторной установки). Воздушно-жидкостная смесь, расширяясь при выходе из сопла, охлаждается до 2—10 °C и, соприкасаясь с нагревым резцом и стружкой, быстро испаряется и значительно уменьшает температуру в зоне резания. В качестве смазывающе-охлаждающей жидкости в этом случае рекомендуется применять 1,5%-ю эмульсию.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите определения элементов режима резания и формулы для их вычисления.
2. Как осуществляется охлаждение и смазка при токарной обработке?
3. Выполните задания № 30, 31, 32.

§ 9. Организация и обслуживание рабочего места токаря

Под рабочим местом подразумевается определенный участок производственной площади, на которой размещаются станок и другие устройства, необходимые для выполнения работы.

Рабочее место должно быть организовано так, чтобы токарю не требовалось делать лишних движений, которые, кроме непроизводительной потери времени, вызывают дополнительную утомляемость.

Здесь, кроме станка, должны быть установлены инструментальная тумбочка для хранения приспособлений, инструментов, обтирочных и смазочных материалов и других необходимых предметов; подставка с ящиками для заготовок и готовых деталей; деревянная решетка для защиты ног токаря от стружки и сырости.

Большое значение имеет расположение предметов на рабочем месте: все, что рабочий берет правой рукой, должно находиться справа, а что левой — слева; то, что чаще требуется, следует кладь ближе. Каждый используемый при работе предмет должен иметь свое постоянное место. Это создает привычные движения и автоматизм в работе, исключает потерю времени на поиски.

Организация рабочего места зависит от характера выполняе-

мых работ, однако можно рекомендовать типовую планировку (рис. 18), которая в большинстве случаев наиболее удобна для универсальных токарных работ.

Слева от рабочего примерно на расстоянии вытянутой руки и 300 мм от станка располагается инструментальная тумбочка 2 с планшеткой 3 для рабочего чертежа. Справа на таком же расстоянии устанавливается трехполочная подставка 5 для ящиков 6 с заготовками, готовыми деталями и для купных приспособлений.

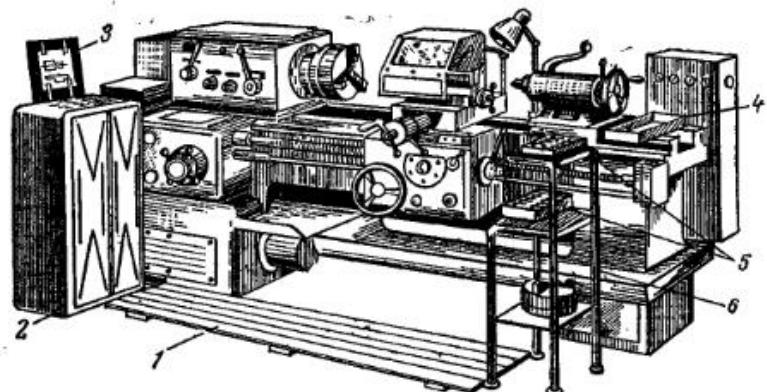


Рис. 18. Рабочее место токаря

Лоток 4 для ключей и инструментов устанавливается справа на станине (при необходимости его переносят на подставку 5). Перед станком на полу кладется деревянная решетка 1.

Производительность работы токаря во многом зависит от правильного обслуживания рабочего места: своевременного обеспечения его производственным заданием, заготовками, технологической документацией и оснасткой; технического контроля качества обработки деталей; ухода за станком и его ремонта; поддержания на рабочем месте должной чистоты и порядка.

При изготовлении деталей небольшими партиями рабочий получает задание-наряд, рабочий чертеж, производственный инструктаж о порядке выполнения данной работы и заготовки в начале смены от мастера или распределителя.

Приспособления, режущие и измерительные инструменты систематического пользования постоянно хранятся в инструментальной тумбочке на рабочем месте и по мере износа периодически списываются и заменяются новыми в установленном порядке. Недостающие инструменты и приспособления для выполнения конкретной работы токарь получает в инструментально-раздаточной кладовой.

Работники технического контроля обслуживаются рабочее место в течение всей смены: осуществляют периодическую проверку обрабатываемых деталей с целью предупредить брак, контроль и приемку готовых деталей.

Устранение случайных неисправностей, плановые осмотры и ремонты станка производят прикрепленные к участку слесари-ремонтники и электрики.

Контрольные вопросы

1. Как должно быть организовано рабочее место токаря?
2. В чем заключается и как осуществляется обслуживание рабочего места?

Глава II

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 10. Понятие о точности обработки

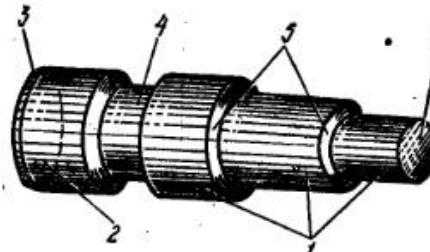


Рис. 19. Виды наружных поверхностей:

1 — цилиндрические; 2 — торцы; 3 — фаски; 4 — канавка; 5 — уступы

ниями, принятymi в ЕСКД (единая система конструкторской документации).

Точность размеров ограничивается предельными отклонениями, которые проставляются справа от номинального размера. Например, размер $40^{+0,1}_{-0,2}$ означает, что деталь по этому показателю будет годной, если ее действительный размер находится в пределах наибольшего предельного размера 40,1 мм и наименьшего — 39,8 мм. Величина допустимого колебания размера — допуск — определяется разностью предельных размеров и для данного примера равна $40,1 - 39,8 = 0,3$ мм.

Неответственные размеры, по которым деталь не сопрягается, часто проставляются на чертеже без допустимых отклонений. Одноточность таких размеров также ограничивается, обычно 14-м квадратом, о чём на чертеже принято указывать текстом.

Погрешности геометрической формы цилиндрической поверхности (рис. 20) в большинстве случаев объединяются в общее понятие — отклонение от цилиндичности, которое на чертеже обозначается условным знаком O/O . Для торцов и уступов погрешность формы — отклонение от плоскости — помечается зна-

ком — . Допустимая величина погрешности в миллиметрах указывается после условного обозначения цифрой.

Если на чертеже отсутствуют указания о допустимых погрешностях формы, то в этих случаях принято условно считать, что для цилиндрической поверхности они не должны превышать допуска на диаметр, а для торца или уступа — $1/2$ допуска соответствующего размера.

Погрешности взаимного расположения поверхностей деталей, прошедших токарную обработку, характеризуются: радиальным или торцовым биением, обозначаемым условным знаком \nearrow , отклонение от соосности — (O) , отклонение от перпендикулярности — \perp , отклонение от парALLELНОСТИ — II , после которых численно указывается их допустимая величина.

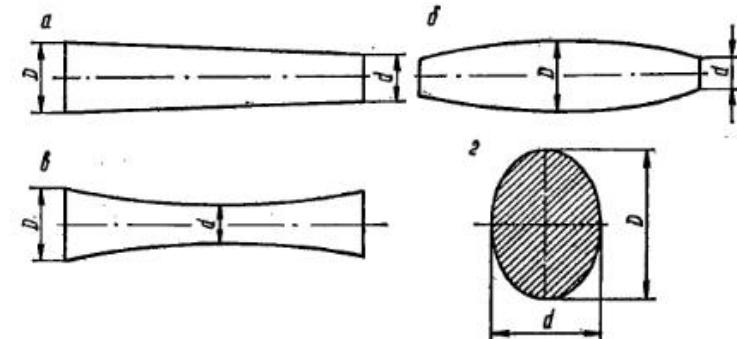


Рис. 20. Погрешности формы цилиндрической поверхности:
а — конусообразность; б — бочкообразность; в — седлообразность;
г — овальность

Требуемая шероховатость поверхностей (величина неровностей, остающихся после обработки резанием) обозначается знаком \checkmark , над которым указывается значение высоты неровностей R_z или среднеарифметического отклонения профиля R_a в микрометрах, причем символ R_a на чертеже не указывается.

Пример обозначения технических требований, предъявляемых к точности обработки детали приведен на рис. 21

Контрольные вопросы и задания

1. Какие технические требования входят в понятие точности обработки?
2. Как обозначаются на чертеже технические требования, предъявляемые к точности обработки?
3. По рис. 21 определите требования, предъявляемые к точности обработки детали.
4. Определите предельные размеры и допуски, если на чертеже дано:

$$30^{-0,1}_{-0,3} \text{ и } 25^{+0,08}_{-0,02}$$

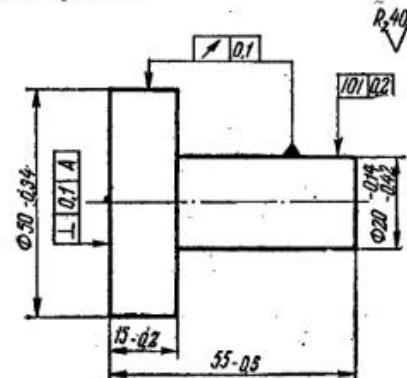


Рис. 21. Чертеж опоры

§ 11. Установка заготовок на станке

Способы установки. При токарной обработке наиболее часто применяются три основных способа установки заготовок на станке: в патроне, в патроне и заднем центре, в центрах (рис. 22).

В патроне устанавливают короткие заготовки с длиной l выступающей части из кулачков до 2–3 диаметров d .

Установка в патроне и заднем центре применяется преимущественно для чернового обтачивания длинных валов.

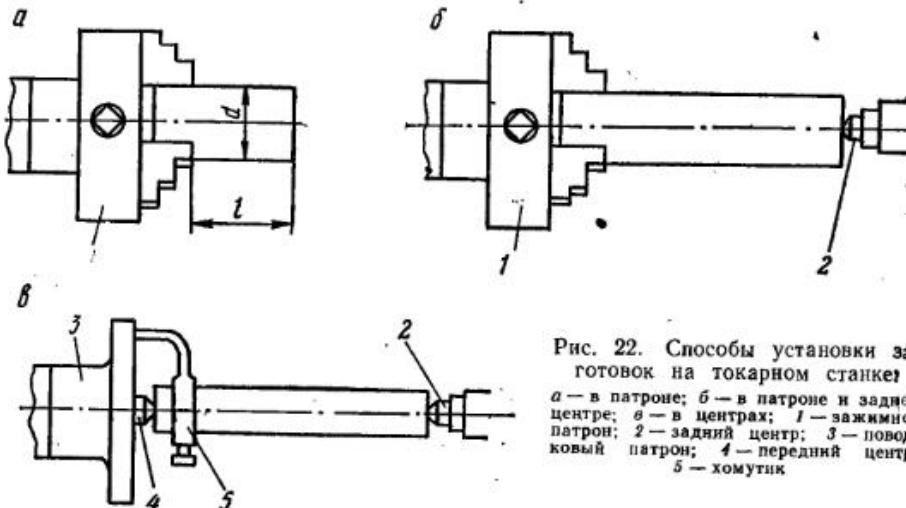


Рис. 22. Способы установки заготовок на токарном станке
 а — в патроне; б — в патроне и заднем центре; в — в центрах; 1 — зажимной патрон; 2 — задний центр; 3 — поводковый патрон; 4 — передний центр; 5 — хомутик

Установку в центрах используют главным образом для чистового обтачивания валов, когда необходимо выдержать строгую соосность обрабатываемых поверхностей, а также в случаях последующей обработки детали на других станках с такой же установкой.

Применяемые приспособления. Приспособлениями называются устройства, предназначенные для установки и закрепления заготовок на станке или для расширения возможностей последнего.

Для рассмотренных выше способов установок пользуются токарными приспособлениями общего назначения: зажимными и поводковыми патронами, хомутиками, центрами.

Наибольшее распространение в практике работы токаря получили **зажимные 3-кулачковые самоцентрирующие патроны** (рис. 23), в которых заготовка одновременно с закреплением центрируется по оси вращения. Такие патроны предусмотрены для закрепления круглых заготовок с относительно ровными поверхностями.

Патрон состоит из корпуса 4, трех кулачков 3 и 5, центрального зубчатого колеса 2 со спиральной нарезкой на торце, трех конических шестерен 1 с квадратными отверстиями под ключ. Если торцовым ключом вращать зубчатые колеса, то кулачки с помощью спиральной нарезки будут одновременно перемещаться радиально.

Патроны снабжаются комплектом прямых и обратных кулачков либо кулачками сборной конструкции.

Прямые кулачки 3 предназначены для закрепления заготовок небольшого диаметра «на зажим» или «на разжим» — заготовок с отверстиями. Обратные кулачки 5 используются для закрепления заготовок большого диаметра. Сборный кулачок состоит из собственно кулачка 6 и рейки 7, которые скрепляются винтами. Такие кулачки можно переставлять на рейках и использовать в качестве прямых или обратных.

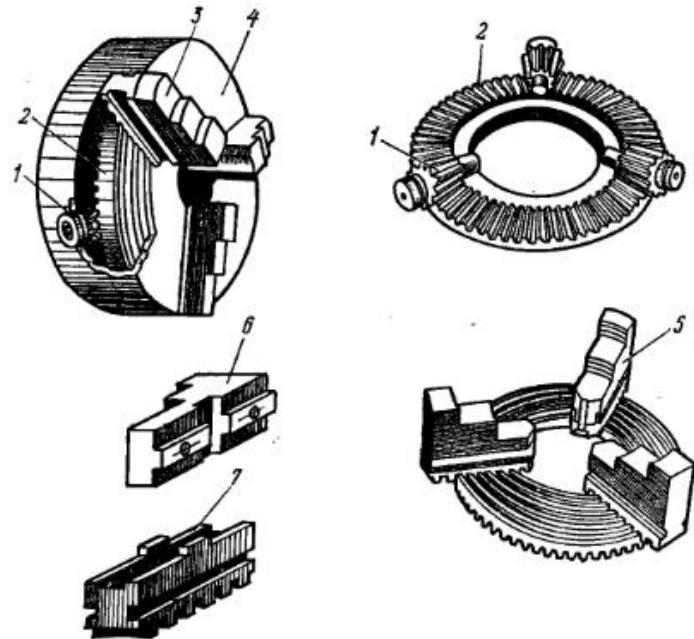


Рис. 23. 3-кулачковый самоцентрирующий патрон

Кулачки, поставляемые в комплекте с патроном, обычно закалены для повышения долговечности. При закреплении ими деталей с окончательно обработанными поверхностями на последних остаются вмятины. В таких случаях рекомендуется пользоваться мягкими незакаленными кулачками, специально изготовленными, чаще всего сборной конструкции.

Кулачки обозначаются номерами 1, 2, 3, в порядке которых они устанавливаются в пазы корпуса с аналогичной маркировкой.

Самоцентрирующие 3-кулачковые патроны выпускаются разных размеров с наружным диаметром от 80 до 630 мм четырех классов точности. Для универсальных работ предусмотрены патроны нормальной точности *H* и повышенной *P*; для чистовых работ — высокой *B* и особо высокой *A*. Точность патрона (кроме нормальной) маркируется на его корпусе.

Для установки на станок зажимные патроны крепятся к переходным фланцам, имеющим отверстие соответствующе форме и размерам переднего конца шпинделя (см. рис. 27).

Поводковые патроны (рис. 24, а, б), применяемые при установке заготовок в центрах, предназначены для передачи крутящего момента от шпинделя к заготовке посредством хомутика. Поводковый палец 1 может быть отрегулирован в пазу патрона на необходимый размер хомутика. Такие патроны крепятся на переднем конце шпинделя аналогично переходным фланцам зажимных патронов.

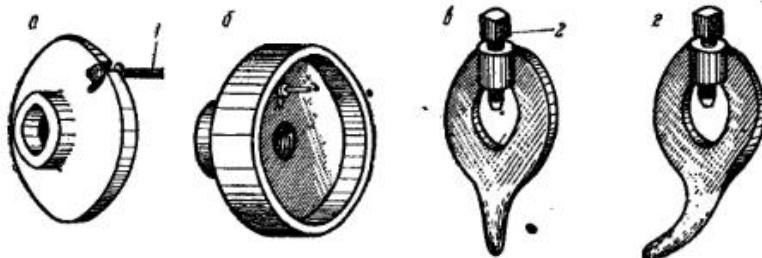


Рис. 24. Поводковые патроны:

а — открытый; б — закрытый; хомутики: в — прямой; г — отогнутый

Для токарных работ предусмотрены два типа хомутиков (рис. 24, в, г): прямые и отогнутые, которые устанавливаются на левом конце заготовки и закрепляются винтом 2. Благодаря овальной форме отверстия хомутик соприкасается с заготовкой в двух точках, что повышает надежность его крепления.

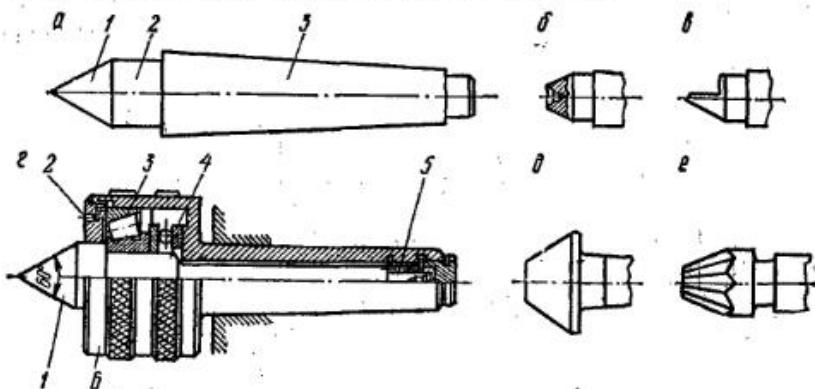


Рис. 25. Токарные центры:

а — прямой; б — обратный; в — полусентр; г — вращающийся; д — грибковый;
е — рифленый

Центры (рис. 25) служат для установки заготовок типа валов по центровым отверстиям или внутренним фаскам. По конструкции они делятся на упорные, вращающиеся и поводковые, а по форме рабочей части — на прямые, обратные, полусентры и грибковые.

Упорный прямой центр (рис. 25, а) состоит из рабочего конуса с углом 60°, шейки 2 и хвостовика 3, выполненного по размерам стандартных конусов Морзе. Такие центры изготавливаются из инструментальных углеродистых сталей У7 — У8 и подвергаются термической обработке — конец хвостовика и рабочий конус закаливаются.

Обратный упорный центр (рис. 25, б) имеет на рабочей части коническое отверстие с углом 60°. Он предусмотрен для валиков малых диаметров (до 4 мм), на концах которых выполняются наружные центровые конусы.

Полусентры упорные (рис. 25, в) устанавливаются в пиноль задней бабки. Они имеют неполный рабочий конус, который позволяет подрезать торец заготовки, закрепленной в центрах.

Грибковый упорный центр (рис. 25, д) выполнен в виде усеченного конуса увеличенного диаметра, что позволяет устанавливать на станке пустотелые заготовки по внутренним фаскам.

Упорные центры при точении с большой скоростью устанавливают преимущественно в шпинделе станка. Если такие центры закрепляют в заднюю бабку, то центровое отверстие заготовки, опирающееся на задний центр, следует заполнить густой графитовой смазкой.

Вращающиеся центры (рис. 25, г) используются в качестве задних центров. Они состоят из корпуса 6, подшипников качения 3, 4 и 5, вставки 1 и резьбовой крышки 2 с войлочным уплотнителем; изготавливаются нормальной и повышенной точности.

Поводковые центры позволяют обтачивать детали на всю длину без хомутика и поводкового патрона. Установленные в шпиндель станка такие центры передают заготовке крутящий момент посредством рифленых поверхностей.

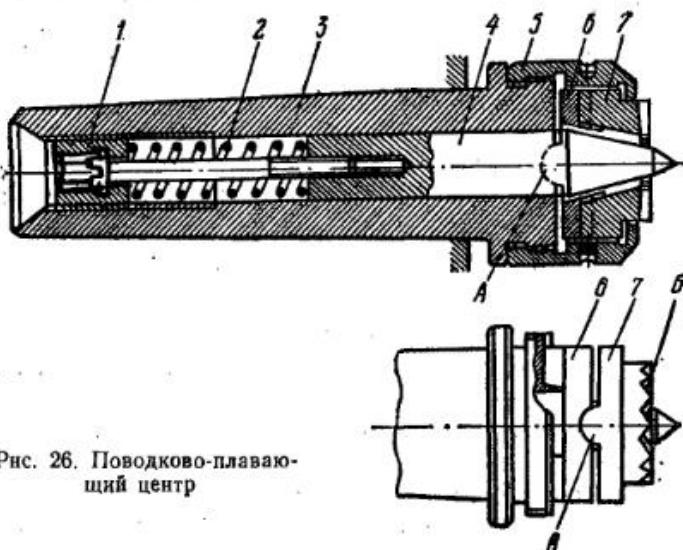


Рис. 26. Поводково-плавающий центр

Поводковый рифленый центр (рис. 25, е) применяют при обработке пустотелых валов, втулок в тех случаях, когда на кромке отверстия допустимы вмятины от рифлений центра или их можно удалить последующей обработкой.

Поводково-плавающий центр (рис. 26) обеспечивает не только быструю установку и съем заготовок, но также практически высокую точность продольного положения их на станке. Центр состоит из корпуса 3, плавающего центра 4, гайки 5, опорной шайбы 6 и поводковой шайбы 7 с рабочими зубьями 6. Корпус и шайбы, со-

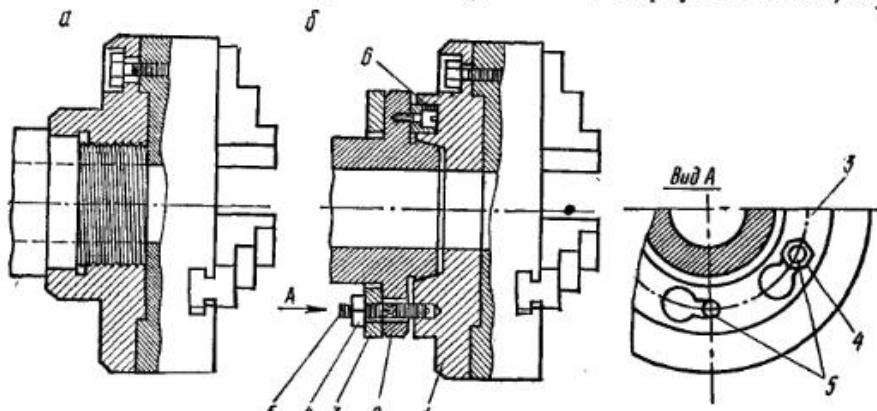


Рис. 27. Установка токарного патрона на резьбовом конце шпинделя (а) и фланцевом (б)

пряженные полукруглыми крестообразно расположеннымми выступами и впадинами А и В, образуют шарнирную систему, которая позволяет зубьям шайбы 7 равномерно прижиматься к торцу заготовки. Необходимое давление пружины 2 регулируется резьбовой пробкой 1.

Установка заготовок в патроне. Вначале необходимо надежно и правильно установить и закрепить патрон на шпинделе, для чего посадочные поверхности шпинделя и переходного фланца патрона очищают тряпкой, смоченной керосином, а затем слегка смазывают маслом.

Если шпиндель имеет резьбовой передний конец (рис. 27, а), легкий патрон подносят к нему обеими руками и навинчивают до отказа (рис. 28, а). Чтобы шпиндель при этом не поворачивался, положение рукояток коробки скоростей устанавливают соответственно наименьшей частоте вращения.

Более тяжелый патрон рекомендуется вначале положить на деревянный брусок (рис. 28, б), а затем, подведя к шпинделю, навернуть вручную до отказа.

Чтобы предупредить самоотвинчивание во время работы, патроны, устанавливаемые на резьбовые концы шпинделей, следует закреплять дополнительными креплениями, предусмотренными на станке.

При фланцевой конструкции (рис. 27, б) патрон устанавливают на центрирующий конус шпинделя так, чтобы резьбовые шпильки 5 совместно с гайками 4 прошли в отверстие фланца 2 и поворотной шайбы 3, а фиксирующая шпонка 6 вошла в углубление переходного фланца патрона 1. После этого поворотную шайбу поворачивают на себя до отказа и равномерно в диагональном порядке затягивают гайки 4.

В самоцентрирующих патронах заготовка одновременно с закреплением центрируется по оси шпинделя. Длина зажимаемой части заготовки в патроне должна составлять примерно $\frac{1}{3}$ ее общей длины. Закрепление выполняют торцовым ключом, вставленным в одно из квадратных отверстий патрона. При этом категорически запрещается применение различных удлинителей, надетых на ручку ключа, так как приложение чрезмерно больших усилий способствует преждевременному выходу патрона из строя.

Иногда заготовка может занять неправильное положение в патроне, перекоситься. В таких случаях ее следует выверить на отсутствие биения. Для этого к вращающейся поверхности заготовки подносят кусочек мела и по характеру следа риски определяют «бьющий» участок. Выключив вращение, легкими ударами молотка (с мягким бойком) по указанному участку заготовке придают правильное положение, которое контролируют повторной проверкой. После этого заготовку необходимо окончательно закрепить.

При большом выете заготовки из кулачков патрона (более 2—3 диаметров) ее поджимают задним центром (см. рис. 22, б). Для этого зацентрованную с одной стороны заготовку слабо закрепляют в патроне за небольшой участок длиной 5—6 мм, в центральное отверстие плотно вводят задний центр и производят окончательное закрепление.

Установка заготовок в центрах. Применяется из-за невысокой жесткости в основном для чистового обтачивания деталей типа валов. Для этого на торцах заготовки сверлением выполняют центральные отверстия с углом рабочего конуса 60° (см. § 26).

Для получения высокой точности обработки необходимо, чтобы оси центров станка точно совпадали, а рабочий конус переднего центра не имел биения. Это достигается правильной установкой центров и выверкой их положения. Перед установкой хвостовики центров и конические отверстия шпинделя и пиноли следует протереть насухо тряпкой. Совпадение осей проверяют сближением центров: их вершины должны совместиться. На некоторых станках для этой цели на корпусе и плите задней бабки имеются обработанные платики. Их совмещение обеспечивает соосность центров стан-

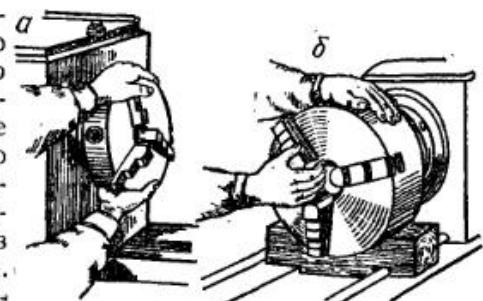


Рис. 28. Установка патрона на станке

ка. Окончательно ее определяют пробным обтачиванием вала на всю длину. Если при этом диаметры на его концах окажутся одинаковыми, значит, оси центров совпадают.

Биение рабочего конуса переднего центра не должно превышать 0,01 мм при проверке индикатором. Если правильно установленный центр имеет биение больше допустимого, его надо заменить новым или проточить на месте твердосплавным резцом.

Поводковый патрон закрепляется на переднем конце шпинделя аналогично зажимным патронам.

Установка в центрах выполняется в следующем порядке:

1. На левый конец заготовки закрепляют хомутик, который подбирают по размеру так, чтобы зажимной винт в закрепленном состоянии не слишком выступал. Если конец заготовки чисто обработан, то под винт хомутика подкладывают пластику из мягкого металла или применяют специальное разрезное кольцо.

2. Учитывая длину заготовки, заднюю бабку закрепляют на станне в таком месте, чтобы вылет пиноли был наименьшим.

3. Удерживая заготовку левой рукой, опирают ее на передний центр, а правой, вращая маховичок задней бабки, вводят задний центр в центровое отверстие заготовки. Поджим центром должен обеспечивать свободное вращение заготовки без люфта. После этого пиноль следует закрепить.

При обтачивании происходит нагрев и удлинение заготовки. Поэтому крепление длинных заготовок в центрах следует периодически ослаблять и снова доводить до нормального состояния.

Контрольные вопросы

1. Укажите способы установки заготовок на токарном станке и область их применения.

2. Перечислите токарные приспособления общего назначения и приведите их краткую характеристику.

3. Объясните особенности и приемы установки заготовок в патроне, в патроне и заднем центре, в центрах.

§ 12. Обработка цилиндрических поверхностей

Обтачивание гладких поверхностей. Применяемые резцы. Обтачивание выполняют проходными прямыми, отогнутыми и упорными резцами (рис. 29).

Первые два типа резцов с главными углами в плане $\phi = 30^\circ - 60^\circ$ применяют преимущественно для обработки жестких деталей; ими можно обтачивать, протачивать фаски, а отогнутыми и подрезать торцы. Более широкое распространение в токарной практике получили упорные резцы с углом $\phi = 90^\circ$, которые, кроме указанных работ, позволяют подрезать уступы. Эти резцы особенно рекомендуются для обтачивания нежестких валов, так как они вызывают наименьший по сравнению с другими резцами поперечный прогиб обрабатываемой детали.

При выборе и эксплуатации проходных резцов следует учитывать также их различную стойкость (время непосредственной ра-

боты от заточки до переточки). При равных условиях менее стойкими являются упорные резцы, имеющие более острую и менее прочную вершину, склонную к перегреву.

При универсальных работах проходные резцы применяют как для чернового, так и для чистового точения. У черновых резцов вершину закругляют радиусом $r = 0,5 - 1$ мм, у чистовых — $r = 1,5 - 2$ мм. Причем с увеличением радиуса закругления вершины снижается шероховатость обрабатываемой поверхности.

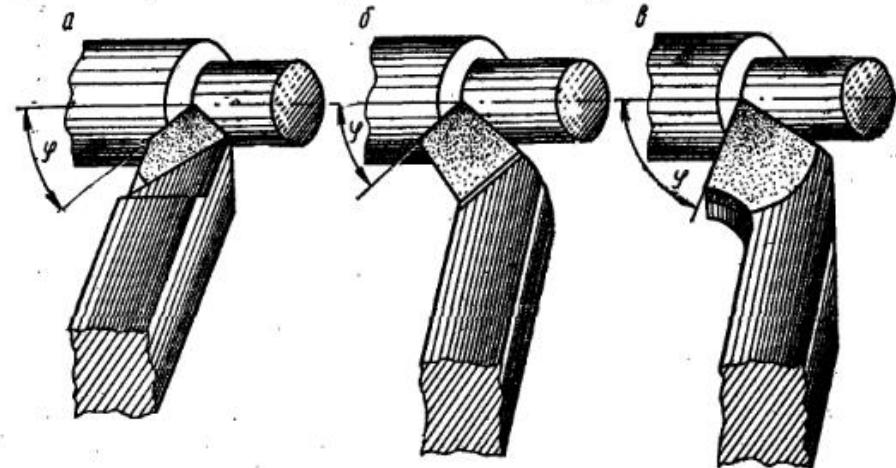


Рис. 29. Проходные резцы:

а — прямой; б — отогнутый; в — упорный

Установка резцов на станке. Резцы должны быть правильно установлены иочно закреплены в резцодержателе суппорта. Первое определяется положением резца относительно оси центров станка. При наружном точении резцы устанавливаются на станке так, чтобы их вершина находилась на уровне оси центров. В некоторых случаях, например при черновом обтачивании и обработке нежестких валов, рекомендуется выполнять такую установку выше линии центров примерно на 0,02 диаметра детали. Высоту установки регулируют стальными подкладками 1 (рис. 30), обычно не более чем двумя. При этом размеры подкладок должны обеспечивать устойчивое положение резца на всей опорной поверхности.

Установку по высоте проверяют совмещением вершин резца и одного из центров или пробной подрезкой торца заготовки, в центре которого не должна оставаться бобышка.

Резец также располагают перпендикулярно оси центров с наименьшим вылетом из резцодержателя (не более 1,5 высоты стержня) и закрепляюточно не менее чем двумя винтами.

Приемы обтачивания. Чтобы получить необходимый диаметр обрабатываемой поверхности, резец устанавливают на глубину резания. Для этого его подводят до касания с поверхностью вращающейся заготовки. Когда появится слабо заметная рис-

ка, резец отводят вправо за торец заготовки, лимб поперечной подачи устанавливают на нуль и подают суппорт вперед на требуемый размер по лимбу. Механическую продольную подачу включают после того, как резец при ручном перемещении суппорта врежется в металл. Установку резца на точный размер выполняют аналогично, пробным обтачиванием конца заготовки на длину 3—5 мм. По результатам измерения (штангенциркулем или при более высокой точности — микрометром) (рис. 31) диаметра полученной поверхности резец подают на окончательный размер по лимбу. Когда требуемый размер достигнут, лимбовое кольцо устанавливают на нуль, для того чтобы все детали из данной партии обрабатывать без пробных отсчетов.

Длину обтачивания выдерживают разметкой заготовки или по лимбу продольной подачи. В первом случае на определенном расстоянии от торца заготовки прорачивают риску, место для которой устанавливают с помощью линейки (рис. 32) или штангенциркуля. Для этой цели лимба продольной подачи резец подводят к торцу заготовки, устанавливают лимб на нуль и ручным продольным перемещением суппорта врезаются в металл. Затем включают продольную подачу и выполняют обтачи-

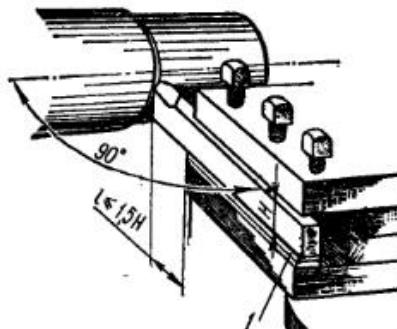


Рис. 30. Установка резца в резцодержателе

циркуля. При использовании для этой цели лимба продольной подачи резец подводят к торцу заготовки, устанавливают лимб на нуль и ручным продольным перемещением суппорта врезаются в металл. Затем включают продольную подачу и выполняют обтачи-

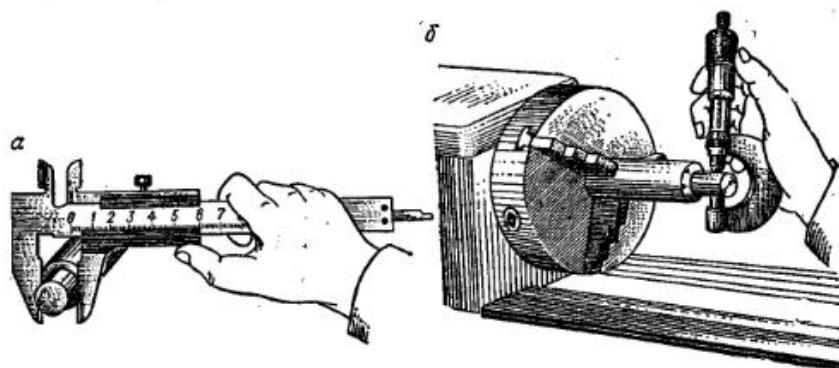


Рис. 31. Измерение диаметра поверхности:
а — штангенциркулем; б — микрометром

вание. Подачу выключают за 2—3 мм до требуемого размера и обрабатывают оставшуюся часть ручным перемещением суппорта.

Шероховатость обработки определяют сравнением поверхности детали с эталонами шероховатости.

Особенности пользования лимбами. Подавая резец поперечно на глубину резания, следует иметь в виду, что он перемещается по радиусу к оси детали. Следовательно, диаметр последней после обтачивания уменьшается на удвоенную глубину резания.

При пользовании лимбом надо знать его цену деления, под которой подразумевается величина перемещения резца, соответствующая повороту лимба на одно деление. Поэтому, чтобы определить

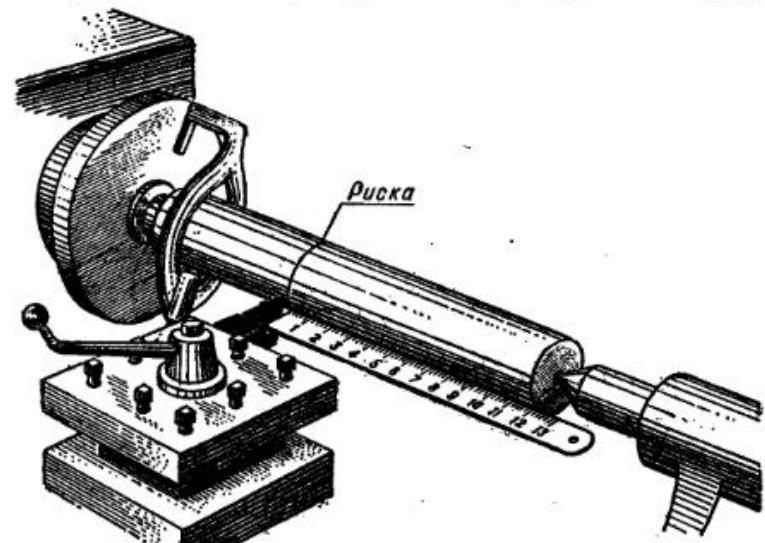


Рис. 32. Разметка риски на заготовке

необходимый поворот лимба, глубину резания делят на его цену деления. Например, требуется подать резец на глубину резания 1,5 мм при цене деления лимба 0,05 мм. Число делений поворота лимба будет равно $1,5 : 0,05 = 30$.

Некоторые станки имеют лимбы поперечной подачи, цена деления которых указывается «на диаметр». В таком случае величину поворота лимба определяют делением разности диаметров заготовки до и после обтачивания на цену деления. Так, если заготовка диаметром 25 мм обтачивается до диаметра 22 мм при цене деления лимба 0,05 на диаметр, то число делений, на которое потребуется повернуть лимб, будет равно $(25 - 22) : 0,05 = 60$.

При пользовании лимбами необходимо учитывать наличие и величину люфта (зазора) в передачах движения суппорта. Если, например, вывинченный вперед суппорт отводить назад, то при некоторой части оборота маховичка ручной подачи он будет стоять на месте. Это и характеризует величину люфта в передаче. Поэтому во время отсчета размеров на станке необходимо маховичок ручной подачи поворачивать плавно и только в одну сторону (рис. 33, а). Если допущена ошибка и лимб повернут на большее число делений,

чем требуется, то маховико́к следует повернуть в обратную сторону на величину немнога больше люфта, а затем, вращая в прежнем направлении, довести лимб до нужного деления (рис. 33, в). Так же поступают, когда надо отвести резец на определенный размер от поверхности детали. Для этого суппорт отводят на большую, чем необходимо, величину, а затем, подавая его к детали, доводят лимб до нужного деления.

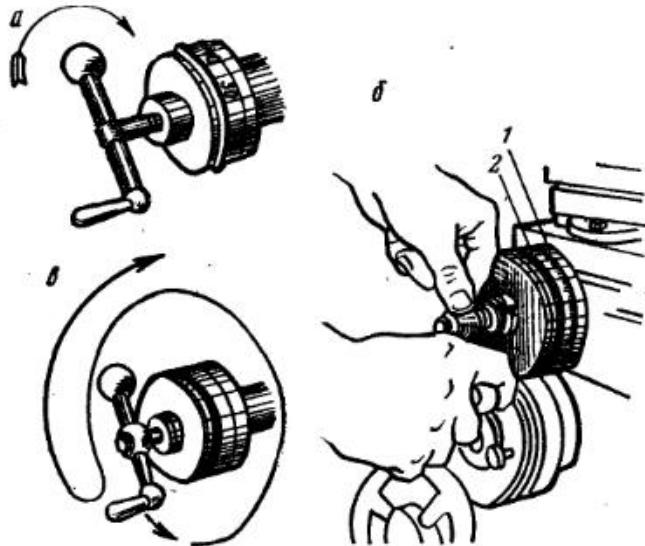


Рис. 33. Установка глубины резания по лимбу поперечной подачи:

а — направление вращения маховика; б — установка размера; в — вращение маховика для исправления ошибки; 1 — указательная риска; 2 — лимбовое кольцо

Обтачивание ступенчатых поверхностей. Особенности обработки. Детали со ступенчатыми поверхностями могут иметь одностороннюю или двухстороннюю ступенчатость (рис. 34).

Характерными требованиями, предъявляемыми к точности их обработки, являются соосность отдельных цилиндрических участков и перпендикулярность уступов к оси детали.

Соосность поверхностей с односторонней ступенчатостью может быть обеспечена обработкой их за одну установку в патроне или в

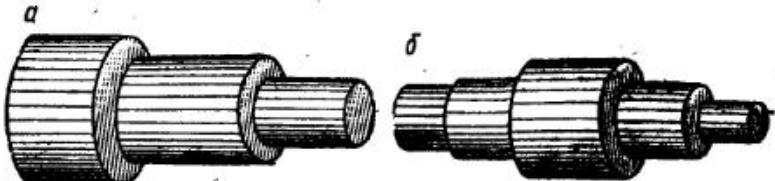


Рис. 34. Деталь с односторонней (а) и двухсторонней (б) ступенчатостью

поддержкой задним центром. Этим исключается влияние погрешностей установки на точность расположения поверхностей. Детали с двухсторонней ступенчатостью обтачивают за две установки и окончательно обрабатывают, как правило, в центрах. Если разность диаметров ступеней значительная, черновую обработку их рекомендуется осуществлять с более жесткой установкой — в патроне и заднем центре.

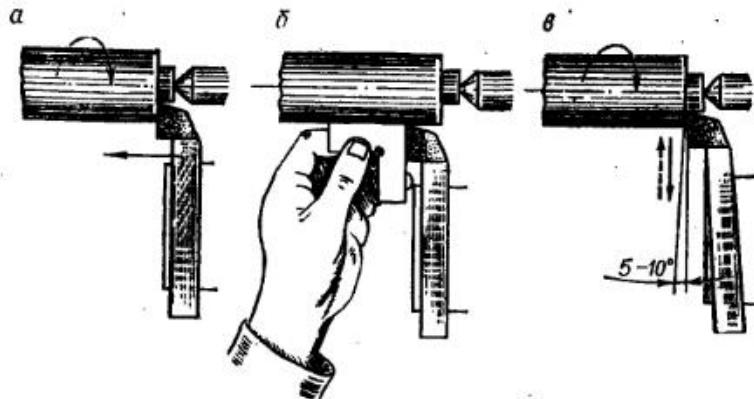


Рис. 35. Положение резцов при обработке ступенчатых поверхностей

Для достижения перпендикулярности уступов к оси детали ступенчатые поверхности обрабатываются проходными упорными резцами. Ими можно в конце обтачивания подрезать продольной подачей уступ небольшой высоты, примерно до 5 мм (рис. 35, а). Резец в этом случае устанавливают на станке так, чтобы главная режущая кромка располагалась перпендикулярно к оси детали по угольнику (рис. 35, б). Более высокие уступы подрезают поперечной подачей. Резец при этом устанавливают так, чтобы угол между главной режущей кромкой и плоскостью уступа составлял 5—10° (рис. 35, в).

Чтобы сократить время обработки ступенчатых поверхностей, нужно соблюдать рациональную последовательность их обтачивания и постоянное продольное положение заготовок на станке.

Первое условие обеспечивается, если общая длина рабочих ходов резца будет наименьшей. Так, например, при черновом обтачивании ступенчатого вала (рис. 36) наименьшая длина рабочего хода резца получается при обработке по схеме 1, наибольшая — по схеме 4. Однако применение более выгодной последовательности обтачивания (по схеме 1) часто ограничивается резким перепадом глубины резания (в данном примере от 11 до 3,5 мм), который можно уменьшить, если воспользоваться схемами 2 или 3. Обработку по схеме 4 следует применять только в том случае, когда ступенчатые участки детали значительно отличаются по диаметру или ее жесткость не позволяет вести обработку с большой глубиной резания.

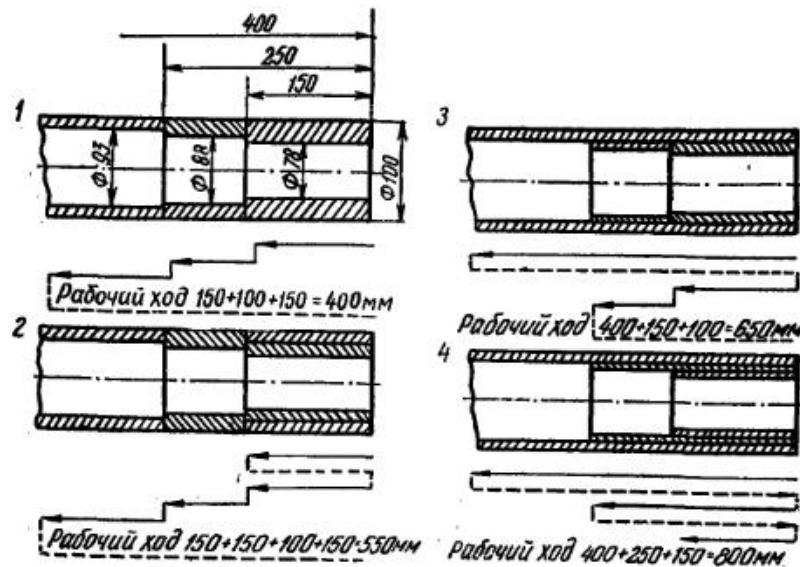


Рис. 36. Схемы обтачивания ступенчатого вала

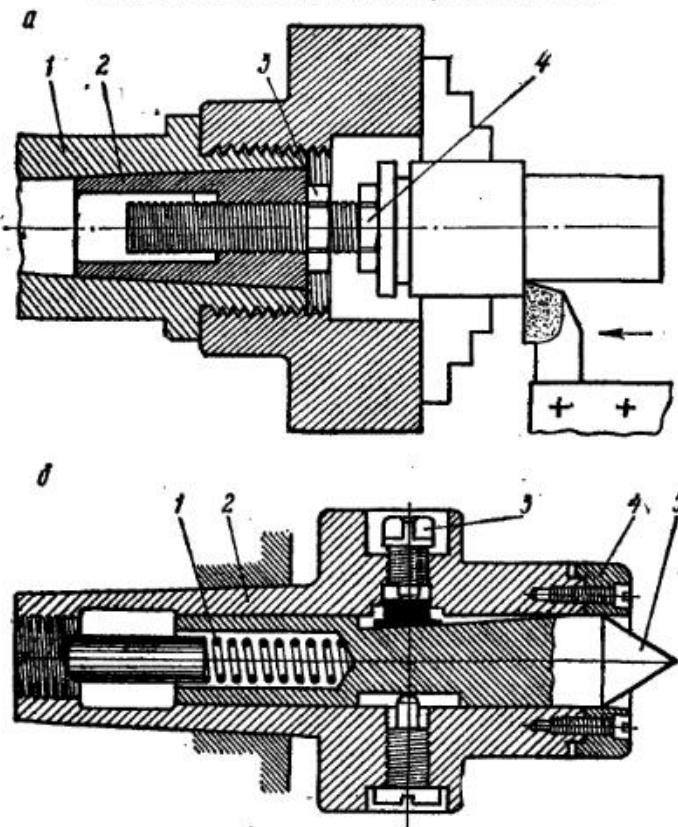


Рис. 37. Шпиндельный упор (а) и упорно-плавающий центр (б)

Постоянное продольное положение заготовок на станке позволяет намного сократить время, расходуемое на пробные отсчеты и замеры длины при изготовлении деталей партиями. Для этого левый торец заготовки поджимают к регулируемому упору 4 (рис. 37, а), ввернутому во втулку 2 и зафиксированному контргайкой 3. Упор в собранном виде устанавливается в коническое отверстие шпинделя 1. Для этой же цели могут быть использованы торец, уступы или выточка кулачков токарного патрона.

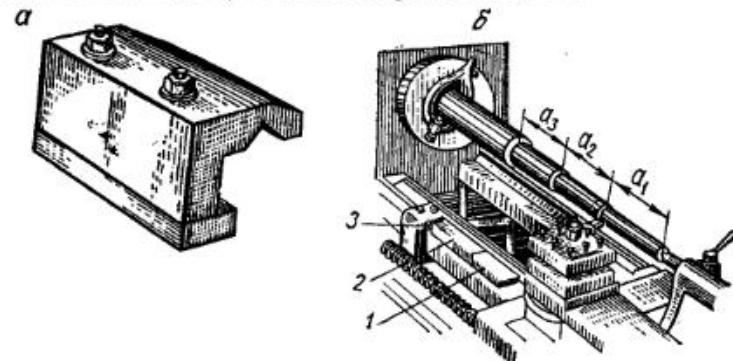


Рис. 38. Продольный упор (а) и обтачивание ступенчатого вала с его помощью (б)

Высокая точность продольного положения заготовок, устанавливаемых в центрах, достигается применением упорно-плавающего переднего центра (рис. 37, б). Такой центр состоит из корпуса 2, плавающего центра 5, поджатого пружиной 1 к закаленному упору 4, и стопорного винта 3 для зажима центра на время обработки данной детали.

Работа по упорам. При изготовлении деталей со ступенчатыми поверхностями крупными партиями заметное повышение производительности труда может быть достигнуто настройкой токарного станка по продольным и поперечным упорам.

Продольный упор (рис. 38, а) закрепляется на передней направляющей станины. Его положение устанавливают при изготовлении первой обрабатываемой детали, у которой линейные размеры выдерживают по разметке или лимбу. Для обработки нескольких ступеней на детали между упором и кареткой суппорта на направляющую станину укладывают мерные плитки. Короткие ступенчатые поверхности обрабатывают с помощью многозиционных регулируемых упоров барабанного типа.

Пример обтачивания ступенчатого вала с помощью продольного упора и мерных плиток показан на рис. 38, б. Ступень a_1 обтачивают до подхода суппорта к плитке 1. Сняв ее, обтачивают ступень a_2 до момента, когда суппорт упрется в плитку 2. После этого удаляют плитку 2 и обтачивают ступень a_3 непосредственно до упора 3.

Автоматическое выключение механической подачи суппорта при подходе до упора осуществляется предохранительным механизмом

фартука, рассчитанным на определенное усилие подачи. На станках, не имеющих такого механизма, подачу следует выключать за несколько миллиметров до подхода суппорта к упору. Оставшуюся длину обрабатывают перемещением суппорта вручную. Если не выполнить это условие — поломка станка неизбежна.

Поперечные упоры (рис. 39) располагаются на суппорте. Их неподвижная часть 3 закрепляется на каретке, подвижная 2 с регулируемым стержнем 1 — на поперечных салазках. Для обработки нескольких ступеней разных диаметров между частями упора устанавливают мерные плитки соответственно высоте уступов. При использовании такими упорами следует маховицом поперечного перемещения суппорта поворачивать плавно без приложения значительных усилий, иначе вследствие прогиба деталей упора установленный размер будет сбиваться.

Режим резания при обтачивании. Для достижения высокой производительностиказалось бы целесообразно работать с наибольшим режимом резания. Однако его величина ограничивается режущими возможностями резца. Поэтому режим резания должен быть не наибольшим, а наивыгоднейшим для данных условий работы. С этой целью при выборе его элементов рекомендуется принимать сначала глубину резания t , затем подачу S и после этого скорость резания v . В заключение требуемую частоту вращения n определяют по формуле (4). Этот порядок действий можно изобразить так:

$$t \rightarrow S \rightarrow v \rightarrow n.$$

Глубину резания выбирают в зависимости от припуска на обработку, жесткости детали и резца, точности обработки. Если условия позволяют, весь припуск выгодно срезать за один проход. В иных

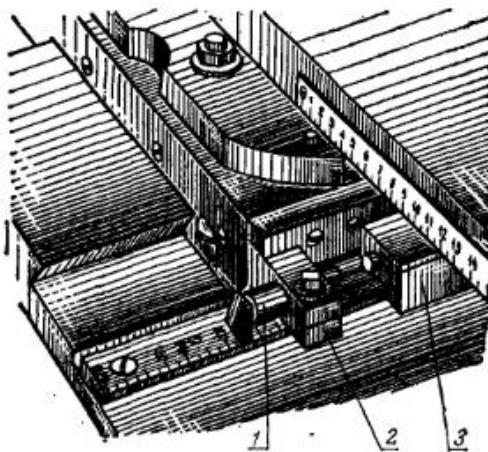


Рис. 39. Поперечный упор станка 16К20

жимом резания. Однако его величина ограничивается режущими возможностями резца. Поэтому режим резания должен быть не наибольшим, а наивыгоднейшим для данных условий работы. С этой целью при выборе его элементов рекомендуется принимать сначала глубину резания t , затем подачу S и после этого скорость резания v . В заключение требуемую частоту вращения n определяют по формуле (4). Этот порядок действий можно изобразить так:

$$t \rightarrow S \rightarrow v \rightarrow n.$$

Глубину резания выбирают в зависимости от припуска на обработку, жесткости детали и резца, точности обработки. Если условия позволяют, весь припуск выгодно срезать за один проход. В иных

случаях обработку ведут за несколько проходов. При этом черновую обработку обычно выполняют с глубиной резания 2—5 мм; чистовую — 0,5—1 мм. Подачу выбирают главным образом в зависимости от требуемой шероховатости поверхности. Для черновой обработки ее принимают в пределах 0,5—1,2 мм/об, для чистовой — 0,2—0,4 мм/об.

Скорость резания оказывает наибольшее влияние на стойкость резца: с ее увеличением резко ускоряется износ инструмента, требуется более частая его замена, переточка. Поэтому скорость резания выбирается в зависимости от всех условий резания: свойств материала и инструмента, принятых значений глубины резания и подачи, геометрии резца, свойств смазывающе-охлаждающей жидкости. Скорость резания при прочих равных условиях может быть принята большей: при обработке менее твердых и прочных материалов с небольшой глубиной резания и подачей, для резцов из более теплостойких инструментальных материалов с небольшими углами в плане, при применении смазывающе-охлаждающих жидкостей. Ориентировочные значения скорости резания для наружного точения приведены в табл. 1.

Брак цилиндрических поверхностей. При обработке цилиндрических поверхностей может возникнуть ряд погрешностей, основные виды, причины и способы устранения которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Брак при обтачивании цилиндрических поверхностей

Причины	Меры устранения
<i>Не выдержан диаметр</i>	
Неточность измерения	Проверить точность измерительного инструмента; сопрягать поверхности измерительного инструмента и детали без перекоса
Не выбрали люфт при установке резца на размер по лимбу	Выбирать люфт при пользовании лимбом
Непрочно закреплены упоры	Надежно закрепить упоры
<i>Не выдержана длина</i>	
Неточная разметка по длине	При разметке длины линейку расположать строго параллельно оси заготовки
Различное продольное положение заготовок на станке при работе по упорам	Обеспечить постоянное положение заготовок на станке с помощью упоров
<i>Остаточная чернота</i>	
Мал припуск на обработку	Проверить заготовки на достаточность припуска, отсутствие кривизны и смещения центральных отверстий
Биение заготовки	Правильно выверять заготовки

Таблица 1

Средние значения скорости резания для наружного точения

Материал резца	Обрабатываемый материал	Вид обработки	
		черновая	чистовая
Быстрорежущая сталь Р6М5	Сталь	20—30	35—40
Твердый сплав ВК8	Чугун	60—70	80—100
Твердый сплав Т15К6	Сталь	100—140	150—200

Причины	Меры устранения
Конусообразность	
Несоосность центров станка Большой вылет заготовки из ку- лачков патрона	Выверить соосность центров Поджать заготовку задним центром
Овальность	
Износ переднего подшипника шпин- деля	Отрегулировать или заменить под- шипник
Бочкообразность	
Прогиб нежесткого вала под дей- ствием сил резания	Уменьшить глубину резания и пода- чу, применить упорный резец и уста- новить его немного выше оси центров
Износ направляющих в средней части станины	Отремонтировать станок
Седлообразность	
Отжим заднего центра	Уменьшить вылет пиноли иочно закрепить
Износ направляющей задней бабки	Отремонтировать станок
Увеличенная шероховатость	
Большая подача, малая скорость резания Тупой резец Увеличенная вязкость материала	Подобрать правильный режим резания Заточить резец Улучшить обрабатываемость заготовок термообработкой
Нежесткое крепление резца и за- готавки Увеличенные зазоры в направляю- щих суппорта	Уменьшить вылет резца; применить более жесткое крепление заготовки Отрегулировать зазоры в направляю- щих суппорта

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите типы резцов для наружного точения и область их применения.
2. Как устанавливаются на станке резцы для обтачивания цилиндрических поверхностей?
3. Каковы приемы обтачивания цилиндрической поверхности?
4. Объясните правила пользования лимбами.
5. Каковы особенности обтачивания ступенчатых поверхностей?
6. Объясните правила выбора режима резания при точении.
7. Укажите основные виды и причины брака при обработке цилиндрических поверхностей.
8. Выполните задания № 51 и 52.

§ 13. Подрезание торцов и высоких уступов

При подрезании торцов и уступов необходимо выдержать их плоскость (допускается только небольшая вогнутость), перпендикулярность к оси детали, правильное расположение по длине, шереховатость в соответствии с требованиями рабочего чертежа. Эти условия обеспечиваются надлежащей установкой и выверкой заготовок на станке, применением соответствующих резцов и приемов работы.

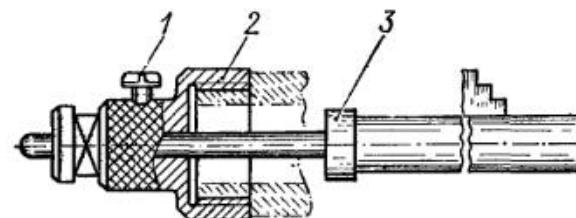


Рис. 40. Упор для длинных заготовок, закрепляемых в патроне

Обработку торцов в большинстве случаев выполняют с установкой заготовок в патроне. При необходимости заготовки выверяют на отсутствие бieniaя ранее рассмотренными способами (см. § 11). Длинные заготовки, которые по диаметру не проходят в отверстие шпинделя, устанавливаются в патроне и заднем центре или в центрах. При этом для подрезания торца до центрового отверстия (см. рис. 41, г) в пиноль задней бабки устанавливают упорный полуцентру.

Чтобы сократить время на пробные проточки и измерения при обработке деталей партиями, целесообразно заготовкам придавать постоянное продольное положение на станке с помощью шпиндельных упоров, уступов кулачков патрона, поводково-пла-вающих центров и др. Для заготовок, пропускаемых в отверстие шпинделя, можно воспользоваться регулируемым упором 3 (рис. 40). Его устанавливают на заднем резьбовом конце шпинделя при помощи специальной гайки 2, регулируют по длине и фиксируют винтом 1.

Установка заготовок на станке при подрезании уступов выполняется теми же способами, что и при обтачивании цилиндрических поверхностей (см. рис. 22).

Подрезание торцов предпочтительно выполнять проходными отогнутыми резцами (рис. 41, а), имеющими массивную головку и, следовательно, более высокую стойкость.

Торцы небольшого диаметра подрезают упорными резцами (рис. 41, б), главную режущую кромку которых располагают к обрабатываемой поверхности под углом 5—10°. Этими же резцами в конце обтачивания цилиндрического участка поперечной подачей подрезают высокие уступы (рис. 41, д).

Для собственно подрезных работ предусмотрены подрезные резцы, которыми кроме обработки торцов (рис. 41, *a*) можно за несколько поперечных проходов подрезать высокий уступ (рис. 41, *e*) и после этого продольным движением окончательно обточить цилиндрический участок.

Резцы устанавливают в резцодержателе суппорта с наименьшим вылетом, строго на уровне оси центров иочно закрепляют.

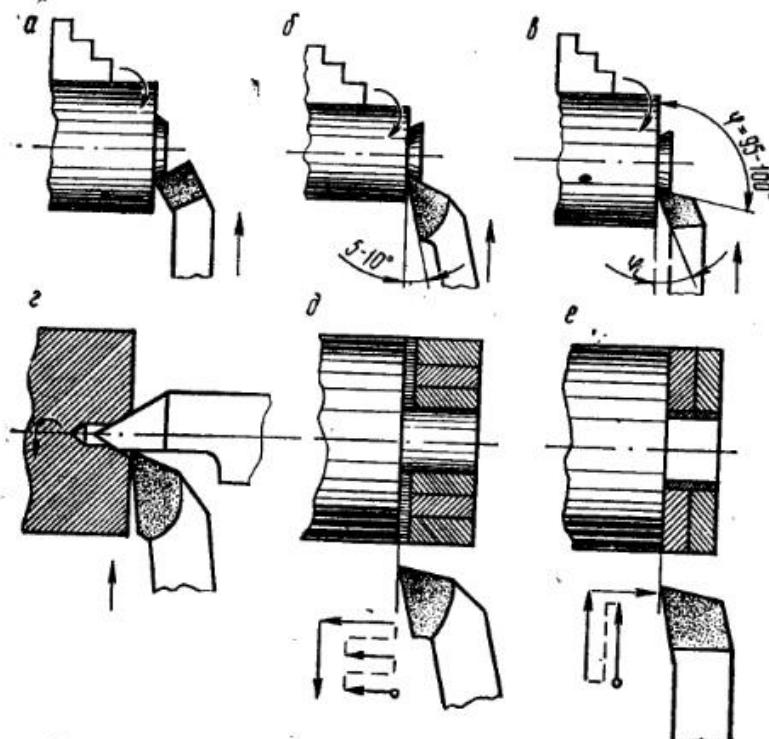


Рис. 41. Подрезание торцов (*a—g*) и высоких уступов (*d—e*)

Торцы и высокие уступы, как правило, подрезают поперечной подачей резца. Их расположение по длине получают установкой резца на требуемый размер по лимбу продольной подачи или разметкой с помощью линейки.

Во всех случаях, когда главная режущая кромка резца расположена под углом к обрабатываемому торцу, возникает осевая сила, стремящаяся отжать резец в сторону. При подрезании с большой глубиной резания эта сила становится значительной, способной сдвинуть суппорт продольно, если работа ведется с ручной подачей. В результате обработанная поверхность получится неплоской с повышенной шероховатостью. Суппорт в этом случае следует удерживать от сдвига маховичком продольной подачи или закрепить зажимным винтом на станине.

Режим резания для подрезных работ можно устанавливать примерно в тех же пределах, что и для наружного точения (см. § 12).

Положение торцов и уступов по длине детали измеряют линейкой или штангенциркулем, которые во избежание ошибки следует располагать строго параллельно оси детали. Перпендикулярность торца к оси цилиндрической поверхности проверяют угольником, плоскостность — прикладыванием к торцу ребра линейки или угольника на просвет, шероховатость — сравнением с эталонами шероховатости.

Вследствие различных причин при обработке торцов и уступов могут возникнуть следующие виды брака.

1. Часть поверхности осталась необработанной. Причины: мал припуск; при установке заготовки в патроне допущен перекос; не-перпендикулярность торца заготовки к ее оси.

2. Неточное расположение торца или уступа по длине детали. Причины: неточность измерений; не выбран люфт при пользовании лимбом.

3. Неперпендикулярность торца (уступа) к оси детали. Причина: при установке заготовки в патроне допущен перекос.

4. Неплоскость обработанной поверхности. Причины: большие глубина резания и подача; нежесткое крепление резца; продольный отжим суппорта; завышенные зазоры в направляющих суппорта.

5. Завышенная шероховатость. Причины те же, что и при обтачивании цилиндрической поверхности (см. § 12).

Брак устраняется внимательным отношением к работе, своевременным устранением неисправностей станка, применением правильных приемов работы.

Контрольные вопросы и задания

1. Как устанавливают заготовки на станке при обработке торцов и уступов?
2. Какими резцами и как выполняют подрезные работы?
3. Укажите основные виды и причины брака торцов и высоких уступов.
4. Выполните задание № 57.

§ 14. Вытачивание наружных канавок

Канавки выполняются на цилиндрических и торцевых поверхностях деталей в целях обеспечения выхода резьбового резца или шлифовального круга в конце рабочего хода, для установки пружин, вилок переключения и т. д. По форме они чаще всего бывают прямоугольными. При изготовлении их необходимо выдержать размеры, форму, расположение и шероховатость согласно техническим требованиям рабочего чертежа.

Резцы для прямоугольных канавок (рис. 42, *a*) отличаются строго прямолинейной главной режущей кромкой и малыми значениями вспомогательных углов в плане $\varphi_1=1-2^\circ$ и вспомогательных задних углов $a_1=2-3^\circ$. У резцов для торцевых канавок

(рис. 42, в) задние вспомогательные поверхности делают криволинейными по форме боковых сторон канавок.

Канавочные резцы устанавливают в резцодержатель с наименьшим вылетом на уровне оси центров станка и перпендикулярно к оси детали. Последнее условие контролируют касанием главной режущей кромки резца поверхности детали на просвет.

Узкие канавки на цилиндрической поверхности вытачивают поперечной подачей за один проход (см. рис. 42, а). Для этого с по-

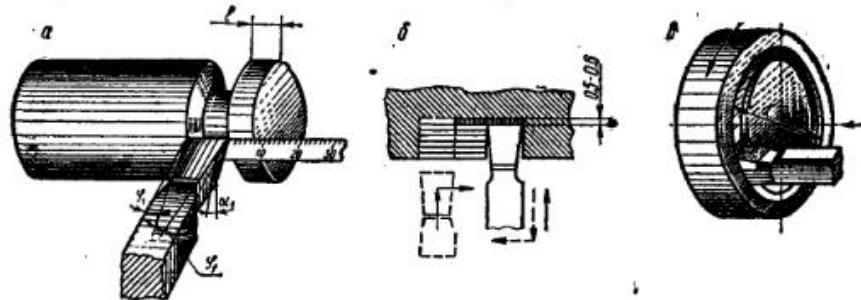


Рис. 42. Вытачивание канавок:
а — узких; б — широких; в — на торце

мощью линейки, штангенциркуля или лимба продольной подачи резец устанавливают на требуемое расстояние l от торца. Затем резец подводят до касания с цилиндрической поверхностью, устанавливают лимб поперечной подачи на нуль и движением вперед вытачивают канавку на полную глубину.

Канавки на торце (см. рис. 42, в) выполняют аналогичными приемами за исключением того, что установку резца на требуемый диаметр d производят по лимбу поперечной подачи, а глубину канавки выдерживают по лимбу продольного перемещения суппорта.

Широкие канавки вытачивают за несколько проходов резца (рис. 42, б): при предварительных проходах канавку прорезают не на полную глубину, оставляя припуск 0,5—0,6 мм, а в конце последнего прохода его срезают продольным движением резца.

При выборе режима резания для вытачивания канавки за глубину резания принимается ее ширина, полученная за один проход. Подача резца обычно выполняется вручную и принимается в небольших пределах 0,1—0,2 мм/об. Скорость резания устанавливается несколько меньшая (на 15—20%), чем при продольном точении.

Точность обработки канавок определяют линейкой, штангенциркулем или предельными калибрами. Штангенциркулем (рис. 43, а, б) можно измерить ширину, глубину или диаметр дна канавки, а также ее расположение по длине детали. Предельными калибрами (рис. 43, в) пользуются при изготовлении деталей крупными партиями. Они имеют проходную (ПР) и непроходную (НЕ) стороны, которыми можно быстро и объективно определить годность канавки.

При вытачивании канавок возможны следующие виды брака.

1. Неточность размеров канавки, не выдержано расположение ее по длине детали. Причины: неправильная ширина резца, неверная установка его на размер, неточность отсчетов по лимбу.

2. Канавка получилась непрямоугольной. Причина: неперпендикулярное расположение резца к обрабатываемой поверхности.

3. Грубая шероховатость. Причины: неправильная заточка или затупление резца, завышенная подача, нежесткое крепление заготовки и резца.

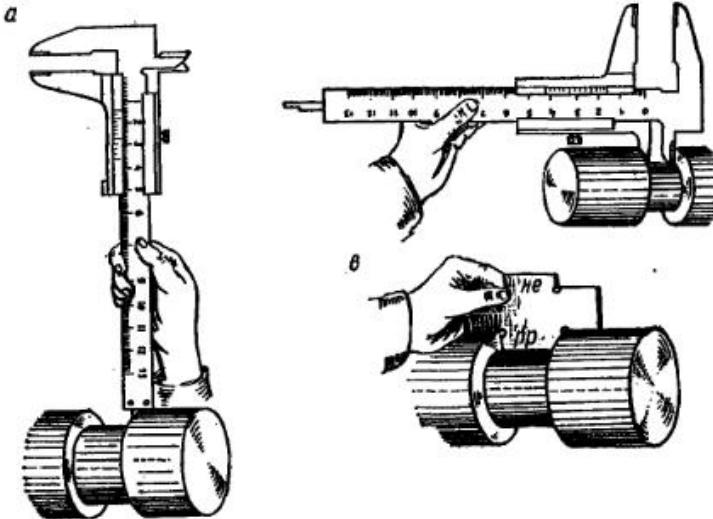


Рис. 43. Измерение и контроль канавок:
а, б — штангенциркулем; в — предельным калибром

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы особенности канавочных резцов?
2. Объясните правила установки резцов на станке и приемы вытачивания канавок.
3. Укажите характерные виды и причины брака канавок.
4. Выполните задание № 58.

§ 15. Отрезание метапла

Отрезание выполняют для разделения длинной заготовки на части. При этом необходимо выдержать длину отрезаемой части, удовлетворительную плоскость торцовой поверхности и перпендикулярность ее к оси заготовки. Работа осуществляется прямыми или обратными отрезными резцами (рис. 44), которые подобны канавочным, но отличаются от них более длинной и узкой головкой для прорезания заготовок до центра с наименьшим расходом металла.

Обратные резцы выполняют резание при левом вращении шпинделя, обладают повышенной жесткостью и устойчивостью к вибра-

цием. Поэтому их рекомендуется применять главным образом на частично изношенных станках при разрезании заготовок крупного диаметра.

Размер отрезного резца, определяемый по ширине головки, выбирается в зависимости от диаметра заготовки по следующим данным:

Диаметр заготовки, мм	до 30	30—40	40—60	60—80	80—100
Ширина резца, мм	3	3—4	4—5	5—6	6—7

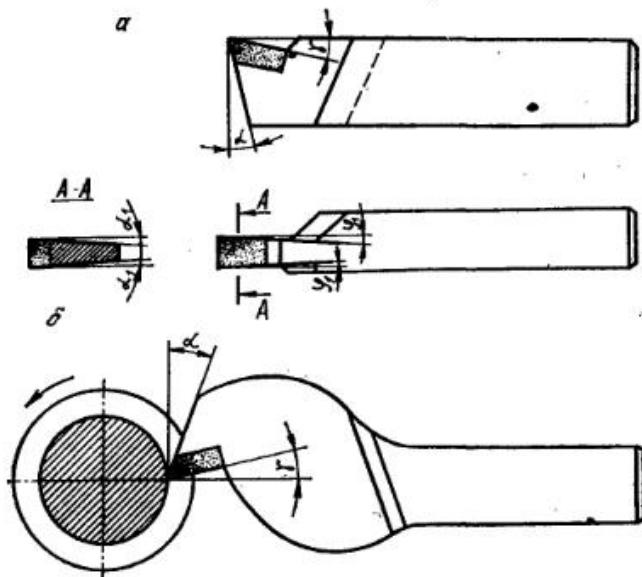


Рис. 44. Отрезные резцы:
а — прямой; б — обратный

Отрезные резцы устанавливают строго на уровне линии центров станка, с возможно меньшим вылетом из резцодержателя и перпендикулярно к оси заготовки. Последнее условие обеспечивается проверкой угольником, который поочередно прикладывают к поверхности заготовки с двух сторон головки резца. Если при этом углы в плане ϕ_1 с обоих сторон почти одинаковы, то установка правильная.

Отрезание выполняется в основном при закреплении заготовок в патроне. Место прореза должно быть возможно ближе к кулачкам (на расстоянии от них не более диаметра заготовки).

Резец устанавливают на требуемую длину отрезки с помощью линейки (рис. 45, а) и подводят к вращающейся поверхности заготовки. При появлении сплошной стружки включают механическую подачу, выключают ее несколько раньше подхода резца к оси заготовки, а оставшуюся перемычку разрезают ручной подачей.

Отделяемая часть иногда отламывается раньше подхода резца к центру заготовки, и на торце последней остается небольшой выступ (бобышка). Для деталей, которые после отрезки не подрезаются, такое явление нежелательно. Его можно избежать, если главную режущую кромку заточить под углом 8—10°, как показано на рис. 45, б.

При отрезании заготовок крупного диаметра или большой длины возможна поломка резца в конце резания из-за того, что он

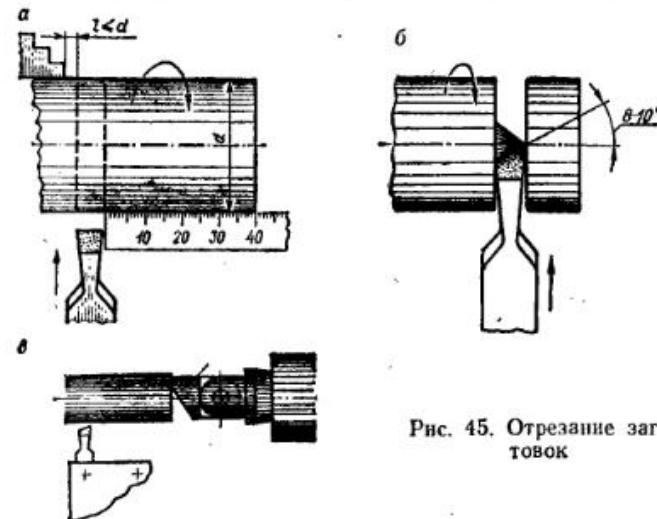


Рис. 45. Отрезание заготовок

зашемляется в прорези. Для предупреждения подобного необходимо, не доходя резцом до центра заготовки, отвести его назад, выключить вращение шпинделя и отломить отрезаемую часть вручную.

Длинные заготовки большого диаметра, которые не проходят в отверстие шпинделя, разрезают при установке в патроне и заднем центре. Их сначала надрезают на части необходимой длины, оставляя небольшие, но достаточно прочные для резания перемычки, а после снятия заготовки со станка разламывают.

Чтобы сократить время установки резца на длину отрезаемой заготовки, применяют различные упоры, одна из конструкций которых приведена на рис. 45, в. Откинутый упор 1 устанавливают в пиноль задней бабки, положение которой регулируют по результатам отрезки первой заготовки. Для автоматического отбрасывания при включении вращения заготовки упор имеет угловой срез примерно на $2/3$ диаметра.

Режимы резания для отрезания можно принимать примерно в тех же пределах, что и при вытачивании канавок.

При отрезных работах возможны следующие виды брака.

1. Не выдержанна длина заготовки. Причина: неточная установка резца на размер. Если надо выдержать повышенную точность длины заготовки, следует вначале надрезать ее на глубину 0,5—

1 мм, измерить длину, а затем окончательно установить резец на требуемый размер по лимбу верхних салазок.

2. Торец заготовки неперпендикулярен к ее оси. Причина: заготовка установлена в патроне неточно, с перекосом.

3. Завышенная шероховатость торца после отрезки. Причины: затупление резца, некачественная его заточка, нежесткое крепление резца, большая или очень малая подача.

§ 16. Техника безопасности при обработке наружных поверхностей

Кроме общих правил техники безопасности (см. § 3), при обработке наружных поверхностей следует принимать дополнительные меры предосторожности.

1. Надежно закреплять заготовки и инструменты на станке, для чего не применять изношенные патроны, центры и ключи.

2. Ограждать выступающие части приспособлений. При обработке в центрах применять безопасные закрытые поводковые патроны, поводково-плавающие передние центры. Выступающие кулачки патрона ограждать отбрасывающимся защитным кожухом или не допускать значительного выхода их из корпуса; пользоваться патронами соответствующих размеров.

3. Применять правильные приемы работы: подводить резец к вращающейся заготовке, выключать вращение лишь после отвода резца; механическую подачу включать после врезания резца в металл ручным движением суппорта; не поддерживать рукой отрезаемую заготовку; длинные заготовки отрезать при малой частоте вращения.

4. Применять защиту от стружки: удалять сливную стружку только специальным крючком; не допускать образования длинной ленточной стружки, для завивки которой делать лунку на передней поверхности резца; пользоваться защитными очками или прозрачным экраном станка; не допускать скапливания стружки на рабочем месте.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы особенности отрезных резцов и установки их на станке?
2. Как осуществляются приемы отрезки различных заготовок на токарном станке?
3. Какие дополнительные меры предосторожности следует соблюдать при обработке наружных поверхностей?
4. Выполните задание № 59.

Глава III

СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

§ 17. Понятие о производственном и технологическом процессах

Материалы и полуфабрикаты, поступающие на предприятие, в результате действий всего производственного коллектива становятся готовыми изделиями. Такой комплекс взаимосвязанных действий называется *производственным процессом*.

Действия, непосредственно относящиеся к превращению исходных материалов в готовое изделие, составляют содержание *технологического процесса*. Поэтому технологическим процессом принято называть часть производственного процесса, содержащую действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

В зависимости от характера выполняемых работ в пределах машиностроительного предприятия различают технологические процессы механической, термической, литейной, кузнечной, сборочной обработки и др.

Механическая обработка осуществляется на металлорежущих станках путем срезания с поверхности заготовки определенного слоя металла — припуска. Одним из ее видов является токарная обработка.

Прежде чем приступить к изготовлению детали в целом, токарь должен четко представлять себе технические требования, предъявляемые к предстоящей работе, последовательность и способы ее выполнения, способы установки заготовок на станке, необходимые приспособления и инструменты, режимы резания. Все это и определяет теоретическое содержание технологического процесса токарной обработки.

Технологический процесс существенно влияет на экономические показатели производственного коллектива, поэтому при осуществлении процесса должны обеспечиваться не только необходимое качество изделий и высокая производительность труда, но и наименьшие материальные затраты.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения производственного и технологического процессов.
2. Каким требованиям должен удовлетворять технологический процесс?

§ 18. Элементы технологического процесса

Технологический процесс делят на части, или элементы: операции, установки, переходы, рабочие ходы (проходы), отличающиеся между собой объемом выполняемых работ.

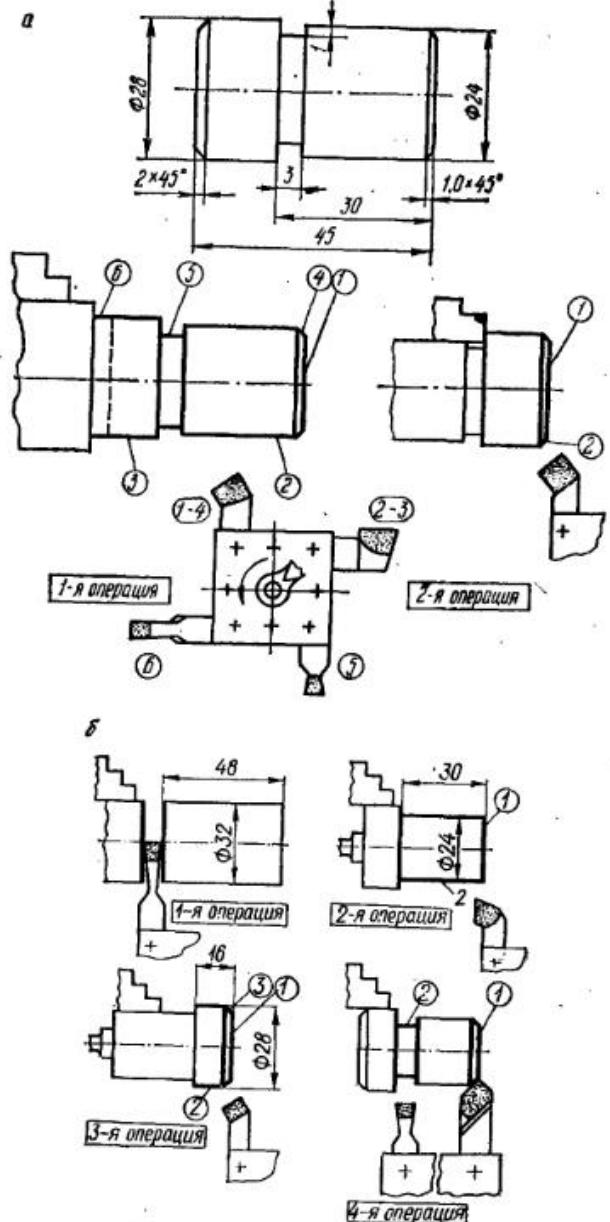


Рис. 46. Обработка опоры:

a — мелкой партии за две операции; *b* — крупной партии за четыре операции

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Новая операция начинается, когда рабочий, закончив одну часть обработки у всех деталей из партии, переходит к следующей части.

Количество операций в технологическом процессе зависит от величины изготавливаемой партии деталей, их сложности и количества используемых станков. Например, если токарь обрабатывает только одну деталь на одном станке, то все действия над ней будут составлять только одну операцию. Если же деталь обрабатывается последовательно на нескольких станках, то технологический процесс будет состоять из соответствующего им количества операций.

При изготовлении деталей партиями нецелесообразно производить полную обработку каждой из них непрерывно. Более выгодно сначала обработать одну или часть поверхностей у всех деталей, а затем перестроить станок и приступить к обработке других поверхностей и т. д., т. е. разделить технологический процесс на несколько операций. Причем, при работе на неавтоматизированных токарных станках по мере увеличения партии деталей выгоднее расчленять процесс обработки на большее количество мелких операций так, чтобы объем работы в каждой из них был небольшой. Многократное выполнение минимального количества действий в каждой мелкой операции ускоряет выработку у рабочего навыков движений, что способствует повышению производительности труда. Примеры изготовления на токарном станке мелкой и крупной партии опор за две и четыре операции приведены на рис. 46, где цифрами указана последовательность обработки поверхностей в каждой операции.

Установом называется часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок.

Более мелкий технологический элемент — *переход*, это — законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой. При этом в качестве дополнительного показателя перехода выступает неизменность режима резания при обработке данной поверхности. Так, например, 1-я операция обработки опоры (см. рис. 46, *a*) совершается за шесть переходов: 1 — подрезка торца, 2 и 3 — обтачивание цилиндров $\varnothing 24$ и $\varnothing 28$ мм, 4 — проточка фаски, 5 — выточка канавки, 6 — отрезка. В каждом из них используется определенный инструмент, обрабатываемая поверхность и режим резания.

При большом припуске на обработку переход расчленяют на несколько рабочих ходов (проходов). **Рабочим ходом** называется законченная часть технологического перехода, которая состоит из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров и шероховатости.

Контрольные вопросы

1. Укажите элементы технологического процесса и приведите их определения.

2. В каких случаях обработку деталей выполняют за одну и несколько операций?

3. Как влияет величина партии деталей на количество операций в технологическом процессе?

§ 19. Типы производств

Содержание технологического процесса в значительной степени зависит от организации производства или его типа.

В машиностроении различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. Главным признаком их является количество (величина партии) и степень повторяемости изготавливаемых деталей.

В единичном производстве детали изготавливаются единицами или малыми партиями, которые в дальнейшем не повторяются. Обработка их ведется на универсальных станках с помощью инструментов и приспособлений общего назначения. Примерами такого производства являются экспериментальные и ремонтные цехи и участки, в которых изготовление деталей носит разовый характер.

В серийном производстве изготовление деталей совершается периодически повторяющимися партиями. Их обработка выполняется в основном на универсальных и частично на специализированных станках, оснащенных инструментами и приспособлениями как общего, так и специального назначения. В зависимости от величины партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. По такому типу организованы станкостроительные, инструментальные и некоторые другие цехи и заводы.

Массовое производство характеризуется изготовлением одних и тех же изделий в течение длительного времени. Обработка их ведется преимущественно на специальных и автоматизированных станках, которые наиболее полно оснащаются высокопроизводительными специальными приспособлениями и инструментами. Оборудование размещается в строгой технологической последовательности, каждая операция закрепляется за определенным рабочим местом. По такому типу организованы автомобильные, тракторные, подшипниковые и подобные им заводы.

Тип производства может также характеризоваться коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, принимаемым для планового периода, который равен одному месяцу. Этот коэффициент определяется отношением числа различных операций O к числу рабочих мест P , выполняющих их, т. е.

$$K_{з.о} = \frac{O}{P}.$$

Величина $K_{з.о}$ для различных производств колеблется в следующих пределах:

массовое и крупносерийное 1—10;
среднесерийное 10—20;
мелкосерийное 20—40.

Контрольные вопросы

1. Укажите главный признак типа производства.

2. Дайте краткую характеристику различных типов производства.

§ 20. Заготовки и припуски на обработку

Предмет производства, из которого изменением формы, размеров, шероховатости и свойств материала изготавливают деталь, называется заготовкой. По размерам она больше детали на величину общего припуска на обработку (всего срезаемого слоя), который в свою очередь делится на операционные припуски — слои металла, срезаемые в каждой технологической операции.

По роду (способу) изготовления различают заготовки из проката, отливок и поковок.

Стандартный прокат круглого и многогранного профиля применяют преимущественно для изготовления деталей несложной формы. Для деталей типа полых валов, втулок, колец в качестве заготовок используют трубчатый толстостенный прокат, достигая тем самым существенную экономию материала и повышение эффективности труда.

Детали сложной формы в условиях серийного и особенно массового производства изготавливают из отливок и поковок, позволяющих цамного сократить трудоемкость обработки резанием и расход металла, превращаемого в стружку.

При выборе припуска учитывают род заготовки и размеры обрабатываемой детали. Прокат обычно выполняется с большей точностью, чем отливки и поковки, поэтому припуски для заготовок из проката принимают несколько меньшими. С увеличением размеров деталей возрастают возможные погрешности их изготовления, следовательно, и припуск должен быть большим.

Припуски на обработку, как правило, выбираются по нормативным таблицам справочника. Их ориентировочные значения на сторону колеблются примерно в следующих пределах: для заготовок из проката — 1,5—2,5 мм; для отливок и поковок — 2,5—5 мм.

Контрольные вопросы

1. Что называется заготовкой и какая она бывает по роду?

2. Укажите предпочтительный род заготовок для деталей различной формы.

3. От чего зависит величина припуска на обработку?

§ 21. Базирование заготовок

Общие сведения о базах. Требуемую точность размеров и взаимного расположения поверхностей детали можно достичь при правильном выборе баз, используемых для установки или измерения заготовок в процессе обработки. Различают технологические и измерительные базы.

Технологической называется база, используемая для определения положения заготовки или изделия в процессе изготовления или ремонта. Такие базы могут состоять из одной или сочетания не-

скольких поверхностей. Примеры баз при различных способах установки заготовок на токарном станке показаны на рис. 47.

При установке в прямых кулачках патрона (рис. 47, а) базой служит цилиндрическая поверхность заготовки. Если последняя дополнительно опирается торцом в шпиндельный упор (рис. 47, б), то базой являются две поверхности — цилиндрическая и торец. То же имеет место при закреплении заготовки в обратных кулачках

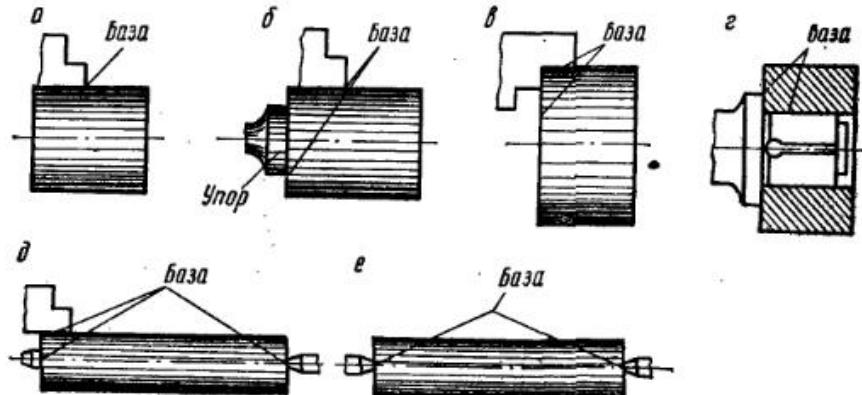


Рис. 47. Технологические базы

патрона (рис. 47, в). Заготовка, установленная на разжимной оправке (рис. 47, г), имеет базу из поверхностей отверстия и торца. Пример базы, состоящей из трех поверхностей, показан на рис. 47, д, где заготовка установлена в патроне и заднем центре и опирается торцом в шпиндельный упор. При установке в центрах (рис. 47, е) базой являются центровые отверстия заготовки.

Измерительной называется база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения. Такими базами могут служить поверхности, линии или точки детали, от которых задаются размеры на рабочем чертеже. Например, на ранее рассмотренном рис. 46 деталь — опора — имеет следующие измерительные базы: для размеров 30, 45 мм и фаски $1 \times 45^\circ$ — правый торец; для ширины канавки — уступ $\varnothing 28$ мм; для глубины канавки — цилиндр $\varnothing 24$ мм; для фаски $2 \times 45^\circ$ — левый торец. Чтобы уменьшить возможные погрешности, размеры детали в процессе обработки следует отсчитывать от измерительных баз, предусмотренных чертежом.

Различают также черновые (необработанные), чистовые (обработанные) и основные базы.

Основной называется база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии (например, поверхность отверстия зубчатого колеса, шкива, фланца).

Выбор технологических баз. Технологические базы должны обеспечивать правильное взаимное расположение поверхностей де-

тали и надежное закрепление заготовки на станке. На рабочем чертеже детали они не указываются. Поэтому, чтобы не допустить ошибок при их выборе, следует руководствоваться следующими правилами.

1. Черновую базу можно использовать только один раз — для первой установки заготовки на станке. Это означает, что заготовку нельзя снимать со станка, пока не будет подготовлена чистовая база для следующей установки.

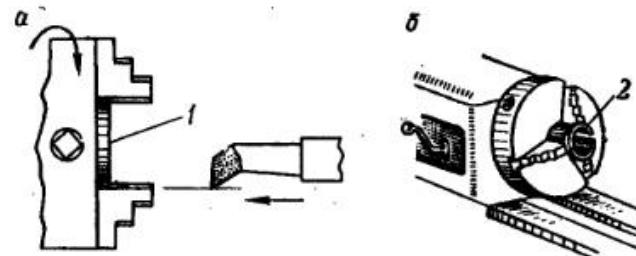


Рис. 48. Повышение точности центрирования патрона:
а — расточкой кулачков; б — с помощью упругой расточенной втулки

2. В качестве черновой базы рекомендуется выбирать поверхность заготовки с наименьшим припуском или не подлежащую обработке. Это снижает вероятность появления остаточной черноты на обработанных поверхностях детали и обеспечивает правильное расположение их к необрабатываемым поверхностям.

3. При обработке деталей партиями технологическая база должна обеспечивать постоянное продольное положение заготовок на станке. Это намного сокращает время отсчета размеров по лимбу продольной подачи.

4. Чистовую обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует выполнять от единой технологической базы. В единичном производстве обработку таких поверхностей чаще всего выполняют за одну установку, что исключает влияние погрешностей применяемой базы и приспособления на точность изготовления детали. В этом случае состояние технологической базы (черновая или чистовая) не имеет значения.

При изготовлении деталей партиями обработка тех же поверхностей обычно производится за несколько установок. В связи с этим погрешности применяемой базы и приспособления здесь существенно влияют на точность расположения обрабатываемых поверхностей. Поэтому их окончательную обработку необходимо осуществлять от единой чистовой базы, а также применять способы установки, обеспечивающие высокую точность базирования. К таковым в первую очередь относится установка в центрах. При использовании трехкулачкового патрона точность центрирования его повышают расточкой кулачков с помощью распорного диска 1 (рис. 48, а) или применением упругой чугунной втулки 2 (рис. 48, б),

разрезанной в одном месте и расточенной по диаметру базовой поверхности детали. На время растачивания в прорезь втулки устанавливают пластинку из мягкого металла.

Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию и определения технологических баз.
2. Какое влияние на выбор последовательности обработки оказывают измерительные базы детали?
3. Объясните правила выбора технологических баз.

§ 22. Построение технологического маршрута

Основные положения. Технологический маршрут, отражая рациональную последовательность обработки детали, по своему содержанию является основной частью технологического процесса. Построение такого маршрута представляет собой технологическую задачу и следовательно может иметь несколько решений, из которых только одно окажется наиболее рациональным. Поэтому поря-

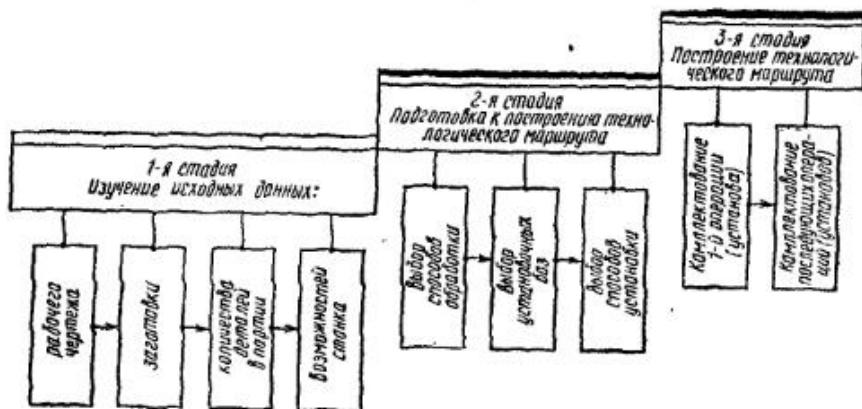


Рис. 49. Схема мыслительных действий токаря при построении технологического маршрута

док разработки его целесообразно свести в единую логическую схему* (рис. 49), состоящую из трех последовательно осуществляемых стадий: 1) изучения исходных данных; 2) подготовки к построению технологического маршрута; 3) построения технологического маршрута.

На 1-й стадии изучаются исходные данные, которые для конкретного рабочего места состоят из рабочего чертежа, заготовки, количества деталей в обрабатываемой партии и технических возможностей станка.

Рассматривая чертеж детали, следует в первую очередь определить точность выполнения размеров, формы и расположения по-

* Схема предложена канд. пед. наук, заслуженным учителем РСФСР Б. И. Обшадко в книге: Методика преподавания токарного дела (М., 1970).

верхностей, их шероховатость. Допустимые погрешности этих четырех элементов технических требований, предъявляемых к точности обработки детали, указываются на чертежах условными обозначениями, предусмотренными ЕСКД (см. § 10). Кроме того, необходимо обратить внимание на форму, материал и вид термообработки детали, а также характер простановки размеров, которые могут существенно влиять на принятие определенного технологического решения. Например, если деталь подлежит термообработке, ее точные поверхности предварительно обрабатывают на токарном станке с припуском на шлифование. По простановке размеров можно установить измерительные базы и последовательность обработки поверхностей детали.

Сопоставляя заготовки с чертежом детали надо определить достаточность припусков на обработку, отсутствие значительного перекоса, смещения и кривизны поверхностей.

В зависимости от объема партии деталей надо принять решение о степени расчленения технологического маршрута. Если предстоит обработать только одну деталь на одном станке, то весь технологический маршрут будет состоять из одной операции. Когда же обрабатывается партия деталей, технологический маршрут делят на ряд операций, количество которых соответственно зависит от величины партии.

Значение технических возможностей станка (наибольший диаметр обработки, пределы частот вращения и подач, мощность двигателя, наличие заднего резцодержателя и др.) позволяет наиболее полно использовать их при выборе того или иного варианта технологического процесса.

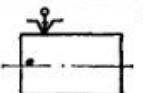
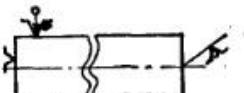
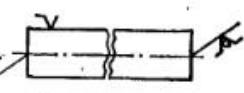
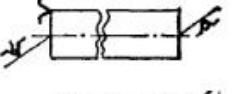
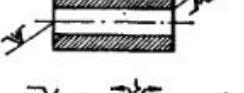
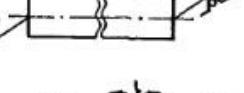
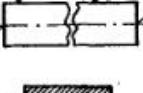
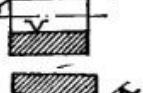
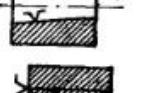
На 2-й стадии технологической подготовки выбираются способы обработки, установочные базы и способы установки заготовок на станке.

Любая поверхность может быть обработана различными способами, каждый из которых оправдывает себя в определенных условиях и при определенных требованиях к точности обработки. Из всех возможных способов обработки следует выбирать наиболее производительный (по принципу наибольшей производительности). Если этот способ не обеспечивает необходимые технические требования, то предварительную обработку выполняют наиболее производительным способом, а окончательную — тем, который позволяет достичь требуемой точности обработки. Например, при обтачивании цилиндра наиболее производительно весь припуск срезать за один проход. Когда же обрабатываемая деталь обладает недостаточной жесткостью или точность обработки высокая, обтачивание выполняют за два перехода: вначале предварительным точением срезают основную часть припуска, затем чистовым производят чистовую обработку с малой глубиной резания и подачей.

Технологические базы выбирают, руководствуясь правилами, изложенными в § 21. Затем соответственно принятым базам назначают способы установки заготовок на станке в зависимости от требуемой жесткости крепления и точности центрирования.

Таблица 3

Условные обозначения, применяемые в технологических процессах

Способ установки заготовки или наименование	Обозначение
Установка в патроне	
Установка в патроне с упором в торец	
Установка в патроне и заднем центре с упором в торец	
Установка в центрах (передний упорный, задний вращающийся)	
Установка в центрах (передний поводково-плавающий, задний вращающийся)	
Установка в центрах и подвижном люнете (см. рис. 156, б)	
Установка в центрах и неподвижном люнете (см. рис. 156, а)	
Установка на цилиндрической разжимной оправке (см. рис. 72, б)	
Установка на цилиндрической патронной оправке (см. рис. 72, г)	
Установка на конической патронной оправке	
Установка на резьбовой оправке с упором в торец (см. рис. 72, в)	

Окончание табл. 3

Способ установки заготовки или наименование	Обозначение
Продольный упор	
Продольный упор с длиноограничителем	
Продольный многопозиционный упор	

Короткие заготовки с черновой или предварительно обработанной базой закрепляют в самоцентрирующем патроне с закаленными кулачками. При большом припуске на обработку такие заготовки целесообразно поджимать задним центром.

Короткие заготовки с окончательно обработанной чистовой базой (когда к точности взаимного расположения поверхностей детали предъявляют высокие требования) закрепляют в патроне с сырьими кулачками или с помощью упругой втулки, растачивая их по диаметру принятой базы.

Предварительную обработку длинных заготовок выполняют в патроне и заднем центре, окончательную — в центрах.

З-я стадия — завершающая. Устанавливается последовательность обработки, количество и состав операций. При этом рекомендуется придерживаться следующих правил:

1. В первую операцию (установку) наряду с другими переходами включать переходы по подготовке последующей чистовой технологической базы.

2. Черновую и чистовую обработку точением выполнять в различных операциях.

3. Переходы, нуждающиеся в особой наладке станка (некоторые способы обработки конусов, резьб, фасонных поверхностей), выделять в самостоятельные операции.

4. В операцию по окончательной обработке резцами точных поверхностей не включать переходы, нуждающиеся в поворотах резцедержателя.

5. В одной операции нецелесообразно выполнять сверление и растачивание отверстий.

Оформление технологического маршрута. Для производственно-го предприятия основным технологическим документом служит маршрутная карта, предусмотренная ЕСТД (единой системой технологической документации) по ГОСТ 3.1105—74 (см. Приложение 1). Карта содержит сведения о последовательности выполнения операций, их привязке к цехам и участкам предприятия, наименования применяемых станков, приспособлений и инструментов и некоторые другие данные. Однако исходя из особенности задач развития технологического мышления у учащихся — молодых рабочих, текстовой материал такой карты желательно для большей наглядности сопровождать графическим изображением. Поэтому для учеб-

ных целей целесообразно пользоваться несколько упрощенной маршрутной картой (см. табл. 4), расчленяя в ней операции на установы, переходы и сопроводив их схемами технологических установов. При заполнении такой карты рекомендуется руководствоваться следующими правилами.

1. Операции и переходы обозначать арабскими цифрами 1, 2, 3 и т. д.; установы — прописными буквами русского алфавита А, Б, В.

2. В графе «Содержание установов и проходов» указания выражать глаголом в повелительной форме: установить, закрепить, обточить, подрезать, сверлить. При этом размеры и предельные отклонения обрабатываемой поверхности в тексте не указывать. Вместо них проставлять в кружке порядковый номер размера поверхности из схемы технологического установа. Например: расточить отверстие 1, развернуть отверстие 2, обточить цилиндр 3, выточить канавку 4, нарезать резьбу 5, проточить фаску 6, отрезать заготовку в размер 7, подрезать торец в размер 8, обточить фасонную поверхность 9 предварительно (окончательно) и т. д.

3. В графе «Схемы установов» заготовки изображаются в произвольном масштабе на стадии завершения операционной обработки, обрабатываемые поверхности которых обводятся сплошными линиями увеличенной толщины (в 2—3 раза толще основной линии чертежа). Кроме того, на схемах указываются размеры, подлежащие выполнению в данной операции (установе). Нумеруются они арабскими цифрами в кружках диаметром 6—8 мм и располагаются вне контура детали в направлении движения часовой стрелки.

Способы крепления заготовок и некоторые другие сопутствующие сведения указываются на схемах условными обозначениями (табл. 3).

Контрольные вопросы

1. Воспроизведите и объясните структурную схему мыслительных действий токаря при построении технологического маршрута.
2. Как оформляется технологический маршрут?
3. Воспроизведите условные обозначения, применяемые в технологических процессах.

§ 23. Обработка деталей типа валов

Круглые стержни, длина которых превышает три диаметра, принято называть *валами*. Они бывают гладкие, ступенчатые, с участками сложной формы, пустотелые (рис. 50). Кроме того, валы, длина которых превышает 12 диаметров, называют *длинными*.

Технологический маршрут токарной обработки валов в большинстве случаев осуществляется в такой последовательности:

1. Подрезание торцов заготовки в размер длины и центрование с двух сторон.
2. Чистовое обтачивание в патроне и заднем центре с припуском на чистовую обработку точных поверхностей 1—2 мм на диаметр.
3. Чистовое обтачивание точных поверхностей в центрах.

Технологические маршруты обработки валов — длинных и с участками сложной формы дополняются некоторыми работами, обусловленными их особенностью (об этом см. в § 67 и главе XII).

Рассмотрим пример построения технологического маршрута обработки ступенчатого вала (табл. 4) из круглого стального проката Ø 36×264 мм в количестве 10 штук. Станок — токарно-винторезный 1К62.

Придерживаясь рекомендуемой последовательности мыслительных действий (см. рис. 49), устанавливаем из чертежа требуемую точность обработки.

Вал имеет три цилиндрических участка — Ø 25f11, Ø 22f11 и Ø 28h12, точность которых ограничивается соответственно 11- и 12-м квалитетами. Остальные размеры без допусков подлежат обработке по 14-му квалитету.

Точность формы цилиндрических поверхностей чертежом не установлена, поэтому их погрешности не должны превышать допусков на соответствующие диаметры.

Точность взаимного расположения поверхностей Ø 25, Ø 28 и Ø 22 мм ограничивается радиальным биением относительно общей оси не более 0,08 мм.

Шероховатость поверхностей (за исключением обозначенных на контуре детали) — $R_z \leq 40 \text{ мкм}$.

Деталь термообработке не подвергается. Следовательно, ее полную обработку (при невысокой точности размеров) можно выполнить на токарном станке.

Заготовка — круглый стальной прокат на одну деталь, имеет припуски по диаметру и длине 4 мм; кривизна ее — в допустимых пределах.

Для изготовления небольшой партии деталей (10 шт.) технологический маршрут строим пооперационно с небольшой степенью расчленения.

Токарно-винторезный станок 1К62 по технической характеристике (см. гл. VIII, табл. 9) позволяет эффективно выполнить обработку деталей.

Способы обработки выбираются по принципу наибольшей производительности. Подрезание торцов желательно выполнять наибольше стойким проходным отогнутым резцом. Точные цилиндрические участки Ø 25, Ø 28 и Ø 22 мм следует обрабатывать чистовым и чистовым точением. Все остальные поверхности, имеющие свободные

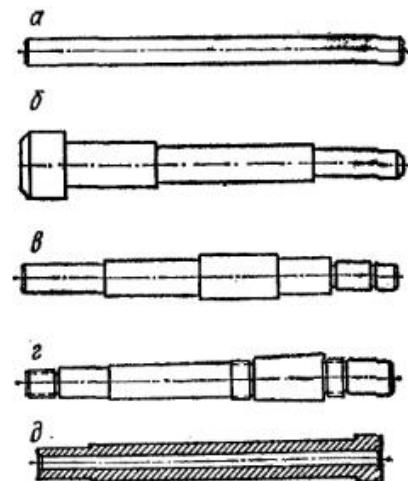
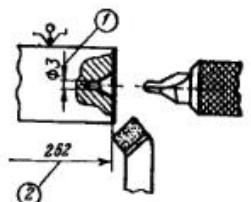


Рис. 50. Разновидности валов:
а — гладкий; б, в — ступенчатые; г — с участками сложной формы; д — пустотелый

Технологический маршрут токарной обработки ступенчатого вала

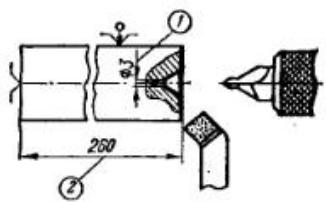
Операция	Установка	Переход	Содержание установок и переходов	Схемы установок
1	A		Установить и закрепить заготовку в патроне	

1 Подрезать торец в размер 2
2 Центровать в размер 1



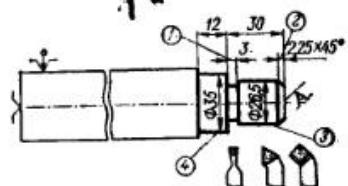
2 A Установить и закрепить заготовку в патроне

1 Подрезать торец в размер 2
2 Центровать в размер 1



3 A Установить и закрепить заготовку в патроне и центре

1 Обточить цилиндр 3
2 Обточить цилиндр 4
3 Проточить фаску 2
4 Выточить канавку 1



4 A Установить и закрепить заготовку в патроне и центре

1 Обточить цилиндр 5
2 Обточить цилиндр 3
3 Обточить цилиндр 4
4 Проточить фаску 2
5 Выточить канавку 1

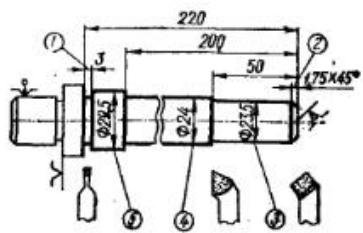
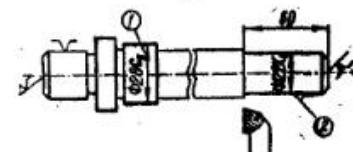


Таблица 4

Окончание табл. 4

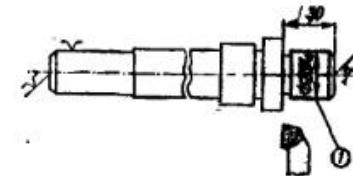
Операция	Установка	Переход	Содержание установок и переходов	Схемы установок
5 A			Установить и закрепить заготовку в центрах	

1 Обточить цилиндр 2
2 Обточить цилиндр 1



6 A Установить и закрепить заготовку в центрах

1 Обточить цилиндр 1



размеры, целесообразно обрабатывать только черновым точением за наименьшее количество рабочих ходов.

Для окончательной обработки тех участков вала, которые должны иметь точное взаимное расположение, принимается единая технологическая база — центровые отверстия. Технологическая база для подрезания и центрования торцов — цилиндрическая поверхность заготовки. Учитывая невысокую жесткость вала, черновое обтачивание его целесообразно выполнять при установке в патроне и заднем центре, т. е. здесь технологической базой будет цилиндрическая поверхность заготовки и центровое отверстие.

Соответственно выбранным технологическим базам применяются способы установки заготовок на станке: в патроне, в патроне и заднем центре, в центрах.

С учетом величины обрабатываемой партии деталей и практических правил комплектования переходов в операции расчленяем технологический маршрут на 6 операций: 1—2 — подрезание и центрование торцов в патроне; 3—4 — черновое обтачивание вала с двух сторон в патроне и заднем центре; 5—6 — чистовое обтачивание точных поверхностей в центрах.

Контрольные вопросы и задания

- Какие детали принято называть валами?
- Приведите типовой технологический маршрут обработки валов.
- Выполните задание № 101.

ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

§ 24. Общие сведения

Отверстия делятся на сквозные (обрабатываемые на проход) и глухие (обрабатываемые на определенную глубину). По форме они бывают гладкие, ступенчатые, с канавками. Отверстия, длина которых превышает 5 диаметров, называют глубокими.

Для создания определенного характера соединения с валом отверстия выполняются с определенной точностью по размерам, форме, расположению и шероховатости согласно техническим требованиям рабочего чертежа.

На токарных станках отверстия обрабатывают сверлением, рассверливанием, растачиванием, зенкерованием, развертыванием. Каждый из указанных способов характеризуется определенной точностью обработки и, следовательно, применяется в зависимости от требований, предъявляемых к данному отверстию.

Контрольные вопросы

1. Укажите разновидности отверстий и требования, предъявляемые к ним.
2. Какими способами обрабатывают отверстия на токарных станках?

§ 25. Сверление и рассверливание отверстий

Назначение и инструменты. Сверлением можно получить отверстия точностью до 12-го квалитета и шероховатостью $R_s \geq 80$ мкм. Рассверливанием увеличивают диаметр ранее просверленного отверстия и при определенных условиях повышают его точность примерно на один квалитет.

В качестве режущих инструментов для рассматриваемых способов обработки используются преимущественно спиральные сверла.

Спиральное сверло (рис. 51) представляет собой двузубый режущий инструмент, состоящий из рабочей части, шейки и хвостовика. Рабочая часть включает режущую и направляющую части.

На рабочей части сверла выполнены две стружечные канавки. винтовая форма которых облегчает выход стружки из отверстия. Для уменьшения трения о стенки отверстия спинки зубьев заужены, а вдоль каждого из них оставлены узкие направляющие лепиточки. С этой же целью на направляющей части предусмотрена небольшая обратная конусность ($0,03$ — $0,12$ мм на каждые 100 мм длины). Для увеличения прочности сверла глубина стружечных канавок постепенно уменьшается по направлению к хвостовику.

Режущая часть имеет две режущие кромки, которые в центре соединяются перемычкой (поперечной кромкой). Передняя поверхность зубьев является частью винтовой поверхности стружечной канавки, а задняя — поверхностью конуса, образующегося при заточке сверла.

Хвостовики выполняются коническими (для сверл диаметром 6—80 мм) по размерам стандартных конусов Морзе или цилиндрическими — для сверл малых диаметров до 20 мм.

Сверла изготавливаются из быстрорежущей стали Р6М5, а также оснащаются твердым сплавом ВК8. Последние предусмотрены для сверления чугуна и труднообрабатываемых сталей. Кроме того, в целях экономии дорогостоящих быстрорежущих сталей хвостовики сверл диаметром выше 6 мм выполняются из конструкционных сталей и привариваются к рабочей части сверла.

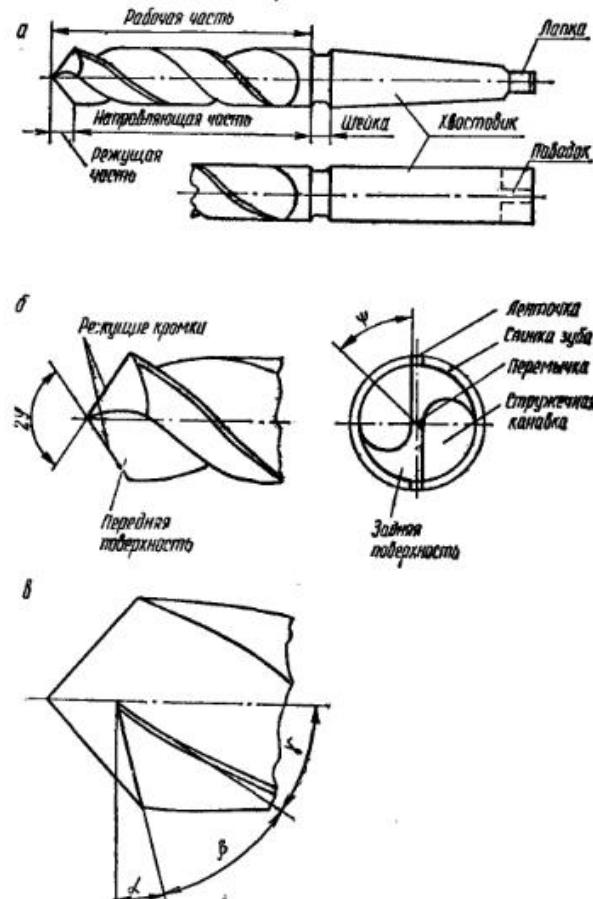


Рис. 51. Спиральное сверло:
а — части; б — элементы; в — главные углы

Для создания благоприятных условий резания зубьям сверла придается форма клина, которая определяется главными углами: передним γ , углом заострения β и задним α (см. рис. 51, в). Величина этих углов неодинакова для различных точек режущих кромок.

мок. Передний угол в связи с винтовой формой стружечной канавки имеет наибольшее значение ($20-30^\circ$) у периферии сверла, а ближе к его оси постепенно уменьшается до отрицательной величины. Заднему углу заточки по задним поверхностям придается также переменное значение для компенсации его уменьшения в работе: от $10-15^\circ$ у периферии до $20-25^\circ$ около оси.

Существенное влияние на сопротивление резанию оказывает угол при вершине сверла 2φ (см. рис. 51, б). С уменьшением этого угла общее сопротивление резанию возрастает, а усилие подачи, действующее вдоль оси сверла, уменьшается. Для сверл общего назначения угол при вершине выполняется в пределах $116-118^\circ$.

Значительный недостаток спиральных сверл — наличие у них перемычки. Имея отрицательный передний угол, она не режет, а мнит металл. У правильно заточенного сверла перемычка должна располагаться к направлению режущей кромки под углом ψ (пси) = $50-55^\circ$. В противном случае, требуемая величина заднего угла сверла не будет выдержанна, так как между этими углами существует обратно-пропорциональная зависимость. Например, при увеличении угла ψ задний угол α уменьшается и наоборот.

Централизованная заточка сверл на предприятиях обычно ведется на специальных сверлозаточных станках. При универсальных работах эту операцию часто выполняет сам токарь (подобно заточке резцов) на простых заточных станках.

Во время заточки рабочую часть сверла удерживают левой рукой, опираясь ею на подручник, а правой поддерживают хвостовик

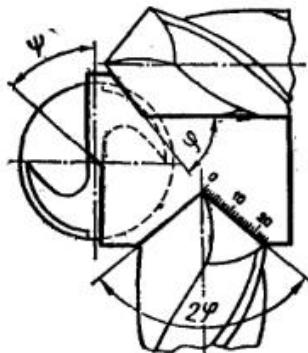


Рис. 52. Шаблон для контроля заточки сверл

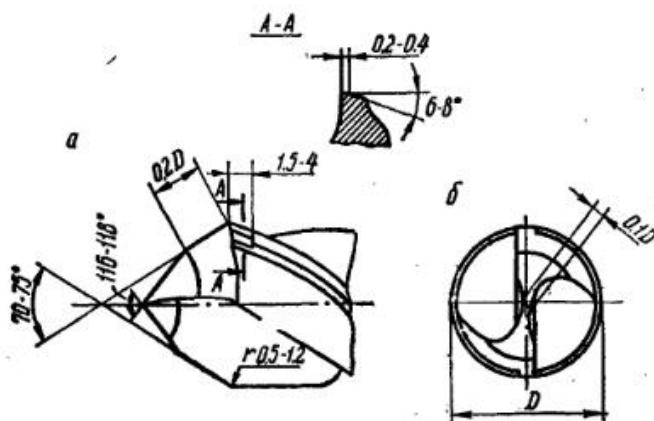


Рис. 53. Дополнительные способы заточки сверл

сверла. Небольшим усилием прижимают режущую кромку к рабочей поверхности шлифовального круга так, чтобы кромка видала занимала горизонтальное положение. Затем сверло медленно поворачивают и одновременно подают вперед на круг. После заточки одной задней поверхности сверло поворачивают и затачивают другую.

Качественно заточенное сверло должно отвечать следующим требованиям: 1) угол при вершине $2\varphi=116-118^\circ$; 2) одинаковая длина, прямолинейность и симметричность к оси режущих кромок; 3) угол наклона перемычки к режущим кромкам $\psi=50-55^\circ$; 4) отсутствие на режущих кромках забоин, завалов, зазубрин, заусенцев, прижогов, трещин.

Контроль заточенных сверл ведется внешним осмотром и при помощи шаблона (рис. 52).

Для улучшения режущих способностей сверл диаметром свыше 12 мм кроме вышеописанной нормальной заточки рекомендуется выполнять двойную заточку, подточку перемычки и ленточек.

Двойную заточку (рис. 53, а) делают по задним поверхностям сверла путем создания на режущих кромках двух дополнительных участков под углом $70-75^\circ$ длиной 0,2 диаметра сверла. Благодаря этому увеличивается общая длина режущих кромок, улучшается теплоотвод, уменьшается острота уголков и увеличивается их прочность и стойкость. Кроме того, благодаря ломаной форме режущих кромок облегчается разделение широких стружек и выход их из отверстия.

Подточка перемычки (рис. 53, б) выполняется по передним поверхностям зубьев для уменьшения ее длины примерно до 0,1 диаметра сверла и увеличения в этом месте переднего угла.

Подточка ленточек (рис. 53, а, сеч. A—A) выполняется на длине 1,5—4 мм около уголков сверла. В этих местах ширина ленточки уменьшается до 0,2—0,4 мм, что снижает трение в наиболее нагруженном месте сверла.

Установка сверл на станке. На токарном станке сверление производится невращающимся сверлом, которое закрепляется в пиноли задней бабки.

Сверла с коническим хвостовиком устанавливают непосредственно в отверстие пиноли, если размеры их совпадают, или при помощи переходной втулки 2 (рис. 54), одетой на хвостовик сверла 1.

Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляются на станке посредством сверлильных патронов, одна из конструкций которых показана на рис. 55, а. В наклонных отверстиях корпуса 3 установлены кулачки 4 в виде цилиндрических стержней со скосами для закрепления сверла и резьбовой частью на наружной поверхности. Внутри муфты 5 закреплена гайка с конической резьбой, которая соединяется с резьбой кулачков. Если ключом 2 вращать муфту,



Рис. 54. Переходная втулка со вставленным в нее хвостовиком сверла

то кулачки, перемещаясь в наклонных отверстиях, будут сжиматься, обеспечивая закрепление и центрирование сверла. Корпус 8 с обратной стороны имеет глухое коническое отверстие, которым он неподвижно насаживается на хвостовик 1. Такие патроны выпускаются трех размеров: ПС-6, ПС-9, ПС-16 (цифры обозначают наибольший диаметр закрепляемого сверла).

Если требуется частая смена инструментов, устанавливаемых в задней бабке, удобно пользоваться быстросменными патронами (рис. 55, б). Патрон состоит из корпуса 2 с коническим хвостови-

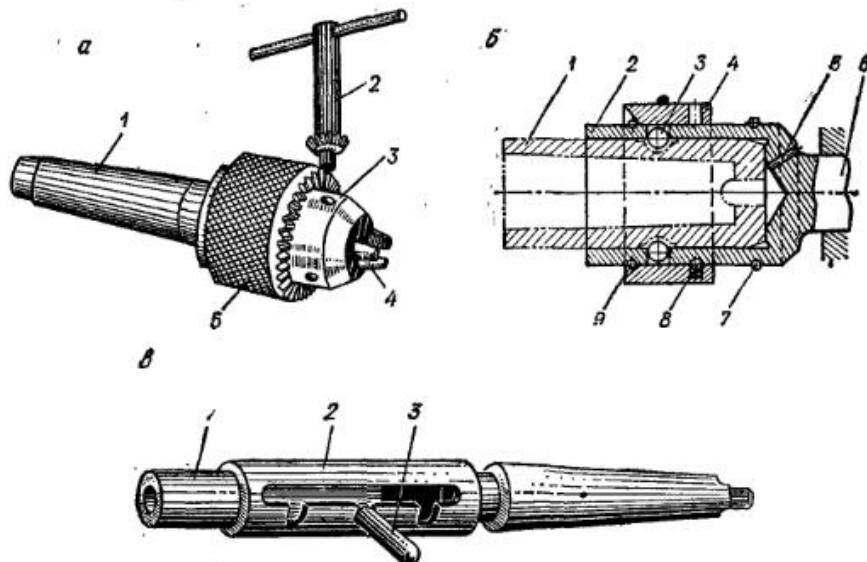


Рис. 55. Сверлильные патроны:
а — кулачковый; б — быстросменный; в — для глубокого сверления

ком 6 и двумя отверстиями, в которых свободно завальцованны шарики 3. В корпус устанавливается переходная втулка 1 с коническим отверстием Морзе. На наружной поверхности втулки выполнены две радиусные канавки, в которые при рабочем положении патрона западают шарики. На корпусе свободно надета муфта 4, продольное положение которой ограничивается пружинными кольцами 7 и 9 и подпружиненным шариком 8, фиксирующим муфту в рабочем состоянии. Отверстие 5 предусмотрено для выхода воздуха при установке переходной втулки в патрон.

Действие патрона следующее. Требуемое сверло вставляется в переходную втулку и вместе с ней устанавливается в патрон. Муфта при этом сдвинута вправо. Затем при перемещении влево муфта нажимает на шарики, которые входят в выемки втулки и закрепляют ее. Чтобы сменить инструмент, достаточно сдвинуть муфту вправо, и втулка со сверлом свободно вынимается из патрона.

Для сверления с механической подачей иногда применяют несложное приспособление в виде втулки с прямоугольным выступом, которым она закрепляется в резцодержателе суппорта.

При глубоком сверлении возникает необходимость частого вывода сверла из отверстия для очистки от стружки. В этом случае значительно сократить время отвода сверла и возвращения его в исходное положение можно, применяя довольно простой патрон (рис. 55, в). Он состоит из корпуса 2 с коническим хвостовиком, сверлодержателя 1 с звернутой в него рукояткой 3. В корпусе име-

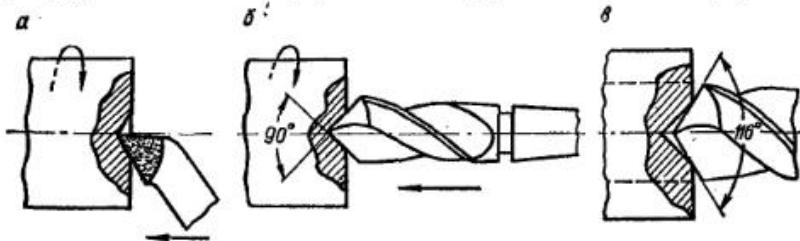


Рис. 56. Центрование торца заготовки перед сверлением

ется продольговатый паз с рядом поперечных канавок. Для отвода сверла достаточно вывести рукоятку из канавки и отвести сверло вправо. Возвращение сверла в рабочее положение выполняется в обратном порядке.

Подготовка к сверлению. Важные условия качественной обработки отверстия сверлом: прочное закрепление заготовки без заметного биения, перпендикулярность ее торца к оси вращения, отсутствие на торце неровностей и выпуклости, совпадение оси пиноли с осью шпинделя, придание первоначального направления сверлу.

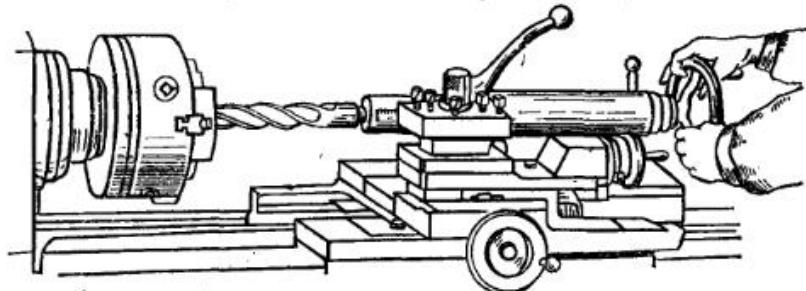


Рис. 57. Сверление на токарном станке

Заготовку, установленную в токарном патроне, при необходимости выверяют иочно закрепляют. Торец ее перед сверлением чисто подрезают. Чтобы придать первоначальное направление сверлу, особенно при большой длине его, рекомендуется в центре торца делать небольшое конусное углубление. Его выполняют упорным резцом (рис. 56, а) или коротким жестким сверлом (рис. 56, б). Угол центрового углубления делают на 20—30° меньше

угла при вершине рабочего сверла. При таком условии перемычка сверла в начальный момент не будет участвовать в резании (рис. 56, в), что намного уменьшает опасность смещения сверла в сторону.

Для повышения жесткости длинных сверл рекомендуется подпирать их в начале сверления обратной стороной резца, закрепленного в резцедержателе несколько выше оси центров.

Перед сверлением глубокого отверстия заготовку следует сначала надсверлить коротким сверлом такого же диаметра на глубину, примерно равную диаметру отверстия. В этом случае основное сверло, получив первоначальное направление, не сможет отклониться в сторону.

Соосность центров станка проверяют ранее описанными способами (см. § 11). Заднюю бабку закрепляют на станине в таком положении, чтобы вылет пиноли при сверлении был наименьшим.

Не менее важна правильная установка сверла. Хвостовик его и отверстие пиноли следует насухо протереть, забоины на хвостовике удалить напильником. Сверло устанавливают в пиноль резким осевым толчком.

Приемы сверления. Обычно применяется следующий способ сверления на токарном станке (рис. 57). После подготовительной работы включают вращение шпинделя и вручную поворотом маховичка задней бабки подводят сверло к торцу вращающейся заготовки. При этом следует избегать удара, иначе сверло может поломаться. Вначале сверло подают вперед медленно, когда же оно врежется в металл на глубину, немного большую длины режущей части, подачу можно увеличить. Подача сверла должна выполняться плавно, без рывков.

Особую осторожность следует проявлять при выходе сверла из сквозного отверстия. В этом месте возникает неравномерная нагрузка режущих кромок и они могут выкрошиться. Поэтому на выходе подачу надо резко уменьшать.

Прежде чем выключить вращение шпинделя, сверло надо вывести из отверстия, иначе вследствие упругой деформации металла оно может заклиниться в отверстии.

При сверлении стружка тяжело выходит из отверстий, поэтому сверло надо периодически очищать металлической щеткой.

Глубину глухого отверстия выдерживают по миллиметровой шкале пиноли, по лимбу маховичка задней бабки, а при их отсутствии — по меловой риске, которую наносят на сверло.

Для увеличения стойкости сверла его рекомендуется охлаждать. Стали сверлят с применением эмульсии, цветные металлы — с охлаждением или всухую, чугун — без охлаждения. Струю охлаждающей жидкости направляют на сверло около торца обрабатываемой детали и включают одновременно с началом резания.

Ручная подача сверла, особенно при обработке отверстий большого диаметра, слишком затруднительна. Поэтому в ряде моделей современных токарных станков предусмотрено устройство для механического перемещения задней бабки. Оно представляет собой

замок, который состоит из двух угольников, соответственно прикрепленных к поперечным салазкам суппорта и плите задней бабки. Перед включением механической подачи заднюю бабку открывают от станины.

Рассверливание отверстий. Сверление отверстий большого диаметра сильно затрудняется из-за значительного усилия подачи. Поэтому отверстия диаметром свыше 30 мм выполняют двумя сверлами. Диаметр первого из них принимают равным примерно $\frac{1}{2}$ диаметра отверстия. Благодаря этому перемычка второго сверла не участвует в резании, намного снижается усилие подачи и уменьшается вероятность ухода сверла в сторону. Приемы рассверливания те же, что и при сверлении.

Режимы резания при сверлении и рассверливании. Глубина резания t при сверлении характеризуется размером сверла и равна $\frac{1}{2}$ его диаметра. При рассверливании она определяется полуразностью диаметров отверстия после и до обработки.

Подача S при сверлении и рассверливании соответствует осевому перемещению сверла за один оборот заготовки и выражается в мм/об .

Скорость резания v для невращающегося сверла равна окружной скорости вращения обработанной поверхности отверстия в м/мин .

Подача сверла на токарных станках чаще всего осуществляется вручную. При работе с механической подачей для отверстий диаметром от 5 до 30 мм в стальных заготовках ее можно выбирать в пределах 0,1—0,4 мм/об . Большие подачи в указанных пределах принимают для сверл большего диаметра. При сверлении чугуна подачу можно увеличить примерно в 1,5 раза; то же самое и при рассверливании отверстий.

Скорость резания для быстрорежущих сверл при обработке отверстий в стальных и чугунных заготовках выбирают в пределах 20—40 м/мин ; для сверл, оснащенных пластинками твердого сплава, ее можно увеличивать в 2—3 раза. Для сверл меньшего диаметра принимают большие значения скорости резания.

При расчетах, связанных с выбором режима резания для обработки отверстий сверлами, можно пользоваться формулами 1—4 (см. § 8).

Особенности сверления глубоких отверстий. При обработке глубоких отверстий условия работы спирального сверла резко ухудшаются: затрудняется выход стружки и подвод охлаждающей жидкости к режущим кромкам, уменьшается жесткость сверла и появляется опасность увода его в сторону. В таких случаях рекомендуется пользоваться сверлами для глубокого сверления, в конструкции которых предусмотрена возможность частичного или полного устранения указанных недостатков.

Охлаждение режущих кромок и выход стружки из глубокого отверстия улучшаются при применении спиральных сверл с канальными для подвода охлаждающей жидкости под давлением (рис. 58, а). Однако такие сверла, обладая недостаточной жесткостью

стью, не обеспечивают строгой прямолинейности оси отверстия и их применяют лишь для обработки отверстий невысокой точности.

Для улучшения направления сверла в отверстии и условий охлаждения режущих кромок применяются четырехленточные спиральные сверла (рис. 58, б). У таких сверл несколько увеличена толщина сердцевины, а на спинках каждого зуба выполнены по две направляющие ленточки. Образующиеся за счет этого дополнительные канавки 1 позволяют жидкости свободно подводить к режущим

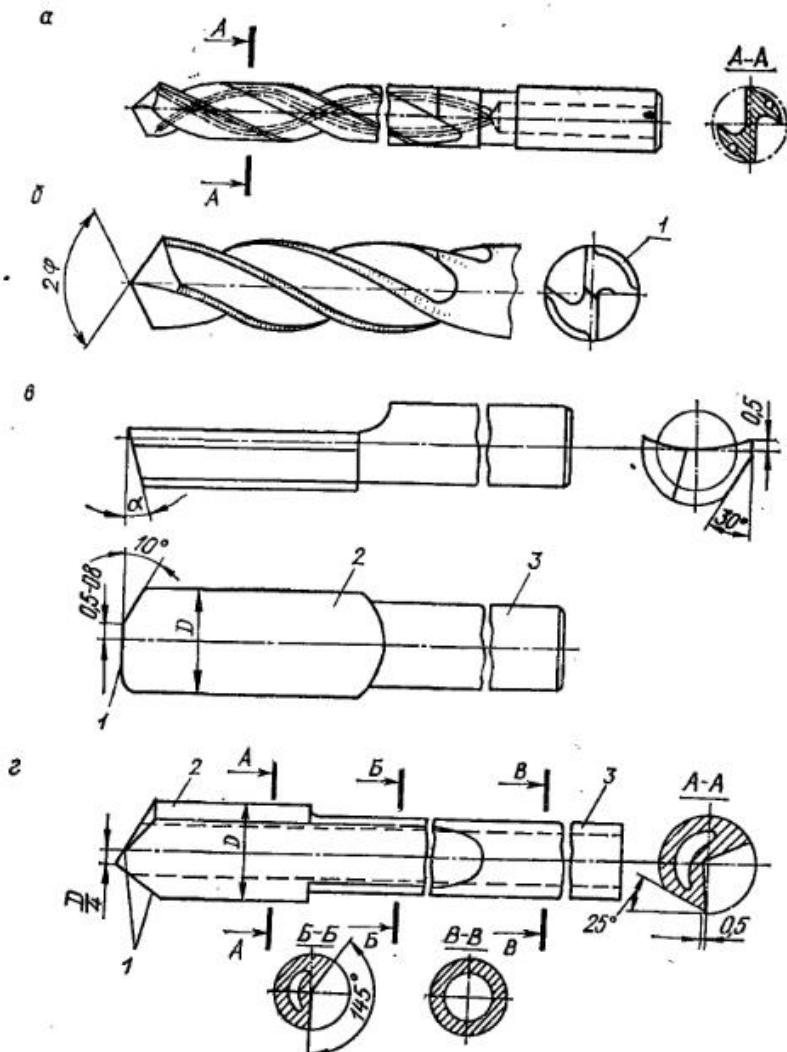


Рис. 58. Сверла для глубокого сверления:

а — с каналами для охлаждающей жидкости; б — четырехленточное; в — пушечное

кромкам, не встречая на своем пути раскаленную стружку. При применении таких сверл точность обработки отверстий несколько повышается, однако недостатки, присущие обычным спиральным сверлам (невысокая жесткость, наличие перемычки), остаются.

Глубокие отверстия повышенной точности обрабатываются пушечными и ружейными сверлами. Характерная особенность их конструкции — наличие одного зуба и большой направляющей поверхности.

Пушечное сверло (рис. 58, в) представляет собой круглый стержень с цилиндрическим хвостовиком 3. Для образования режущей кромки 1 и пространства для выхода стружки рабочая часть 2 сверла срезана по радиусу, а для уменьшения трения о стенки отверстия создана небольшая обратная конусность на направляющей части. Недостатки таких сверл: затрудненный выход стружки из отверстия и недостаточно эффективное охлаждение режущей кромки.

Ружейное сверло (рис. 58, г) обычно изготавливается из трубы быстрорежущей стали. По всей длине ее, за исключением хвостовика 3, провальцована угловая стружечная канавка. При этом

Таблица 5

Брак при сверлении отверстий

Причины	Способы устранения
Завышен диаметр отверстия	
Неправильно выбран диаметр сверла	Заменить сверло
Неправильная заточка сверла (разная длина режущих кромок)	Правильно заточить его
Вибрация шпинделя	Отрегулировать подшипники шпинделя
Несоосность центров станка	Выверить соосность центров
Смещение отверстия с оси заготовки	
Неправильная установка заготовки в патроне	Выверить положение заготовки
Неперпендикулярность торца к оси вращения или неровности на нем	Чисто подрезать торец
Неправильная заточка сверла	Правильно заточить сверло
Недостаточная жесткость сверла	Перед сверлением надсверлить отверстие коротким сверлом, подпереть сверло обратной стороной резца
Увеличенная шероховатость	
Тупое сверло	Заточить сверло
Большая подача	Уменьшить подачу
Несвоевременная очистка сверла от стружки, налипание частичек металла на ленточки сверла	Чаше выводить сверло из отверстия и очищать

внутри сверла образуется серпообразный канал, по которому подводится охлаждающая жидкость. Напорная струя жидкости, подаваемая под высоким давлением, не только интенсивно охлаждает режущую кромку, но и вымывает стружку из отверстия. Благодаря ломаной форме режущей кромки 1 широкая стружка разделяется и на дне отверстия образуется центрирующий конус, улучшающий направление сверла во время резания.

Чтобы придать пушечным и ружейным сверлам первоначальное направление, отверстие предварительно надсверливают коротким спиральным сверлом.

Наиболее характерные виды брака отверстий, выполненных сверлами, их причины и способы устранения приведены в табл. 5.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы особенности геометрии спирального сверла?
2. Какие требования предъявляются к качеству заточки спирального сверла?
3. Расскажите о дополнительных способах заточки сверл и их назначении.
4. В чем заключается подготовка к сверлению?
5. Объясните приемы сверления на токарном станке.
6. Какие сверла применяют для глубокого сверления и каковы их особенности?
7. В чем выражается брак при сверлении и каковы его причины?
8. Выполните задания № 61, 63 и 69.

§ 26. Центровые заготовки

Центровые отверстия используются в качестве установочной базы при обработке деталей в центрах.

По ГОСТ 14034—74 предусмотрены три основные формы центровых отверстий (рис. 59): *A* — без предохранительного конуса; *B* — с предохранительным конусом; *R* — с дугообразной образующей. В первых двух формах базовой поверхностью служит коническое отверстие с углом при вершине 60° . Для формы *R* таковой является фасонная поверхность, обеспечивающая кольцевой контакт с рабочим конусом центра. Небольшой цилиндрический участок диаметром d предусмотрен для разгрузки вершины токарного центра и размещения смазки. По диаметру этого участка условно обозначается номинальный размер центрового отверстия.

Центровые отверстия формы *B* рекомендуются для заготовок, многократно устанавливаемых в центрах. Форму *R* целесообразно применять, когда требуется повышенная точность обработки.

Размеры центровых отверстий выбирают по таблице стандарта в зависимости от диаметра концевой шейки вала D . Точность их обработки также ограничивается требованиями стандарта, согласно которому на угол рабочего конуса 60° допускается отклонение не более минус $30'$, а шероховатость поверхности этого участка не должна превышать $R_a = 2,5 \text{ мкм}$. Кроме того, оси центровых отверстий должны быть соосны между собой и с осью заготовки.

Наиболее производительными инструментами для центрования являются комбинированные центровочные сверла (рис. 60, *a*, *b*), которые за один рабочий ход позволяют получить форму отверстия.

Они выпускаются для номинальных размеров $d = 1 - 6 \text{ мм}$. Обработка центровочных отверстий более крупных размеров производится раздельно: вначале специальным центровочным сверлом (рис. 60, *a*), затем многозубой зенковкой (рис. 60, *c*). Центрование на токарном станке выполняют аналогично сверлению (рис. 60, *d*).

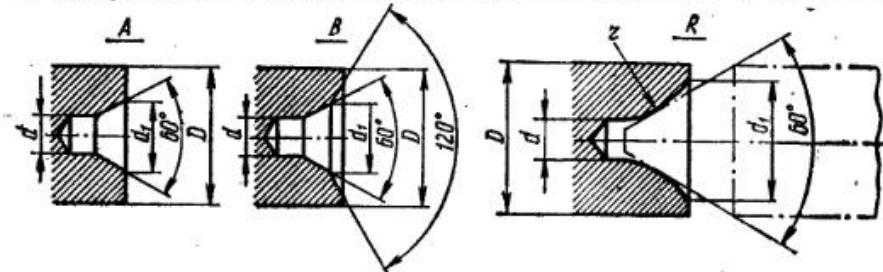


Рис. 59. Формы центровых отверстий

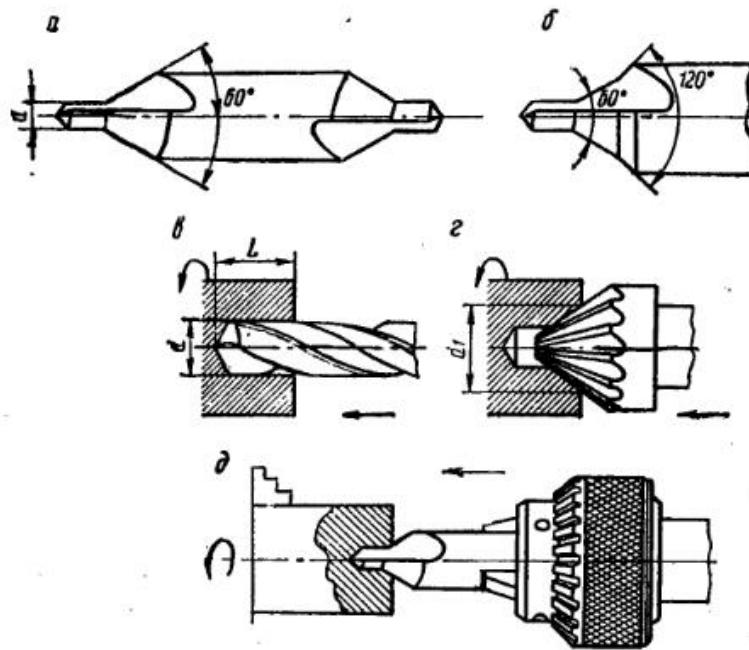


Рис. 60. Инструменты для центрования и способы его выполнения

Перед центрованием торец заготовки, закрепленной в патроне, чисто подрезают. К торцу подводят, избегая удара, сверло и ручной подачей врезаются в металл. Для получения центрового отверстия требуемых размеров сверло углубляют в торец на необходимую величину, пользуясь лимбом маховичка задней бабки или щупом пиноли. Чтобы сократить время отсчета размеров при центровании партии заготовок, последним следует создавать постоянное про-

дольное положение на станке с помощью шпиндельных упоров (см. рис. 37, а и 40). При изготовлении деталей крупными партиями эта операция обычно выполняется в заготовительном участке цеха на специальных центровальных станках.

Для центрования комбинированными сверлами режим резания принимают в следующих пределах: подача $S=0,02\text{--}0,06$ мм/об; скорость резания $v=12\text{--}25$ м/мин; смазывающее-охлаждающая жидкость — эмульсия.

При центровании возможны следующие виды брака:

1. Не выдержаны размеры и форма отверстия. Причины: неправильная заточка комбинированного сверла, ошибки при отсчетах глубины центрования.

2. Дробленость на основном конусе. Причины: тупое сверло, слишком малая подача, нежесткое крепление заготовки, большой вылет пиноли.

3. Оси центровых отверстий несоосны и смещены с оси заготовки. Причина: неверная установка заготовки в патроне.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные формы центровых отверстий и расскажите об их назначении.

2. По какому показателю устанавливается名义ный размер центрового отверстия?

3. В зависимости от чего выбирают размеры центрового отверстия?

4. Какими инструментами выполняют центрование?

5. Каким требованиям должна удовлетворять точность выполнения центровых отверстий?

6. Объясните приемы центрования.

§ 27. Растачивание цилиндрических отверстий

Назначение и инструменты. Растачивание применяют для обработки отверстий различных размеров и форм в полых заготовках с точностью до 9-го квалитета и шероховатостью до $R_a=1$ мкм. Обладая универсальностью, этот способ вместе с тем мало производителен главным образом из-за недостаточной жесткости расточных резцов.

Расточные резцы по конструкции делятся на цельные и державочные (рис. 61), а по назначению — для сквозных отверстий (рис. 61, а) и глухих (рис. 61, б).

Из-за недостаточной жесткости цельных резцов ими можно пользоваться только для растачивания отверстий глубиной до трех диаметров. Обработку более глубоких отверстий диаметром примерно свыше 30 мм выполняют державочными резцами. Такие резцы изготавливаются двух разновидностей: с прямым креплением резца 1 в державке 2 (рис. 61, в) — для сквозных отверстий и с косым креплением (рис. 61, г) — для глухих отверстий. Лыски 3 на державке служат для устойчивого положения резцов в резцедержателе.

По действующим стандартам цельные расточные резцы (рис. 62) выпускаются в двух исполнениях. Резцы исполнения А с круглой

рабочей частью стержня предназначены для обработки отверстий с наименьшим диаметром расточки 10 мм, резцы исполнения Б с прямоугольным сечением стержня — для отверстий 40 мм. Их геометрические параметры приведены на рис. 62, в и г.

Кроме того, стандартами разрешено изготовление резцов двух видов: с опущенной головкой (рис. 62, а) при расположении режущей кромки по оси резца и с нормальной головкой (рис. 62, б).

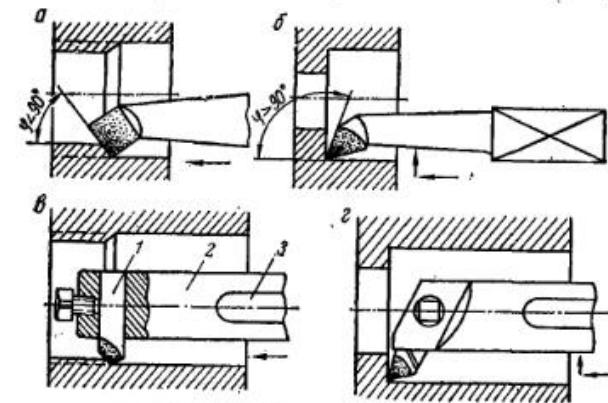
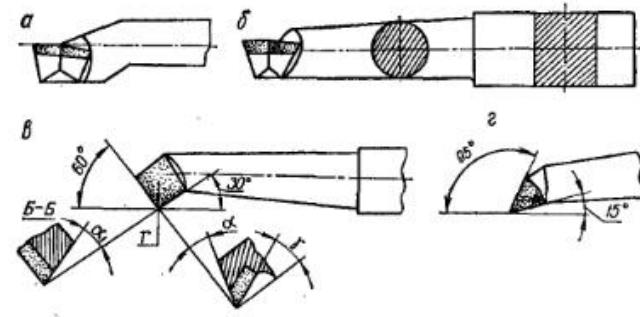


Рис. 61. Расточные резцы:
а, б — цельные; в, г — державочные

Исполнение А



Исполнение Б



Рис. 62. Стандартные расточные резцы

Первые обладают большей жесткостью, так как допускают примерно вдвое увеличить диаметр стержня за счет более рационального размещения его в отверстии.

Расточные резцы устанавливают параллельно оси обрабатываемого отверстия и закрепляют в резцедержателе с наименее возможным вылетом. Вершина их должна быть на уровне оси центров

станка или немного выше (примерно на 0,02 диаметра отверстия), чтобы компенсировать возможный прогиб.

Приемы растачивания. Обработка отверстий резцами существенно не отличается от обтачивания наружных поверхностей. Заготовки закрепляют в токарном патроне и при необходимости выверяют по отверстию. При обработке глухих и ступенчатых отверстий целесообразно придавать заготовкам постоянное продольное положение на станке при помощи шпиндельного упора. Припуски на чистовое растачивание после сверления или черновой обработки резцом оставляют в пределах 1—2 мм на диаметр.

Установку резца на диаметр выполняют по результатам пробной расточки отверстия на глубину 3—4 мм с помощью лимба поперечной подачи. При этом следует учитывать особенности пользования лимбом при растачивании. Для выбора люфта в передаче резец вначале перемещают вперед на величину больше необходимой, а затем движением на себя устанавливают на требуемый размер.

Механическую продольную подачу включают после врезания резца в металл. Глубину растачивания выдерживают по продольно-

му лимбу или риске, нанесом на стержне резца. Выключать подачу следует за 2—3 мм до конца расточки. Оставшуюся часть обрабатывают ручным перемещением суппорта.

Особую осторожность надо проявлять при растачивании тонкостенных втулок. При сильном зажиме в кулачках патрона такие детали деформируются, вследствие чего отверстие приобретает огранку трехгранной формы. Предотвратить это явление можно, уменьшив силу зажима заготовки в патроне и соответственно несколько снизив режим резания или установив обрабатываемую деталь в патроне с помощью дополнительной разжимной втулки (см. рис. 48, б).

Режим резания и брак при растачивании. Учитывая сравнительно небольшую жесткость расточных резцов и более тяжелые условия работы, следует глубину резания и подачу для чернового растачивания ориентировочно уменьшать на 40—50% по сравнению с их соответствующими значениями чернового обтачивания. В остальном при выборе режимов резания для расточных работ можно пользоваться примерными данными § 12.

Возможные виды, причины и способы предупреждения брака при обработке отверстий резцами приведены в табл. 6.

Таблица 6

Брак при растачивании отверстий

Причины	Способы устранения
Не выдержаны размеры отверстия	
Неточность измерений, ошибки при отсчетах по лимбу Отжим резца Несвоевременное выключение продольной подачи	Выбирать люфт в передаче при отсчетах по лимбу Применять более жесткий резец Продольную подачу выключать немногим раньше окончания расточки
Часть поверхности отверстия осталась необработанной	
Мал припуск Неправильная установка заготовки в патроне	Проверить достаточность припуска Выверить положение заготовки в патроне по отверстию
Увеличенная шероховатость	
Неправильно выбран режим резания Тупой резец или нежесткое его крепление	Уменьшить подачу и увеличить скорость резания Заточить резец, уменьшить его вылет
Некруглое отверстие	
Неравномерный износ переднего подшипника шпинделя Сильный зажим тонкостенной детали в патроне	Проверить и отремонтировать станок Закрепить тонкостенную деталь в кулачковом патроне при помощи разжимной втулки или немногим уменьшить силу зажима

Контрольные вопросы и задания

1. Укажите область применения растачивания.
2. Какими резцами выполняют растачивание отверстий?
3. Как следует устанавливать расточкой резец на станке?
4. Выполните задание № 75.
5. Укажите основные виды и причины брака при растачивании.

§ 28. Вытачивание внутренних канавок

Канавки в отверстиях часто имеют технологическое назначение: для выхода в конце рабочего хода резьбового резца или шлифовального круга. Иногда они выполняются для установки уплотнительных колец, пружин и т. д.

Головка резцов для внутренних канавок оформляется в соответствии с профилем данной канавки, аналогично резцам для наружных канавок (см. § 14). Отличительная особенность резцов для внутренних канавок — внешнее подобие расточным резцам, и отсюда недостаточная жесткость.

На рис. 63 показаны конструкции и геометрия резцов для вытачивания внутренних прямоугольных канавок. Цельные резцы (рис. 63, а) используются для выполнения канавок в отверстиях небольшого диаметра. В остальных случаях применяют более жесткие державочные резцы (рис. 63, б).

Порядок и приемы вытачивания внутренних канавок такие же, как и наружных (см. § 14). Однако выполнять их значительно труднее ввиду плохой видимости и недостаточной жесткости резцов.

Расположение канавки от торца детали определяют по риске, которую наносят мелом на стержень резца соответствующим размеру

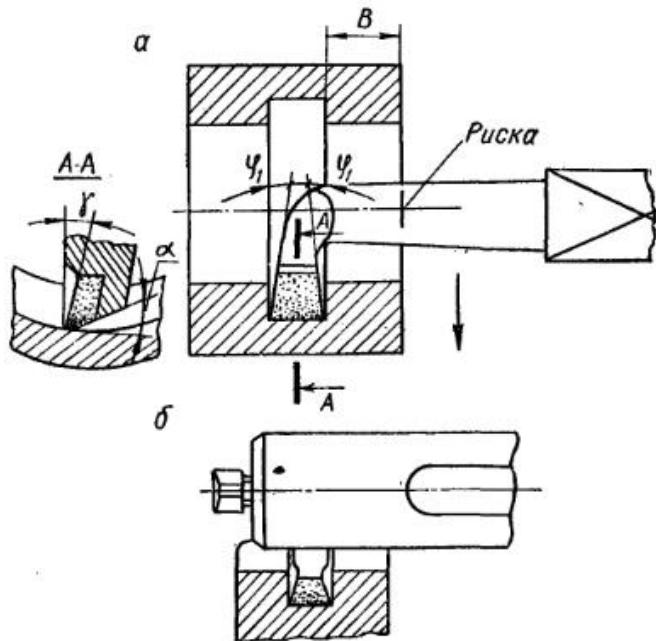


Рис. 63. Резцы для внутренних канавок:
а — цельный; б — державочный

чертежа, или лимбу продольной подачи суппорта. Глубину канавки отсчитывают от поверхности отверстия по лимбу поперечной подачи.

§ 29. Зенкерование отверстий

Зенкерование применяется для чистовой обработки просверленных, литых и кованных отверстий с точностью 10—11-го квалитетов и шероховатостью $R_s = 40—20 \text{ мкм}$, а также для их предварительной обработки под развертывание. Режущие инструменты, используемые при зенкеровании, называются зенкерами (рис. 64).

По способу установки на станке зенкеры делятся на хвостовые и насадные, а по конструкции рабочей части — на цельные и сборные.

Хвостовой зенкер по внешнему виду напоминает сверло и состоит из тех же конструктивных частей и элементов. Однако в отличие от него зенкер имеет 3—4 зуба и режущую часть в форме усеченного конуса. Неглубокие стружечные канавки обеспечивают повышенную прочность и жесткость такого инструмента, а увеличенное количество ленточек на калибрующей части создает ему лучшее направление в отверстии.

Для уменьшения трения о стенки отверстия калибрующая часть зенкера выполняется с обратной конусностью 0,05—0,1 мм на каж-

дые 100 мм длины. Задние углы α в пределах 8—10° образуются затачиванием задних поверхностей зубьев на режущей части. Передние углы γ получаются за счет винтовой формы стружечных канавок. Угол конуса режущей части 2 ф для зенкеров общего назначения выполняется в 120°.

Насадные зенкеры имеют коническое отверстие с конусностью 1:30 и паз под торцовую шпонку для крепления на оправке.

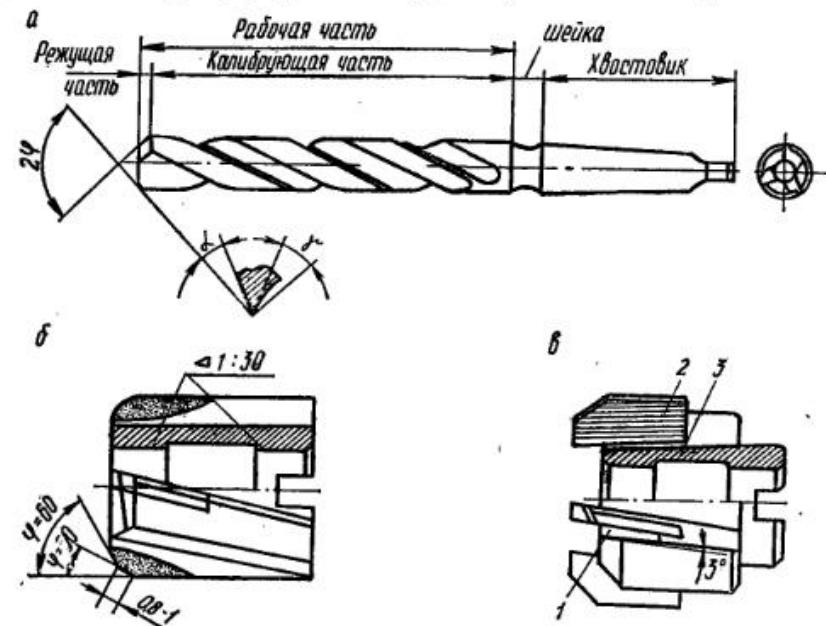


Рис. 64. Зенкеры:
а — хвостовой; б — насадной; в — насадной сборный

Сборная конструкция зенкеров (рис. 64, в) позволяет многократно восстанавливать их по мере потери размера. Такие зенкеры состоят из корпуса 3, изготовленного из конструкционной стали, и ножей 2, закрепляемых в пазах корпуса клиньями 1.

Стандартами предусмотрен выпуск двух номеров зенкеров для отверстий диаметром 10—100 мм. Зенкеры № 1 предназначаются для предварительной обработки отверстий с припуском под развертывание, № 2 — для окончательной обработки с точностью 11-го квалитета.

Рабочая часть зенкеров выполняется из быстрорежущих сталей либо оснащается пластинками твердого сплава. На шейке зенкера маркируются номинальный диаметр, номер и марка материала.

Зенкерование (рис. 65) выполняется аналогично сверлению. Заготовку закрепляют в патроне и при необходимости выверяют по отверстию. Зенкер устанавливают в пиноль задней бабки, ось которой должна строго совпадать с осью шпинделя, Заднюю бабку

закрепляют на станке в таком месте, чтобы вылет пиноли во время работы был наименьшим. Ручной подачей зенкер подают в отверстие заготовки и по окончании обработки выводят из него до выключения станка.

Припуск под зенкер у предварительно просверленных отверстий должен составлять 1—3 мм на диаметр в зависимости от размера отверстия.

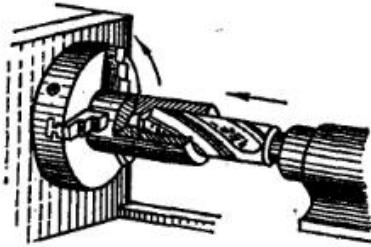


Рис. 65. Зенкерование отверстия на токарном станке

При зенкеровании литых и кованых отверстий с неравномерным припуском рекомендуется вначале расточить их на глубину 5—10 мм, чтобы зенкеру создать направление.

При выборе режима резания следует учитывать, что глубина резания для зенкера составляет $\frac{1}{2}$ припуска на диаметр отверстия. Подачу для зенкерования можно увеличить в 1,5—2 раза по сравнению с ее значением для сверления, скорость резания принимают в тех же пределах (см. § 25).

Обработку отверстий в стальных заготовках быстрорежущими зенкерами необходимо производить с охлаждением эмульсией. При обработке чугуна и цветных металлов, а также при использовании твердосплавных зенкеров охлаждения обычно не применяют.

Возможные виды брака отверстий при зенкеровании приведены в табл. 7.

Таблица 7

Брак при зенкеровании

Причины	Способы устранения
Диаметр отверстий завышен	
Неправильная заточка, несоответствующий номер или размер зенкера	Правильно заточить зенкер или заменить его
Увеличенная шероховатость	
Тупой зенкер Завышена подача	Заточить зенкер Изменить режим резания (уменьшить подачу и увеличить скорость резания)
Налипание металла на ленточки зенкера	Очистить зенкер
Часть поверхности отверстия осталась необработанной	
Мал припуск Неправильная установка заготовки в патроне	Проверить достаточность припуска Выверить положение заготовки по отверстию

Контрольные вопросы и задания

- Укажите назначение, типы и особенности зенкеров.
- Когда применяются зенкеры № 1 и 2?
- Как выполняется зенкерование на токарном станке?
- Каковы основные виды и причины брака при зенкеровании?
- Выполните задание № 78.

§ 30. Развертывание отверстий

Назначение и инструменты. Развертывание применяют для чистовой обработки отверстий 7—9-го квалитетов и шероховатостью $R_a = 2,5 - 0,5 \text{ мкм}$ после сверления (только до диаметра 10 мм), зенкерования или растачивания. Режущими инструментами для рассматриваемого способа обработки на токарных станках служат машинные развертки (рис. 66). Они отличаются от зенкеров большим количеством зубьев (обычно от 6 до 14), которые срезают мелкие стружки, тем самым повышается точность обработки.

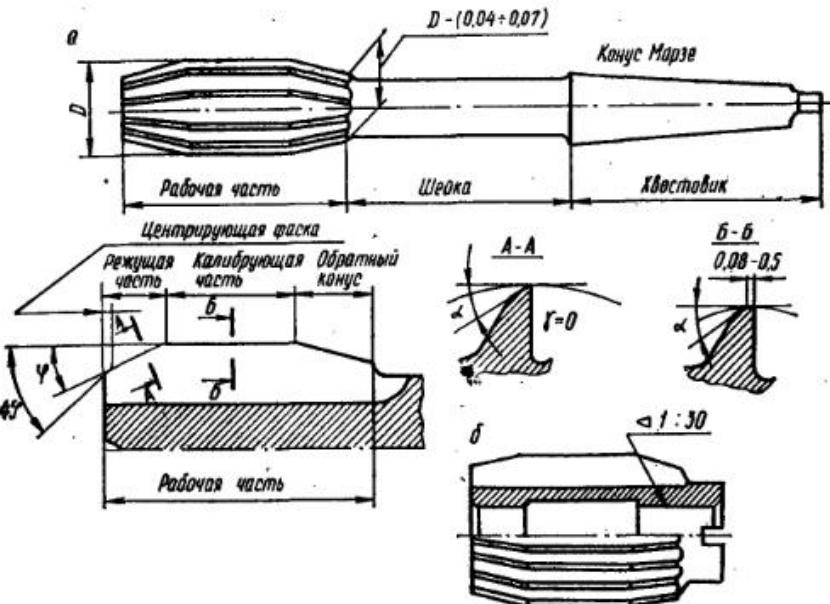


Рис. 66. Машинные развертки:

а — хвостовая; б — насадная

По способу установки на станке развертки делятся на хвостовые и насадные, по конструкции рабочей части — на цельные и сборные. Последние состоят из корпуса и закрепленных в его пазах ножей.

Хвостовая развертка (рис. 66, а) состоит из хвостовика, шейки и рабочей части. В свою очередь рабочая часть делится на режущую, калибрующую и обратный конус.

На режущей части располагаются главные режущие кромки. Наклон их к оси определяется углом в плане φ , величина которого зависит от назначения развертки. Для сквозных отверстий при обработке сталей и других пластичных металлов $\varphi=15^\circ$, для хрупких металлов $\varphi=5^\circ$. У разверток для глухих отверстий $\varphi=60^\circ$.

Калибрующая часть имеет цилиндрическую форму. На ней располагаются вспомогательные режущие кромки, предназначенные для зачистки и калибрования отверстия. Чтобы концы зубьев ка-

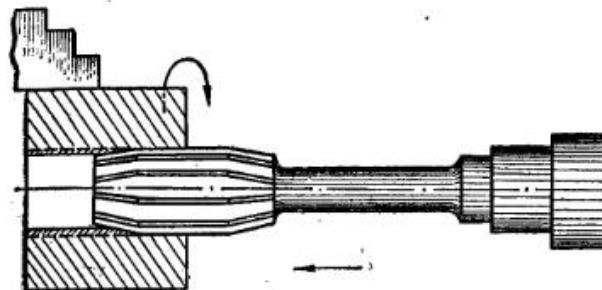


Рис. 67. Развертывание отверстия на токарном станке

либрующей части не повредили отверстия, на небольшом участке ее выполняется незначительный обратный конус.

В связи с различным назначением главных и вспомогательных режущих кромок форма заточки зубьев по длине различна. На режущей части (сеч. А-А) зубья затачивают до остроты; на калибрующей (сеч. Б-Б) по задним поверхностям зубьев оставляют узкие цилиндрические ленточки, которые слаживают поверхность отверстия, улучшают направление развертки и увеличивают число ее переточек.

Передний угол γ у разверток обычно выполняют 0° . При повышенных требованиях к качеству обработки рекомендуется делать его отрицательным до -5° . Вследствие этого резание при развертывании напоминает скобление.

Нагрузка на зубья разверток в процессе резания всегда колеблется, что вызвано неравномерной плотностью обрабатываемого материала и различными включениями в нем. Периодически повторяющиеся колебания при равномерном расположении зубьев создают местные углубления на поверхности развернутого отверстия. Неравномерное расположение зубьев разверток по окружности исключает указанное явление и способствует повышению чистоты обработки.

Развертки имеют обычно прямые зубья. В некоторых случаях для обработки отверстий с пазами или канавками применяют развертки с винтовыми зубьями, направление которых делают противоположным направлению резания, чтобы развертка не затягивалась в отверстие.

Развертки общего назначения выпускаются диаметром от 0,1 до 300 мм в доведенном виде для отверстий 7—9-го квалитетов (Н7,

Н8, Н9, К7) либо с припуском под доводку. Последние изготавливаются шести номеров. Их можно применять для обработки отверстий предусмотренной точности только после доводки по калибрующей части.

Рабочая часть разверток выполняется из быстрорежущей стали или оснащается твердым сплавом для повышения стойкости.

На развертках маркируются номинальный диаметр, точность и материал.

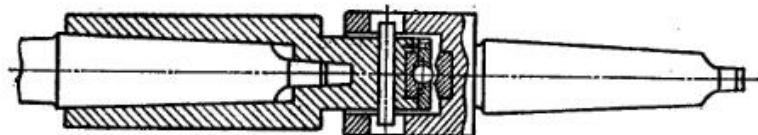


Рис. 68. Качающийся патрон для разверток

Приемы развертывания. Подготовка к развертыванию (рис. 67) и его выполнение осуществляются аналогично зенкерованию. Однако в связи с более высокой точностью обработки эти действия имеют некоторые особенности.

1. Развертка срезает тонкие слои металла и не может исправить направление отверстия, ось которого была смешена предварительной обработкой. Поэтому отверстия под развертывание подготавливают зенкерованием или растачиванием. Отверстия небольшого диаметра (до 10 мм) в связи со сложностью расточки и отсутствием для них зенкеров общего назначения развертывают после сверления, которое следует выполнить с особой тщательностью.

2. Припуск под развертывание оставляют небольшой, причем чем меньше он, тем выше точность обработки. Для его выбора можно руководствоваться следующими данными:

Диаметр отверстия, мм	до 5	5—20	20—30	30—50	50—80	80—100
Припуск на диаметр, мм	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4

3. Перед обработкой развертку надо внимательно осмотреть. Точность ее должна соответствовать точности обрабатываемого отверстия. Режущие кромки должны быть острыми, без завалов и забоин.

4. Для качественного развертывания необходимо обеспечить строгую соосность развертки и обрабатываемого отверстия. Для этого следует тщательно выверить совпадение осей пиноли задней бабки и шпинделя. Кроме того, чтобы погрешности установки заготовки в патроне не влияли на качество отверстия, развертывание обычно выполняют за одну установку непосредственно после подготовительных действий по его обработке.

Иногда может возникнуть технологическая необходимость развертывания отверстия за отдельную установку заготовки в патроне. В таких случаях развертку необходимо устанавливать на станке в качающихся (рис. 68) или специальных плавающих патронах, по-

зволяющих ей самоустанавливаться по оси обрабатываемого отверстия.

5. Отверстия точностью 7-го квалитета ($H7$) рекомендуется обрабатывать двумя развертками — черновой и чистовой: первая срезает $\frac{2}{3}$, вторая — $\frac{1}{3}$ припуска.

Режим резания при развертывании. Глубина резания при развертывании составляет $\frac{1}{2}$ припуска на обработку.

Подача развертки осуществляется вручную и должна быть в пределах: для сталей $S=0,5-2$ мм/об; для чугуна $S=1-4$ мм/об.

Скорость резания принимается небольшой во избежание преждевременного износа развертки и разбивки отверстия в пределах $v=4-6$ м/мин.

В качестве смазывающе-охлаждающих жидкостей при обработке сталей применяют эмульсию, сульфофрезол или смесь растительного масла, скпицдара и керосина. Чугун и цветные металлы развертывают без охлаждения или с керосином.

Возможные виды брака отверстий, обработанных разверткой, указаны в табл. 8.

Таблица 8

Брак при развертывании отверстий

Причины	Способы устранения
Завышен диаметр отверстия	
Неправильная заточка развертки (большой передний угол)	Переточить развертку
Неправильно выбрана развертка	Применить развертку соответствующей точности
Неверно подобрана смазывающе-охлаждающая жидкость	Использовать жидкость с большей охлаждающей способностью
Занижен диаметр отверстия	
Большая вязкость обрабатываемого материала	Переточить развертку (увеличить передний угол)
Тупая развертка	Заточить развертку
Неверно выбрана смазывающе-охлаждающая жидкость	Применить жидкость с большей смазывающей способностью
Увеличенная шероховатость	
Неравномерная или большая подача	Подавать развертку плавно, уменьшив подачу
Тупая развертка	Заточить развертку
Завышен припуск на обработку	Уменьшить припуск
Часть поверхности осталась необработанной	
Поперечное смещение задней бабки при жестком креплении развертки	Выверить положение задней бабки, применить для развертки качающийся патрон

Контрольные вопросы и задания

- Для чего предназначены развертки и каково их отличие от зенкеров?
- Изобразите хвостовую развертку и укажите ее части и форму заточки зубьев.
- Объясните особенности приемов развертывания отверстий.
- Выполните задание № 84.

§ 31. Измерение цилиндрических отверстий и внутренних канавок

Отверстия невысокой точности измеряются штангенциркулем ШЦ-І с ценой деления 0,1 мм (рис. 69, а). Перед измерением надо выключить вращение шпинделя и очистить отверстие от стружки. Губки штангенциркуля должны располагаться в диаметральной плоскости и касаться поверхности отверстия без перекоса. Для более точных измерений применяют штангенциркули ШЦ-ІІ с ценой деления 0,05 мм (рис. 69, б). Пользуясь ими, надо учитывать толщину губок для внутренних измерений, которая у новых штангенциркулей равна 10 мм.

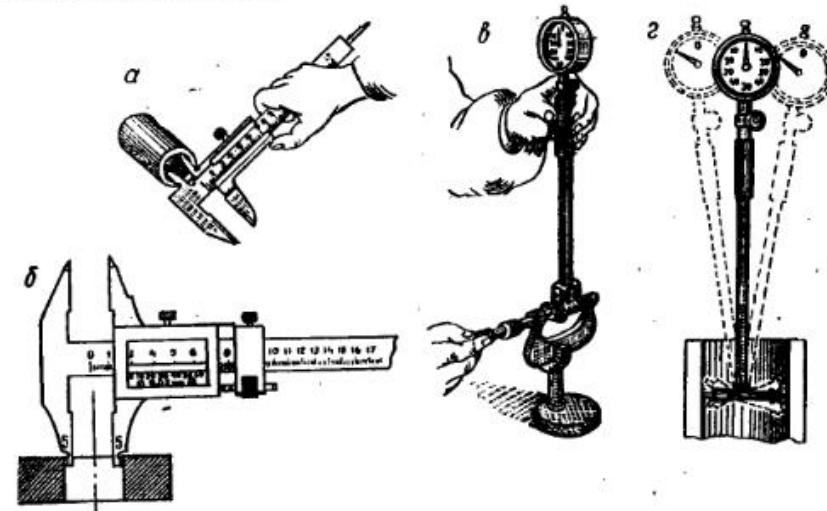


Рис. 69. Инструменты для измерения отверстий

При обработке отверстий высокой точности (7—9-го квалитетов) используют индикаторные нутрометры, позволяющие производить измерения с точностью до 0,01 мм на значительном расстоянии от торца детали. Перед измерением нутрометр настраивают на номинальный размер по микрометру (рис. 69, в), а затем поворотом шкалы устанавливают стрелку индикатора на нуль. В процессе измерения, слегка покачивая нутрометр (рис. 69, г), определяют наименьшее отклонение стрелки от нуля, которое и будет соответствовать отклонению действительного размера от номинального.

При изготовлении деталей крупными партиями на настроенных станках пользуются высокопроизводительным способом контроля

отверстий предельными калибрами-пробками (рис. 70). Такая пробка имеет проходную 1 и непроходную 2 стороны, диаметры которых соответственно равны наименьшему и наибольшему предельным размерам отверстия. В процессе контроля проходная сторона пробки должна свободно проходить в отверстие под действием небольшого усилия руки, непроходная — не должна заходить в него.

Выполняя точные измерения, надо учитывать расширение детали под влиянием теплоты, выделяющейся при резании. Поэтому, чтобы исключить возможные погрешности, отверстие перед измерением следует охладить эмульсией.

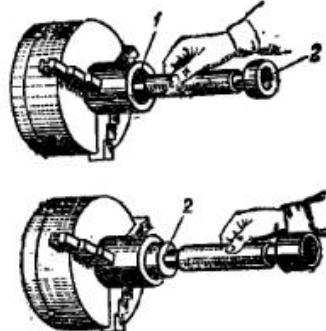


Рис. 70. Контроль отверстия калибром-пробкой

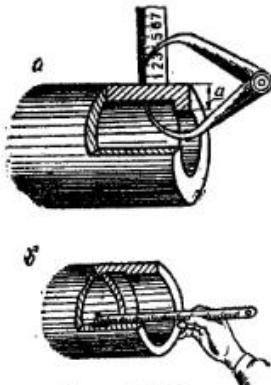


Рис. 71. Измерение внутренних канавок

При измерении внутренних канавок их глубину можно определить кронциркулем и линейкой (рис. 71, а). Для этого кронциркуль сначала устанавливают на размер толщины стенки детали *a*, а затем, не изменяя раствора ножек, прижимают одну из них к поверхности канавки. Расстояние от наружной поверхности до второй ножки, измеренное линейкой, будет соответствовать глубине канавки.

Ширина и расположение по длине канавки могут быть измерены линейкой (рис. 71, б), штангенциркулем или специальным шаблоном.

§ 32. Технологические особенности изготовления деталей типа втулок

Втулками называются относительно короткие круглые детали (при длине до 3-х диаметров) со сквозным отверстием. По форме они бывают с гладкими либо ступенчатыми поверхностями.

Характерное требование к точности выполнения втулок — правильное взаимное расположение наружных и внутренних поверхностей. Для выполнения его необходимо использовать единую технологическую базу, а также применять соответствующие способы установки заготовок на станки.

При базировании по наружной цилиндрической поверхности следует учитывать фактические погрешности патрона, точность которого можно повышать одним из способов, рассмотренных на рис. 48. Если в качестве единой технологической базы используется гладкое отверстие, то чистовое обтачивание наружных поверхностей выполняют на оправках или реже с установкой в переднем упорном и заднем вращающемся центрах без хомутика.

По способу установки на станке оправки (рис. 72) делятся на центровые, хвостовые и патронные, а по конструкции рабочей части — на цилиндрические, конические, резьбовые и разжимные.

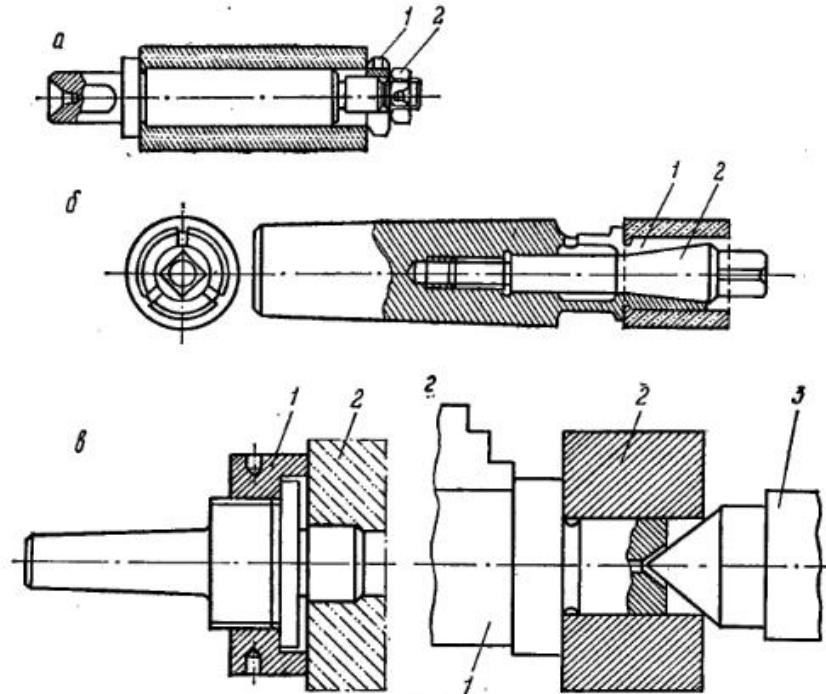


Рис. 72. Оправки:
а — центровая; б, в — хвостовые; г — патронная

Цилиндрическая оправка (рис. 72, а) предназначена для установки заготовок, отверстие которых обработано с точностью не ниже 9-го квалитета. Заготовка поджимается к уступу оправки гайкой 2 и быстросменной шайбой 1 с вырезом.

Для заготовок с менее точными отверстиями применяют разжимные оправки (рис. 72, б). Закрепление заготовок на них осуществляется с помощью винта 2, который при завинчивании разжимает коническим участком разрезную рабочую часть оправки 1.

Детали с резьбовыми отверстиями устанавливаются на резьбовых оправках (рис. 72, в), в которых гайка 1 предусмотрена для облегчения свинчивания обрабатываемой заготовки 2.

При обработке деталей партиями часто пользуются патронными оправками 1 (рис. 72, г). Изготавливают их из куска стального проката, закрепленного в патроне разово для данной работы. Поджим заготовки 2 к уступу оправки производится вращающимся центром 3.

Втулки изготавливают из длинных прутков, если они по диаметру проходят в отверстие шпинделя, или штучных заготовок из круглого стального проката, труб, отливок, поковок.

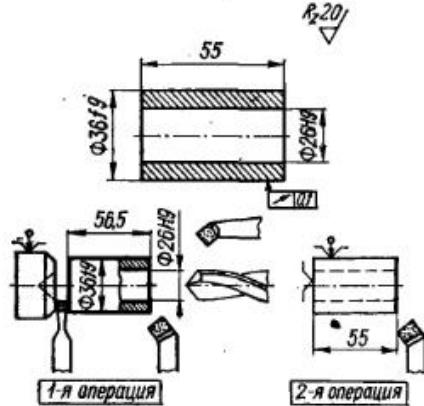


Рис. 73. Обработка гладкой втулки из длинной заготовки

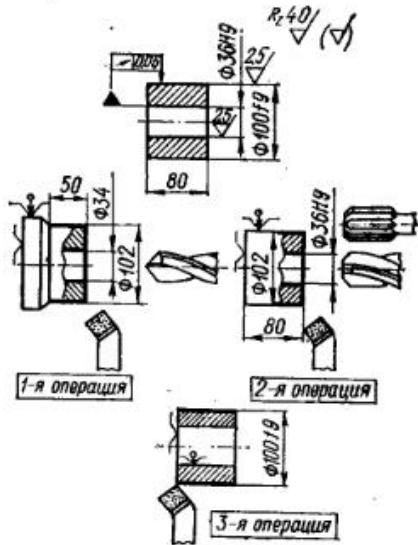


Рис. 74. Обработка гладкой втулки из штучной заготовки

Втулки — частная разновидность деталей, используемых в машиностроении. Поэтому при построении технологических процессов их обработки необходимо руководствоваться общими положениями и правилами, изложенными в гл. III.

Технологическую последовательность обработки характерных втулок рассмотрим на типовых примерах.

На рис. 73 показана обработка за две операции гладких втулок из длинного стального проката на несколько деталей. В первой операции производится обработка наружных и внутренних поверхностей и отрезка с припуском по длине, во второй — только подрезка торца в размер длины детали. Как видно, в данном технологическом процессе соосность отверстия и наружного цилиндра втулки обеспечивается их окончательной обработкой резцами за одно закрепление заготовки и, следовательно, от одной технологической базы.

Обработка подобных, но более крупных втулок из штучных заготовок за три операции изображена на рис. 74. В первой операции подрезают торец, сверлят отверстие и предварительно обтачивают

часть наружного цилиндра. Во второй подрезают второй торец в размер, окончательно обрабатывают отверстие зенкером и развёрткой, предварительно обтачивают часть наружного цилиндра. Третья операция — чистовое обтачивание наружного цилиндра с базированием заготовки по отверстию на разжимной оправке.

На рис. 75 приведена технологическая последовательность обработки втулок со ступенчатым отверстием. Заготовки штучные из трубы. В первой операции при установке в рифленом и вращающем-

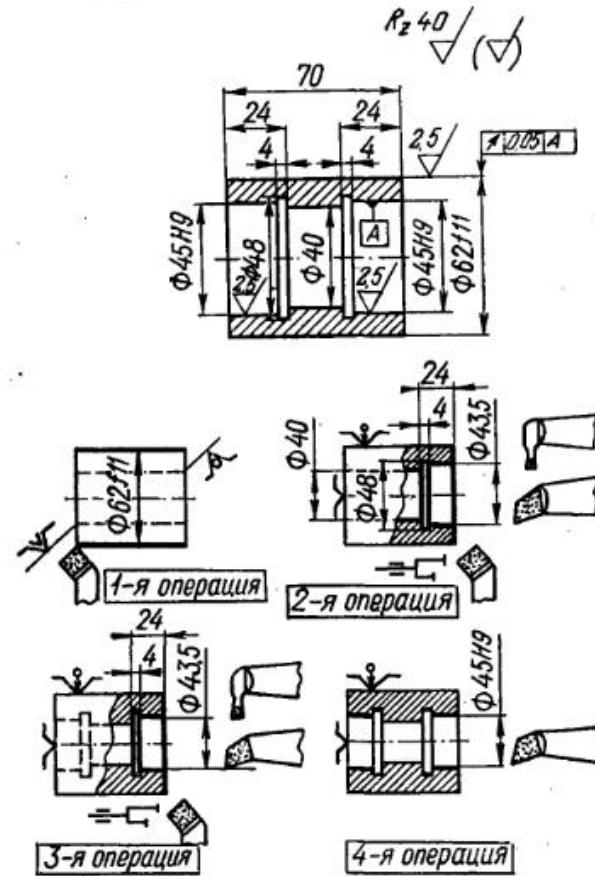


Рис. 75. Обработка втулки со ступенчатым отверстием

ся центрах подготавливают обтачиванием чистовую технологическую базу — наружный цилиндр. Во второй и третьей при закреплении заготовки в расточенных сырых кулаках патрона подрезают торцы, предварительно растачивают концевые участки отверстия и вытачивают в нем канавки. В четвертой операции при том же способе закрепления за два установки окончательно растачивают отверстия Ø 45H9.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие детали называются втулками?
2. Какие характерные требования предъявляют к точности обработки втулок и как они обеспечиваются?
3. Укажите назначение и разновидности оправок.
4. Выполните задание № 105.

Глава V

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ МЕТЧИКАМИ И ПЛАШКАМИ

§ 33. Общие сведения о резьбах

Образование и классификация резьб. Резьба представляет собой винтовую канавку определенного профиля, прорезанную на цилиндрической или конической поверхности. На токарных станках ее выполняют посредством двух равномерных движений — вращения заготовки и поступательного перемещения режущего инструмента вдоль ее оси.

Применяемые резьбы можно разделить на ряд групп:
по расположению — на наружные и внутренние;
по назначению — на крепежные и ходовые;
по форме исходной поверхности — на цилиндрические и конические;
по направлению — на правые и левые;
по форме профиля — на треугольные, прямоугольные, трапециoidalные, круглые;
по числу заходов — на одно- и многозаходные.

Крепежные резьбы чаще всего имеют треугольный профиль. Они используются для соединения различных деталей. Ходовые резьбы служат для преобразования вращательного движения в поступательное. К ним относятся резьбы с трапециoidalным и реже прямоугольным профилем.

Конические резьбы обеспечивают высокую герметичность соединения и поэтому применяются в местах, находящихся под повышенным давлением жидкостей и газов.

У правых резьб винтовая канавка имеет направление по ходу часовой стрелки (если смотреть с торца детали), у левых — наоборот.

Однозаходными называются резьбы, имеющие одну винтовую канавку. В многозаходных резьбах — несколько параллельных винтовых канавок, равномерно расположенных по окружности. Число заходов резьбы можно определить по количеству начал винтовых канавок на торце детали.

Элементы резьбы. Резьбовая поверхность определяется пятью основными элементами (рис. 76): тремя диаметрами — наружным d , внутренним d_1 , средним d_2 (для гайки они соответственно обозначаются D , D_1 , D_2); шагом P ; углом профиля α .

Наружный и внутренний диаметры представляют собой диамет-

ры цилиндров, проходящих соответственно через точки выступов и впадин резьбы.

Средним диаметром считается диаметр цилиндра, образующая которого делится боковыми сторонами резьбы на равные отрезки. Он соответствует расстоянию между противоположными параллельными сторонами резьбы в направлении, перпендикулярном к ее оси.

Шагом называется расстояние между одноименными соседними боковыми сторонами профиля резьбы в осевом направлении.

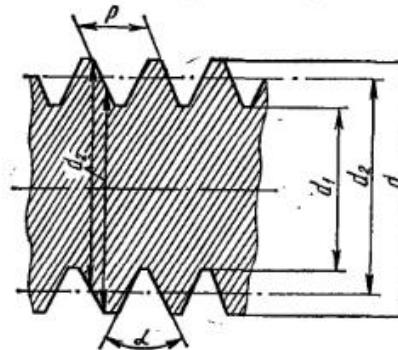


Рис. 76. Элементы резьбы

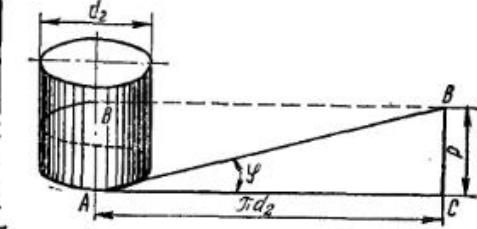


Рис. 77. Разворотка винтовой линии

Углом профиля называется угол между боковыми сторонами резьбовой канавки в осевой плоскости.

Наиболее ответственными элементами, определяющими точность и характер резьбового соединения, являются средний диаметр, угол профиля и шаг. Они геометрически взаимосвязаны: с изменением шага и угла профиля изменяется средний диаметр.

По наружным и внутренним диаметрам у большинства резьб предусмотрены значительные зазоры в соединениях.

Кроме основных элементов, резьба также характеризуется углом подъема φ , заключенным между ее направлением и плоскостью, перпендикулярной к оси детали. Этот угол можно определить из схемы (рис. 77), на которой изображена развертка одного витка винтовой линии, навернутой на средний цилиндр резьбы диаметром d_2 .

Пользуясь тригонометрической зависимостью, можно записать:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P}{\pi d_2}.$$

Из формулы видно, что уменьшение шага P влечет за собой уменьшение угла φ , который в свою очередь влияет на самоторможение резьбового соединения. Чем меньше угол подъема резьбы и, следовательно, ее шаг, тем большей способностью к самоторможению и предупреждением самоотвинчивания в работе обладает резьба.

Системы крепежных резьб. Действующими стандартами предусмотрены следующие крепежные резьбы с треугольным профилем:

метрические, дюймовые, трубные, конические (дюймовые и трубные).

Метрические резьбы (рис. 78, а) — основные крепежные резьбы, применяемые в отечественном машиностроении. Все размеры их выражены в миллиметрах, угол профиля 60° . По величине шага они делятся на две группы: с крупным шагом и с мелкими шагами. На рабочих чертежах резьбы с крупными шагами обозначаются буквой М и числом, соответствующим номинальному (наружному) диаметру резьбы (например, М16). В обозначениях резьб с мелкими

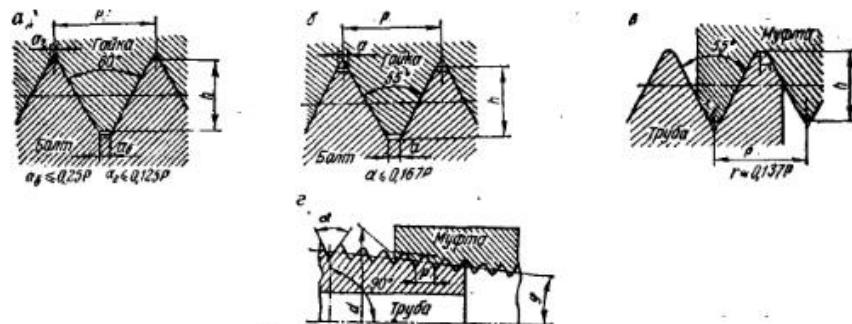


Рис. 78. Профили крепежных резьб:

а — метрических; б — дюймовых; в — трубных; г — конических

шагами дополнительно указывается шаг резьбы, например М20×1,5.

Дюймовые резьбы (рис. 78, б) имеют ограниченное применение — только для ремонта импортного оборудования. Все размеры их выражены в дюймах, шаг — числом ниток на 1", угол профиля 55° . Такие резьбы обозначаются на чертеже номинальным (наружным) диаметром, например $3/4"$.

Трубные резьбы (рис. 78, в) предназначены для соединения трубопроводов. Они отличаются от дюймовой резьбы более мелким шагом и закругленными вершинами профиля. Такие резьбы обозначаются на чертеже сокращенно Труб и номинальным размером в дюймах, соответствующим диаметру отверстия трубы, на которой нарезается данная резьба (например, Труб $3/4"$).

Конические резьбы (рис. 78, г) нарезаются на конических поверхностях с конусностью 1 : 16 ($\varphi = 1^\circ 47' 24''$). Коническая дюймовая резьба выполняется с углом профиля 60° и плоскосрезанными вершинами, коническая трубная — с углом профиля 55° и скругленными вершинами. На чертеже такие резьбы обозначаются сокращенно К или К Труб и номинальным размером, соответствующим диаметру отверстия трубы, на которой нарезается данная резьба. Например: К $3/4"$ — коническая дюймовая резьба; К Труб $3/4"$ — коническая трубная резьба. Диаметры конических резьб задаются в основной плоскости (торец муфты).

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите классификацию резьб.
2. Изобразите профиль резьбы и укажите его элементы.
3. Объясните следующие обозначения резьб на чертеже: М16; М12×1,25; $\frac{1}{2}"$.
4. Выполните задание № 110.

§ 34. Нарезание резьб круглыми плашками

Область применения и инструменты. Круглые плашки применяются для выполнения наружных резьб треугольного профиля на деталях, к которым не предъявляют высоких требований по соосности резьбы с другими поверхностями. Пределы выполняемых резьб ограничены механическими свойствами обрабатываемого металла. Например, на стальных деталях круглыми плашками нарезают резьбы с шагом примерно до 2 мм. Для более мягких цветных металлов этот предел может быть несколько увеличен. Резьбы с крупным шагом предварительно обрабатывают резцом, а затем калибруют плашками.

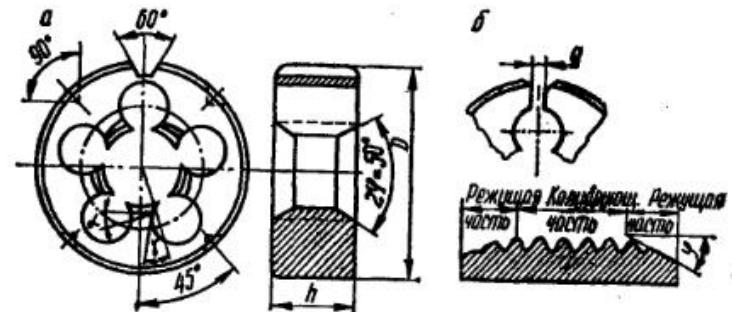


Рис. 79. Круглая плашка

Круглая плашка (рис. 79, а) по внешнему виду напоминает гайку, в которой для создания режущих кромок просверлены стружечные отверстия.

Рабочая часть плашки для цилиндрических резьб состоит из трех участков: двух крайних — режущих и среднего — калибрующего. Режущие части — конические с углом конуса $2\varphi = 50^\circ$. Калибрующая часть — цилиндрическая. Она придает резьбе окончательные размеры и обеспечивает плашке направление в процессе резания.

Геометрическая форма зуба плашки создается передним углом γ , который выполняется заточкой в пределах 15—20°. Задний угол $\alpha = 6—8^\circ$ образуется затылованием только на режущих частях. Для крепления в резьбонарезных патронах на наружном цилиндре плашки предусмотрены конические углубления и угловой паз. Последний позволяет разрезать плашку шлифовальным кругом по перемычке (рис. 79, б) и частично регулировать по диаметру.

Плашки для конических резьб более широкие и имеют только одну режущую часть со стороны большего диаметра. Особенность их

работы: в процессе прорезания винтовой канавки участвует не только режущая, но и калибрующая часть.

Плашки выполняются из легированной стали 9ХС или быстрорежущих сталей. На них маркируется обозначение и степень точности нарезаемой резьбы, марка стали (9ХС не указывается) и буква «Л» для левых резьб.

Приемы резания резьбы. Перед нарезанием заготовку обтачивают до размера меньше наружного диаметра резьбы примерно на 0,1 шага с целью предотвратить срыв вершины резьбы вследствие частичного выдавливания металла при резании. Для лучшего центри-

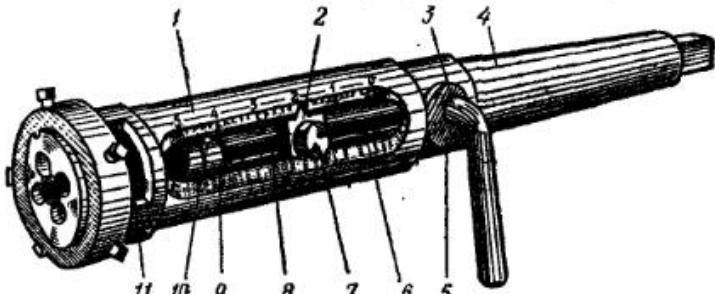


Рис. 80. Резьбонарезной патрон

рования плашки протачивают на конце заготовки небольшую фаску. Процесс нарезания цилиндрических резьб плашками имеет некоторые особенности. После того как плашка принудительной подачей врежется примерно на $\frac{1}{2}$ своей ширины в заготовку, резьба нарезается самозатягиванием, т. е. плашка навинчивается на заготовку, как гайка на винт. Не менее важно в начале резания совместить плашку с осью заготовки. Этому способствует центрирующая фаска на заготовке и относительно свободное радиальное положение плашки в резьбонарезном патроне.

На рис. 80 показана одна из применяемых конструкций резьбонарезных патронов. Плашкодержатель 1 и цилиндрическая оправка с конусным хвостовиком 4 соединены подвижно в осевом направлении призматической шпонкой 8, закрепленной винтом 7 в пазу держателя. На цилиндрической части оправки выполнен продольный паз 6, оканчивающийся кольцевой канавкой 9, в которой установлен подпружиненный упор 10 одностороннего действия.

Врезание плашки в заготовку осуществляется подачей держателя 1 вперед поворотом рукоятки 3 с эксцентриком 5. Затем при самозатягивании инструмента держатель скользит по оправке. В конце нарезания резьбы шпонка 8 засекакивает в кольцевую канавку 9 и держатель, увлекаемый плашкой, свободно проворачивается. При включении обратного вращения шпинделя шпонка останавливается упором 10 против паза оправки, входит в него и позволяет держателю продвигаться назад во время свинчивания плашки.

Патрон настраивается на длину нарезаемой резьбы при установке указателя 2 в необходимое положение по шкале. Сквозной вырез

11 в держателе предназначен для очистки патрона от стружки. Для крепления плашек меньших размеров в посадочное отверстие патрона устанавливают переходные кольца.

Нарезание резьбы плашкой обычно осуществляется за одну установку непосредственно после подготовки заготовки под резьбу. Для этого необходимо выполнить следующие действия: 1) убедиться, что пиноль задней бабки и шпиндель станка соосны; 2) закрепить плашку в резьбонарезном патроне и установить в пиноль задней бабки; 3) установить заднюю бабку возможно ближе к заготовке и

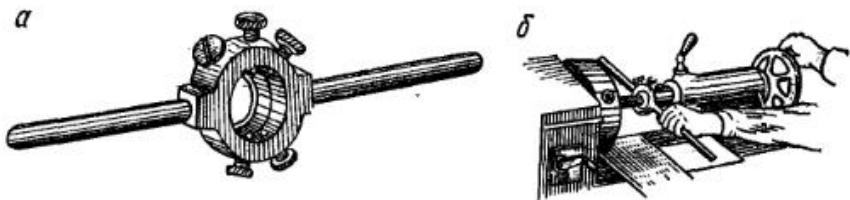


Рис. 81. Нарезание резьбы с креплением плашки в слесарном плашкодержателе

закрепить на станине; 4) настроить резьбонарезной патрон на требуемую длину нарезания по первой заготовке из партии.

После проделанной подготовки плашку подводят к врачающейся заготовке ручной подачей, производят равномерный поджим до нарезания 2—3 полных витков резьбы. Дальнейшее нарезание осуществляется самозатягиванием. Конические резьбы нарезаются с принудительной подачей почти на всей длине обработки. В конце резания станок переключают на обратное вращение шпинделя и свинчивают плашку.

Иногда приходится нарезать длинные резьбы, выполнить которые при помощи резьбонарезного патрона невозможно. В таком случае плашку можно закрепить в слесарном плашкодержателе (рис. 81, а) и производить нарезание, как показано на рис. 81, б. Плашкодержатель удерживают левой рукой за рукоятку, которую опирают на верхние салазки суппорта или стержень, закрепляемый продольно в резцодержателе. Включив вращение шпинделя, правой рукой вращают маховицкий задней бабки и пинолью подают плашку вперед. Убедившись, что конус режущей части ее совместился с центрирующей фаской заготовки, производят нарезание резьбы и свинчивание плашки в последовательности, описанной выше. Если при этом резьбу нужно нарезать до уступа, вращение шпинделя выключают до окончания нарезания, а оставшиеся несколько витков дорезают вручную.

Для нарезания резьб плашками рекомендуются следующие скорости резания: по стали 2—4 м/мин; по цветным металлам — 8—12 м/мин.

Нарезание следует выполнять с применением смазывающе-охлаждающих жидкостей: для сталей — эмульсии или сульфофрезола, для алюминиевых сплавов — керосина.

Контрольные вопросы и задания

- Укажите область применения и конструктивные особенности плашек.
- Как подготавливается стержень под нарезание резьбы плашкой?
- Объясните приемы нарезания резьбы плашками.
- Выполните задание № 116.

§ 35. Нарезание резьб метчиками

Область применения и инструменты. Метчики, выпускаемые централизованно, предназначены для нарезания внутренних крепежных резьб. По форме они делятся на цилиндрические и конические; по назначению — на ручные, машинно-ручные и гаечные; по числу инструментов — на одинарные и комплектные (из 2—3 штук).

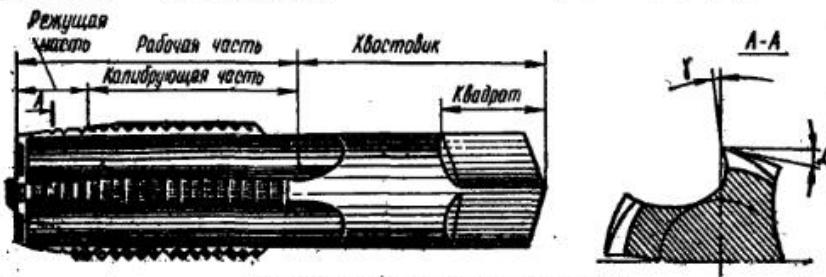


Рис. 82. Части и элементы метчика

Метчик для цилиндрических резьб (рис. 82) состоит из рабочей части и хвостовика. Рабочая резьбовая часть с продольными или реже винтовыми стружечными канавками в свою очередь делится на режущую (коническую) и калибрующую (цилиндрическую) части. Для уменьшения трения калибрующая часть снабжена небольшим обратным конусом 0,05—0,1 мм на 100 мм длины, который выполняется по всему резьбовому профилю. Цилиндрический хвостовик оканчивается квадратом или лысками для передачи усилия резания.

Для того чтобы создать нормальные условия резания, зубьям метчика заточкой придают определенную геометрическую форму. Задний угол в пределах 6—8° создают только на режущей части зализованием по наружному диаметру. Передний угол имеет одинаковую величину на всей длине рабочей части. Размеры его зависят от свойств обрабатываемого материала: для сталей — 10—15°; для чугуна и бронзы — 0—5°; для легких сплавов — 25—30°.

Для метрических резьб со скользящей посадкой выпускаются метчики четырех степеней точности от H1 до H4, которыми соответственно можно нарезать резьбы со степенями точности от 4H до 7H. На рис. 83 изображены основные типы метчиков.

Ручные метчики предназначены для нарезания резьб вручную в сквозных и глухих отверстиях. Однако их иногда применяют для аналогичных токарных работ.

Для распределения общей нагрузки и облегчения резания руч-

ные метчики выпускаются комплектами из 2—3 штук. Порядковый номер метчика в комплекте (кроме чистового) обозначается рисками на хвостовике.

Ручные метчики изготавливаются из сталей У10А — У12А со степенью точности H4.

Машинно-ручными метчиками нарезают резьбы в сквозных и глухих отверстиях машинным способом и ручным (с шагом до 3 мм). Они выполняются одинарными и комплектными (из 2 штук). Последние предусмотрены главным образом для нарезания резьб с крупным шагом и в труднообрабатываемых материалах. На хвостовике таких метчиков имеется радиусная канавка для крепления в резьбонарезных патронах.

Машинно-ручные метчики изготавливаются из быстрорежущей стали со степенью точности H1 — H3.

Гаечные метчики отличаются от машинно-ручных главным образом удлиненной режущей частью и длинным хвостовиком для нанизывания гаек во время работы. Кроме гаек, ими можно нарезать за один проход резьбы в сквозных отверстиях глубиной не более диаметра.

На хвостовике метчиков маркируются: обозначение резьбы, номер метчика в комплекте, степень точности и материал.

Приемы нарезания резьб. Перед нарезанием в заготовке сверлят отверстие размером немного больше внутреннего диаметра резьбы. Такое завышение диаметра отверстия необходимо для предотвращения срыва вершинок резьбы в результате частичного выдавливания металла в процессе резания.

С достаточной точностью диаметр сверл под метрические резьбы можно определить по формуле

$$d_{\text{св}} = D - P \text{ мм}, \quad (6)$$

где D — наружный диаметр резьбы, мм; P — шаг резьбы, мм.

Для других крепежных резьб необходимые диаметры сверл выбирают по соответствующим таблицам справочника.

Глубину сверления глухого отверстия под резьбу определяют по формуле

$$l_c = l_0 + l_1 + C \text{ мм}, \quad (7)$$

где l_0 — длина резьбы, мм; l_1 — длина режущей части метчика, мм; C — гарантированный зазор (не менее шага резьбы), мм.

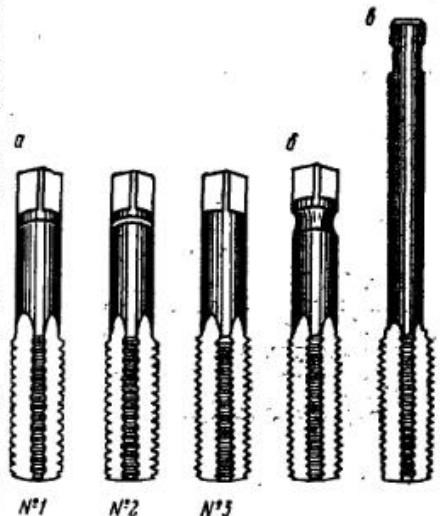


Рис. 83. Типы метчиков:
а — ручные; б — машинно-ручные; в — гаечные

Нарезание резьб метчиками осуществляется так же, как плашками. Метчик закрепляется в резьбонарезном патроне (см. рис. 80) посредством переходной втулки 2 (рис. 84), в отверстии которой имеются цилиндрический и квадратный участки. Во втулке метчик удерживается штифтом 4, засекающим в кольцевую канавку хвостовика под действием пружинного кольца 3. Для крепления метчиков без кольцевых канавок предусмотрен винт 1.

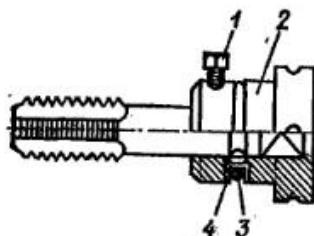


Рис. 84. Переходная втулка для крепления метчика в резьбонарезном патроне (см. рис. 80).

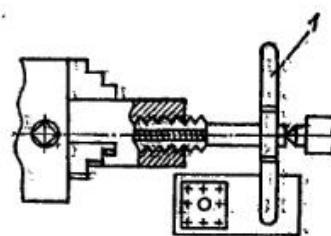


Рис. 85. Нарезание резьбы с креплением метчика в слесарном воротке

Вместе с патроном метчик устанавливают в пиноль задней бабки, ось которой должна быть совмещена с осью шпинделя. Заднюю бабку закрепляют на станине возможно ближе к заготовке. Затем ручной подачей пиноли метчик подводят к вращающейся заготовке и выполняют врезание на длину 2—3 полных витков поворотом рукоятки патрона. Дальнейшее нарезание ведется самозатягиванием. В конце операции метчик вывинчивается из отверстия включением обратного вращения шпинделя.

Настройку резьбонарезного патрона на длину резьбы производят в начале работы по первой заготовке из партии.

Если резьбу выполняют комплектом метчиков, необходимо соблюдать последовательность их работы и очищать отверстие от стружки капроновой щеткой или струей эмульсии перед сменой метчика.

При единичном изготовлении деталей резьбы небольших размеров выполняют иногда ручными метчиками при помощи слесарного воротка 1, как показано на рис. 85. В этом случае метчик с надетым на него воротком опирают центровым отверстием на задний центр, а рукоятку воротка — на верхние салазки суппорта. Удерживая метчик левой рукой, подают его вперед пинолью задней бабки и выполняют врезание метчика в отверстие. Дальше нарезание осуществляется самозатягиванием, в течение которого метчик следует непрерывно поддерживать центром, так как иначе может произойти перекос и поломка метчика. При выполнении резьбы в глухом отверстии вращение шпинделя выключают немного раньше конца нарезки. Оставшуюся часть дорезают вручную.

Скорость резания для выполнения резьб метчиками принимают

в следующих пределах: для машинно-ручных и гаечных метчиков — 8—12 м/мин; для ручных — 3—4 м/мин. Охлаждение: по стали — эмульсия, сульфофрезол; по чугуну — керосин.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите классификацию метчиков и назовите их основные части.
2. Дайте характеристику ручных, машинно-ручных и гаечных метчиков и укажите их назначение.
3. Как определяется диаметр сверла под резьбу?
4. Объясните приемы нарезания резьбы метчиками.
5. Выполните задание № 119.

§ 36. Измерение, контроль и брак резьб

Резьба представляет собой сложную поверхность, характеризующуюся несколькими элементами, поэтому для определения точности ее выполнения используются два метода: поэлементный, когда каждый элемент измеряется отдельно, и комплексный, когда контроль всех элементов ведется одновременно.

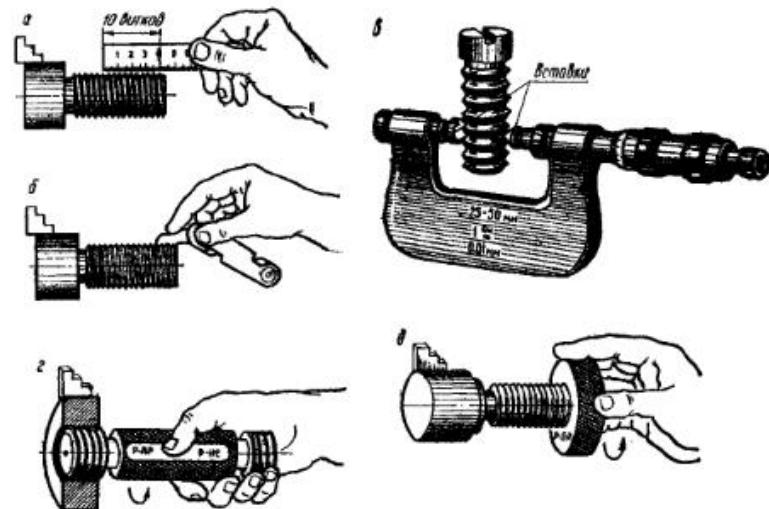


Рис. 86. Способы измерения и контроля резьб

На рис. 86 приведены наиболее распространенные способы измерения и контроля резьб.

Шаг резьбы с относительно высокой точностью можно измерить линейкой (рис. 86, а). Ее располагают вдоль оси детали и измеряют одновременно 10 или 20 шагов, считая вершину начального витка нулевой. Затем полученную величину делят на количество измеренных шагов.

Угол профиля и шаг резьбы можно определить набором резьбовых шаблонов — резьбомером (рис. 86, б). Они выпускаются для метрических резьб с углом профиля 60° и дюймовых — 55°. При про-

верке к резьбе поочередно прикладывают разные шаблоны и определяют на просвет совпадение их профиля.

Средний диаметр резьбы измеряют резьбовым микрометром (рис. 86, в), который снабжен сменными вставками. При измерении вставки должны касаться профиля резьбы в диаметральной плоскости. Это достигается поперечным покачиванием микрометра и нахождением наибольшего (диаметрального) размера.

Комплексный метод контроля осуществляется резьбовыми калибрами — пробками и кольцами.

Резьбовая предельная пробка (рис. 86, г), используемая для контроля внутренней резьбы, имеет две стороны: проходную ПР и непроходную НЕ. Первая снабжена полным резьбовым профилем и поэтому контролирует все элементы резьбы, вторая — укороченным профилем на двух-трех витках и контролирует только средний диаметр. Для контроля пробку ввертывают в резьбовое отверстие, при этом проходная сторона должна свободно войти в отверстие, непроходная — не входить в него.

Аналогичный способ контроля наружной резьбы выполняется с помощью комплекта резьбовых колец (рис. 86, д).

В процессе нарезания резьбы плашками и метчиками могут возникнуть различные виды брака, причины которых надо своевременно устранять.

1. Рваная, нечистая резьба. Причины: работа затупившимся инструментом, неправильная заточка его, неправильный выбор смазывающе-охлаждающей жидкости, большая вязкость обрабатываемого металла, завышение скорости резания.

2. Неполная высота резьбы. Причины: большое занижение диаметра стержня или завышение диаметра отверстия под резьбу.

3. Срыв вершинок резьбы. Причина: неправильная подготовка поверхностей заготовок под резьбу (неверный выбор их диаметра без учета возможного выдавливания металла в процессе нарезания резьбы).

4. Перекос профиля резьбы. Причина: перекос плашки во время врезания.

5. Неправильные диаметральные размеры (завышение или занижение диаметров резьбы). Причина: неправильно выбрана величина переднего угла при заточке инструментов.

Контрольные вопросы

1. Объясните способы измерения и контроля резьб.
2. Укажите наиболее часто встречающиеся виды и причины брака резьб.

§ 37. Некоторые высокопроизводительные инструменты для выполнения крепежных резьб

В серийном производстве используются инструменты, позволяющие повысить производительность выполнения крепежных резьб. К ним, в частности, относятся резьбонарезные головки, резьбонакатные плашки, метчики-раскатники.

Резьбонарезная самораскрывающаяся головка (рис. 87) оснащена круглыми гребенками 1 с кольцевой нарезкой по профилю резьбы. Гребенки установлены под углом подъема резьбы и закреплены на специальных кулачках 2 посредством винтов и двухвенцовых звездочек, которые позволяют выполнять точную круговую регулировку гребенок по мере их переточки. Кулачки расположены в Т-образных радиальных пазах корпуса 4 и поджаты пружинами к спиральным участкам 3 нажимного кольца 5. Благодаря этому головку можно регулировать в небольших пределах, поворачивая кольцо на некоторый угол винтами 6.

Приемы работы с рассматриваемой головкой примерно те же, что и при нарезании резьбы круглыми плашками. Головка закрепляется за цилиндрический хвостик 7 в резьбонарезном выдвижном патроне. В конце нарезания резьбы хвостовик и нажимное кольцо головки останавливаются, а корпус 4 и гребенки, продолжая перемещаться за счет самозатягивания, выдвигаются из нажимного кольца 5. При этом кулачки 2 под действием пружин своими скосами отодвигают нажимное кольцо вправо и головка автоматически раскрывается. После возвращения головки в исходное положение ее вновь приводят в рабочее состояние (закрывают) поворотом рукоятки 8.

Гребенки изготавливаются из быстрорежущей стали и шлифуются по профилю нарезки с небольшой обратной конусностью для уменьшения трения в процессе нарезания резьбы.

Скорость резания для резьбонарезных головок 8—12 м/мин.

Резьбонакатные инструменты предназначены для образования резьб методом выдавливания металла на поверхности заготовки. По производительности и стойкости они намного превосходят резьбонарезные инструменты. Кроме того, благодаря упрочнению поверхности накатная резьба приобретает повышенную износостойкость и прочность.

На рис. 88, а показана резьбонакатная плашка, предназначенная для накатывания резьб вручную или машинным способом. Внутри ее корпуса 2 расположены оси с эксцентрическими головками, на которых под углом подъема резьбы установлены накатные ролики 3 с кольцевой нарезкой. На противоположных концах осей нарезаны зубья, находящиеся в постоянном зацеплении с центральным зубчатым колесом. Благодаря этому для регулировки плашки на размер резьбы достаточно повернуть на некоторый угол только одну из осей. После этого центральное колесо стопорится винтами 4. Рукоятки 1, предусмотренные для накатывания резьб вручную, могут

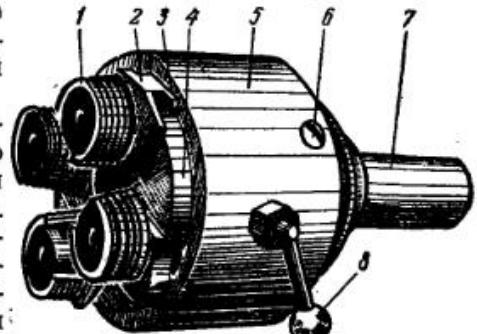
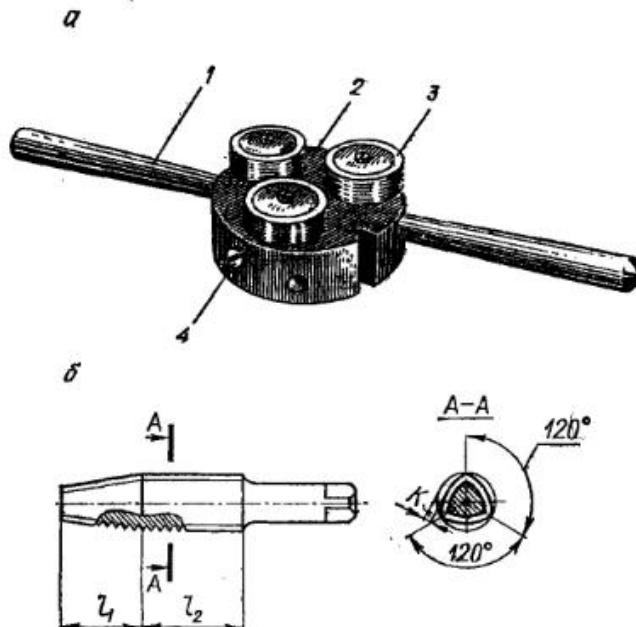


Рис. 87. Резьбонарезная головка

быть вывернуты из корпуса, если плашка устанавливается в резьбонарезном патроне. Такие плашки выпускаются для резьб диаметром до 33 мм и шагом до 2 мм.

Аналогично действуют широко используемые в промышленности резьбонакатные самораскрывающиеся головки, с помощью которых можно накатывать метрические резьбы диаметром до 52 мм и шагом до 6 мм.

Под накатывание заготовка подготавливается обтачиванием до



среднего диаметра резьбы, который окончательно уточняют в процессе работы. На конце заготовки под углом 30° к оси протачивают небольшую центрирующую фаску. Скорость машинного способа накатывания — 30—50 м/мин. Для уменьшения трения рекомендуется применять смазывающие жидкости: по стали — сульфофрезол или веретенное масло; по алюминиевым сплавам — керосин.

Выдавливание внутренней резьбы выполняют *метчиками-раскатниками* (рис. 88, б). Их рабочая часть состоит из заборной части l_1 (с конической резьбой) и калибрующей l_2 (с цилиндрической резьбой). Для уменьшения трения на всей длине рабочей части выполнена огранка ($K=0.2\text{--}0.6$ мм). Материал: для обработки стали — Р18, для цветных металлов — 9ХС.

Под раскатывание в заготовке сверлят отверстие по среднему

диаметру резьбы. Скорость раскатывания: для конструкционных сталей — 12—16 м/мин, для цветных металлов и сплавов — 18—20 м/мин. Смазка та же, что и при накатывании.

Контрольные вопросы

- Объясните принцип действия резьбонарезной головки.
- В чем преимущество накатывания резьбы и как оно выполняется?
- Объясните устройство и принцип действия метчиков-раскатников.

Глава VI

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 38. Общие сведения о конусах

Наряду с цилиндрическими деталями в машиностроении получили довольно широкое распространение детали с коническими поверхностями, например, конусы центров, хвостовиков сверл, зенкеров, разверток, переходных втулок и др.

Конус представляет собой геометрическое тело, поверхность которого получается вращением прямой линии (образующей), расположенной наклонно к оси вращения (рис. 89).

Точка пересечения образующей с осью конуса называется *вершиной*, а плоскости, перпендикулярные к его оси — *основаниями*.

Различают полный и усеченный конусы. Первый расположен между основанием и вершиной, второй — между двумя основаниями (большим и меньшим).

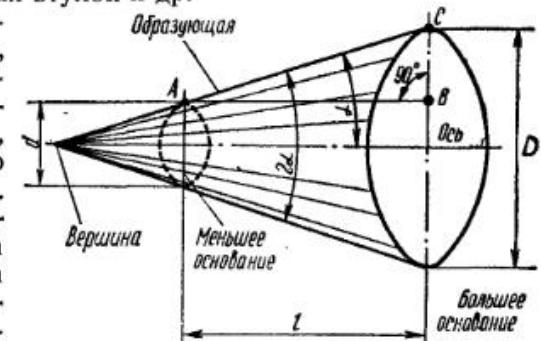
Конус характеризуется следующими элементами: диаметрами большего D и меньшего d оснований, длиной l , углом уклона α между образующей и осью, углом конуса 2α между противоположными образующими.

Кроме этого, на рабочих чертежах конических деталей часто применяют показатели конусности и уклона.

Конусностью называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Она определяется по формуле

$$K = \frac{D - d}{l}. \quad (8)$$

Уклоном называется отношение разности радиусов двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними.



речных сечений конуса к расстоянию между ними. Его определяют по формуле

$$y = \frac{D-d}{2l}. \quad (9)$$

Из формул видно, что уклон равен половине конусности.

Тригонометрически уклон равен тангенсу угла уклона (см. рис. 89, треугольник ABC), т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}. \quad (10)$$

На высотной полочке чертежа детали конусность обозначается знаком \triangleleft , а уклон — \angle , острье которых направляется в сторону вершины конуса. После знака указывается отношение двух цифр. Первая из них соответствует разности диаметров в двух принятых сечениях конуса; вторая: для конусности — расстоянию между сечениями, для уклона — удвоенной величине этого расстояния. Например, $\triangleleft 1:20$; $\angle 1:40$.

Для обработки полного конуса достаточно знать два элемента: диаметр основания и длину; для усеченного конуса — три элемента: диаметры большего и меньшего оснований и длину. Вместо одного из указанных элементов может быть задан угол уклона α , уклон или конусность. В этом случае для определения недостающих размеров пользуются вышеприведенными формулами (8), (9) и (10).

Пример 1. Дан конус, у которого $d=30$ мм, $l=500$ мм, $K=1:20$. Определить больший диаметр конуса.

Решение. Из формулы (8)

$$D = Kl + d = \frac{1}{20} \cdot 500 + 30 = 55 \text{ мм.}$$

Пример 2. Дан конус, у которого $D=40$ мм, $l=100$ мм, $\alpha=5^\circ$. Определить меньший диаметр конуса.

Решение. Из формулы (10)

$$d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha = 40 - 2 \cdot 100 \operatorname{tg} 5^\circ.$$

По таблице тангенсов находим $\operatorname{tg} 5^\circ = 0,087$. Следовательно, $d = 40 - 2 \cdot 100 \times 0,087 = 22,6$ мм.

Для машиностроительной промышленности стандартами предусмотрены ряд конусов, которые принято называть нормальными. Среди них наибольшее распространение получили инструментальные конусы Морзе семи номеров от 0 до 6 с конусностью примерно $1:20$; конусы отверстий насадных разверток и зенкеров — с конусностью $1:30$; под конические штифты — $1:50$, для конических резьб — $1:16$ и др.

Контрольные вопросы и задания

1. Изобразите усеченный конус и укажите его элементы.
2. Что называется конусностью и уклоном и как их обозначают на чертеже?
3. Выполните задание № 124.

§ 39. Обработка конусов

Технические требования и способы обработки. При обработке конусов, как и цилиндров, необходимо выдержать все требования, предъявляемые к точности обработки: размеры, правильную форму, расположение к другим поверхностям детали и шероховатость в соответствии с техническими условиями рабочего чертежа.

Особое требование, характерное для таких поверхностей, — точность формы в продольном направлении, которая обеспечивается прямолинейностью образующей и расположением ее к оси под нужным углом уклона.

Обработка конусов на токарном станке выполняется следующими способами: в смешенных центрах, при повернутых верхних салазках суппорта, при помощи конусной линейки, широким угловым резцом и коническими развертками.

При всех способах точения конусов резцы следует устанавливать строго на уровне высоты центров станка. В противном случае возможен брак, так как обраzuющая конуса может получиться криволинейной.

Обтачивание конусов в смешенных центрах. Этим способом обрабатывают только погодные наружные конические поверхности при поперечном сдвиге задней бабки примерно не более $1/50$ длины детали. Его достоинство: позволяет обтачивать длинные конусы с механической подачей резца; недостатки — невысокая точность обработки и разработка центральных отверстий в результате перекоса их относительно центров.

Величину смещения задней бабки можно определить из прямоугольного треугольника ABC (рис. 90):

$$S = L \sin \alpha.$$

Для малых углов $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$. В этом случае можно с достаточной для практики точностью пользоваться более удобной зависимостью:

$$S = L \operatorname{tg} \alpha = L \frac{D-d}{2l} = L \frac{K}{2} \text{ мм}, \quad (11)$$

где S — величина поперечного сдвига задней бабки, мм; L — общая длина детали, мм; l — длина конуса, мм; K — конусность.

Требуемую величину смещения задней бабки можно установить: измерением расстояния между боковыми сторонами плиты и корпуса бабки, по шкале на заднем торце плиты, по лимбу поперечной подачи. В последнем случае резец, закрепленный обратной стороной в резцодержателе, подводят до касания с пинолью задней бабки.

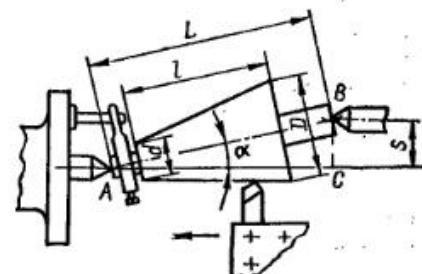


Рис. 90. Обработка конуса в смешенных центрах

ки. Затем, пользуясь лимбом поперечной подачи, передвигают резец в нужном направлении на установленную величину и вновь прижимают к нему пиноль.

Поперечный сдвиг корпуса задней бабки осуществляется регулировочными винтами, предусмотренными в его основании. Для этого в зависимости от направления сдвига один из винтов ослабляют, другой завинчивают и после достижения необходимой величины смещения оба винта плотно затягивают.

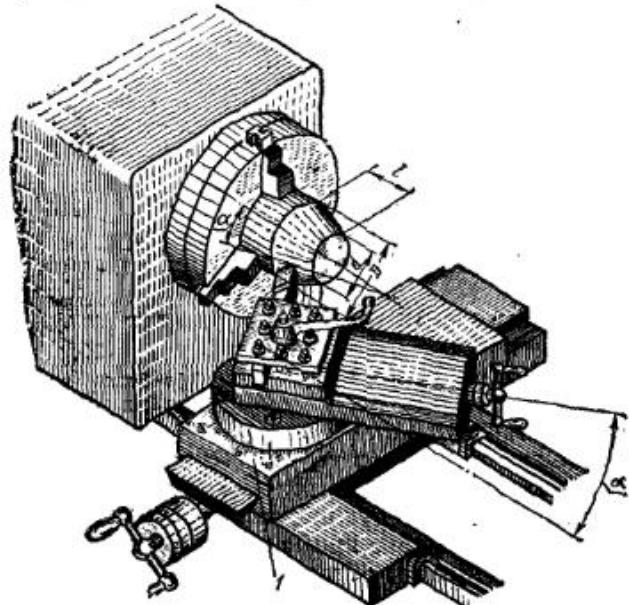


Рис. 91. Обработка конуса при повернутых верхних салазках суппорта

Важное условие качественной обработки конусов в смещенных центрах — обеспечение одинаковых размеров длины и центральных отверстий у всех заготовок из партии. В противном случае при одной настройке станка конусность деталей получится разной. Кроме того, чтобы уменьшить разработку центральных отверстий из-за их перекоса, рекомендуется применять центры с скругленными вершинами, а центральные отверстия — формы R (см. рис. 59).

При вращении заготовки в смещенных центрах хвостовик хомутика непрерывно перемещается вдоль пальца поводкового патрона. Чтобы такое перемещение происходило свободно, поводковый палец должен иметь правильную цилиндрическую форму и достаточную длину.

Обработка конусов при повернутых верхних салазках суппорта. Способ применим для обтачивания или растачивания конусов небольшой длины с различным углом уклона. Длина обработки ограничивается длиной перемещения верхних салазок, которые устано-

ливаются под углом уклона конуса α (рис. 91). Для этого, ослабив гайки поворотной плиты, поворачивают ее вместе с верхними салазками на требуемый угол, который отсчитывают по градусной шкале 1. Доли градуса определяют на глаз. Затем гайки прочно зажимают.

При обработке точных конусов описываемым способом выполняют ряд пробных проточек заготовки и по результатам контроля корректируют угол установки салазок.

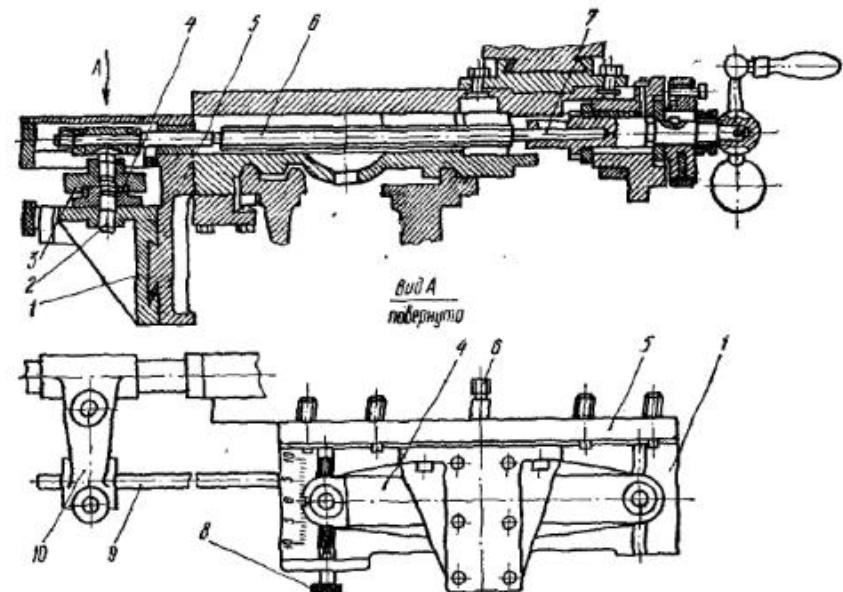


Рис. 92. Конусная линейка к станку ИИ611П

Чтобы исключить сдвиг суппорта во время резания, его следует неподвижно закрепить на станине зажимным винтом каретки или включением рукоятки маточной гайки.

Существенный недостаток данного способа обработки конусов: ручная подача салазок и в связи с этим невысокая чистота обработки. Некоторые отечественные станки имеют механическое перемещение верхних салазок (модели 16К20, 163).

Обработка конусов при помощи конусной линейки. Токарные станки могут быть снабжены дополнительными приспособлениями с конусной линейкой, которые предназначены для обработки наружных и внутренних пологих конусов с углом уклона до 12° .

Принцип точения конусов при помощи таких приспособлений — сообщить резцу одновременно два движения (продольное и поперечное). При их геометрическом сложении результирующее движение имеет направление к оси заготовки под углом уклона конуса.

Приспособление с конусной линейкой к станку ИИ611П (рис. 92) смонтировано на кронштейне 5, прикрепленном сзади каретки суп-

порта. На его направляющих «ласточкин хвост» расположены салазки 1, которые соединены со станиной станка тягой 9 и кронштейном 10. Линейка 4 поворачивается на требуемый угол вокруг оси 2 винтом 8. Ее охватывает ползун 3, связанный с винтом поперечной подачи 6. Последний соединен с валиком 7 подвижно в осевом направлении.

При включении продольной подачи суппорта ползун скользит по линейке и перемещает в соответствии с ее угловым положением поперечные салазки. При этом резец обтачивает на детали необходимый конус. Для работ без конусной линейки достаточно открепить тягу 9 от кронштейна 10.

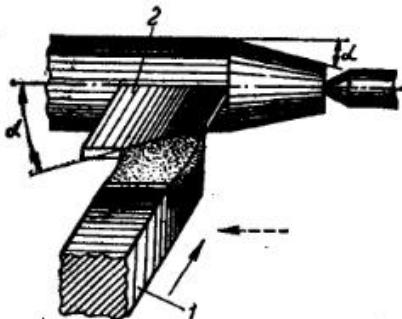


Рис. 93. Обработка конуса угловым резцом

Применение конусной линейки позволяет повысить производительность и точность обработки конусов, так как при этом применяются механическая подача и обычные способы установки заготовок на станке.

Обработка конусов угловым резцом. Угловым резцом 1 (рис. 93) обрабатывают с продольной или поперечной подачей наружные и внутренние конусы небольшой длины до 20—25 мм. Режущая кромка такого резца должна быть строго прямолинейной.

Подготовка заготовок под обработку конусов точением. Чтобы облегчить обработку конусов, наружную поверхность заготовки вначале обтачивают по цилиндру до наибольшего диаметра конуса, а внутреннюю подготовливают сверлением или растачиванием по наименьшему диаметру конуса.

При подготовке заготовок под обработку круглых конусов рекомендуется дополнительно придать поверхностям ступенчатую форму точением либо сверлением несколькими сверлами разных диаметров (рис. 94) для удаления основного слоя металла. При принятых диаметрах ступеней d_x длину их от торца заготовки l_x можно определить на основании формулы (8):

для конических отверстий (рис. 94, а) —

$$l_x = \frac{D_1 - d_x}{K} \text{ мм}; \quad (12)$$

для наружных конусов (рис. 94, б) —

$$l_x = \frac{d_x - d_1}{K} \text{ мм}, \quad (13)$$

где D_1 — больший диаметр конического отверстия с припуском на обработку, мм; d_1 — меньший диаметр наружного конуса с припуском на обработку, мм; K — конусность.

Развертывание конических отверстий. Отверстия с нормальными конусами можно обрабатывать стандартными коническими развертками (рис. 95). Для отверстий с конусностью 1 : 50 и 1 : 16 предусмотрена только чистовая развертка, для инструментальных конусов Морзе, метрических и с конусностью 1 : 30 — две (предварительная и чистовая). У предварительной развертки на режущих кромках зубьев в шахматном порядке выполнены стружкоразделяющие канавки, облегчающие срезание основного слоя металла.

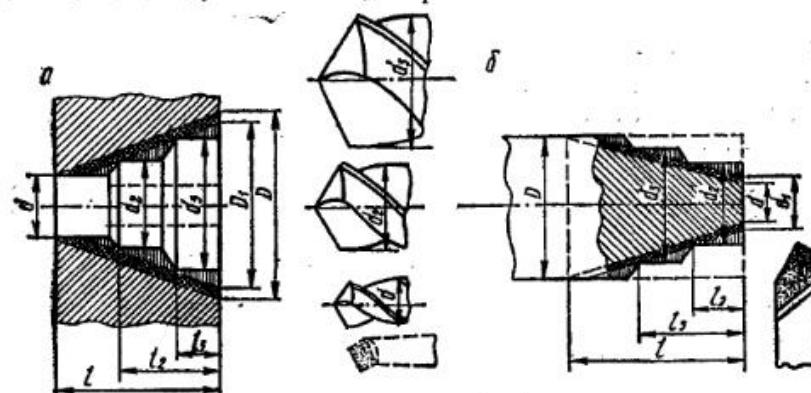


Рис. 94. Подготовка заготовок под обработку круглых конусов

Перед развертыванием в сплошной заготовке сверлят отверстие по размеру меньшего диаметра конуса. Для крупных инструментальных конусов его рекомендуется дополнительно расточить с припуском 0,4—0,6 мм на диаметр.

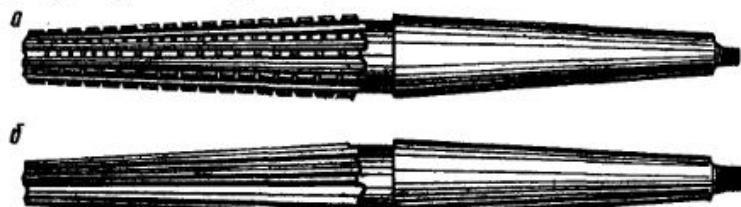


Рис. 95. Конические развертки:
а — предварительная; б — чистовая

Конические развертки работают в более тяжелых условиях по сравнению с цилиндрическими, так как они режут металл всей длиной зуба. Вследствие этого режим резания для них несколько снижают: ручная подача 0,1—0,3 мм/об, скорость резания — 4—6 м/мин. Охлаждение то же, что и для цилиндрических разверток (см. § 30).

Контрольные вопросы и задания

- Каким требованиям должна удовлетворять точность обработки конусов?
- Укажите способы обработки конусов и объясните их сущность.
- Как определяют и устанавливают величину поперечного сдвига задней бабки?
- Как должны быть установлены резцы на станке при обработке конусов?
- Как подготавливают заготовки под обработку конусов?
- Выполните задание № 137.

§ 40. Измерение, контроль и брак конусов

Годность конусов можно определять по элементно или комплексно.

Первый метод применяют преимущественно при изготовлении конусов невысокой точности. В этом случае каждый элемент конуса измеряют отдельно линейкой, штангенциркулем, угломером или проверяют шаблоном.

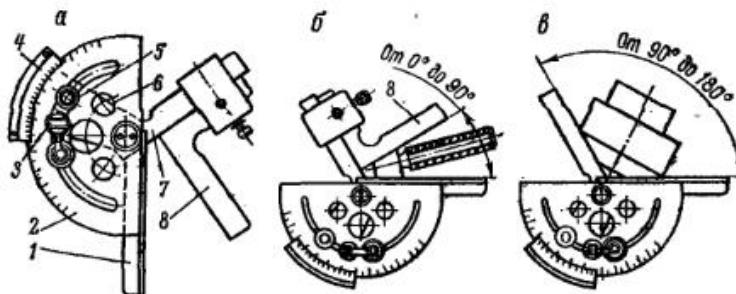


Рис. 96. Универсальный угломер УМ (а) и способы измерения им (б, в)

Для измерения углов уклона α или конуса 2α пользуются универсальными угломерами, один из которых (тип УМ) показан на рис. 96, а. Он предназначен для измерения наружных углов в пределах от 0 до 180°. Состоит из полукруглого основания 2 с градусной шкалой, неподвижной линейки 1, подвижной линейки 7 с поворотным сектором 6. К сектору прикреплен нониус 4 с ценой деления шкалы 2'. Предварительная настройка угломера на требуемый угол осуществляется поворотом линейки 7 и сектора 6 вручную, окончательная — гайкой 3 микрометрического винта. После этого угломер стопорится зажимом 5. Углы 0—90° измеряются с угольником 8 (рис. 96, б), выше 90° — без угольника (рис. 96, в).

Вторым методом — комплексным — пользуются при изготовлении деталей с точными сопрягаемыми коническими поверхностями. Такую проверку выполняют калибрами-втулками и пробками, позволяющими определить точность одного из диаметров и формы конуса.

Для проверки точности диаметра на конусных калибрах-втулках (рис. 97, а) имеется контрольный уступ 1, между плоскостями которого должен находиться торец проверяемой детали. На калибр-

ах-пробках (рис. 97, б) выполняется уступ 2 или контрольные риски 3, предназначенные для этой же цели.

При проверке конического отверстия калибром-пробкой (рис. 97, в) ее вводят в отверстие детали легким нажимом руки. Если диаметр конуса выполнен в пределах допуска, торец детали должен располагаться между контрольными рисками калибра.

Взаимное прилегание поверхностей отверстия и калибра проверяют методом «на краску». Для этого на коническую поверхность калибра карандашом наносят три продольные риски по окружности примерно на равном расстоянии. Затем калибр плотно вводят в отверстие и проворачивают. По характеру истирания рисок судят о годности детали. Форма конуса считается правильной, если риски истираются равномерно по длине. Точность наружного конуса проверяется калибром-втулкой аналогично.

При обработке конусов могут возникать следующие характерные виды брака.

1. Непрямолинейность образующей конуса. Причины: установка вершины резца выше или ниже линии центров станка.

2. Неправильная конусность. Причины: неточный поворот верхних салазок или конусной линейки на угол уклона конуса; неправильное смещение задней бабки; разная длина заготовок или неодинаковая глубина центральных отверстий у них; неправильная установка углового резца.

3. Неверные диаметры конуса при правильной конусности. Причины: неточная длина конического участка детали, ошибки при отсчете установки резца на размер по лимбу. В некоторых случаях такой вид брака можно исправить подрезкой торца детали.

4. Увеличенная шероховатость поверхности. Причины те же, что и при точении цилиндрических поверхностей.

Контрольные вопросы

- Объясните сущность методов контроля конусов.
- Укажите характерные виды и причины брака конусов.

Глава VII

СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ И МАШИНАХ

§ 41. Основные понятия

Механизмами называются устройства, предназначенные для преобразования вида или количества движений. К ним, в частности, можно отнести коробку скоростей и механизм фартука токарного

станка. Первая количественно изменяет частоту вращения шпинделя, второй — преобразует вращательное движение ходового винта или вала в поступательные перемещения суппорта.

Механизмы состоят из отдельных звеньев (деталей), которые, соединяясь подвижно между собой, образуют кинематические пары. Например, соединение вала с подшипником, ходового винта с гайкой, зацепление двух зубчатых колес и т. д.

По характеру соприкосновения звеньев кинематические пары делят на низшие — с контактом по поверхностям и высшие — с контактом по линиям или точкам. К первым можно отнести соединение каретки суппорта с направляющими станины токарного станка, ко вторым — линейный контакт зубьев сопряженных колес.

При последовательном соединении кинематических пар образуются кинематические цепи, с помощью которых осуществляется передача движений от первого ведущего к последнему ведомому звену станка. Так, например, в токарных станках предусмотрены две группы таких цепей: кинематические цепи главного движения между валом электродвигателя и шпинделем и цепи движения подач от шпинделя к суппорту.

Механизмы являются основой создания большинства машин. Машиной называется устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии или материала.

В зависимости от основного назначения различают энергетические и рабочие машины. Первые служат для преобразования энергии любого вида в механическую энергию. К ним относятся электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания и др.

Рабочие машины подразделяются на технологические и транспортные. В технологических машинах осуществляется преобразование размеров, формы, свойств или состояния материалов. Характерными представителями таких машин являются металлорежущие станки. С помощью транспортных машин осуществляется подъем и перемещение различных материалов. К ним относятся мостовые краны, электротельферы, электрокары и др.

Контрольные вопросы

- Что называется механизмом и из каких элементарных частей он состоит?
- На какие группы делятся кинематические пары?
- Что представляет собой кинематическая цепь?
- Дайте определение и назовите разновидности машин.

§ 42. Типовые детали (звенья) передач движений

Для передачи основных движений в токарных станках используются валы, оси, зубчатые колеса, червяки, рейки, ходовые винты и гайки.

Оси и валы представляют собой круглые стержни, предназначенные для установки зубчатых колес, шкивов и др. При этом ось только поддерживает установленные на ней детали, а вал к тому же участвует в передаче усилий. Характерные представители группы

валов — шпиндель и ходовой вал токарного станка. Первый, получая вращение от зубчатых колес коробки скоростей, передает его обрабатываемой заготовке, второй осуществляет передачу движения от коробки подач к механизму фартука. Оси значительно реже применяются в передачах (палцы гитары, на которые устанавливаются сменные колеса; оси промежуточных колес).

Установка деталей на вал или ось может быть свободной в круговом направлении, подвижной вдоль оси и неподвижной. В зависимости от этого посадочные поверхности валов и осей выполняются цилиндрическими, коническими, со шпонками или шлицами.

В шпоночных соединениях (рис. 98, а) используется шпонка 1 прямоугольного сечения. Устанавливается она в канавках вала и колеса. Такое соединение ослабляет сечение вала и не обладает высокой прочностью. Поэтому для передачи больших усилий применяются более прочные шлицевые соединения (рис. 98, б), у которых передающим элементом являются шлицы 1, выполненные как одно целое с валом.

Зубчатые колеса — диски с зубьями на наружной (реже внутренней) поверхности. Для равномерного перекатывания зубьям колес придается специальный криволинейный профиль, чаще эвольвентный.

По форме колеса делятся на цилиндрические, конические и червячные, по направлению зубьев — на прямозубые и косозубые.

Прямозубые цилиндрические колеса (рис. 99, а) применяются в передачах, где переключения скоростей осуществляются осевым перемещением колес. Постоянные передачи в большинстве случаев оснащаются косозубыми колесами (рис. 99, б), которые обладают большой прочностью и способностью плавной передачи движения. Конические колеса (рис. 99, в) используются в передачах движения между валами, оси которых пересекаются. Червячные колеса 2 (рис. 99, г) имеют винтовые зубья вогнутой формы соответственно резьбе сцепляющегося с ними червяка.

В механизмах переключения скоростей и подач часто применяются блоки из нескольких зубчатых колес, неподвижно соединенных между собой общей втулкой или выполненных из одного куска металла.

Червяки 1 (рис. 99, г) представляют собой одно- или многозаходные винты с модульной резьбой трапецидального профиля с углом 40° и шагом, равным окружному шагу червячного колеса.

Рейки 2 (рис. 99, д) применяются в токарных станках для про-

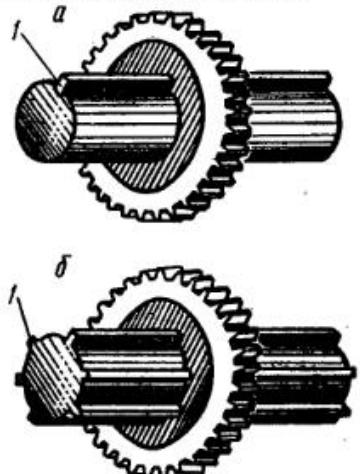


Рис. 98. Соединение деталей с валом:
а — шпоночное; б — шлицевое

дольного перемещения суппорта. Их зубья имеют трапециoidalную форму с углом профиля 40° и шагом, равным окружному шагу сопряженного с рейкой колеса 1.

Ходовые винты используются для перемещения салазок суппорта и пиноли задней бабки. Они выполняются в основном с трапециoidalной резьбой с углом профиля 30° .

Гайки для винтовых передач бывают цельные, регулируемые и разъемные.

Цельные гайки 1 (рис. 100, а) применяются в передачах, которыми пользуются сравнительно редко, например для перемещения верхних салазок суппорта.

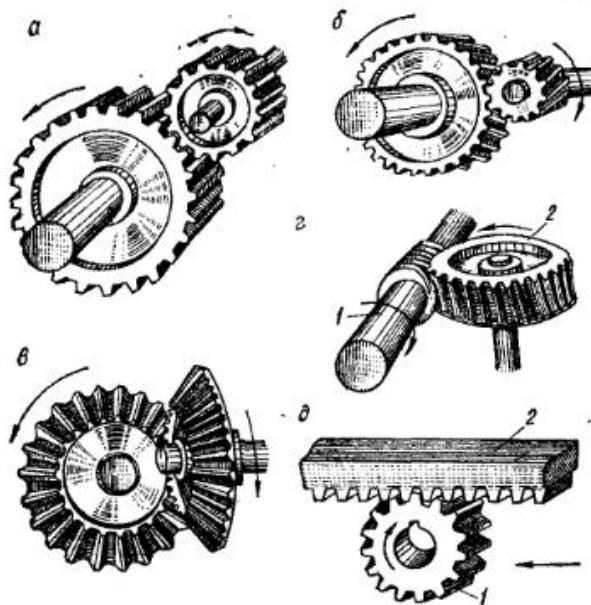


Рис. 99. Зубчатые передачи

В часто работающих передачах устанавливаются регулируемые гайки, позволяющие по мере необходимости уменьшать зазор в резьбовом соединении. Так, например, в гайке 3 (рис. 100, б) зазор регулируется дополнительной гайкой 1 и фиксирующей ее контргайкой 2. Для этой же цели может применяться другая конструкция регулируемой гайки (рис. 100, в): из двух половин 3 и 5 и расположенного между ними одностороннего клина 4. При появлении в передаче значительного люфта винт 1 немного ослабляют, подтягивают клин винтом 2, после чего гайку 5 вновь закрепляют винтом 1.

Для включения подачи суппорта при нарезании резьб резцами в фартуке токарных станков используется разъемная гайка (рис. 100, г). Она состоит из двух половин 2 и 8, которые можно раздвигать вдоль направляющего паза 3 типа «ласточкин хвост». Установ-

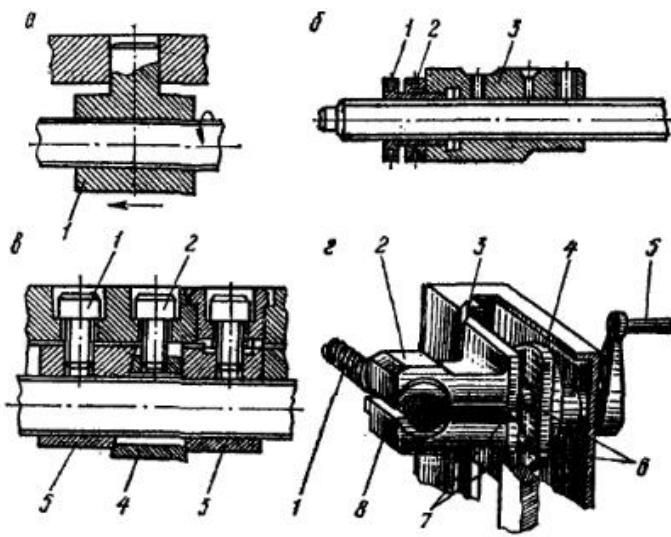


Рис. 100. Разновидности гаек:
а — цельная; б, в — регулируемые; г — разъемная

ленные в них штифты 7 входят в спиральные пазы 6 диска 4. При повороте последнего рукояткой 5 полугайки можно сблизить и соединить с ходовым винтом 1 или раздвинуть для отключения подачи.

Контрольные вопросы

1. Какие типовые детали используются в качестве звеньев кинематических цепей токарного станка?
2. Приведите краткую характеристику типовых деталей передач.

§ 43. Подшипники и муфты

Для связи звеньев кинематической цепи широко используются подшипники и муфты.

Подшипники служат опорами деталей передач. В зависимости от рода трения они делятся на подшипники скольжения и качения.

Конструктивно подшипники скольжения выполняются глухими, гидростатическими и регулируемыми.

Глухой подшипник (рис. 101, а), наиболее простой по устройству, состоит из корпуса 3 и неподвижно установленного в нем вкладыша 1 из специальных подшипниковых сплавов, чаше свинцовистой бронзы. Смазка к трушимся поверхностям подводится периодически или постоянно через масленку 2. Такие подшипники обеспечивают высокую точность вращения валов, так как в них отсутствуют подвижные элементы. Однако подача масла самотеком не позволяет получить устойчивую разделительную масляную пленку между поверхностями шейки вала и вкладышем, и это намного сокращает время работы глухого подшипника.

В так называемых гидростатических подшипниках данный недостаток в значительной степени устранен (рис. 101, б). Здесь применен циркуляционный способ подачи жидкой смазки к трещимся поверхностям. Масло под давлением подается в рабочую зону подшипника через отверстия 3 и, пройдя карманы 4, вытесняется в зазор между шейкой шпинделя 1 и вкладышем 2, а затем через отверстия 5 возвращается в резервуар. Благодаря этому между контактными поверхностями подшипника и шпинделя образуется устойчивая масляная пленка, обеспечивающая жидкостное трение практиче-

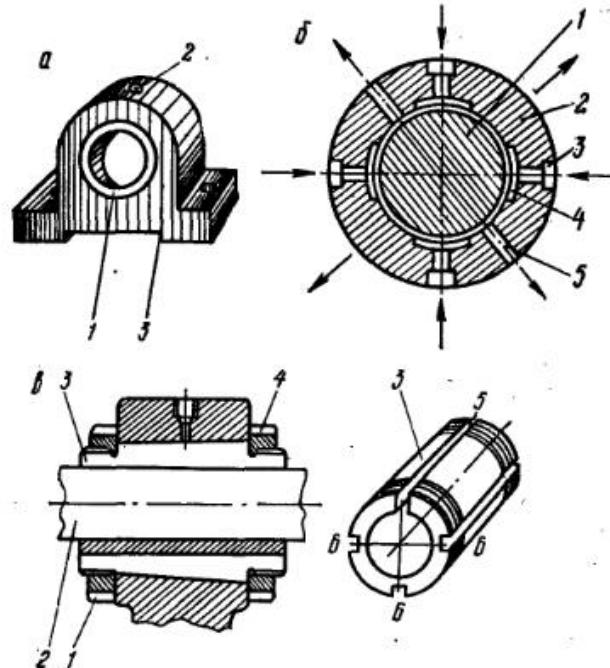


Рис. 101. Подшипники скольжения:
а — глухой; б — гидростатический; в — регулируемый

тически при любых скоростях скольжения. Такие подшипники используются в качестве шпиндельных опор ряда быстроходных станков.

В тех случаях, когда возникает необходимость периодической регулировки зазора в соединении звеньев кинематической пары, применяются регулируемые подшипники, одна из конструкций которых показана на рис. 101, в. Вкладыш 3 выполнен с наружной конической поверхностью. Для упругого сжатия в нем сделаны сквозная продольная прорезь 5 и три канавки 6. Радиальный зазор в сопряжении с валом 2 регулируется осевым перемещением вкладыша гайками 1 и 4.

Подшипники качения (рис. 102) получили наиболее широкое применение в современных станках. Они состоят из наружного и

внутреннего колец, шариков или роликов и разделяющего их сепаратора. Все детали, кроме сепаратора, изготавливаются из специальной подшипниковой стали ШХ15, которая после термической обработки приобретает высокие эксплуатационные качества.

В зависимости от направления воспринимаемой нагрузки (на рис. 102 показано стрелками) подшипники качения делятся на радиальные, радиально-упорные и упорные. По мере износа зазоры в подшипниках качения восстанавливают до нормальной величины регулировкой — осевым смещением одного кольца относительно другого.

Муфты служат для постоянного или периодического соединения деталей передач. По назначению их можно разделить на постоянные, сцепные, предохранительные и обгонные.

Постоянные муфты предназначены для соединения валов, которые в процессе работы не разъединяются. Они бывают двух основных типов: жесткие и упругие.

Жесткая муфта 3 (рис. 103, а) в виде сплошной втулки соединяет валы 1 и 4 посредством конических штифтов 2. Такая муфта наиболее проста по устройству, но при ее применении необходимо строго соблюдать соосность валов.

Упругая муфта (рис. 103, б) состоит из фланцев 1 и 2, неподвижно закрепленных на концах валов. Фланцы соединяются поводковыми пальцами 3, на которые надеты резиновые или кожаные

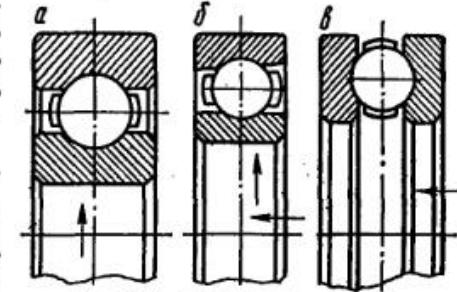


Рис. 102. Подшипники качения:
а — радиальный; б — радиально-упорный;
в — упорный

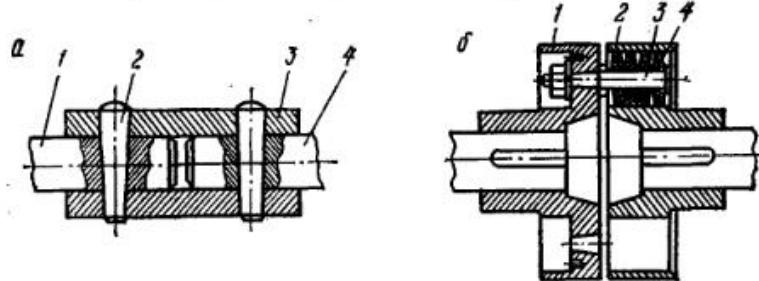


Рис. 103. Постоянные муфты:
а — жесткая; б — упругая

кольца 4, воспринимающие удары и компенсирующие некоторые перекосы валов во время работы.

Сцепные муфты служат для периодического соединения деталей передач. По конструкции они делятся на кулаковые, конусные, многодисковые и зубчатые.

Кулачковая муфта (рис. 104, а) состоит из двух полумуфт 2 и 3 с торцевыми зубьями-кулачками. Одна из них закреплена на валу 1 неподвижно, вторая установлена на валу 5 подвижно в осевом направлении посредством шпонки 4. Муфта включается осевым перемещением полумуфты 3, которая своими кулачками входит во впадины полумуфты 2.

Обладая простым устройством и способностью передавать большие усилия, кулачковые муфты имеют существенный недостаток: их нельзя включать при работающем станке. Поэтому в механизмах, которые приходится переключать во время работы станка,

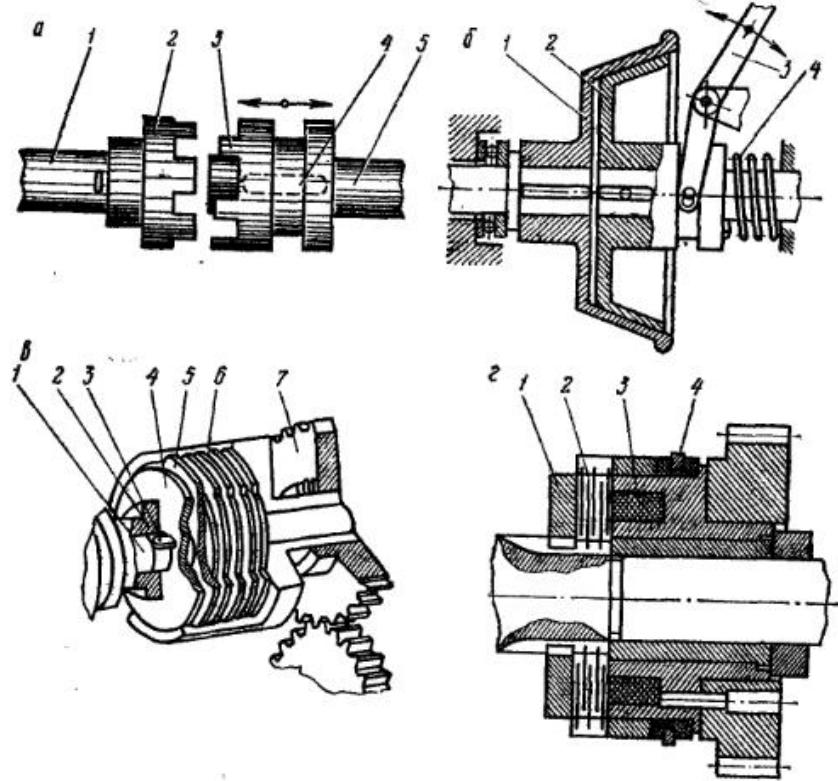


Рис. 104. Сцепные муфты:

а — кулачковая; б — конусная; в — многодисковая; г — электромагнитная

устанавливают конусные или многодисковые муфты, сцепляющиеся силами трения.

Конусная муфта (рис. 104, б) включается под действием жесткой пружины 4, при этом полумуфты 1 и 2 плотно соприкасаютсяся конусными поверхностями и прочно сцепляются силами трения. Выключают муфту поворотом рычага 3 влево.

Многодисковая муфта (рис. 104, в) имеет ряд стальных дисков, из которых диски 4 (одна часть) соединены шлицами 3 с валом 1,

а диски 5 (другая часть) сидят свободно на этом же валу и своими наружными выступами входят в пазы стакана 6. Стакан и колесо 7 соединены неподвижно и установлены на валу 1 свободно. При сжатии дисков осевым движением нажимной втулки 2 муфта сцепляется силами трения и соединяет колесо 7 с валом. Чтобы уменьшить износ дисков и сохранить прочность сцепления, муфту следует непрерывно смазывать во время работы и периодически регулировать.

В некоторых станках используются электромагнитные многодисковые муфты (рис. 104, г), позволяющие автоматизировать процесс переключения механизмов. Принцип действия их аналогичен вышеописанному за исключением того, что муфту включают при подведении электрического тока напряжением 12—24 В к контактному кольцу 4. При этом электромагнит 3 притягивает якорь 1, сцепляет диски 2.

Зубчатые муфты состоят из двух колес одинакового диаметра, одно из которых имеет наружные зубья, другое — внутренние. При включении муфты осевым движением одного из колес осуществляется сцепление элементов кинематической цепи.

Предохранительные муфты устанавливаются в фартуке токарного станка для автоматического отключения подачи суппорта при резкой перегрузке или работе с применением продольных упоров. Они бывают штифтовые, шариковые, кулачковые.

В рабочем состоянии предохранительная муфта сцеплена действием пружины, рассчитанной на передачу определенного усилия. При его превышении муфта автоматически отключается.

На рис. 105, а показано устройство штифтовых и шариковых предохранительных муфт. При перегрузке механизма подач штифты 3 или шарики 5, поджатые пружиной 4, проскальзывают и разъединяют детали муфты 1 и 2. После устранения причины перегрузки муфта автоматически включается.

Обгонные муфты применяются в токарных станках для отключения ходового вала от вала коробки подач при быстром перемещении суппорта, когда ходовой вал получает отдельного двигателя ускоренное вращение.

Обгонная муфта (рис. 105, б) состоит из фигурного диска 2,

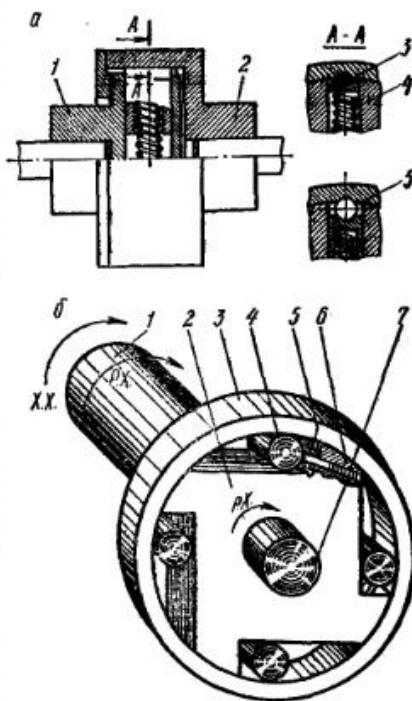


Рис. 105. Предохранительная муфта
(а) и обгонная (б)

неподвижно установленного на ведущем валу 7, стакана 3, соединенного с ведомым валом 1, роликов 4, поджатых пружинами 6 и штифтами 5. При медленном вращении ведущего вала (рабочий ход — Р. Х.) муфта сцепляет валы за счет заклинивания роликов в пазах фигурного диска. Когда включается ускоренное вращение ведомого вала (холостой ход — Х. Х.) в ту же сторону, стакан силами трения увлекает ролики в более широкие места пазов, муфта выключается, отсоединяя ведомый вал от ведущего. Как только ускоренное вращение ведомого вала прекращается, муфта автоматически включается.

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение, типы и устройство подшипников.
2. Как регулируется зазор в подшипниках?
3. Для чего предназначены муфты? Назовите их разновидности и объясните принципы действия.

§ 44. Передачи движения

Преобразование движений в токарных станках в основном осуществляется с помощью ременных, зубчатых, червячных, винтовых и реечных передач.

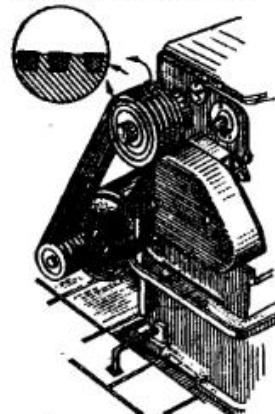


Рис. 106. Ременная передача

Ременная передача (рис. 106) совершается силами трения, возникающими между шкивами и туго натянутым ремнем. Для этой цели наиболее часто применяют клиновые бесконечные ремни, основа которых — слои кордовой ткани и кордшнуря, скрепленные вулканизированной резиной.

В процессе эксплуатации ремни немногого вытягиваются и начинают проскальзывать, поэтому их периодически натягивают, обычно за счет смещения электродвигателя. При этом следует избегать сильного натяжения ремней, так как оно ведет к перегрузке подшипников и ускорению их износа.

Как и любая передача вращательного движения, ременная передача характеризуется передаточным отношением i . В общем случае оно определяется отношением частоты вращения ведомого звена n_2 к частоте вращения ведущего n_1 , а именно:

$$i = \frac{n_2}{n_1}. \quad (14)$$

Для замедляющей передачи ($n_2 < n_1$) передаточное отношение меньше единицы, для ускоряющей ($n_2 > n_1$) — больше единицы.

Из формулы (14)

$$n_2 = n_1 \cdot i. \quad (15)$$

То есть частота вращения ведомого звена (вала) передачи равна частоте вращения ведущего, умноженной на передаточное отношение.

Для конкретно рассматриваемой ременной передачи передаточное отношение определяется отношением диаметра ведущего шкива к диаметру ведомого:

$$i = \frac{D_1}{D_2}. \quad (16)$$

Из формул (15) и (16) следует, что частоту вращения ведомого вала в ременной передаче можно регулировать изменениями диаметры шкивов.

Достоинства ременной передачи: возможность передачи вращения между валами, расположенными на значительном расстоянии; бесшумность и плавность работы; выполнение функции предохранительного устройства за счет проскальзывания ремня при перегрузках. Недостатки: вытягивание ремня и необходимость его относительно частого натяжения.

Зубчатые передачи осуществляются цилиндрическими и коническими колесами. Такие передачи широко используются в различных механизмах металлорежущих станков.

По количеству участвующих колес различают простые и сложные передачи.

Простая передача (рис. 107, а) состоит из двух колес — ведущего и ведомого. Передаточное отношение ее равно отношению чисел зубьев ведущего колеса z_1 к числу зубьев ведомого z_2 :

$$i = \frac{z_1}{z_2}. \quad (17)$$

В простой передаче колеса вращаются в противоположных направлениях. Если нужно изменить направление вращения ведомого колеса, между колесами устанавливают промежуточное колесо 1 (рис. 107, б), которое не изменяет передаточного отношения и поэтому в технике называется паразитным.

Сложная передача состоит из нескольких простых, между которыми происходит последовательная передача движения. Общее передаточное отношение здесь определяется произведением передаточных отношений простых передач, участвующих в зацеплении.

Это положение справедливо для любой кинематической цепи.

Для передачи, изображенной на рис. 107, в, можно записать:

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}. \quad (18)$$

Червячная передача (см. рис. 99, г) служит для кинематической связи взаимно перпендикулярных непересекающихся валов. Она состоит из ведущего червяка и ведомого червячного колеса и позволяет создавать малые передаточные отношения при относительно небольших размерах. В токарных станках такая передача используется в механизме фартука для резкого замедления движения.

Червячная передача подобна винтовой, в которой функции гайки выполняет червячное колесо. Следовательно, за каждый оборот червяка колесо поворачивается на количество зубьев, равное числу заходов резьбы червяка. Это отношение движений определяется передаточным отношением

$$i = \frac{z}{z}, \quad (19)$$

где z — число заходов резьбы червяка; z — число зубьев червячного колеса.

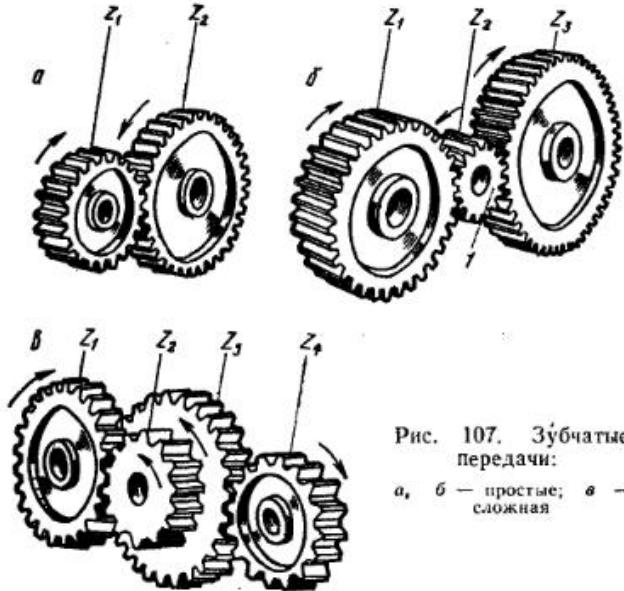


Рис. 107. Зубчатые передачи:
а, б — простые; в — сложная

Недостаток данной передачи — большая потеря мощности на трение. Для его уменьшения червяки изготавливаются из термообработанной стали, а червячные колеса — из бронзы и во время работы обеспечиваются постоянно смазкой.

Винтовые передачи предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное. За каждый оборот ходового винта гайка перемещается на число шагов, равное числу заходов резьбы.

При действии винтовых передач возникает повышенное трение контактных поверхностей, поэтому их следует систематически смазывать. Для уменьшения износа элементов передачи ходовые винты изготавливают из стали, гайки — из бронзы.

Реечные передачи применяются в токарных станках для продольного перемещения суппорта при обтачивании. В таких передачах (см. рис. 99, д) вращательное движение шестерни при обкатывании по неподвижной рейке преобразуется в поступательное движение суппорта.

За каждый оборот шестерни суппорт перемещается на длину ее делительной окружности, которую можно определить по формуле

$$l = \pi m z,$$

где l — величина перемещения суппорта за один оборот реечной шестерни, мм; m — модуль шестерни, соответствующий отношению диаметра ее делительной окружности к числу зубьев, мм; z — число зубьев шестерни.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте краткую характеристику передач, применяемых в токарных станках.
2. Как записывается передаточное отношение для различных передач?
3. Как определяется частота вращения ведомого вала?
4. Выполните задания № 148, 150, 151, 152.

Глава VIII

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

§ 45. Классификация, маркировка и характеристика токарных станков

Металлорежущие станки классифицируются по ряду признаков: специализации, размерам, точности, способу управления и характеру выполняемых работ.

По специализации станки делятся на универсальные, широкого назначения, специализированные и специальные.

Универсальные станки предназначены для разнообразных работ на изделиях широкой номенклатуры. Пример: токарно-винторезные станки, на которых можно выполнять все токарные работы.

Станки широкого назначения служат для ограниченного числа работ на изделиях широкой номенклатуры. Например, револьверные станки, позволяющие выполнять только определенные токарные операции при обработке коротких заготовок, закрепляемых в патроне. Подобными ограничениями обладают и карусельные станки, токарные автоматы и полуавтоматы.

Специализированные станки предусмотрены для определенного вида работ: затылования, нарезания резьбы и т. д. Соответственно этому признаку к ним можно отнести токарно-затыловочные станки, резьбонарезные, сверлильно-отрезные и др.

Специальные станки предназначены для определенных технологических операций. Например, агрегатные станки, состоящие из нормализованных узлов и силовых головок.

По размерам станки делят на три основные группы: мелкие (с высотой центров над станиной до 150 мм), средние (150—300 мм) и крупные (свыше 300 мм).

По точности предусмотрен выпуск станков пяти классов: нормальной точности Н, повышенной — П, высокой В, особо высокой (прецзионные) — А, особо точные или мастер-станки — С.

Таблица 9

Технические характеристики некоторых токарно-винторезных станков отечественного производства

Основные показатели	Модели станков					
	ИИ611	1А616	1К62	16К20	-163	1А64
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	250	320	400	400	630	800
Наибольшее расстояние между центрами, мм	500	710	710; 1000; 1400	710; 1000; 1400; 2000	1400;	2800
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	24	34	36	45	70	80
Число скоростей	21	21	23	22	24	—
Пределы частот вращения, об/мин	20—2000	11—2240	12,5— 2000	12,5— 1600	10—1250	7,5—750
Пределы подач, мм/об:						
продольных	0,02—6	0,065— 0,91	0,07— 4,16	0,05—2,8	0,1—3,2	0,02— 3,05
поперечных	0,01—3	0,065— 0,91	0,035— 2,08	0,025— 1,4	0,04— 1,08	0,02— 3,05
Пределы нарезаемых резьб:						
метрических, шаг, мм	0,2—48	0,5—24	1—192	0,5—112	1—192	—
дюймовых, число ниток на 1"	24—3	56—1	24—2	56—0,5	24—1/4	—
Мощность электродвигателя, кВт	3	4	10	10	14	20

По способу управления различают станки с ручным управлением и автоматизированные — автоматы и полуавтоматы.

В зависимости от характера выполняемых работ для металлорежущих станков отечественного производства принята единая система классификации и условного обозначения моделей станков. Все станки делятся на девять групп (токарные, фрезерные, шлифовальные и др.), каждая из которых в свою очередь включает девять типов. По этой классификации каждой модели станка серийного производства присваивается индекс из 3 или 4 цифр. Первая цифра указывает группу, вторая — тип, третья и четвертая — важнейший размер станка или обрабатываемого на нем изделия.

Станкам токарной группы присвоена цифра 1.

Типы станков этой группы обозначаются цифрами: 1 — одношпиндельные автоматы и полуавтоматы; 2 — многошпиндельные автоматы и полуавтоматы; 3 — револьверные станки; 4 — сверлиль-

но-отрезные; 5 — карусельные; 6 — токарно-винторезные и лобовые; 7 — многорезцовые; 8 — специализированные; 9 — разные токарные станки.

Третья и четвертая цифры условно обозначают: для токарных станков — высоту центров над станиной; для револьверных и прутковых автоматов — наибольший диаметр обрабатываемого прутка; для карусельных — диаметр стола и т. д.

По мере усовершенствования или некоторых изменений станков в их маркировку вводятся буквы. Буква после первой или второй цифры указывает, что станок модернизирован по сравнению с прежней моделью. Буква в конце маркировки свидетельствует о некоторых видоизменениях, внесенных в базовую модель станка. Например, модель 16К20 — модернизированный токарно-винторезный станок с высотой центров 200 мм; модель 1А616П — модернизированный токарно-винторезный с высотой центров 160 мм повышенной точности.

При выборе станка для технологических целей учитывают его техническую характеристику, основные показатели которой для некоторых токарно-винторезных станков отечественного производства приведены в табл. 9.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются металлорежущие станки? Приведите примеры.
2. Как маркируются металлорежущие станки отечественного производства?
3. Расшифруйте значения маркировки станков: ИИ611, 1А64, 1336, 1240, 1А124, 1580.

§ 46. Понятие о кинематической схеме

Схема, дающая наглядное представление о передаче движений в станке или механизме, называется *кинематической*. Чтобы облегчить выполнение такой схемы, ее элементы изображают условными обозначениями. Наиболее употребляемые из них приведены в табл. 10.

Кинематическая схема выполняется обычно в произвольном масштабе и для большей наглядности вписывается в контур станка. По схеме можно не только выяснить возможные варианты настройки станка на различные режимы работы, но и приблизительно представить внутреннее устройство узлов станка, не прибегая к его разборке.

Задание

Изобразите элементарный механизм, позволяющий создавать 12 кинематических цепей.

§ 47. Типовые механизмы токарных станков

Переключение скоростей, подач, изменение направления движения, торможение и другие действия по управлению токарными станками осуществляются рядом элементарных механизмов, которые

Таблица 10

Условные обозначения элементов кинематических схем

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Вал, ось	—	Передачи:	
Блок зубчатых колес		плоским ремнем	
Подшипники радиальные — общее обозначение		клиновыми ремнями	
Подшипники качения:		цилиндрическими колесами	
радиальные		коническими колесами	
радиально-упорные			
упорные			
Соединения валов:			
глухое			
эластичное			
зубчатой муфтой			
Муфты:			
кулачковые			
конусные			
дисковые			
предохранительные			
обгонные			
Соединение деталей с валом:			
свободное при вращении		Тормоз ленточный	
подвижное без вращения		Конец шпинделя	
глухое		Электродвигатель	

имеют типовое устройство. Наиболее характерные из них рассматриваются ниже.

Механизмы коробок скоростей. Для того чтобы изменять частоту вращения шпинделя, в коробках скоростей применяют механизмы с подвижными блоками, со сцепными муфтами, переборы.

Механизм с подвижным блоком (рис. 108, а) состоит из трех зубчатых колес z_1, z_3, z_5 , неподвижно закрепленных на ведущем валу I, и тройного зубчатого блока Б, установленного подвижно вдоль оси на ведомом валу II. Такой механизм позволяет получить

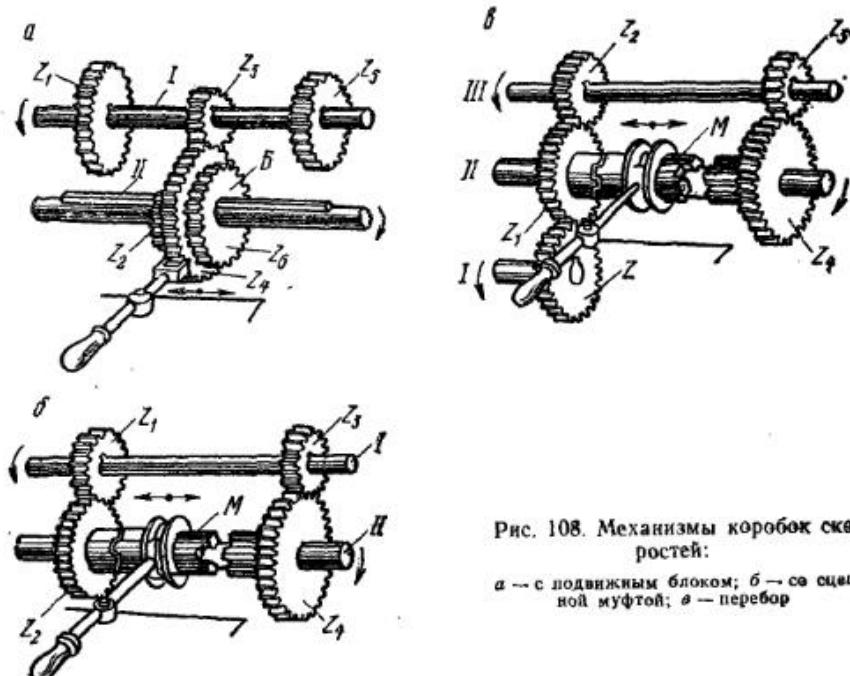


Рис. 108. Механизмы коробок скоростей:

а — с подвижным блоком; б — со сцепной муфтой; в — перебор

несколько (в данном примере три) частот вращения ведомого вала при одной ведущем. При каждом из трех положений блока в действие вступают зубчатые колеса с различным количеством зубьев, следовательно, изменяются передаточные отношения.

Пользуясь формулами (15) и (18), можно определить частоту вращения вала II. При этом для наглядности возможные кинематические цепи механизма целесообразно изображать в виде структурной формулы

$$n_{II} = n_I i_{I-II} = n_I I \begin{array}{c} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \\ z_4 \\ z_5 \\ z_6 \end{array} II.$$

Механизм со сцепной муфтой (рис. 108, б) состоит из колес z_1 и z_2 , неподвижно закрепленных на ведущем валу I и находящихся в постоянном зацеплении со свободно сидящими на ведомом валу II колесами z_3 и z_4 . Кулакковая двухсторонняя муфта M установлена на валу II подвижно посредством направляющей шпонки. При переключении муфты передача может осуществляться через зубчатые колеса $z_1 - z_2$ или $z_3 - z_4$, т. е. ведомый вал сможет получить две частоты вращения.

Чтобы можно было уменьшать частоту вращения шпинделя, в

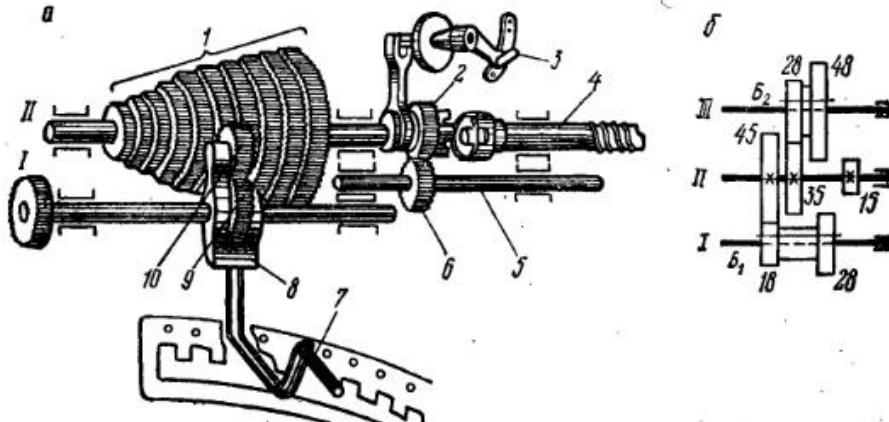


Рис. 109. Механизмы коробок подач:

а — с конусным блоком зубчатых колес; б — множительный

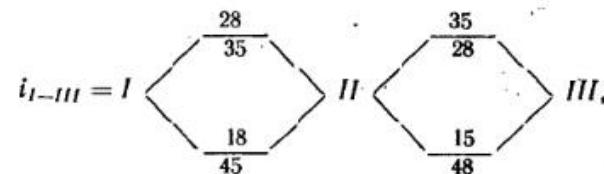
коробках скоростей используется **механизм перебора**, состоящий из двух или нескольких простых передач, в которых числа зубьев ведущих колес меньше ведомых. Благодаря этому передаточное отношение перебора обычно меньше единицы. В переборе, изображенном на рис. 108, в, колеса z_1 и z_4 установлены свободно на ведомом валу II и находятся в постоянном зацеплении с колесами z_2 и z_3 , неподвижно закрепленными на валу III . При включении муфты M влево вал II получит ускоренное вращение от ведущего вала I через передачу $z - z_1$. Остальные колеса в это время будут вращаться вхолостую. Если муфту переключить вправо, вращение на вал II будет поступать по более длинной кинематической цепи $z - z_1 - z_2 - z_3 - z_4$ и скорость его резко уменьшится.

Механизмы коробок подач. В коробках подач наиболее применимы малогабаритные механизмы с конусным блоком зубчатых колес и множительные.

На рис. 109, а показана простейшая коробка подач с **конусным блоком зубчатых колес**. Блок 1 (в данном примере 10-ступенчатый) установлен неподвижно на валу II . С каждым колесом блока в зависимости от настройки может сцепляться накидное паразитное колесо 10, которое в свою очередь постоянно сцеплено с колесом 9. Поворотным рычагом 8 колеса 9 и 10 перемещают вдоль вала I с дли-

ной шпонкой и устанавливают в необходимое положение рукояткой 7 с фиксатором. Таким образом можно получить десять частот вращения вала II . От вала II движение может передаваться ходовому валу 5 через колеса 2 и 6 или ходовому винту 4, когда включается кулакковая муфта при перемещении колеса 2 вправо рукояткой 3.

Множительные механизмы характеризуются кратностью передаточных отношений, которые составляют ряд чисел геометрической прогрессии со знаменателем 2. Кинематическая схема одного из них к станку 16К20 приведена на рис. 109, б. Механизм имеет два двойных блока B_1 и B_2 , подвижно установленных на валах I и III , и три зубчатых колеса, неподвижно закрепленных на валу II . Переключением блоков получают четыре передаточных отношения: $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, структурную формулу которых можно записать в следующем виде:



где римские цифры обозначают номера валов.

Реверсивные механизмы служат для изменения направления движения в станике.

В механизме (рис. 110, а) это действие производится с помощью паразитного колеса. При переключении подвижного блока B влево в передаче участвуют колеса z_1 , z_2 и паразитное колесо z , благодаря чему валы I и II вращаются в одну и ту же сторону. Когда блок переключают вправо, передача осуществляется непосредственно колесами z_3 и z_4 и ведомый вал II начинает вращаться в обратную сторону.

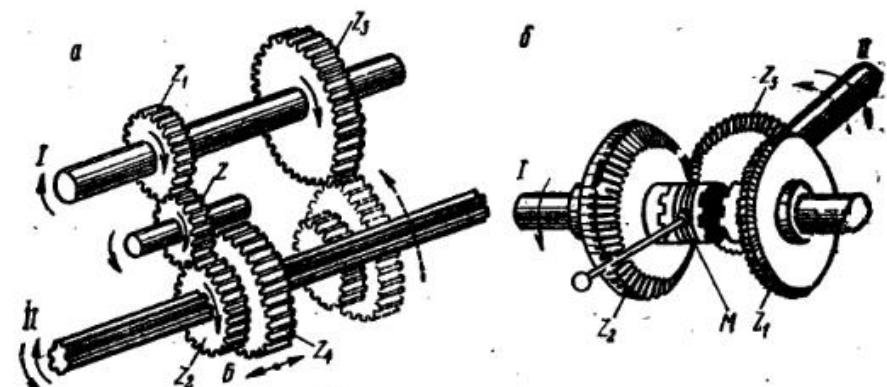


Рис. 110. Реверсивные механизмы:
а — с паразитным колесом; б — с коническими колесами

В фартуке токарного станка иногда применяют реверсивный механизм с коническими колесами (рис. 110, б). Направление вращения ведомого колеса z_3 и вала II изменяется свободно установленными на валу I коническими колесами z_1 и z_2 . При переключениях двусторонней муфты M эти колеса, действуя на противоположные стороны колеса z_3 , заставляют его изменять направление вращения.

Блокировочные механизмы. Чтобы предотвратить поломку станка в случае включения подачи суппорта от ходового вала при замкнутой маточной гайке применяются блокировочные механизмы. В схеме одного из них (рис. 111) рукоятки A для включения меха-

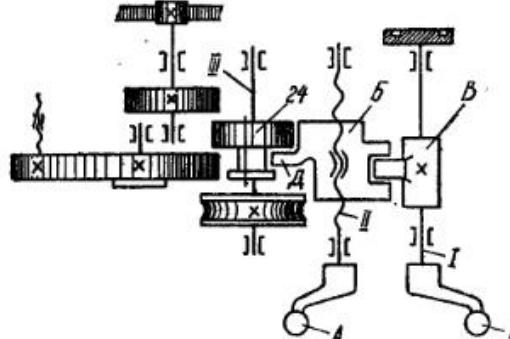


Рис. 111. Блокировочный механизм

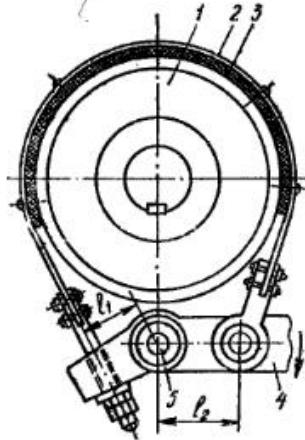


Рис. 112. Ленточный тормоз

нической подачи и Γ — маточной гайки взаимосвязаны специальным замком так, что одновременное их включение невозможно.

Для включения продольной или поперечной подачи рукоятку A поворачивают в одну или другую сторону. При этом гайка B , соединенная с многозаходным винтом Π , перемещается и вилкой D передвигает зубчатое колесо 24 вдоль вала III . В среднем положении этого колеса обе подачи выключены. Перемещение гайки B возможно в том случае, если из ее паза выведен зуб втулки B , что соответствует разомкнутому состоянию маточной гайки.

Тормозные устройства. Для быстрой остановки станка и плавного реверсирования вращающихся деталей токарные станки оснащают тормозными устройствами. Торможение осуществляют механически — фрикционными многодисковыми и конусными муфтами (см. рис. 104, б, в), ленточными тормозами, или электрически — двигателем.

Ленточный тормоз (рис. 112) состоит из шкива 1 и охватывающей его металлической ленты 2 , к внутренней стороне которой прикреплена накладка 3 из специального материала с высоким коэффициентом трения. Концы ленты, присоединенные к рычагу 4 , находятся на разном расстоянии от оси 5 ($l_1 < l_2$). Благодаря этому при повороте рычага лента натягивается и тормозит шкив.

Торможение электродвигателем применяется в небольших станках. Оно состоит в том, что в момент отключения двигателя включается обратное вращение или на его статорную обмотку подается постоянный ток.

Контрольные вопросы

- Изобразите кинематические схемы механизмов коробок скоростей и запишите структурные формулы для определения частот вращения ведомых валов.
- Назовите характерные механизмы коробок подач и объясните принцип их действия.
- Для чего предназначены и как действуют реверсивные, блокировочные и тормозные механизмы?

§ 48. Смазка станков

Чтобы уменьшить трение и износ контактных поверхностей кинематических пар, необходимо их систематически смазывать. Для этого в металлорежущих станках применяются минеральные масла и консистентные смазки (мази).

Наибольшее распространение получили индустриальные масла И-20А, И-30А, И-40А, цифры в обозначении которых характеризуют среднюю кинематическую вязкость.

При выборе масел следует учитывать условия работы механизма. Вязкость масла должна быть тем ниже, чем меньше нагрузка и больше скорость относительно перемещения трущихся поверхностей. Например, для коробок скоростей и подач токарных станков рекомендуется масло И-20А, для механизма фартука — И-30А, для прочих мест станка — И-30А или И-40А.

Консистентные смазки предназначены для подшипников, расположенных в закрытом корпусе. Наиболее часто для этого применяются универсальные среднеплавкие смазки (солидолы): УС-2 — для подшипников, работающих при температуре до 50 °C, и УС-3 — до 70 °C.

Для подвода смазки к трущимся поверхностям применяются следующие способы: ручной, картерный, фитильный, циркуляционный.

Ручной способ применяется в основном для смазки отдельных мест и открытых трущихся поверхностей станка: подшипников ходового винта и вала, винтов салазок суппорта, пиноли задней бабки, направляющих станины и суппорта и др. Масло заливается через шариковые масленки 1 (рис. 113, а), а густая смазка нагнетается завинчиванием колпачка масленки 2 или шприцем в прессмасленки 3 со сферической головкой.

Периодичность ручной жидкостной смазки зависит от характера работы станка, но должна выполняться не реже одного раза в смену.

При картерной смазке (рис. 113, б) масло, заливаемое до определенного уровня в резервуар, разбрзгивается вращающимися зубчатыми колесами. Такая система смазки применяется в коробках скоростей, подач, для смазки червячной передачи фартука. Уровень масла определяется по контрольным глазкам или трубчатому маслоуказателю.

Если имеется опасение, что разбрзгиваемое масло где-либо не достигает трущихся поверхностей из-за небольшой скорости вращения деталей, применяют *фильтрную смазку* (рис. 113, в). Последняя действует по принципу капиллярного всасывания масла фильтром из резервуара. Подача масла производится каплями. Фильтрная смазка имеет ряд преимуществ: непрерывность подачи масла, фильтрация его фильтром, простота устройства.

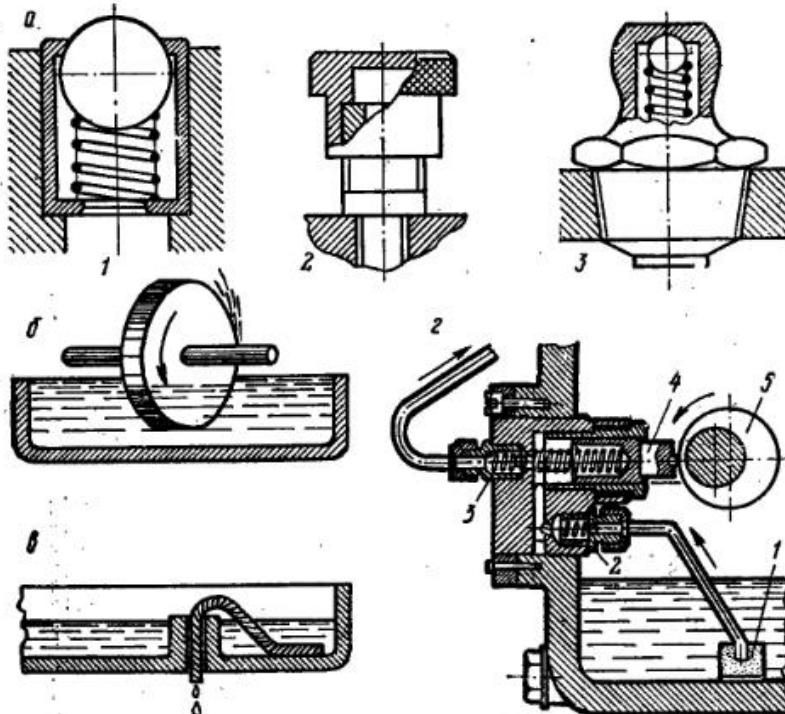


Рис. 113. Системы смазки:

а — ручная; б — картерная; в — фитильная; г — циркуляционная

Циркуляционная смазка (рис. 113, г) осуществляется принудительной подачей масла по трубкам к наиболее ответственным местам коробок скоростей и подач, фартуку.

Чаще всего масло нагнетается плунжерным насосом, действующим от эксцентрика 5 одного из валов механизма. При этом плунжер (поршень) 4, совершая возвратно-поступательные движения, всасывает масло из резервуара, которое, проходя сетчатый фильтр 1, всасывающий 2 и нагнетающий 3 клапаны, поступает по трубкам к местам смазки.

Действие циркуляционной смазки определяют по протеканию масла в контрольном глазке при включении холостого хода станка. Отсутствие протекания свидетельствует о неисправности системы смазки.

Масло в резервуарах непрерывной смазки надо доливать по мере расхода и менять в установленные сроки. Периодичность замены масла зависит от конструктивных особенностей смазочной системы. Поэтому, приступая впервые к работе на станке, токарь должен ознакомиться с инструкцией по смазке, которая приводится в паспорте станка.

Контрольные вопросы

1. Приведите характеристику, марки и правила выбора смазочных материалов для токарных станков.
2. Объясните особенности различных систем смазки и укажите область их применения.

§ 49. Токарно-винторезный станок 16К20

Общая характеристика. Универсальный токарно-винторезный станок модели 16К20 (рис. 114), выпускаемый заводом «Красный пролетарий» им. А. И. Ефремова взамен станка 1К62, по техническому уровню отвечает современным требованиям, предъявляемым к станкам этого класса. Станок предназначен для разнообразных токарных работ, включая резьбонарезание резцами, в условиях единичного и серийного производства.

Жесткая станина коробчатой формы с закаленными шлифованными направляющими установлена на монолитном основании, слу-

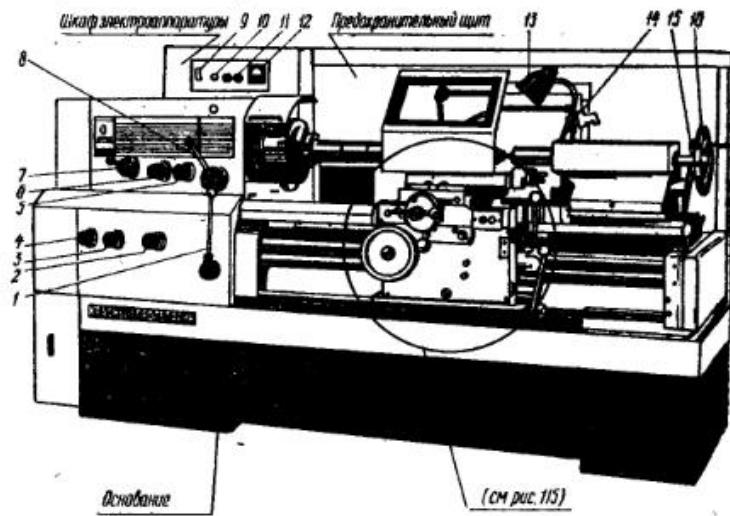


Рис. 114. Общий вид и органы управления станка 16К20:

рукоятки:
 1 — управления фрикционной муфтой коробки скоростей,
 2 — установки подачи, шага резьбы и включения подачи напрямую,
 3 — установки подачи и типа резьбы,
 4 — установки подачи и шага резьбы,
 5 — установки правой или левой резьбы,
 6 — установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб,
 7, 8 — установки частоты вращения шпинделья,
 14, 15 — закрепления пиноли и задней бабки;
 9 — авводный электросети,
 11 — электронасоса подачи СОЖ;
 13 — лампа местного освещения,
 10 — сигнальная лампа электропитания,
 12 — указатель нагрузки станка по мощности;
 16 — маховичок перемещения пиноли задней бабки.

жащем одновременно стружкосборником, резервуаром смазывающей-охлаждающей жидкости и нишей для размещения электродвигателя главного движения. Вся электроаппаратура управления сосредоточена в отдельном шкафу, расположенным сзади передней бабки. Для защиты рабочего и окружающих от сходящей стружки предусмотрены откидной щиток с прозрачным экраном и стационарный подвесной щит сзади станины. Со стороны правого торца в станине установлен электродвигатель ускоренного хода суппорта. Весь механизм коробки скоростей размещен в корпусе передней бабки. В остальном общая компоновка узлов станка типовая.

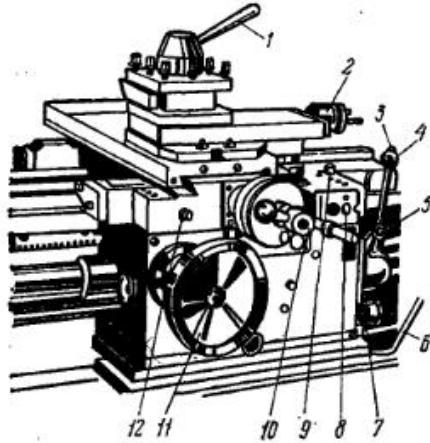


Рис. 115. Общий вид и органы управления суппорта станка 16К20:

рукоятки: 1 — поворота и закрепления резцодержателя, 2 — ручного перемещения верхних салазок, 4 — управления механическими подачами продольных и поперечных салазок, 5 — включения маточной гайки, 6 — управления фрикционной муфтой коробки скоростей, 7 — включения падающего червяка фартука; 10 — ручного перемещения поперечных салазок, 9 — кнопка включения ускоренного хода; 8 — кнопочная станция, 9 — винт зажима каретки на станине, 11 — маховикок ручного перемещения каретки, 12 — кнопка золотника смазки направляющих продольных и поперечных салазок.

Быстроходность (до 1600 об/мин, по особому заказу до 2000 об/мин), относительно высокая мощность главного привода (10 кВт), широкий диапазон продольных подач (от 0,05 до 2,8 мм/об) позволяют на станке 16К20 наиболее полно использовать возможности современного инструмента, оснащенного твердым сплавом, и достигнуть существенного сокращения машинного времени.

В конструкции станка предусмотрено значительное сокращение затрат ручного труда:

компактно расположено минимально необходимое количество рукояток настройки станка на частоту вращения и подачу с помощью единой таблицы на лицевой стороне передней бабки;

механические рабочие и холостые перемещения суппорта включаются одной рукояткой мнемонического действия, направление поворота которой совпадает с направлением включаемой подачи;

задняя бабка закрепляется на станине рукояткой с эксцентриковым зажимом; при откреплении ее с помощью сжатого воздуха цеховой сети создается аэростатическая опора (воздушная подушка), намного облегчающая перемещение бабки вдоль станины и снижающая износ направляющих;

для сверления с механической подачей задняя бабка может быть соединена с суппортом специальным замком.

Кроме того, в конструкцию узлов станка внесен ряд новых технических решений: виброустойчивый четырехпозиционный резцедержатель с высокой точностью фиксации; прецизионные шпиндельные опоры, не требующие регулировки в процессе эксплуатации; предохранительные щитки ходового винта и вала; механизм автоматического выключения подачи суппорта, позволяющий производить обработку по продольным и поперечным упорам; централизованная циркуляционная система смазки механизмов коробки скоростей и подач, снабженная высокоэффективными фильтрующими элементами; электроблокировка, не позволяющая включить станок при открытой дверце электрошкафа, снятом кожухе гитары смешанных колес и откинутом кожухе ограждения токарного патрона.

По особому заказу станок доукомплектовывается верхними салазками суппорта с механическим приводом, конусной линейкой, гидрокопировальным суппортом, задним резцедержателем, которые дают возможность расширить механизацию процесса обработки деталей и частично автоматизировать его.

Станок 16К20 — базовая модель, на основе которой выпускаются модификации: станок 16К20П повышенного класса точности для инструментального производства; 16К20Т — с выемкой в станине для обработки коротких заготовок крупного диаметра до 600 мм; 16К25 — облегченного типа с увеличенным диаметром обработки до 500 мм; 16К20Ф3 — с числовым программным управлением.

Кинематика станка. Кинематическая схема станка 16К20 (рис. 116) состоит из цепей передачи главного движения от двигателя к шпинделю и цепей движения подач от шпинделя к суппорту. Каждая из них построена так, что частоты вращения шпинделя и подачи суппорта изменяются при переключениях не произвольно, а по закону геометрической прогрессии: каждое последующее их значение получается умножением предыдущего на принятый для данного станка знаменатель геометрической прогрессии.

Цепи главного движения. От электродвигателя мощностью 10 кВт вращательное движение через клиновременную передачу поступает на вал I коробки скоростей. Двухсторонняя многодисковая муфта M_1 служит для включения прямого (правого) и обратного (левого) вращения шпинделя.

При правом вращении вал II получает две частоты вращения переключением двойного зубчатого блока B_1 через передачи 56—34 или 51—39. При левом вращении на этот же вал передается только одна частота вращения через сложную зубчатую передачу 50—24 или 36—38.

Наличие тройного зубчатого блока B_2 позволяет получить на валу III шесть частот вращения. Последние могут быть переданы на шпиндель через передачу 60—48 или 30—60, когда блок B_4 сдвинут влево. Благодаря этому шпиндель получает шесть высоких частот вращения и шесть более низких, а всего двенадцать.

При правом положении блока B_4 (как показано на схеме), вращение от вала III передается на шпиндель через перебор, состоящий из блока B_3 и колеса 18. В этом случае настройкой перебора на

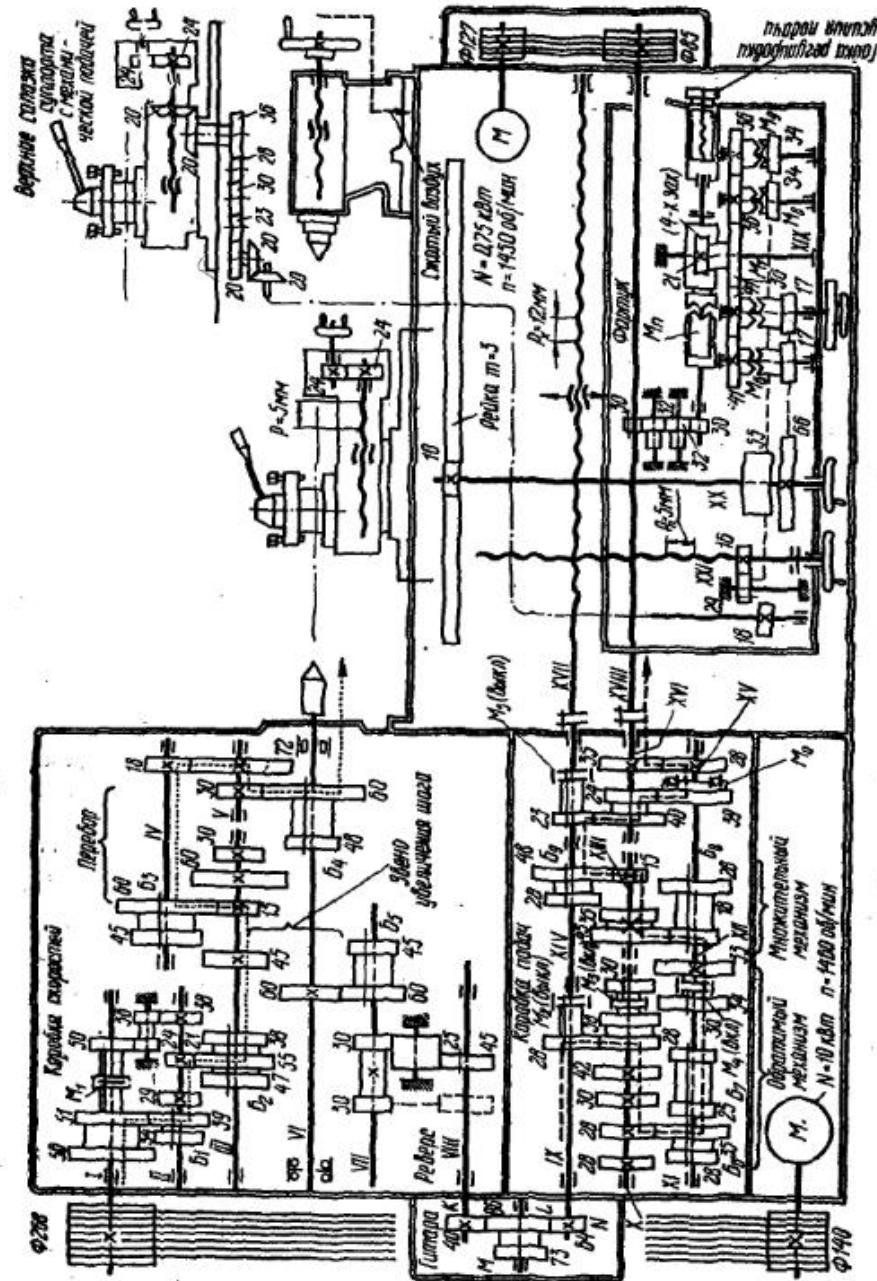


Рис. 116. Кинематическая схема привода главного движения станка 16К20

передаточные отношения $\frac{1}{4}$ (45—45—18—72) и $\frac{1}{16}$ (15—60—18—72) и далее через передачу 30—60 можно получить на шпинделе дополнительно двенадцать частот вращения: шесть замедленных в восемь раз и шесть — в тридцать два раза.

Таким образом коробка скоростей станка 16К20 обеспечивает получение на шпинделе 24 частот правого вращения с диапазоном регулирования от 12,5 до 1600 об/мин и 12 левого вращения в диапазоне 19—1900 об/мин.

Практически на станке могут быть использованы только 22 частоты правого вращения и 11 левого.

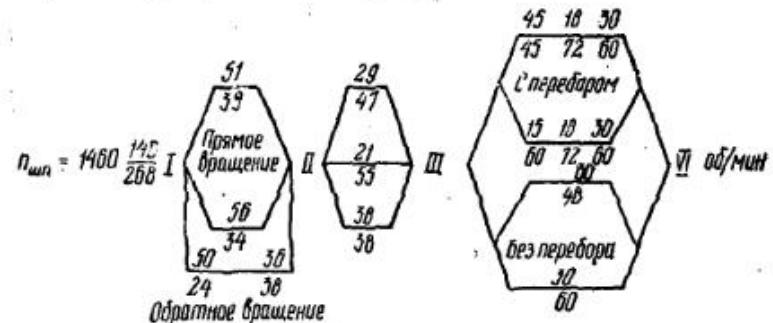


Рис. 117. Структурная формула привода главного движения станка 16К20

Ускорение левого вращения предусмотрено для быстрого отвода суппорта в исходное положение и свинчивания режущих инструментов при нарезании резьбы.

Структурную формулу привода главного движения для определения частот вращения шпинделя можно изобразить так, как показано на рис. 117.

Цепи движения подачи. Привод подачи суппорта состоит из звена увеличенного шага, реверса, гитары сменных колес, коробки подач, ходового винта или вала и механизма фартука.

При переключении блока B_5 (см. рис. 116) звено увеличенного шага движение подачи заимствуется либо непосредственно от шпинделя через передачу 60—60 (как показано на схеме), или от вала III через зубчатую передачу 45—45. В последнем случае, используя передаточные отношения передбора $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{32}$, а также $\frac{1}{2}$ передачи между валами III и VI 30—60 и производя кинематический расчет от шпинделя до вала III , можно убедиться, что шаг резьбы при таких настройках может быть увеличен в 2, 8 и 32 раза.

Механизм реверса, предназначенный для изменения направления вращения ходового винта, имеет передаточное отношение, равное $\frac{2}{3}$.

Для настройки станка на подачу, шаги метрических и дюймовых резьб необходимо гитару сменных колес укомплектовать простой зубчатой передачей 40—86—64, где колесо 286 используется в качестве паразитного. Для модульных и питчевых резьб на гитару устанавливается сложная зубчатая передача 60—73—86—36.

Настройка коробки подач осуществляется с помощью обратимого и множительного механизма. Первый позволяет получить восемь передаточных отношений, второй — четыре (см. рис. 109), а всего тридцать два.

Обратимый механизм обеспечивает два варианта настроек. 1-й вариант (как показано на рис. 116) может дать четыре передаточных отношения, когда зубчатая муфта M_2 выключена, M_3 и M_4 включены, а передача выполняется двойными блоками B_6 и B_7 . 2-й вариант позволяет получить еще четыре передаточных отношения при выключенных муфтах M_2 , M_3 , M_4 и передачи движений в обратном направлении, как изображено на рис. 118.

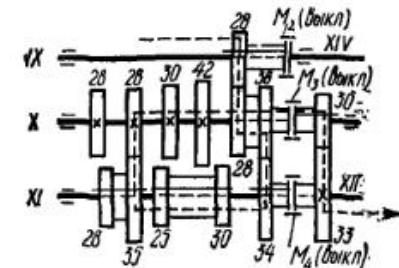


Рис. 118. Второй вариант настройки обратимого механизма коробки подач

С последнего XIV вала коробки подач движение может быть передано на ходовой винт $XVII$ при включении муфты M_5 или на ходовой вал $XVIII$, когда эта муфта выключена, а движение передается через сложную зубчатую передачу $23-40-24-39-28-35$.

Вращение от ходового вала через колеса $30-32-32-30$, предохранительную муфту M_6 и червячную передачу $4-21$ сообщается центральному колесу $z36$, которое находится в постоянном соединении с колесами $z36$ и $z41$. При включении одной из четырех муфт M_6-M_9 движение передается через передачу $17-66$ на вал XX и реечную шестерню $z10$ продольной подачи суппорта или через передачу $34-55-29-16$ на винт XXI поперечной подачи.

Если станок оснащен механизированными верхними салазками суппорта, передача движения к ним осуществляется сцеплением колес $29-18$ и далее, как показано на схеме (см. рис. 116).

Для нарезания особо точных резьб и резьб со специальным шагом включаются муфты M_2 и M_5 и вращение от вала IX передается непосредственно на ходовой винт $XVII$, минуя механизм коробки подач. В этом случае для настройки станка на требуемый шаг резьбы подбирают числа зубьев смennых колес гитары.

Для определения по кинематической схеме возможной подачи или шага резьбы необходимо один оборот шпинделя умножить на общее передаточное отношение $i_{общ}$ от шпинделя до конечного элемента кинематической цепи и полученное выражение умножить на длину делительной окружности реечной шестерни l — для продольной подачи, шаг винта поперечных салазок суппорта P_n — для поперечной подачи или шаг ходового винта P_x — для шага нарезаемой резьбы. Эти зависимости могут быть выражены формулами:

продольная подача

$$S_{prod} = i_{общ} \cdot i_{общ} \cdot l \cdot m_z \text{ мм/об; } (21)$$

поперечная подача

$$S_{pop} = i_{общ} \cdot i_{общ} \cdot l \cdot m_z \text{ мм/об; } (22)$$

шаг нарезаемой резьбы

$$P_r = i_{общ} \cdot i_{общ} \cdot P_x \text{ мм. } (23)$$

Структурная формула привода подачи станка 16К20 в обобщенном виде изображена на рис. 119.

Уход за станком. Кроме общих правил по ежедневному уходу за токарным станком (см. § 2), необходимо систематически выполнять

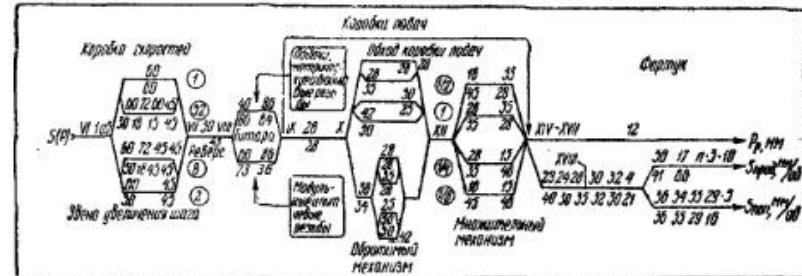


Рис. 119. Структурная формула привода подачи суппорта станка 16К20

дополнительные меры, связанные с регулировкой подвижных соединений, промывкой и очисткой их, поддержанием системы смазки в нормальном состоянии и др. Эти меры должны осуществляться в соответствии с рекомендациями по эксплуатации конкретной модели станка. Рассмотрим их применительно к станку 16К20.

Регулировка ременной передачи. При снижении крутящего момента на шпинделе, что выражается в замедлении или остановке последнего при работающем двигателе, следует в первую очередь проверить натяжение ремней и, если надо, подтянуть их. Для этого со стороны левого торца основания несколько опускают электродвигатель вместе с подмоторной плитой при помощи регулировочной и зажимных гаек. Выполняя такую регулировку, необходимо учитывать, что сильное натяжение ремней приводит к перегрузке подшипников и ускорению их износа.

Регулировка фрикционной муфты. Двухсторонняя фрикционная муфта (рис. 120) установлена на первом валу коробки скоростей и осуществляет передачу прямого и обратного вращений и усилий через зубчатые механизмы на шпиндель. Муфта действует за счет сил трения, возникающих между торцами стальных дисков 1 при их сжатии. С течением времени диски изнашиваются, уменьшаются по толщине и муфта начинает пробуксовывать. Это вызывает усиленный износ и нагрев деталей муфты. Работать на станке с нерегулированной муфтой нельзя.

Муфта регулируется нажимными гайками 2 и 4 , навинченными на кольцо 3 . Гайки можно повернуть лишь после того, как защелка 5 вдавлена в кольцо 3 . Отрегулированная муфта должна включаться плавно, без резких ударов в механизмах коробок скоростей.

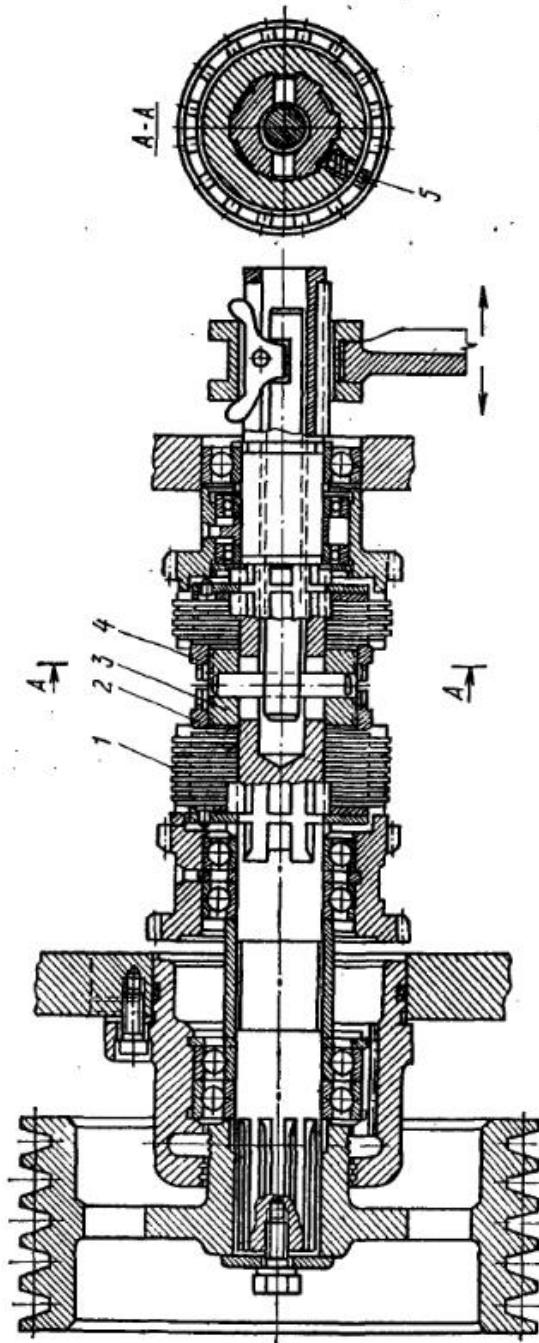


Рис. 120. Фрикционная многодисковая муфта коробки скоростей

Регулировка тормоза. Ленточный тормоз коробки скоростей (рис. 121) приводится в действие во время остановки станка. При этом выступ рейки 2, нажимая на рычаг 1, поворачивает его против хода часовой стрелки, что вызывает натяжение ленты и торможение шкива 5. При пуске станка рейка отходит в сторону и рычаг возвращается в исходное положение пружиной 3.

При ослаблении торможения ленту тормоза подтягивают регулировочными гайками 4.

Регулировка и очистка резцедержателя. На станке 16К20 применена оригинальная конструкция резцедержателя

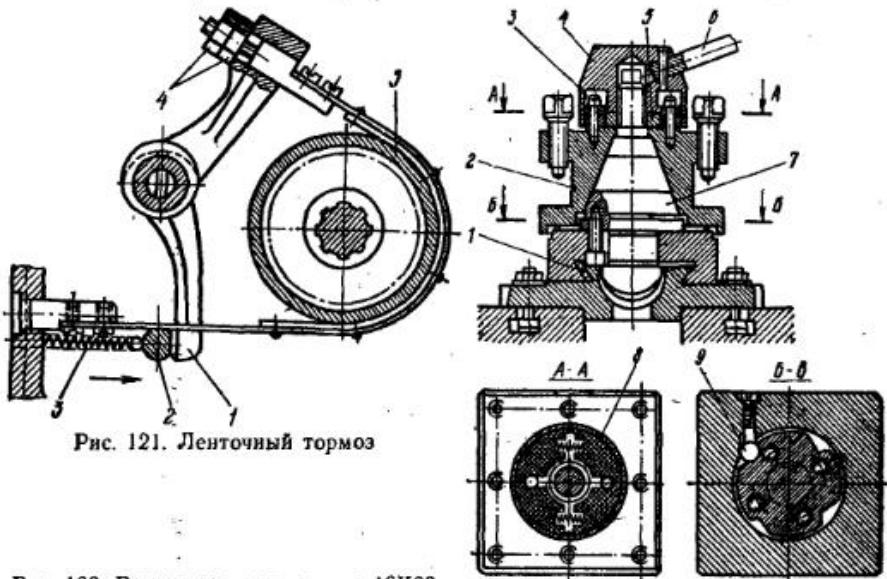


Рис. 122. Резцедержатель станка 16К20

с конусной опорой 7 (рис. 122), обладающая высокой жесткостью и точностью фиксации. Фиксация четырех основных положений осуществляется подпружиненным шариком 9, засекающим в гнезде конусной опоры.

При повороте резцедержателя 2 рукояткой 6 вначале свинчивается колпак 4 с центрального винта 3. Затем подпружиненные фрикционные колодки 8, связанные с резцедержателем штифтами, прижимаются к расточке колпака и передают вращение на резцедержатель. Во время зажима вначале вместе с колпаком поворачивается и резцедержатель, а после его фиксации колпак, преодолевая трение колодок, навинчивается на винт и надежно закрепляет резцедержатель.

Если по мере износа рукоятка 6 в зажатом состоянии останавливается в неудобном для токаря месте, то подшлифованием или заменой компенсационного кольца 5 можно установить ее в требуемое положение.

При понижении точности фиксации резцодержатель нужно разобрать, тщательно промыть в керосине и очистить рабочие поверхности сопрягаемых деталей.

Регулировка зазора в винтовой передаче поперечных салазок. Конструкция гайки (рис. 123) позволяет по мере необходимости регулировать зазор в винтовой передаче. Для этого при снятой крышке 4, выколодкой из мягкого металла отворачивают контргайку 2. Затем, завинчивая гайку 3, увеличивающую зазор в передаче, вновь надевают крышку 4 и затягивают болты 5.

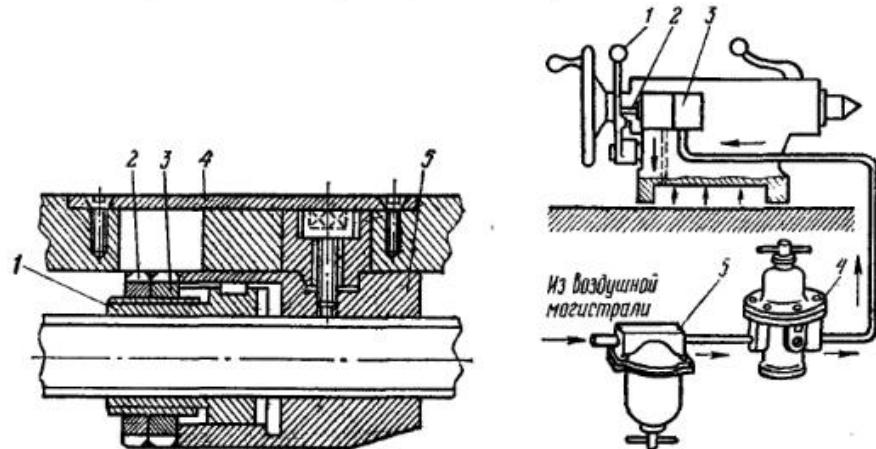


Рис. 123. Конструкция гайки для регулирования зазора в винтовой передаче поперечных салазок суппорта станка 16К20

Рис. 124. Пневмооборудование задней бабки станка 16К20:
1 — рукоятка закрепления бабки и включения пневматики; 2 — кнопка пневмовыключателя; 3 — маслораспылитель; 4 — влагоотделитель

личивают расстояние между полугайками 1 и 5 до необходимой величины. Оптимальный зазор в винтовой паре рекомендуется устанавливать в пределах одного деления лимба.

Регулировка зазора в направляющих салазок суппорта. Нормальным можно считать такое состояние суппорта, когда его салазки перемещаются равномерно, без заеданий, а при приложении боковых усилий не покачиваются.

Зазор в направляющих типа «ласточкин хвост» поперечных и верхних салазок выбирают клиньями 1 (см. рис. 122) с помощью регулировочных винтов. В продольных салазках для этой цели предусмотрена подшлифовка по мере необходимости передних и задних поджимных планок. Качество выполнения таких регулировок следует бдительно проверять перемещением салазок на всю длину хода.

Восстановление сальников каретки суппорта. Сальники на торцевых выступах каретки предотвращают загрязнение направляющих. В процессе эксплуатации сальники изнашиваются и засоряются. Признаком этого служат гряз-

ные полосы, остающиеся на направляющих станины при перемещении каретки. В этом случае войлочную набивку сальников следует промыть в керосине и пропитать маслом, а при значительном износе заменить.

Пневмооборудование задней бабки (рис. 124). При включении пневматики сжатый воздух из цеховой сети поступает по трубопроводу с монтированными влагоотделителем и маслораспылителем через пневмовыключатель к направляющим зад-

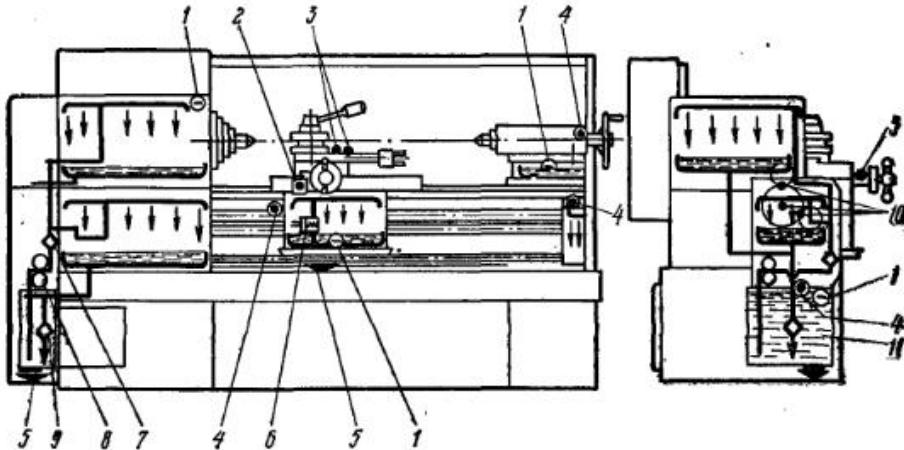


Рис. 124. Пневмооборудование задней бабки станка 16К20:

1 — маслоуказатели; 2 — кнопка золотника смазки направляющих продольных и поперечных салазок суппорта; 3 — точки ручной смазки; 4 — отверстия для залива масла; 5 — сливные отверстия; 6 — плунжерный насос; 7 — фильтр сетчатый; 8 — шестеренчатый насос; 9 — фильтр заливной с магнитным вкладышем; 10 — места консистентной смазки; 11 — резервуар масляный

ней бабки. Благодаря образованию на опоре так называемой воздушной подушки бабка слегка приподымается над направляющими станины и легко перемещается по ним.

Для предотвращения коррозии и нормального функционирования пневмосистемы необходимо: каждый раз по окончании работы салфеткой удалять влагу с направляющих станины и покрывать их тонким слоем масла; ежедневно перед началом работы спускать влагу из влагоотделителя; регулярно через 2—3 месяца снимать влагоотделитель для очистки и промывки; по мере необходимости доливать в маслораспылитель масло «Индустриальное И-20А».

Система смазки (рис. 125). В станке применена автоматическая централизованная система смазки коробки скоростей и подач от общего шестеренчатого насоса, приводимого в движение главным электродвигателем через ременную передачу. Засасываемое из резервуара масло проходит полнопроточный сетчатый фильтр и по трубкам поступает к подшипникам шпинделья и маслораспределительным лоткам. Отработанное масло возвращается в резервуар, через заливной фильтр, снабженный магнитным вкладышем. Работа системы контролируется маслоуказателем с вра-

щающимся диском, расположенным на лицевой стороне передней бабки.

Для механизма фартука используется циркуляционная система смазки с помощью плунжерного насоса. От этой же системы при нажиме на кнопку 2 два раза в смену смазываются направляющие продольных и поперечных салазок суппорта и опорные втулки ходового винта, размещенные в фартуке.

Опоры ходового винта, ходового вала и задней бабки смазываются фитилями из резервуаров, в которые масло заливают ежедневно. Резервуар задней бабки заполняют до вытекания масла из отверстия маслоуказателя.

Сменные зубчатые колеса и ось промежуточного колеса гитары смазываются один раз в неделю солидолом.

Остальные точки смазывают один раз в месяц вручную, с помощью шприцмасленки.

Для коробок скоростей и подач рекомендуется применять масло «Индустриальное И-20А», для прочих мест — «Индустриальное И-30А».

Действующий станок нуждается в профилактическом уходе: сетчатые и магнитные элементы фильтров следует не реже одного раза в месяц тщательно промывать в керосине; в процессе работы следить за вращением диска маслоуказателя передней бабки, при его остановке станок выключить и очистить сетчатый фильтр; через каждые 6 месяцев работы производить замену масла в резервуарах системы, предварительно промыв их керосином.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите общую характеристику станка 16К20.
2. Выполните кинематический разбор цепей главного движения и движения подач на рис. 116.
3. Запишите структурные формулы для определения частот вращения шпинделя и подач суппорта по кинематической схеме (рис. 119).
4. Перечислите профилактические меры по уходу за станком 16К20.

§ 50. Модернизация токарных станков

Для развития техники производства необходимо постоянно совершенствовать существующий парк металлорежущих станков. В промышленности наряду с высокопроизводительными станками действуют станки, конструкция которых не отвечает современным требованиям. Они обладают низкими технологическими возможностями (малой частотой вращения, небольшими подачами, малой мощностью и др.), что не позволяет использовать высокие режущие свойства твердосплавных инструментов.

Модернизация предусматривает решение следующих основных вопросов: увеличение верхнего предела частот вращения и подач, расширение их диапазона, увеличение мощности и жесткости станка, оснащение его дополнительными устройствами, улучшающими условия труда и безопасность работы.

Повышение быстроходности и мощности станков — главное направление модернизации. Скорость резания можно увеличить (в 1,5—2 раза) без особой переделки станка: установить на нем более мощный электродвигатель, увеличить диаметр ведущего шкива ременной передачи, установить редуктор между двигателем и коробкой скоростей. Выполнение указанного часто ограничивается невысокой прочностью звеньев цепи главного движения станка, таких, как ременная передача, фрикционная муфта, колеса с малым числом зубьев коробки скоростей, подшипники шпинделя и др.

Для усиления слабых звеньев плоскоременную передачу заменяют клиновременной, увеличивают количество клиновых ремней, во фрикционную муфту добавляют некоторое количество пластин, слабое зубчатое колесо изготавливают из более прочного металла, подшипники скольжения заменяют подшипниками качения и т. д.

Верхний предел подач можно увеличить, если изменить передаточное отношение колес гитары, фартука или последней пары колес в коробке подач.

Жесткость станка повышают, регулируя зазоры до нормальной величины в подшипниках шпинделя и салазках суппорта, более тщательно подгоняя сопряжение поверхностей деталей суппорта, устанавливая и закрепляя станок на более жестком фундаменте, балансируя шкивы и крупные колеса коробки скоростей.

Для улучшения условий работы в фартуке устанавливают предохранительную муфту, позволяющую вести обработку ступенчатых поверхностей по упорам, резьбовое крепление задней бабки на станке заменяют быстродействующим эксцентриковым зажимом, на суппорте дополнительно устанавливают задний резцодержатель. Для сверления с механической подачей заднюю бабку снабжают замком, позволяющим соединить ее с суппортом.

Перед изменением кинематических звеньев станка, необходимо сделать проверочный расчет допустимой перегрузки деталей по скорости и мощности.

Модернизация станков имеет большое народнохозяйственное значение. В ее осуществлении участвуют не только инженерно-технические работники, но и опытные рабочие.

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение и основные пути модернизации токарных станков.
2. Как можно повысить мощность и быстроходность токарного станка?
3. Каким образом увеличить верхний предел подач токарного станка?
4. За счет чего можно повысить жесткость станка и улучшить условия работы на нем?

§ 51. Проверка точности токарных станков

Назначение проверки. Точность обрабатываемых деталей во многом определяется точностью работы станка, которая в свою очередь зависит от многих условий: качества установки и выверки станка на фундаменте, степени износа деталей его, величины зазора

в подвижных соединениях, прочности крепления и фиксации деталей и узлов, качества смазки и т. д.

Новые и капитально отремонтированные станки перед вводом в эксплуатацию подвергаются следующим приемочным испытаниям: 1) испытанию станка на холостом ходу; 2) испытанию станка под нагрузкой; 3) проверке станка на точность обработки.

Такие же испытания рекомендуется проводить по мере износа станка с целью предупредить брак, своевременно восстановить станок и обеспечить безопасность работы на нем.

Рассмотрим основные положения, касающиеся испытания качества работы токарных станков.

Установка станка на фундамент. Мелкие и средние станки устанавливаются обычно на бетонный пол цеха и выверяются на горизонтальность клиньями. Проверка установки производится уровнем с точностью 0,03—0,05 мм на 1000 мм длины в продольном и попечном направлениях.

Под выверенный станок заливают цементный раствор. При повышенных требованиях к виброустойчивости станок закрепляют фундаментными болтами, которые по истечении нескольких суток, необходимых для окончательного затвердевания цемента, равномерно затягивают.

Крупные токарные станки и станки повышенной точности устанавливают на отдельном бетонном фундаменте.

Способ установки металлорежущих станков на виброзолирующие резинометаллические опоры, получивший в последнее время распространение, значительно облегчает монтаж и перепланировку оборудования в цехе.

Испытание станка на холостом ходу. Такое испытание выполняется, чтобы проверить действие механизмов станка без нагрузки, а именно: безотказное переключение коробок скоростей и подач, фартука; механизмы автоматического выключения и блокировки; систему смазки; степень нагревания подшипников; фиксацию рукояток управления и др.

Действие коробки скоростей проверяют, последовательно включая все частоты вращения шпинделя. После работы станка с наибольшей скоростью не менее одного часа температура подшипников шпинделя не должна превышать 60—70°.

Действие механизма коробки подач проверяют при наименьших, средних и наибольших подачах. По истечении такого же времени температура подшипников его должна быть не выше 50°.

Все механизмы должны работать плавно, без толчков и вибраций, включаться и реверсироваться легко, без значительных физических усилий, рывков и ударов; тормоз должен обеспечивать быструю остановку станка при выключении; рукоятки управления — надежно фиксироваться в установленных положениях; смазка — поступать во все предусмотренные места.

При проверке действия механизма фартука и суппорта необходимо обратить внимание на плавность и равномерность механических движений последнего, безотказность выключения подачи при

его соприкосновении с упором (если в фартуке предусмотрена предохранительная муфта), равномерность прилагаемого усилия при ручных перемещениях по всей длине хода, нормальную работу блокировочного устройства.

Проверке подлежит также электрооборудование. В переключателях, кнопочных станциях и других аппаратах не допускаются даже малейшие неисправности.

Испытание станка под нагрузкой. При таком испытании обрабатывают несколько деталей-образцов с постепенным увеличением режима резания до максимально допустимого по мощности (разрешается кратковременная перегрузка до 25%). Особое внимание уделяют действию фрикционной муфты коробки скоростей, которая должна включаться плавно, без ударов и не буксовывать даже при значительной перегрузке. Необходимо, чтобы предохранительная муфта фартука надежно срабатывала при достижении допустимого усилия подачи.

Проверка станка на точность обработки. Точность нового и капитально отремонтированного станка должна удовлетворять нормам соответствующих стандартов. Стандарты предусматривают два способа проверки: 1) практическую — изготовление контрольных образцов с последующей их проверкой универсальными измерительными инструментами; 2) геометрическую — путем проверки точности формы и расположения узлов и деталей станка.

При первом способе обтачивают цилиндрическую поверхность, подрезают торец и нарезают резьбу на образцах, погрешности которых ограничиваются допусками стандарта. Например, для станков нормальной точности нецилиндричность обработанной поверхности образца — не выше 0,02 мм на длине 200 мм.

По второму способу с помощью контрольных оправок, индикатора и уровня проверяются отдельные показатели геометрической точности станка: радиальное и осевое биение шпинделя, прямолинейность продольного перемещения суппорта, параллельность осей шпинделя и пиноли задней бабки к направлению продольного перемещения суппорта, одновысотность осей шпинделя и пиноли задней бабки и др. Величина проверяемых показателей не должна превышать допустимых значений норм точности по ГОСТ 18097—72. Так, для станков нормальной точности с наибольшим диаметром обработки до 800 мм радиальное и осевое биение шпинделя не должно быть больше 0,01 мм, отклонение от одновысотности — 0,04 мм.

Контрольные вопросы

1. Как устанавливают и выверяют токарные станки на фундаменте?
2. Объясните назначение и выполнение испытаний станка на холостом ходу и под нагрузкой.
3. Как выполняются практическая и геометрическая проверки точности работы станка?

Глава IX ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

§ 52. Общие сведения

Виды поверхностей и требования к ним. Поверхности, получаемые вращением криволинейной образующей вокруг оси, называются **фасонными**. Они могут иметь сложную и простую форму. У первых образующая состоит из участков различной кривизны, которые могут соединяться между собой прямыми линиями; у вторых — в виде дуги определенного радиуса. Характерными примерами сложных фасонных поверхностей могут служить поверхности ручек маховичков суппорта, а простых — шаровые поверхности.

Точность выполнения фасонных поверхностей должна соответствовать техническим условиям рабочего чертежа по размерам, форме, расположению и шероховатости.

Способы обработки и установка резцов. На токарных станках фасонные поверхности обрабатываются фасонными резцами, комбинированием двух подач, по копиру и при помощи специализированных приспособлений.

При всех способах обработки фасонных поверхностей резцы должны располагаться строго на уровне высоты оси центров станка, в противном случае форма обработанной поверхности будет искажена.

Подготовка заготовок. Фасонные поверхности имеют неравномерный припуск на отдельных участках. Для облегчения их обработки поверхностям заготовок рекомендуется придать вначале приближенную ступенчатую форму, близкую к необходимой. Это можно достичь предварительным точением резцами общего назначения. При этом на окончательную обработку по фасонному контуру оставляют небольшой припуск — 0,8—1,5 мм на диаметр.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды фасонных поверхностей и требования к ним.
2. Какими способами можно обработать фасонные поверхности на токарном станке?
3. Как на станке устанавливают резцы при обработке фасонных поверхностей?
4. В чем заключается подготовка заготовок под обработку фасонных поверхностей?

§ 53. Обработка фасонными резцами

Область применения. Резцы. Такой способ применяют для изготовления деталей партиями в условиях серийного производства при ширине фасонного участка примерно до 40—50 мм. Обработку ведут стержневыми, призматическими и круглыми фасонными резцами (рис. 126), режущая кромка которых имеет форму контура детали.

Стержневые резцы наиболее просты в изготовлении. Они обычно

оснащаются приваренными к стержню пластинками из быстрорежущей стали или припаянными — из твердого сплава. Иногда такие резцы выполняют сборными в виде режущей пластины, механически закрепленной в державке.

Фасонный контур таких резцов образуется заточкой по задней поверхности с подгонкой формы режущей кромки по шаблону, который используется также для контроля установки резца на станке.

Чтобы избежать искажения контура детали, передний угол стержневых резцов делают равным 0° . Задний угол выполняют в пределах 10 — 12° . Переточку по мере затупления производят по

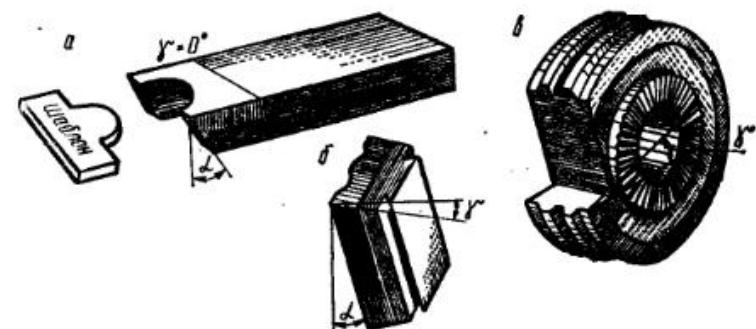


Рис. 126. Фасонные резцы:
а — стержневой; б — призматический; в — круглый

передней поверхности, пока сохраняется фасонный профиль. При искажении профиля резец периодически поправляют заточкой по задней поверхности.

Недостатки стержневых резцов: малое количество возможных переточек и недостаточная чистота обработки, обусловленная шероховатостью режущей кромки после заточки. Эти недостатки устранены в конструкции призматических и круглых резцов, имеющих шлифованный профиль задней поверхности и допускающих большое число переточек только по передней поверхности. Кроме того, предусмотренная у таких резцов коррекция фасонного профиля позволяет создавать положительные значения передних углов. Задние углы образуются соответствующей установкой резцов на станке.

Призматический резец 1 (рис. 127, а) располагают на станке на клюино под углом α к вертикали и закрепляют за хвостовик 2 типа «ласточкин хвост» в державке 3.

Круглый резец 1 (рис. 127, в) устанавливают по отверстию на оси державки 2. Зубцы на одном из торцов (см. рис. 126, в) препятствуют повороту резца силами резания, а также позволяют регулировать положение режущей кромки по оси детали. Для создания заднего угла ось резца располагают выше оси детали на величину h (рис. 127, в). При $\alpha=12^\circ$ эта величина составляет примерно 0,1 диаметра резца.

Приемы обработки. Для получения правильного профиля на детали наиболее выступающая точка режущей кромки фасонного резца должна находиться на уровне оси центров станка. Кроме того, резец следует ориентировать относительно оси детали с помощью шаблона (см. рис. 126, а): плоской стороной его прижимают к обработанной поверхности заготовки, а в фасонную выемку вводят до беззазорного соприкосновения резец. Вылет резца из резцедержателя должен быть наименьший.

Фасонные резцы работают в тяжелых условиях, так как срезают широкую стружку. Из-за этого поперечную подачу для них следует

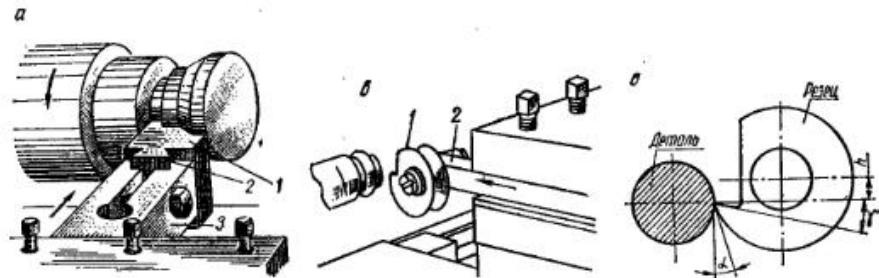


Рис. 127. Установка фасонных резцов на станке:

а — призматического; б, в — круглого

выбирать заниженную в пределах 0,02—0,08 об/мин в зависимости от жесткости детали. Ввиду небольшой глубины фасонного профиля подачу резца обычно осуществляют вручную. Для зачистки обработанной поверхности в конце рабочего хода резца рекомендуется сделать небольшую выдержку, а затем отвести его от детали.

Скорость резания для быстрорежущих резцов при обтачивании стальных деталей принимают в пределах 20—35 м/мин, для чугуна 16—20 м/мин. Охлаждение: по стали — эмульсии или лучше сульфоферезол, по чугуну — всухую или керосин.

Контрольные вопросы

1. Объясните особенности конструкции, геометрии и заточки фасонных резцов.
2. Как устанавливают фасонные резцы на станке?
3. Какие значения режимов резания рекомендуются для работы фасонными резцами.

§ 54. Обработка комбинированием двух подач и по копиру

В единичном производстве обработку фасонных поверхностей, особенно большой длины, часто выполняют наиболее доступным способом — проходными резцами при одновременном использовании продольной и поперечной подач. Последовательность обработки фасонной поверхности этим способом показана на рис. 128.

Вначале проходным отогнутым резцом фасонному участку придают приближенную ступенчатую форму. Оставшийся припуск уда-

ляют чистовым двусторонним резцом, одновременно перемещая суппорт маховиками продольной и поперечной подач. При этом продольная подача должна выполняться равномерно, без остановок, иначе на обработанной поверхности останутся риски. Необходимо профиль детали периодически контролировать шаблоном на просвет. Длинные поверхности, если токарь имеет достаточные навыки, можно обрабатывать с механической продольной и ручной поперечной подачами.

Рассмотренный способ получения фасонных поверхностей мало-производителен и не обеспечивает высокой чистоты обработки.

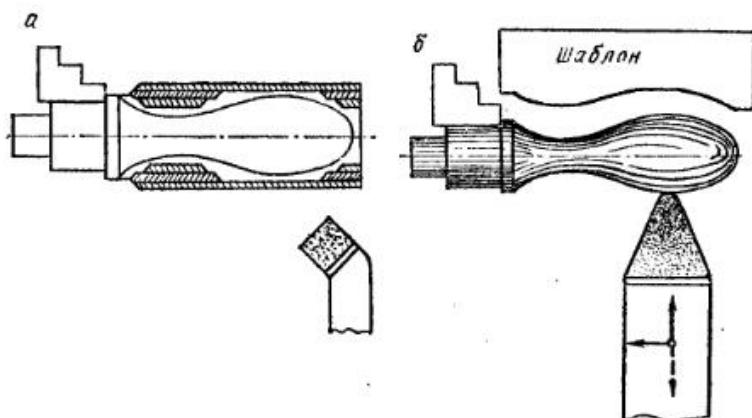


Рис. 128. Обтачивание фасонной поверхности комбинированием двух подач:

а — предварительно; б — окончательно

Более высокое качество и производительность достигаются обработкой фасонных поверхностей по копиру, когда на поверхности обрабатываемой детали воспроизводят фасонный контур плоского или круглого копира. Для этого резцу сообщаются одновременно два движения — задающее и следящее. Первое, равномерное, движение обычно выполняется продольной подачей суппорта, второе — переменное, передается резцу от щупа, перемещающегося по копиру, посредством механической, гидравлической или электрической передач.

Примером механической копировальной системы может служить конусная линейка для обработки конусов. Если вместо нее применить фасонный копир, то можно обрабатывать фасонные поверхности.

Механический копировальный суппорт токаря В. К. Семинского (рис. 129) позволяет автоматизировать обработку ступенчатых и фасонных поверхностей. Для этого вместо резцедержателя на суппорте устанавливают и закрепляют корпус 1, в отверстии которого может перемещаться пиноль 4 вместе с резцом 5 и щупом 2. Во время работы щуп постоянно прижат пружинами 7 к копиру 3, ко-

торый шарнирно соединен с закрепленным на станине кронштейном 6.

При включении механической подачи щуп скользит по копиру, сообщая резцу необходимое следящее движение. По окончании обработки суппорт отводят назад на 20—30 мм и поворотом рукоятки 8 с эксцентриком подают пиноль вперед так, чтобы щуп во время обратного хода не касался копира. В исходном положении суппорта пиноль возвращается в рабочее состояние поворотом рукоятки 8 в обратном направлении.

Простой и вместе с тем доступный на любом токарном станке способ обработки коротких поверхностей при помощи круглого копира изображен на рис. 130. Копиром служит образцовая деталь

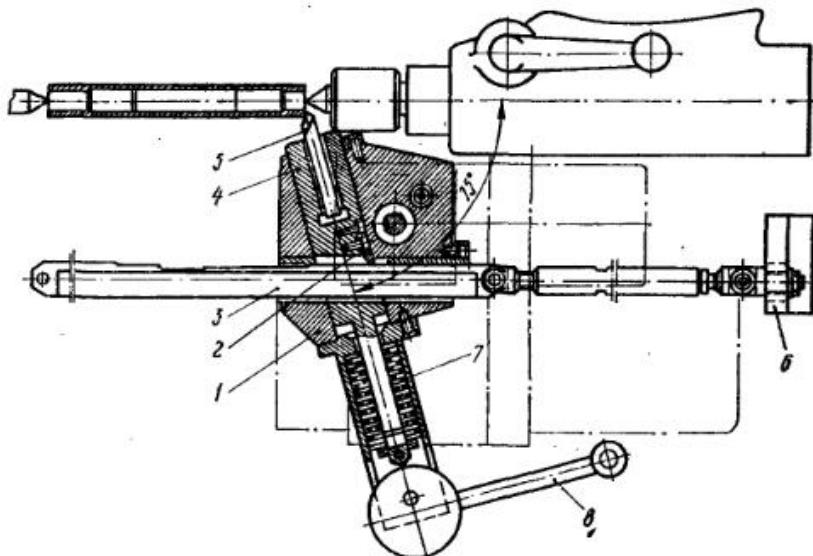


Рис. 129. Механический копировальный суппорт

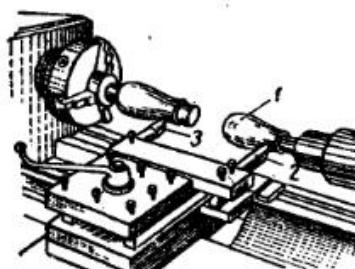


Рис. 130. Обтачивание фасонной поверхности по копиру, установленному в пиноль задней бабки

1 с конусным хвостовиком, установленная в пиноль задней бабки.

В резцедержателе с помощью неложной державки закрепляются резец 3 и такой же по форме щуп 2. Перемещая суппорт вручную одновременно продольно и поперечно, надо следить за тем, чтобы щуп все время касался поверхности копира. Резец, совершая аналогичные движения, обточит на детали такой же профиль. Если токарь имеет достаточные навыки, продольную подачу суппорта можно выполнять механически.

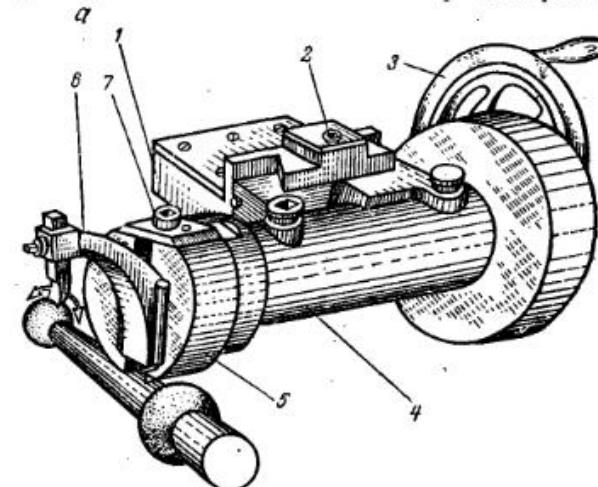
Контрольные вопросы

1. Объясните сущность обработки фасонных поверхностей способом комбинирования двух подач.
2. В чем заключается принцип обработки фасонных поверхностей по копиру? Приведите примеры.

§ 55. Обработка с помощью специализированных приспособлений

Фасонные поверхности простой формы можно обрабатывать круговым перемещением резца по дуге необходимого радиуса. Для этого применяют различные приспособления.

Приспособление для обтачивания шаровых поверхностей (рис. 131, а) закрепляется хвостовиком 1 в резцедержателе суппор-



б

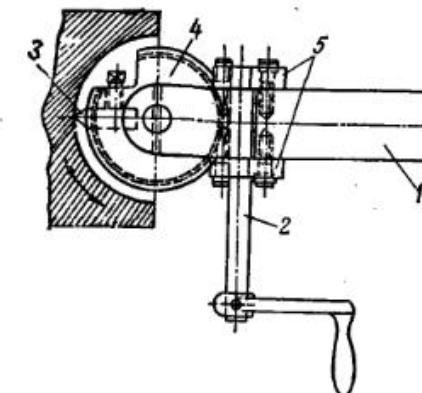


Рис. 131. Приспособление для обработки сферических поверхностей:
а — наружных; б — внутренних

та. К хвостовику при помощи направляющих «ласточкин хвост» подведен корпус 4, который можно регулировать по высоте винтом 2. Внутри корпуса проходит валик, на левом конце которого закреплена поворотная головка 5 с резцодержателем 6. Валик вместе с головкой, резцодержателем и резцом можно поворачивать вручную маховичком 3, это необходимо для создания обкатывающего движения. Для настройки приспособления на различные радиусы поверхностей надо резцодержатель вместе с резцом поднимать или опускать регулировочным винтом 7.

Приспособление для расточки внутренней полусферы (рис. 131, б) состоит из державки 1, закрепляемой в резцодержателе суппорта. На левом конце ее установлен поворотный диск 4, выполненный в форме червячного колеса. В диске закреплен резец 3, круговое вращение которого осуществляется червяком 5, сидящим на валике 2.

Резец можно регулировать для обработки сферических поверхностей различного радиуса. Глубину резания устанавливают продольным перемещением верхних салазок суппорта.

Виды брака фасонных поверхностей.

1. Погрешности фасонного контура детали. Причины: неправильная заточка фасонного резца, установка резца выше или ниже линии центров станка, прогиб детали под действием сил резания, недостаточно плавная подача, неправильная установка фасонного резца относительно оси детали, неправильная форма или неверная установка копира.

2. Увеличенная шероховатость поверхности. Причины: большая или неравномерная ручная подача, непрочное и нежесткое закрепление резца и детали, неправильная заточка резца.

Предупредить эти причины можно более внимательным выполнением работ, а также предварительным контролем фасонных резцов и копиров.

Контрольные вопросы

1. Объясните принцип действия приспособлений для обработки сферических поверхностей.

2. Укажите характерные виды и причины брака фасонных поверхностей.

Глава X

ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

Отделочные операции — полирование, доводку, обкатывание, раскатывание, выглаживание и накатывание — выполняют для уменьшения шероховатости, повышения размерной точности и износостойкости ранее обработанной поверхности или для нанесения на нее рифлений определенного узора.

§ 56. Полирование

Полирование выполняют для уменьшения шероховатости и повышения блеска поверхностей детали. На токарных станках оно осуществляется шлифовальными шкурками на бумаге или полотне. Сталь и цветные металлы обрабатывают шкурками из корунда 15А — 25А, чугун и другие хрупкие материалы — шкурками из карбида кремния 54С — 64С. Зернистость шкурки в зависимости от предъявляемых к обрабатываемой поверхности требований принимают в пределах 50—3.

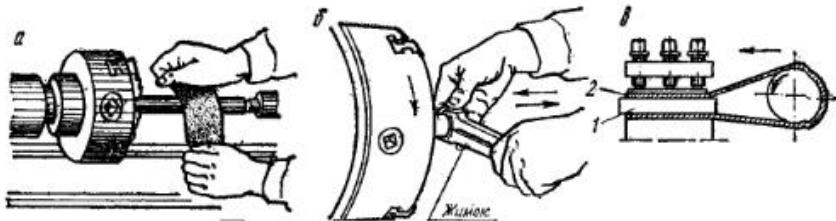


Рис. 132. Полирование деталей на токарном станке

В процессе работы полоску шкурки, удерживаю обеими руками (рис. 132, а) (передний конец — левой рукой, противоположный — правой), прижимают к вращающейся полируемой поверхности и перемещают возвратно-поступательно вдоль нее. Удерживать шкурку рукой в обхват нельзя, так как она может намотаться на деталь и защемить пальцы. Стоять у станка необходимо с поворотом корпуса вправо примерно под углом 45° к оси центров.

Полирование обычно выполняют последовательно несколькими шкурками с постепенным уменьшением их зернистости.

Цилиндрические поверхности удобно полировать жимком (рис. 132, б), состоящим из двух шарнирно соединенных деревянных брусков. В радиусные углубления брусков кладывают шлифовальную шкурку, которую прижимают жимком к обрабатываемой поверхности. Удерживая рукоятки жимка левой рукой, а правой поддерживающая шарнир, осуществляют возвратно-поступательную продольную подачу.

Полирование можно выполнять также при закреплении шлифовальной шкурки в резцодержателе суппорта (рис. 132, в) с помощью деревянного бруска 1 и металлической планки 2.

Внутренние поверхности полируют шкуркой, закрепленной и намотанной на деревянной оправке.

Полируемая деталь сильно нагревается и удлиняется. Поэтому, когда она поджата центром, надо периодически проверять, насколько тую он зажат, и, если требуется, немого ослабить.

Чтобы получить более качественную поверхность, надо увеличить насколько возможно частоту вращения детали. Кроме того, при окончательном полировании рекомендуется натирать шкурку мелом.

Контрольные вопросы

1. Для какой цели выполняют полирование?
2. Приведите характеристику применяемых шлифовальных шкурок.
3. Объясните приемы полирования на токарном станке.

§ 57. Доводка

Назначение и сущность. Доводка выполняется для повышения точности поверхности (до 5—6-го квалитета) и уменьшения ее шероховатости. Специальными инструментами — притирами — вместе с абразивными материалами с поверхности детали удаляются мельчайшие неровности.

Абразивные и связующие материалы. Рабочая поверхность притира насыщается (шаржируется) твердыми абразивными материалами: порошками электрокорунда — для доводки сталей и карбида кремния — для чугуна и других хрупких материалов.

Зернистость порошков выбирается в зависимости от требуемой шероховатости. Предварительную доводку выполняют микропорошками М40 — М14, чистовую — М10 — М5 (номер микропорошка соответствует размерам зерен в микрометрах).

Из доводочных паст наиболее часто используются пасты ГОИ, изготовленные на основе мягкого абразивного материала — окиси хрома в смеси с химически активными и связующими веществами. По доводочной способности такие пасты делятся на грубые, средние и тонкие.

В качестве связующих и смазывающих материалов при доводке применяют керосин или минеральное масло.

Притиры — втулки с продольным разрезом, позволяющим регулировать их по диаметру для компенсации износа.

Притиры для предварительной доводки снабжены продольными или винтовыми канавками, в которых во время работы собираются остатки абразивного материала. Окончательная доводка ведется притирами с гладкой поверхностью.

Доводка наружной поверхности (рис. 133, а) выполняется притиром 1, который устанавливается в жимок 2 и регулируется по мере необходимости винтом 3.

Для обработки отверстий притир 3 (рис. 133, б) устанавливают на конической оправке 1 и регулируют за счет осевого перемещения гайками 2 и 4.

Материал притира выбирают в зависимости от его назначения и применяемого абразивного материала.

При доводке твердыми абразивными материалами, зерна которых вдавливаются в притир, материал последнего должен быть мягче материала обрабатываемой детали. Кроме того, чем крупнее зерна применяемого порошка, тем мягче материал следует выбирать для притира. Для грубой доводки рекомендуются притиры из мягкой стали, меди, латуни, а для предварительной и чистовой — из мелкозернистого серого чугуна средней твердости.

Для работы пастами ГОИ притир должен иметь большую твер-

дость, чем доводимая деталь. В этом случае хорошие результаты дает применение притиров из закаленной стали или серого чугуна повышенной твердости.

Шаржирование поверхности притиров твердыми абразивными материалами выполняется прямым или косвенным способом.

При прямом способе поверхность притира слегка смачивают керосином или маслом и равномерно посыпают тонким слоем абразивного порошка. Затем абразивные зерна вдавливаются в притир,

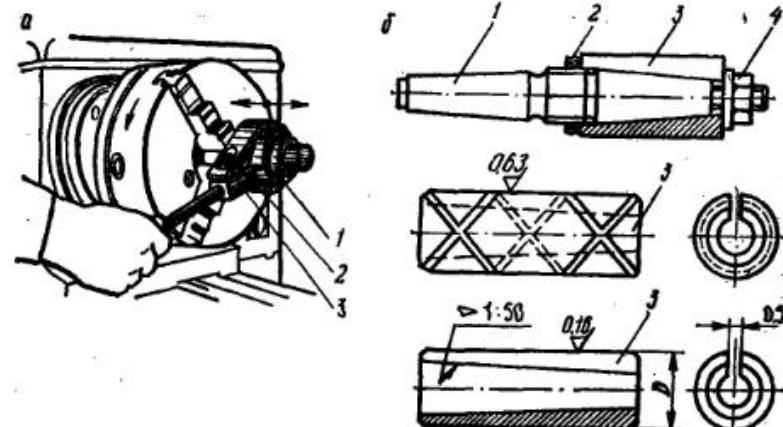


Рис. 133. Доводка наружной поверхности (а) и притиры для отверстий (б)

для чего его прокатывают по стальной закаленной плите или раскатывают закаленным валиком.

Косвенный способ более прост, но менее эффективен. В этом случае смазанную поверхность притира посыпают абразивным порошком, который шаржируется в процессе доводки.

При шаржировании притиров пастой ГОИ ее густо разводят керосином и равномерным тонким слоем наносят на рабочую поверхность.

Приемы доводки. Поверхность детали обрабатывают под доводку чистовым точением или шлифованием с припуском 0,01—0,03 мм на диаметр.

При доводке наружных цилиндрических поверхностей обрабатываемую деталь закрепляют в патроне или центрах, а притир надевают на нее и равномерно и медленно перемещают вручную вдоль вращающейся детали. По мере износа притир регулируют по диаметру.

Для доводки отверстий притир закрепляют в шпинделе или патроне, а надетую на него деталь удерживают руками и равномерно перемещают в продольном направлении.

Дополнительно насыщать притир можно только абразивным порошком или пастой той же зернистости или более крупной. Предварительную и чистовую доводки выполняют разными притирами.

Окружная скорость детали или притира принимается при предварительной доводке 10—20 м/мин, при чистовой — 5—6 м/мин в целях уменьшения нагрева детали.

Контрольные вопросы

1. Для чего выполняется доводка и в чем ее сущность?
2. Объясните устройство притиров и выбор материала для них.
3. Какие абразивные и связующие материалы применяются для доводки?
4. В чем заключается подготовка притира и детали под доводку?
5. Объясните приемы доводки.

§ 58. Упрочняющая обработка обкатыванием, раскатыванием и выглаживанием

Назначение и инструменты. Эти виды обработки выполняются для упрочнения поверхностного слоя детали, повышения его износостойкости и уменьшения шероховатости. Процесс протекает без снятия стружки за счет разглаживания неровностей, полученных после точения.

Обкатывание наружных поверхностей и раскатывание отверстий выполняется роликовыми и шариковыми обкатками и раскатками, выглаживание — алмазными наконечниками.

Обкатка с симметричным расположением ролика на двух опорах (рис. 134, а) используется для обработки наружных цилиндрических и конических поверхностей на проход. Для обработки ступенчатых поверхностей, уступов и торцов применяют обкатку с односторонним расположением ролика (рис. 134, б).

Шариковые раскатки и обкатки (рис. 134, в, г) снабжены пружиной, необходимое давление которой устанавливают регулировочным винтом. Такие инструменты позволяют успешно обрабатывать

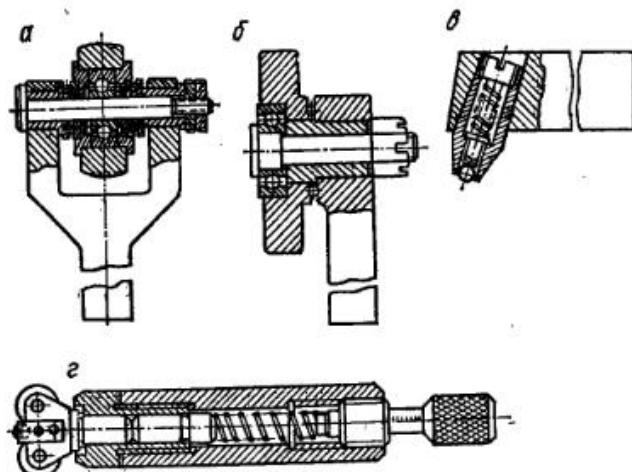


Рис. 134. Инструменты для упрочняющей обработки:
а, б — обкатки роликовые; в, г — раскатка и обкатка шариковые

нежесткие детали, так как шарик, имея точечный контакт с поверхностью, не нуждается в сильном поджиме.

Алмазный наконечник 1 (рис. 135) для выглаживания представляет собой державку с алмазом, рабочая поверхность которого имеет сферическую или цилиндрическую форму. Наконечник закрепляют в цилиндрической оправке 2 и вместе с ней устанавливают в корпус 3. Требуемое давление алмаза на обрабатываемую поверхность создается регулируемой пружиной, помещенной внутрь корпуса.

Приемы работы. Под упрочняющую обработку поверхность детали подготавливают чистовым точением с шероховатостью не выше R_{z10} . Учитывая, что диаметр поверхности в процессе такой обработки несколько изменяется, наружные поверхности детали следует выполнять по наибольшему предельному размеру, а внутренние — по наименьшему.

Упрочняющий инструмент, закрепленный в резцодержателе станка, подводят вплотную к поверхности вращающейся детали. Производят не сильный, но достаточно плотный поджим и за 2—3 возвратно-поступательных прохода с механической подачей обрабатывают поверхность детали до требуемой чистоты. Для уменьшения трения и нагревания обрабатываемую поверхность рекомендуется смазать маслом.

Подача при обкатывании шариком принимается не более 0,1 мм/об, роликом с радиусным профилем — 0,1—0,2 мм/об. Выглаживание алмазом выполняется с подачей 0,03—0,06 мм/об.

Скорость вращения изделия 40—80 м/мин.

Контрольные вопросы

1. Для чего выполняется упрочняющая обработка?
2. Какие инструменты применяют при этом?
3. Как подготавливают поверхности детали под упрочняющую обработку?
4. Объясните приемы выполнения упрочняющей обработки.

§ 59. Накатывание

Назначение и инструменты. Накатывание выполняется для создания на поверхностях некоторых деталей (ручках, головках винтов и др.) специально предусмотренной шероховатости, выполненной в виде рифлений определенного узора. Для этого пользуются накатками, состоящими из накатного ролика и державки.

Для нанесения прямого узора применяют однороликовую накатку, сетчатого — двухроликовую (рис. 136) соответственно с правым и левым направлениями рифлений.

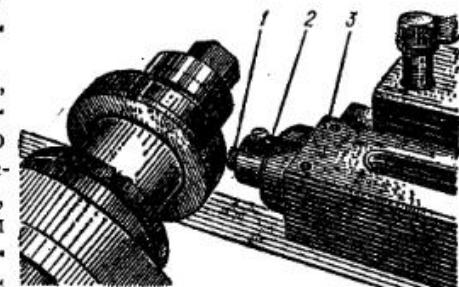


Рис. 135. Алмазное выглаживание

Накатные ролики 1 изготавливают из инструментальных сталей и закаливают до высокой твердости. На их цилиндрической поверхности выполняются рифления с углом профиля 70° для стальных деталей и 90° — для деталей из цветных металлов с шагом от 0,5 до 1,6 мм.

Накатка закрепляется с наименьшим вылетом в резцодержателе суппорта так, чтобы образующая ролика была строго параллельна оси детали. Проверяют это по обрабатываемой поверхности на просвет. Ось ролика однороликовой накатки должна находиться на уровне оси центров станка. Для двухроликовой накатки точность установки по высоте не имеет существенного значения, так как в

этом случае ролики самоустанавливаются по обрабатываемой поверхности за счет шарнирного соединения обоймы 2 с державкой 3 (см. рис. 136, б).

Приемы накатывания. При накатывании металла выдавливается, поэтому поверхность детали обтачивают до диаметра, меньше номинального примерно на 0,5 шага рифлений.

Ролики подводят вплотную к вращающейся детали и ручной подачей вдавливают в обрабатываемую поверхность на некоторую глубину. Выключив вращение детали, проверяют точность образовавшегося рисунка. Затем включают вращение шпинделя и продольную подачу и выполняют накатывание на требуемую длину за несколько проходов в обе стороны

до получения полной высоты рифлений. В конце каждого прохода, не нарушая контакта с заготовкой, накатку подают поперечно на требуемую глубину.

Накатные ролики следует периодически очищать проволочной щеткой от застрявших в углублениях металлических частиц.

Продольную подачу принимают примерно равной удвоенной величине шага рифлений (1—2,5 мм/об), скорость вращения детали — в пределах 15—20 м/мин.

Обрабатываемую поверхность смазывают маслом.

Контрольные вопросы

1. Какими инструментами выполняют накатывание, как их устанавливают на станке?

2. Объясните приемы накатывания.

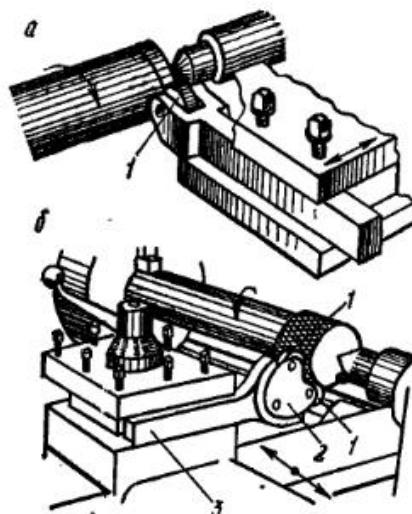


Рис. 136. Накатывание прямого (а) и сетчатого (б) узоров

Глава XI

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ РЕЗЦАМИ

§ 60. Нарезание треугольных резьб

Область применения. Резьбовыми резцами выполняют треугольные резьбы крупных размеров, повышенной точности или строго соосных с другими поверхностями детали. Будучи универсальным, этот способ в то же время малопроизводителен. Поэтому им следует пользоваться лишь в случаях, когда другие способы нарезания и накатывания резьб, описанные в гл. V, выполнить невозможно.

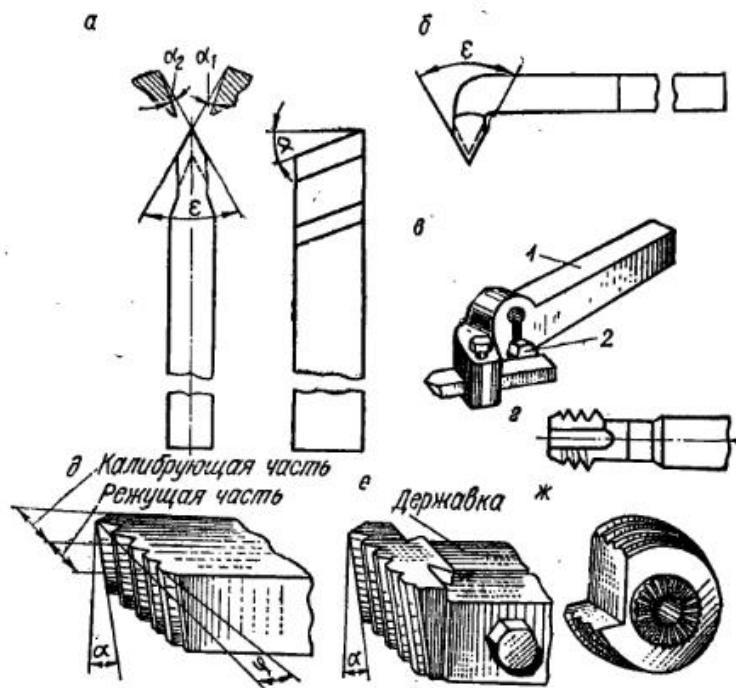


Рис. 137. Резьбонарезные инструменты:
а, б, е — резьбовые резцы; в, д, е, ж — резьбовые гребенки

Применяемые инструменты. Нарезание осуществляют резьбовыми резцами и гребenkами.

У быстрорежущих резцов для наружных и внутренних резьб (рис. 137, а, б) угол профиля ϵ и форма вершины должны соответствовать данным резьб. Для твердосплавных резцов угол профиля ϵ уменьшают на $30\text{--}60'$, так как резание с высокой скоростью приводит к некоторому увеличению этого угла на резьбе.

Чтобы избежать искажения профиля резьбы, передний угол γ для чистовых резцов делают равным 0° , для черновых резцов — в пределах $5-10^\circ$. Задний угол α при вершине должен быть от 12 до 15° . Боковые задние углы α_1 и α_2 зависят от угла подъема резьбы. Так как для крепежных резьб этот угол не превышает $1^{\circ}30'$, то практически им пренебрегают и выполняют $\alpha_1 = \alpha_2 = 4-6^\circ$.

Режущие кромки резцов должны быть строго прямолинейны, без видимых зазубрин, иначе все неточности будут перенесены на профиль резьбы. Поэтому резцы после заточки доводят по узким ленточкам задних поверхностей. Контроль профиля заточенных резцов выполняют по шаблонам (см. рис. 138).

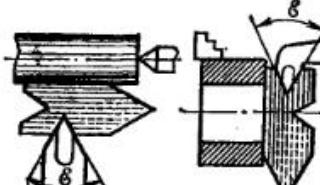


Рис. 138. Контроль установки резьбового резца шаблоном

При чистовом нарезании хорошие результаты обеспечивают короткие резьбовые резцы, устанавливаемые в пружинящую державку 1 (рис. 137, *в*). Болтом 2 можно регулировать жесткость державки. Когда он плотно затянут, державка становится жесткой. Такой резец, сталкиваясь с более твердыми частицами металла, слегка отжимается и не портит резьбу.

В серийном производстве широко используются резьбовые гребенки для внутренних (рис. 137, *г*) и наружных (рис. 137, *д, е, ж*) резьб. Они имеют 5—6 зубцов, из которых 2—3 скосены под углом $\varphi=25-30^\circ$ и образуют режущую часть. Остальные зубцы, с полным профилем, составляют калибрующую часть гребенки.

Гребенки производительнее резьбовых резцов, так как позволяют нарезать резьбу за меньшее число проходов. Однако они могут быть применены только для резьб со свободным выходом и определенного шага.

Установка резцов на станке. Резьбовые резцы располагают строго на уровне оси центров станка так, чтобы ось профиля их была перпендикулярна к оси детали. Установка проверяется шаблоном, как показано на рис. 138.

Если до окончания выполнения резьбы резец снимают для заточки, то повторно его устанавливают так, чтобы он вошел в ранее прорезанную канавку. Регулировку продольного положения резца в этом случае выполняют перемещением верхних салазок суппорта.

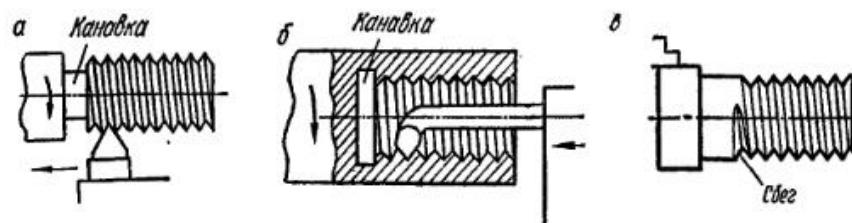


Рис. 139. Канавки для выхода резца (*а, б*) и сбег резьбы (*в*)

Так же поступают, когда черновое и чистовое нарезание резьбы ведется за две установки заготовки на станке.

Подготовка заготовки под резьбу. Нарезаемый участок заготовки подготовливают обтачиванием, сверлением или растачиванием, учитывая возможное выдавливание металла в процессе резания.

Диаметр стержня под резьбу уменьшают примерно на 0,1 шага по сравнению с наружным диаметром резьбы. В начале резьбового участка протачивают небольшую фаску для притупления захода винтовой канавки.

Диаметр сверла под метрические резьбы определяют по формуле (6):

$$d_{\text{св}} = D - P.$$

Для прочих крепежных резьб диаметр сверла находят по соответствующим таблицам справочника.

Для выхода резца в конце нарезаемых участков делают канавку (рис. 139, *а, б*) шириной 2—3 шага и глубиной немного больше высоты профиля резьбы. В некоторых случаях при выполнении резьбы на болтах и других деталях канавки не делают, а в конце каждого прохода резец быстро отводят назад, получая при этом сбег резьбы (рис. 139, *в*).

Настройка станка на шаг резьбы. С помощью коробки подач и сменных колес гитары токарно-винторезные станки настраивают на любой шаг стандартных резьб. Кроме того, в большинстве станков предусмотрена настройка на шаги точных и специальных резьб, используя лишь гитару сменных колес. В этом случае вращение от шпинделя на ходовой винт осуществляется через реверс и сменные колеса гитары. Настройка выполняется подбором чисел зубьев сменных колес.

Для нарезания резьбы цепь движения подачи (рис. 140) должна быть настроена так, чтобы суппорт за каждый оборот шпинделя переместился продольно на шаг резьбы P . На основании формулы (23) передаточное отношение сменных колес гитары i_g можно записать в следующем виде:

$$i_g = \frac{P_p}{P_x i_p}, \quad (24)$$

где P_p — шаг нарезаемой резьбы, мм; P_x — шаг ходового винта, мм; i_p — передаточное отношение реверса.

Передача сменными колесами гитары обычно осуществляется одной или двумя парами колес, то есть простой или сложной зубчатой передачей. Передаточные отношения их определяются по формулам (17) и (18):

$$i = \frac{z_1}{z_2}; \quad i_{\text{общ}} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4}.$$

Таким образом, решение задачи подбора чисел зубьев сменных колес сводится к следующему.

1. По формуле (24) определяют передаточное отношение гитары i_g .

2. По формулам (17) и (18) подбирают для i_g числа зубьев сменных колес умножением числителя и знаменателя на одно и то же число. Результатом этого умножения должны быть соответствующие количества зубьев колес в нормальном наборе.

По особому заказу к токарно-винторезным станкам прикладываются наборы зубчатых колес, в частности пятковых, числа зубьев которых кратны 5: 20; 25; 30; 35 и т. д. до 120 и 127. Последнее ко-

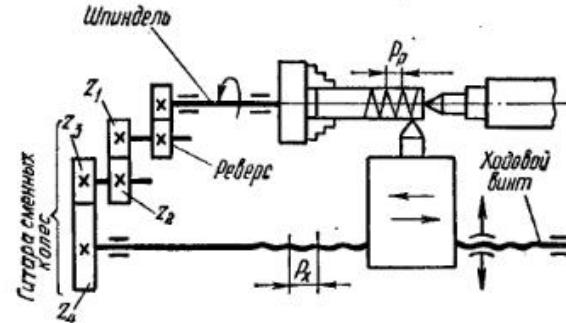


Рис. 140. Схема цепи движения подачи при нарезании резьбы

лесо предназначено для нарезания дюймовой резьбы на станке с метрическим ходовым винтом.

Подобранные в результате расчета колеса сложной передачи могут не сцепиться, если одно из них окажется слишком большим по диаметру и упрется в палец гитары. Поэтому, прежде чем установить их на станок, передачу проверяют на сцепляемость, которая обеспечивается при следующих условиях:

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15;$$

$$z_3 + z_4 \geq z_2 + 15,$$

где z_1 и z_3 — числа зубьев ведущих колес; z_2 и z_4 — числа зубьев ведомых колес.

При подборе простой передачи из двух колес их сцепляют паразитным колесом, а нужное направление вращения ходового винта устанавливают реверсом. Так же поступают, если невозможно сцепить какую-либо пару колес в сложной зубчатой передаче.

Пример. Требуется настроить токарный станок на шаг резьбы при следующих данных: $P_x = 12$ мм; $P_p = 1$ мм; $i_p = 1$.

Решение. По формуле (24)

$$i_g = \frac{1}{12}.$$

Умножив числитель и знаменатель на 20, получим

$$i_g = \frac{20}{240}.$$

Колеса с числом зубьев 240 нет в наборе. Поэтому разлагаем числитель и знаменатель на сомножители:

$$i_g = \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3}.$$

Числитель и знаменатель первой дроби умножим на 20, второй — на 25. Получим

$$i_g = \frac{20}{80} \cdot \frac{25}{75}.$$

Такие колеса имеются в наборе. Ведущее колесо 20 устанавливается на валик реверса, последнее ведомое колесо 75 — на вал коробки подач. Колеса 80 и 25 закрепляются на общей втулке и устанавливаются на палец гитары.

Проверим сцепляемость передачи:

$$20 + 80 > 25 + 15; 25 + 75 > 80 + 15.$$

Следовательно, сцепляемость обеспечивается.

Приемы нарезания резьбы. Винтовую канавку прорезают за несколько черновых и чистовых проходов. В конце каждого прохода резец поперечным движением быстро выводят из канавки и обратным ходом стапка возвращают суппорт в исходное положение.

Подачу резца на глубину резания можно выполнять различными способами.

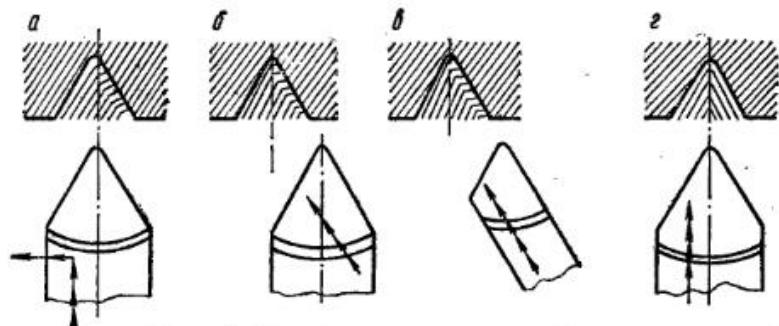


Рис. 141. Способы прорезания винтовой канавки

При черновых проходах, когда срезается относительно толстая и жесткая стружка, канавку следует прорезать так, чтобы резец резал только одной режущей кромкой. Для этого его подают в начале каждого прохода поперечно на глубину резания и продольно (рис. 141, а). Отношение продольной подачи, выполняемой по лимбу верхних салазок, к поперечной должно составлять примерно 0,5.

Тот же результат можно получить при подаче резца параллельно одной из сторон профиля резьбы (рис. 141, б) верхними салазками, которые для метрических резьб разворачивают под углом 60° к оси центров станка. Для этой цели лучше применять односторонний резец (рис. 141, в), у которого заточить положительный передний угол, что значительно облегчит процесс резания.

При чистовых проходах, когда срезаются тонкие стружки и профиль резьбы придается требуемая форма и чистота, резец углубляют в канавку только поперечной подачей, как показано на рис. 141, г.

Возвращение суппорта в исходное положение после каждого прохода в большинстве случаев выполняется обратным ходом станка, которое совершается быстрее прямого, благодаря этому сокращаются потери времени на холостые движения. Однако при нарезании длинных, только «четных», резьб, когда шаг ходового винта P_x делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы P_p , маточную гайку можно выключать и отводить суппорт в исходное положение ручной или ускоренной механической подачей. Например, при $P_x=12$ мм четными будут резьбы с шагом $P_p=0,25; 0,5; 1,5; 2; 3; 4; 6; 12$. В этом случае при включении маточной гайки в любом исходном положении суппорта обеспечивается попадание резца в предварительно прорезанную винтовую канавку.

Левые резьбы в отличие от правых выполняют при движении резца от передней бабки к задней.

Режим резания имеет ряд особенностей, которые следует учитывать при выборе его по нормативным таблицам справочника.

Для резьбовых резцов вместо глубины резания устанавливают число проходов, что объясняется особыми условиями их работы. По мере углубления резца в винтовую канавку увеличивается активная длина режущих кромок и резание усложняется. Поэтому глубину резания в процессе нарезания резьбы приходится менять, постепенно уменьшая ее для каждого последующего прохода.

Подача при нарезании однозаходных резьб равна шагу резьбы, многозаходных — ходу.

Кроме общей зависимости от условий работы, скорость резания при нарезании резьб до уступа приходится снижать, чтобы своевременно вывести резец из канавки в конце рабочего хода (если станок не оснащен приспособлением для автоматического отвода резца от детали). Кроме того, для предупреждения поломки резца станок рекомендуется выключать немного раньше конца резьбового участка. Оставшуюся часть пути суппорт проходит по инерции. Когда резец доходит до канавки в конце резьбы, его быстро отводят от детали, включают обратный ход станка и возвращают суппорт в исходное положение.

Нарезание резьб быстрорежущими резцами ведется с применением смазывающе-охлаждающих жидкостей: по стали — эмульсии или сульфофрезола, по цветным металлам — индустриального масла И-20А или керосина.

Контрольные вопросы и задания

1. В каких случаях треугольные резьбы нарекают резцами?
2. Изобразите геометрию резьбового резца и укажите значения углов заточки.
3. Как выполняется установка резьбовых резцов на станке?
4. Как подготавливают поверхности заготовок под резьбу?
5. Подберите сменные колеса гитары для нарезания резьб с шагом 13 мм, 21 мм, 9 ниток на 1", если шаг ходового винта $P_x=12$ мм, а $i_p=1$.

6. Укажите способы прорезания винтовых канавок.

7. Когда можно выключать маточную гайку для возвращения суппорта в исходное положение?
8. Каковы особенности выбора режима резания для выполнения резьб резцами?

§ 61. Нарезание ходовых резьб

Системы резьб. Ходовые резьбы предназначены для преобразования вращательного движения в поступательное. К ним относятся: трапециoidalные, упорные, модульные и прямоугольные резьбы.

Трапециoidalные резьбы (рис. 142, а) имеют профиль равнобедренной трапеции с углом между сторонами 30° . Сопряжение резьбы осуществляется по боковым сторонам витков, а для размещения смазки по наружному и внутреннему диаметрам предусмотрены

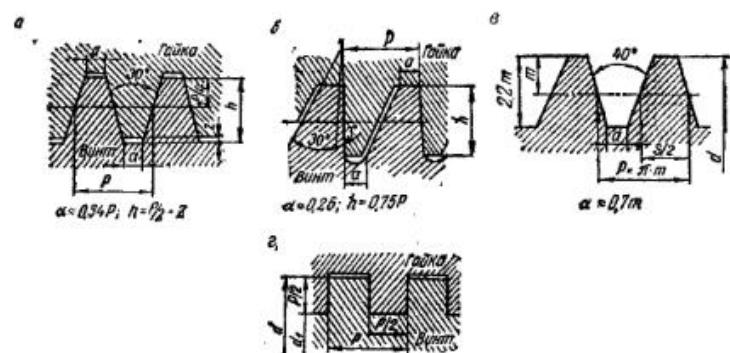


Рис. 142. Профили ходовых резьб:

а — трапециoidalной; б — упорной; в — модульной; г — прямоугольной

гарантированные зазоры. Стандартом установлены резьбы с名义 диаметрами от 10 до 640 мм и шагами 2—48 мм. На чертеже обозначают наружный диаметр и шаг резьбы, например Трап 60×12.

Упорные резьбы (рис. 142, б) имеют профиль неравнобедренной трапеции с общим углом между сторонами 33° , при этом рабочая сторона наклонена под углом 3° . Для повышения прочности витков впадины винта закруглены. Такие резьбы способны воспринимать большие односторонние нагрузки, поэтому их применяют в винтовых прессах, домкратах и др. Центрирование винта и гайки осуществляется по наружному диаметру, а по ширине витков предусмотрен гарантированный зазор. Стандартом установлены упорные резьбы с диаметром от 10 до 600 мм и шагом от 2 до 48 мм, которые обозначаются на чертеже произведением наружного диаметра и шага, например Уп 70×10.

Модульная резьба (рис. 142, в) используется для нарезания червяков, работающих в паре с червячными колесами. Профиль такой резьбы представляет собой равнобедренную трапецию с углом между боковыми сторонами 40° . Шаг и другие размеры резьбы зависят

от модуля m , величина которого ограничивается стандартом от 0,3 до 50 мм.

Прямоугольная резьба (рис. 142, ε) имеет квадратный профиль. Из-за недостаточной прочности витков и трудности изготовления эти резьбы не стандартизованы и применяются ограниченно. Центрирование резьбы осуществляют по внутреннему диаметру.

Особенности нарезания. Ходовые резьбы применяются в кинематических цепях для передачи движений, поэтому точность обработки их должна быть более высокой, чем крепежных резьб. Нарезание

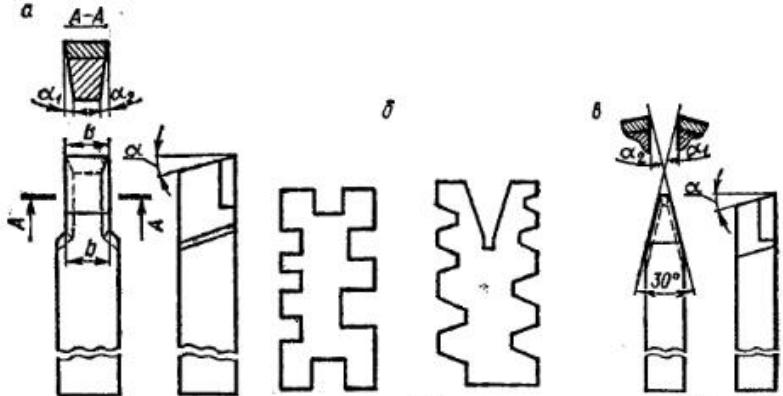


Рис. 143. Резцы для прямоугольных (а) и трапецидальных (в) резьб и шаблоны для их контроля (б)

таких резьб должен выполнять токарь достаточно высокой квалификации на более точных и отрегулированных станках.

Другая особенность ходовых резьб — наличие у них более крупных шагов и, следовательно, больших углов подъема. Поэтому такие резьбы большей частью нарезаются последовательно несколькими резцами, установка которых зависит от угла подъема резьбы.

Отличается также подготовка поверхностей заготовок под нарезание ходовой резьбы. Так как у таких резьб отсутствуют острые вершинки, некоторое выдавливание металла при прорезании винтовой канавки наблюдается лишь в виде небольших заусенцев по внешним уголкам профиля. Их обычно удаляют напильником в конце нарезания. В связи с этим исходные поверхности заготовок под ходовые резьбы выполняют по номинальным значениям диаметров резьб: для винтов — по наружному диаметру, для гаек — по внутреннему.

Применяемые резцы и их установка на станке. Чистовые резцы для ходовых резьб (рис. 143) затачиваются и доводятся по шаблонам соответственно шагу резьбы.

Чтобы исключить искажение профиля резьбы, передние углы чистовых резцов принимают равными 0° . Главный задний угол делают в пределах $\alpha = 6\text{--}8^\circ$. Боковые задние углы зависят от величи-

ны и направления угла подъема резьбы. Для пояснения этой зависимости рассмотрим рис. 144.

Боковые стороны винтовой канавки наклонены под углом подъема φ , который определяется по формуле (5) (см. § 33).

При установке резца параллельно оси детали (рис. 144, а) задний угол α_1 должен быть больше угла φ , иначе резание будет невозможно, а угол α_2 может иметь даже нулевое значение.

Практически для правых резьб принимают $\alpha_1 = \varphi + 3^\circ$, $\alpha_2 = 3^\circ$, для левых резьб значения углов меняются местами. При такой установ-

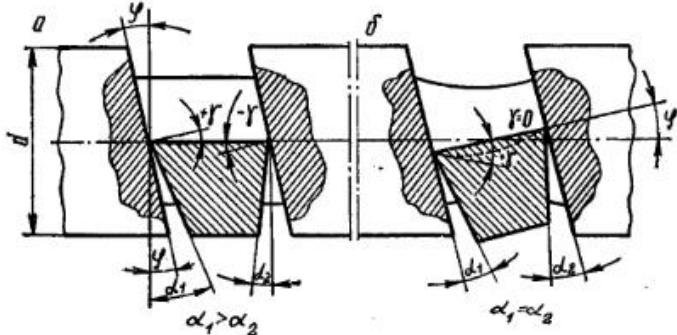


Рис. 144. Установка чистовых (а) и черновых (б) резцов при нарезании ходовых резьб

ке боковые режущие кромки резца работают в разных условиях. Если левая кромка имеет положительный передний угол, то правая — отрицательный. Поэтому правая кромка резца не режет, а мнет металл, особенно при больших углах подъема резьбы. Такая установка применяется для чистовых резцов, которые придают профилю резьбы окончательную форму и размеры.

С целью облегчить условия резания черновые резцы для выполнения резьб с углом $\varphi > 3^\circ$ устанавливают по схеме, приведенной на рис. 144, б, перпендикулярно к боковым сторонам профиля резьбы (под углом φ к оси детали). В этом случае условия работы обеих режущих кромок становятся одинаковыми, передний угол $\gamma = 0^\circ$. Для придания последнему положительного значения на передней поверхности черновых резцов рекомендуется делать радиусную выемку (на рис. 144, б показана штриховой линией). Задние боковые углы резца при такой установке делают одинаковыми в пределах $3\text{--}4^\circ$.

Впадина резьбовой канавки при установке резца под углом к оси получается слегка вогнутой. Это следует учитывать при нарезании прямоугольных резьб, которые центрируются по внутреннему диаметру.

Учитывая довольно тяжелые условия резания, резцы надо устанавливать с наименьшим вылетом из резцодержателя иочно крепить винтами. Чистовые резцы устанавливаются точно по высоте

центров станка, ось профиля их располагается строго перпендикулярно к оси детали по шаблонам (см. рис. 143, б).

Поворот черновых резцов на угол можно выполнить при помощи державок (рис. 145), оснащенных поворотными головками или резцами с круглым стержнем.

Прорезание винтовых канавок. Ходовые резьбы с шагом до 3—4 мм выполняют обычно одним чистовым резцом; резьбы с более крупным шагом — вначале черновыми резцами, затем чистовыми.

На рис. 146, а показано выполнение прямоугольной резьбы двумя резцами: предварительно черновым резцом 1 с шириной режущей части на 0,5—1 мм меньше требуемой ширины канавки (по дну канавки оставляется припуск 0,2—0,3 мм для чистовой обработки) и окончательно чистовым резцом 2.

Повысить чистоту боковых сторон профиля прямоугольной резьбы можно нарезанием ее по схеме, показанной на рис. 146, б — канавочным резцом 1 и двумя подрезными 2 и 3.

На рис. 146, в, г, д показано нарезание трапецидальных резьб. Резьбы с небольшим шагом (рис. 146, в) обрабатывают двумя резцами: предварительно канавочным резцом 1 шириной примерно $0,34 P$ на полную глуби-

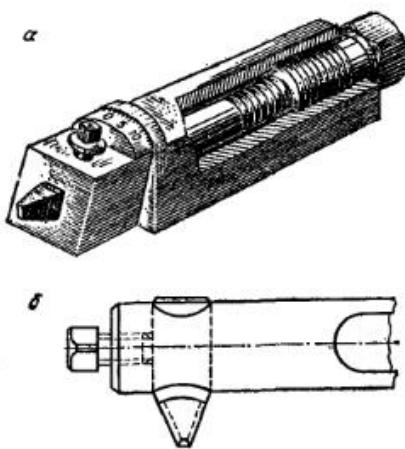


Рис. 145. Державки для поворота резьбовых резцов на угол подъема: а — с поворотной головкой; б — оснащенной резцом с круглым стержнем

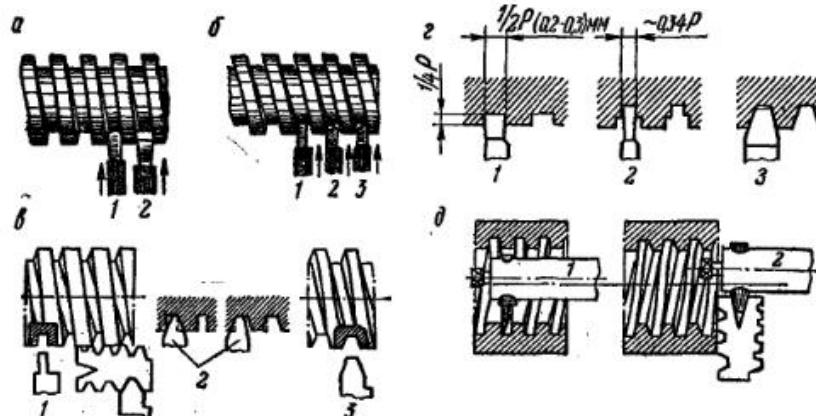


Рис. 146. Схемы прорезания винтовых канавок прямоугольных (а, б) и трапецидальных (в, г, д) резьб

ну и окончательно чистовым резцом 3. При более крупном шаге рекомендуется после чернового канавочного резца обработать раздельно правую и левую стороны профиля узким угловым резцом 2, а затем калибровать профиль чистовым резцом.

Резьбы с крупным шагом часто выполняют тремя резцами (рис. 146, г). Вначале прорезают широкую канавку (до среднего диаметра резьбы) канавочным резцом 1, ширина которого принимается на 0,2—0,3 мм меньше $\frac{1}{2} P$. Затем канавку обрабатывают узким резцом 2 на полную глубину профиля шириной $\approx 34 P$. Окончательно резьбу калибруют чистовым резцом 3.

Такие же способы нарезания применяются при изготовлении внутренних резьб, одна из схем обработки которых приведена на рис. 146, д.

Контроль резьб в процессе обработки производится шаблонами (рис. 147). Шаблон своим выступом устанавливают в прорезанную канавку и располагают в осевой плоскости. По его прилеганию к сторонам профиля канавки определяют годность резьбы.

Шаблоном можно косвенным путем проверить средний диаметр трапецидальной резьбы (рис. 147, б). Его накладывают на виток так, чтобы дно выемки касалось вершины профиля резьбы. Если при этом уголки шаблона касаются боковых сторон профиля в точках А и В, то средний диаметр резьбы правлен.

В серийном производстве контроль трапецидальных резьб производят предельными резьбовыми калибрами,

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы особенности нарезания ходовых резьб?
2. Как устанавливают на станке резцы для ходовых резьб?
3. Предложите последовательность нарезания трапецидальных резьб с шагом $P=3; 8$ и 20 мм.

§ 62. Особенности нарезания многозаходных резьб

У многозаходных резьб (рис. 148) различают ход и шаг.

Ходом t называется расстояние между одноименными точками соседних витков одной и той же винтовой канавки, измеренное параллельно оси резьбы. Шаг P равен расстоянию между одноименными точками двух любых соседних витков. Зависимость между ними выражается формулой

$$t = kP \text{ мм.} \quad (25)$$

где k — число заходов.

Размеры профиля резцов для этих резьб определяют шагом, а токарный станок при их нарезании настраивают на ход резьбы.

Нарезание каждой винтовой канавки в отдельности осуществляется способами, рассмотренными в § 61. Отличие здесь в том, что ход делают на заходы для нарезания каждой последующей винтовой канавки. Это можно выполнить поворотом шпинделя с заготовкой на часть окружности относительно неподвижного резца или продольным смещением резца на шаг относительно неподвижной заготовки.

Возможность деления первым методом предусмотрена в конструкции станка 1К62, в котором на заднем конце шпинделя имеется круговая шкала с 60 делениями.

На станке 16К20 аналогичное делительное устройство расположено со стороны переднего конца шпинделя.

На станках, не имеющих такого устройства, повернуть заготовку на часть окружности можно с помощью делительного патрона (рис. 149, а). Патрон состоит из планшайбы 2, навертываемой на шпиндель 1, и градуированного кольца 4, скрепленного с планшайбой двумя болтами 3. Поворот кольца отсчитывается по градусной шкале относительно риск, нанесенных на планшайбе.

После нарезания одной винтовой канавки (первого захода) кольцо вместе с поводком 5 и заготовкой поворачивают на требуемое количество градусов: для двухзаходной резьбы — на 180° , для трехзаходной — на 120° и т. д.

Деление многозаходных резьб поворотом заготовки можно выполнить также по первому ведущему колесу гитары z_1 (рис. 149, б), когда число зубьев его кратно числу заходов нарезаемой резьбы. Если передаточное отношение от шпинделя к этому колесу равно единице, то поступают следующим образом. После нарезания первого захода на колесах z_1 и z_2 помечают соответственно зуб и впадину рисками 2 и 3. Затем по окружности колеса z_1 отсчитывают количество зубьев согласно требуемому углу поворота и наносят риску 1. При этом следует учитывать, что риска 2, от которой начинается отсчет, считается нулевой. Открепив гитару и опустив колесо z_2 , поворачивают шпиндель так, чтобы риска 1 расположилась на месте риски 2. Гитару вновь поднимают и закрепляют в первоначальном положении, при котором зуб 1 колеса z_1 должен войти во впадину 3 колеса z_2 . После этого нарезают второй заход резьбы. При нарезании каждого следующего захода указанные действия повторяют.

Наиболее простой и доступный способ деления хода на любом токарном станке — продольное смещение резца на шаг резьбы по лимбу верхних салазок суппорта. Точность отсчета смещения резца можно повысить до 0,01 мм, установив на каретке суппорта индикаторный упор.

Токарь-новатор К. В. Лакур предложил оригинальный способ

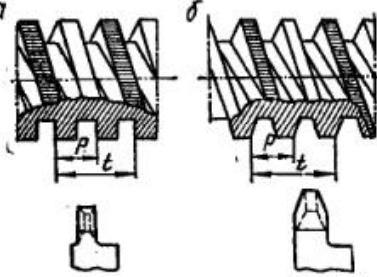


Рис. 148. Двухзаходные резьбы:
а — прямоугольная; б — трапециевидная

риски, нанесенной на планшайбе. После нарезания одной винтовой канавки (первого захода) кольцо вместе с поводком 5 и заготовкой поворачивают на требуемое количество градусов: для двухзаходной резьбы — на 180° , для трехзаходной — на 120° и т. д.

Деление многозаходных резьб поворотом заготовки можно выполнить также по первому ведущему колесу гитары z_1 (рис. 149, б), когда число зубьев его кратно числу заходов нарезаемой резьбы. Если передаточное отношение от шпинделя к этому колесу равно единице, то поступают следующим образом. После нарезания первого захода на колесах z_1 и z_2 помечают соответственно зуб и впадину рисками 2 и 3. Затем по окружности колеса z_1 отсчитывают количество зубьев согласно требуемому углу поворота и наносят риску 1. При этом следует учитывать, что риска 2, от которой начинается отсчет, считается нулевой. Открепив гитару и опустив колесо z_2 , поворачивают шпиндель так, чтобы риска 1 расположилась на месте риски 2. Гитару вновь поднимают и закрепляют в первоначальном положении, при котором зуб 1 колеса z_1 должен войти во впадину 3 колеса z_2 . После этого нарезают второй заход резьбы. При нарезании каждого следующего захода указанные действия повторяют.

Наиболее простой и доступный способ деления хода на любом токарном станке — продольное смещение резца на шаг резьбы по лимбу верхних салазок суппорта. Точность отсчета смещения резца можно повысить до 0,01 мм, установив на каретке суппорта индикаторный упор.

Токарь-новатор К. В. Лакур предложил оригинальный способ

деления многозаходных резьб. После нарезания первой винтовой канавки суппорт возвращают в исходное положение обратным ходом станка. Перед обработкой следующего захода отключают разъемную гайку и вручную смещают суппорт продольно на определенное число витков (шагов) ходового винта (влево или вправо). Затем гайку снова включают для дальнейшего нарезания.

Если при делении шага нарезаемой резьбы P_p на шаг ходового винта P_x получается целое число без остатка, то число витков ходо-

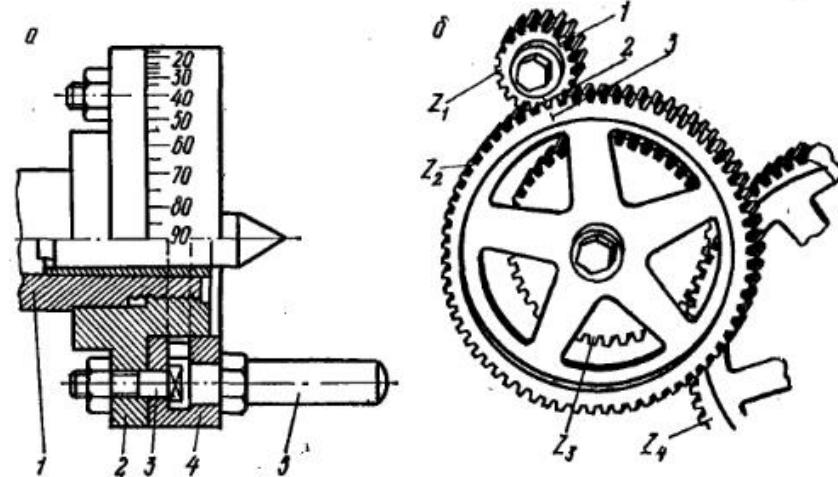


Рис. 149. Деление хода многозаходных резьб на заходы поворотом заготовки:
а — при помощи делительного патрона; б — по первому ведущему колесу гитары

вого винта n , на которое следует сместить суппорт, можно определить по формуле

$$n = \frac{P_p}{P_x}. \quad (26)$$

Когда такое деление невозможно, то пользуются формулой

$$n = \frac{Kt \pm P_p}{P_x}. \quad (27)$$

где K — коэффициент (целое число), принимаемый равным единице, двум и т. д.; t — ход резьбы, мм.

Пользуясь формулой (27), в числите следует выбрать знак (плюс или минус), при котором число витков n получается целым.

Пример. Определить число витков ходового винта, на которое должен быть смешен суппорт при нарезании трехзаходной резьбы с шагом $P_p=3$ мм на станке с шагом ходового винта $P_x=12$ мм.

В данном случае при делении шага резьбы на шаг ходового винта целого чис-

ла не получается, поэтому расчет надо вести по формуле (27). Приняв $K=1$, находим

$$n = \frac{1 \cdot 3 \cdot 3 \pm 3}{12} = \frac{9 \pm 3}{12}.$$

При знаке плюс получим

$$n = \frac{9 + 3}{12} = 1 \text{ виток.}$$

При знаке минус

$$n = \frac{9 - 3}{12} = \frac{1}{2} \text{ витка.}$$

Второе значение n , как не целое, отпадает.

Следовательно, в данном случае при переходе от нарезания одного захода к следующему суппорт должен быть смещен вправо или влево на один виток ходового винта.

При некоторых значениях шага и числа заходов нарезаемой резьбы и шага ходового винта применение рассмотренного способа деления невозможно.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются многозаходные резьбы от однозаходных?
2. Перечислите методы деления хода на шаги и объясните сущность каждого из них.

§ 63. Некоторые высокопроизводительные способы нарезания резьб

Повышение производительности труда при выполнении резьб резцами возможно главным образом за счет сокращения числа проходов и увеличения скорости резания. Творчески используя возможности токарно-винторезных станков и разрабатывая новые конструкции резцов и приспособлений, токари-новаторы добиваются значительных успехов.

Токарь В. М. Бирюков применил для нарезания метрических резьб твердосплавные резцы своеобразной конструкции (рис. 150, а). Резец имеет массивную отогнутую головку, благодаря чему он наряду с высокой прочностью обладает некоторой упругостью. Черновое нарезание выполняют резцом с углом профиля примерно на 10° больше, чем у чистового. Учитывая, что при скоростном нарезании резьбы происходит небольшое увеличение угла профиля, чистовой резец затачивают и доводят, создавая угол между режущими кромками $59^\circ 30'$. Такие резцы позволяют сократить число проходов и повысить скорость резания до 100—300 м/мин.

Для нарезания внутренних резьб токарь В. К. Семинский предложил жесткую конструкцию резьбового резца со скрученным стержнем (рис. 150, б), который позволяет увеличить глубину резания и тем самым сократить число проходов.

При нарезании внутренних резьб в глухих отверстиях очень трудно наблюдать за процессом резания и определять момент выво-

да резца из узкой канавки в конце резьбы. Для этого приходится снижать скорости резания. Способ нарезания внутренних резьб с подачей резца от внутреннего торца в направлении к задней бабке (рис. 150, в) исключает поломку резцов и дает возможность применять высокие скорости резания.

Для нарезания двухзаходных резьб можно использовать специальную двухрезцовую державку (рис. 150, г). Резцы устанавливают по шаблону так, чтобы расстояние между ними точно соответ-

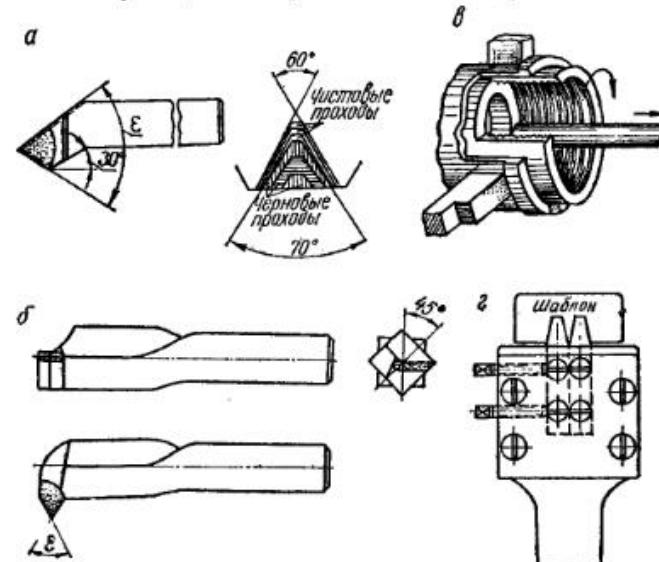


Рис. 150. Способы нарезания резьб, применяемые токарями-новаторами

ствовало шагу резьбы. За каждый проход нарезаются две винтовые канавки. Державку подобной конструкции можно применить также для резьб с числом заходов больше двух.

§ 64. Техника безопасности при нарезании резьб резцами. Виды брака

Техника безопасности. Кроме общих правил безопасной работы на токарных станках, при нарезании резьб необходимо соблюдать дополнительные меры предосторожности.

1. Следует надежно закреплять патрон на шпинделе во избежание самоотвинчивания при реверсировании.
2. Нельзя работать на станке с неисправными или неотрегулированными фрикционной муфтой коробки скоростей и тормозом.
3. Рукоятка переключения станка должна безотказно действовать и фиксироваться в соответствующих положениях.
4. Нельзя прижиматься к станине во время работы, так как быстро вращающийся ходовой винт может захватить полу халата.

При выполнении резьб резцами возможны следующие виды брака:

1. Неполнная резьба. Причина: неправильно выполненный диаметр заготовки под резьбу.
2. Срыв вершинок. Причина: работа затупившимся резцом.
3. Неточность шага резьбы. Причина: неточность ходового винта или неправильный подбор сменных колес гитары.
4. Непрямолинейность боковых сторон резьбы в осевой плоскости. Причина: установка резца выше или ниже оси центров станка.
5. Неправильный угол профиля и неверное его расположение к оси детали. Причины: неточная заточка и неправильная установка резца на станке.
6. Грубая шероховатость. Причины: работа затупившимся резцом, неправильный выбор смазывающе-охлаждающей жидкости и режима резания.

Контрольные вопросы

1. Какие дополнительные правила техники безопасности необходимо соблюдать при нарезании резьб резцами?
2. Укажите возможные виды брака при нарезании резьб резцами и их причины.

Глава XII

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Кроме относительно простых цилиндрических и плоских поверхностей, детали типа тел вращения могут иметь участки сложной формы (конические, фасонные и резьбовые), размеры которых определяются несколькими элементами. Для их обработки во многих случаях необходимы особая наладка станка и более высокая квалификация токаря.

Последовательность изготовления деталей с участками сложной формы устанавливается на основании ранее рассмотренных технологических правил (см. § 22). Однако при этом приходится решать следующие дополнительные задачи.

1. **Подготовка заготовок под обработку сложных поверхностей.** Проводится для того, чтобы удалить основной слой металла и возможно больше приблизить их форму к требуемой. Для этого поверхности заготовок под наружные конусы обтачивают по наибольшему диаметру, а под внутренние сверлят или растачивают по наименьшему диаметру конуса. Поверхностям под крутые конусы рекомендуется придавать ступенчатую форму обтачиванием или растачиванием с механической подачей либо сверлением несколькими сверлами с разными (от меньшего к большему) диаметрами.

Участкам заготовок под фасонные поверхности предварительной обработкой резцами придают ступенчатую форму, близкую к необходимой.

Поверхности заготовок под резьбу с треугольным профилем обрабатывают резцами либо сверлами до требуемого диаметра, учитывая возможное выдавливание металла в процессе резания. Для прямоугольных и трапецидальных резьб эти поверхности выполняются по номинальным диаметрам резьб. В конце резьбового участка, нарезаемого резцом, вытачивается канавка для выхода резца. На торце заготовки с целью притупления острого начала резьбового витка делают небольшую фаску. Если резьба нарезается плашкой, то такая фаска необходима для центрирования ее в начале резания.

2. **Выбор способа обработки сложных поверхностей.** Определяется на основе общего принципа наибольшей производительности с учетом величины партии деталей, возможностей станка, размеров поверхности и требуемой точности обработки. Так, из известных способов нарезания крепежных резьб на токарных станках эффективно выполнение их метчиками, плашками, нарезными и накатными головками. Однако эти способы можно применять в том случае, когда не требуется строгая соосность резьбы с другими поверхностями детали. Фасонные поверхности небольшой длины наиболее производительно обрабатывать фасонными резцами. Но экономически выгодно их применять в случае, когда партия деталей значительная. Длинные конусы нельзя выполнять угловым резцом или методом поворота верхних салазок суппорта. Для этого применяют способы обработки конусов в смещенных центрах или при помощи конусной линейки.

3. **Возможность выбора сложной поверхности в качестве технологической базы.** Это зависит от особенностей поверхностей.

Конические поверхности обеспечивают точное центрирование заготовок, но не могут служить базой, когда требуется высокая точность линейных размеров. Это объясняется тем, что небольшое изменение диаметра конуса влечет за собой значительные погрешности осевого положения заготовки на станке.

Фасонные поверхности весьма редко применяются в качестве технологических баз, так как для этого необходимо иметь приспособления с соответствующей формой зажимных поверхностей. Для этой цели иногда применяют специальный комплект сырых кулаков к токарному патрону. Их рабочим поверхностям придают фасонную форму.

Резьба довольно часто используется в качестве технологической базы, но только в тех случаях, когда не требуется высокая точность расположения поверхностей детали. Это ограничение объясняется наличием в резьбовых соединениях зазоров, которые трудно устранить.

4. **Включение обработки поверхностей сложной формы в операции.** Большинство способов обработки сложных поверхностей требует особой наладки токарного станка (нарезание резьб резцами, обработка конусов в смещенных центрах, обработка фасонных поверхностей по копиру и др.). В таких случаях выполнение сложных поверхностей следует выделять в отдельные операции. Вместе с тем

некоторые способы обработки этих же поверхностей, не требующие особой перестройки станка (нарезание резьб метчиками и плашками, обработка коротких конусов угловыми резцами и др.), можно включать в операцию в виде отдельных переходов.

С учетом изложенного рассмотрим характерные примеры изготовления деталей со сложными поверхностями.

Пример 1. Необходимо изготовить вал (рис. 151) со сложными поверхностями (конической и резьбовой) в количестве 10 штук. Заготовкой служит круглый прокат $\varnothing 34 \times 111$ мм.

На основании ранее рассмотренных правил построения технологического маршрута токарной обработки валов (см. § 23) в качестве единой чистовой базы для окончательного обтачивания точных поверхностей принимаем центровые отверстия. При черновой обработке установим заготовку в патроне и заднем центре с

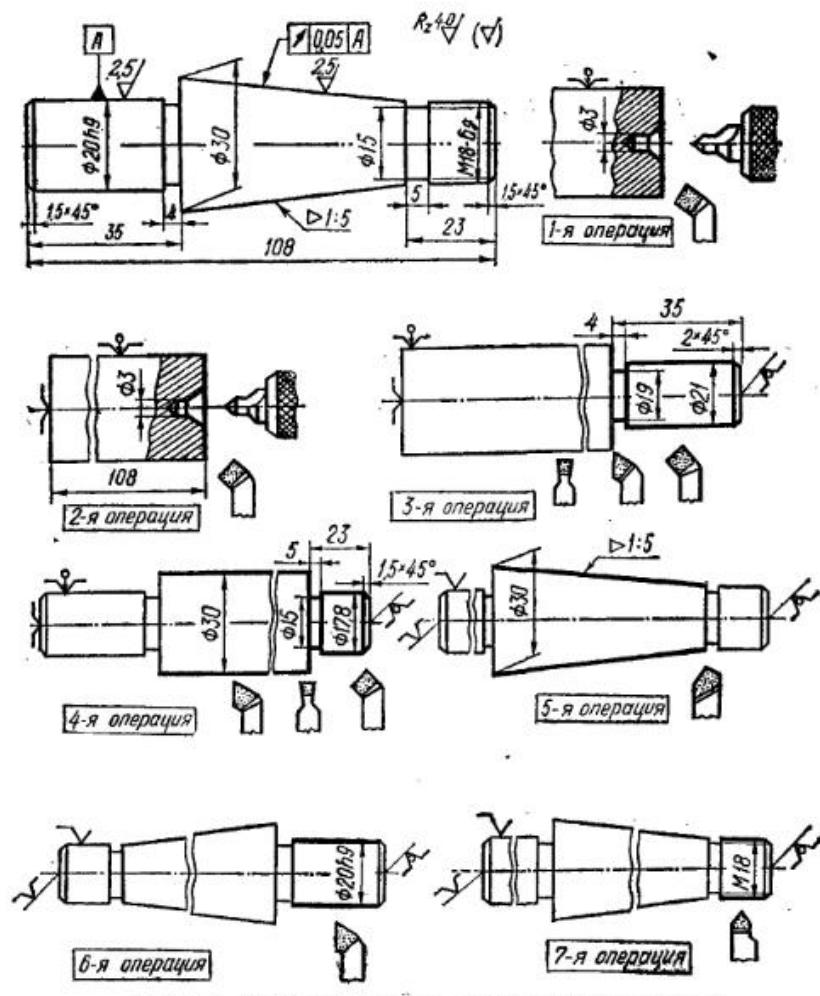


Рис. 151. Обработка вала со сложными поверхностями

опорой торца ее в шпиндельный упор. Для обработки конуса применим приспособление с конусной линейкой.

Резьбу M18 с относительно крупным шагом 2,5 мм выполним резцом, который в то же время обеспечит ее соосность с другими поверхностями вала.

Обработку сложных поверхностей (конус, резьбу), нуждающуюся в особой наладке станка, а также чистовое обтачивание цилиндра $\varnothing 20h9$ выделяем в самостоятельные операции.

Технологический процесс обработки расчленяем на семь операций. В 1-й и 2-й операциях подрезаем и центруем торцы. В 3-й предварительно обтачиваем цилиндр до $\varnothing 21$ мм, протачиваем фаску и вытачиваем канавку. В 4-й операции последовательно обтачиваем цилиндры под резьбу $\varnothing 17,8$ мм и конус $\varnothing 30$ мм, протачиваем фаску и вытачиваем канавку. В 5-, 6-, 7-й операциях окончательно обрабатываем конус, цилиндр $\varnothing 20h9$ и резьбу M18.

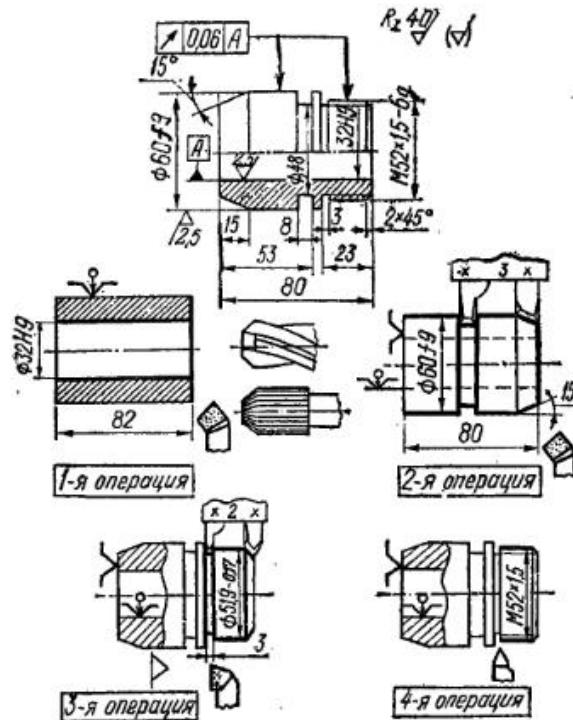


Рис. 152. Обработка втулки со сложной наружной поверхностью

Пример 2. На рис. 152 показана втулка со сложной наружной поверхностью, у которой требуется выдержать концентричность цилиндра $\varnothing 60f9$ и резьбы M52x1,5 к отверстию $\varnothing 32H9$. Составим технологический маршрут изготовления втулок в количестве 50 шт. для условий серийного производства из штучных заготовок $\varnothing 65 \times 84$ мм с предварительно просверленными отверстиями $\varnothing 30$ мм.

Технологический маршрут выполняем в следующем порядке.

1-я операция. Закрепляем заготовку в трёхкулачковом патроне. Подрезаем торец и обрабатываем отверстие последовательно зенкером № 1 диаметром 32 мм (под развертывание) и разверткой диаметром 32 мм 9-го квалитета точности.

2-я операция. Устанавливаем заготовку на разжимную хвостовую опправку. Подрезаем второй торец до размера длины детали (80 мм), обтачиваем ее по вер-

ху до диаметра 60/9 мм, резцами заднего резцедержателя обтачиваем конус и вытачиваем канавку $\varnothing 48 \times 8$ мм.

3-я операция. Установка та же. Обтачиваем поверхность под резьбу до диаметра 51,9-0,17, резцами заднего резцедержателя вытачиваем канавку шириной 3 мм и снимаем фаску $2 \times 45^\circ$.

4-я операция. Установка та же. Нарезаем резьбу M52×1,5 резцом.

В этом примере во всех операциях по обработке наружных поверхностей использована единая технологическая база — отверстие диаметром 32H9.

Контрольные вопросы

1. Какие поверхности называются сложными?
2. Как подготавливают заготовки под обработку сложных поверхностей?
3. Каким требованиям должен удовлетворять выбранный способ обработки сложной поверхности?
4. Приведите примеры использования сложных поверхностей в качестве технологических баз. Каковы особенности этих баз?
5. В каких случаях необходимо выделять обработку сложной поверхности в самостоятельную операцию?

Глава XIII

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ УСТАНОВКОЙ

К сложным способам установки заготовок на токарном станке относятся: установка в 4-кулачковом несамоцентрирующем патроне, на планшайбе, угольнике, в люнетах и установка заготовок при обработке эксцентриковых деталей. Все они нуждаются либо в особой настройке приспособления, либо в выверке заготовки относительно оси вращения.

§ 65. Обработка в 4-кулачковых патронах

Для закрепления заготовок некруглой формы, отливок и поковок с неровными поверхностями и некоторых других работ применяются 4-кулачковые патроны с независимым перемещением кулачка (рис. 153). Они состоят из корпуса 3 и четырех кулачков 4, каждый из которых независимо друг от друга можно перемещать радиально винтами, снабженными квадратными отверстиями 2 под торцовый ключ 1. Кулачки таких патронов устанавливают в корпус любой стороной и пользуются ими в качестве прямых и обратных. Без кулачков корпус патрона может быть использован как планшайба для установки заготовок с обработанной опорной поверхностью. С этой целью в нем предусмотрены сквозные пазы для крепежных болтов.

При обработке заготовок в таких патронах необходимо совмещение оси обрабатываемой поверхности с осью вращения, для чего заготовки выверяют по меловой риске или по разметке.

При первом способе (рис. 154, а) к выверяемой поверхности медленно вращающейся заготовки подносят кусочек мела и определяют концентричность ее к оси шпинделя по виду меловой риски. Чтобы не повредить руки, брускок мела располагают примерно на

уровне оси заготовки с небольшим наклоном вниз, а для большей устойчивости правую руку поддерживают левой. Если след риски остается по всей окружности, что при первой проверке бывает весьма редко, то положение заготовки правильное. В случае, если риска остается лишь на небольшом участке проверяемой поверхности, положение заготовки регулируют сдвигом кулачков, противоположных риске, от центра патрона.

Если заготовка имеет относительно ровную или предварительно обработанную поверхность, то выверку выполняют слесарным рейсмасом, как показано на рис. 154, б. Иглу рейсмаса подводят с небольшим зазором к проверяемой поверхности и на малой частоте вращения определяют его равномерность по окружности. Изменяя положение заготовки в патроне сдвигом соответствующих кулачков, добиваются, чтобы изменение зазора было возможно меньшим. Затем заготовку окончательно закрепляют.

Второй способ выверки — по разметке на торце заготовки при помощи заднего центра или рейсмаса.

Вершину заднего центра вводят в накерненное углубление точки

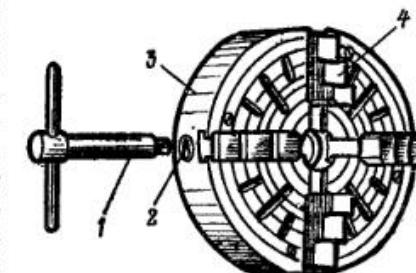


Рис. 153. 4-кулачковый несамоцентрирующий патрон

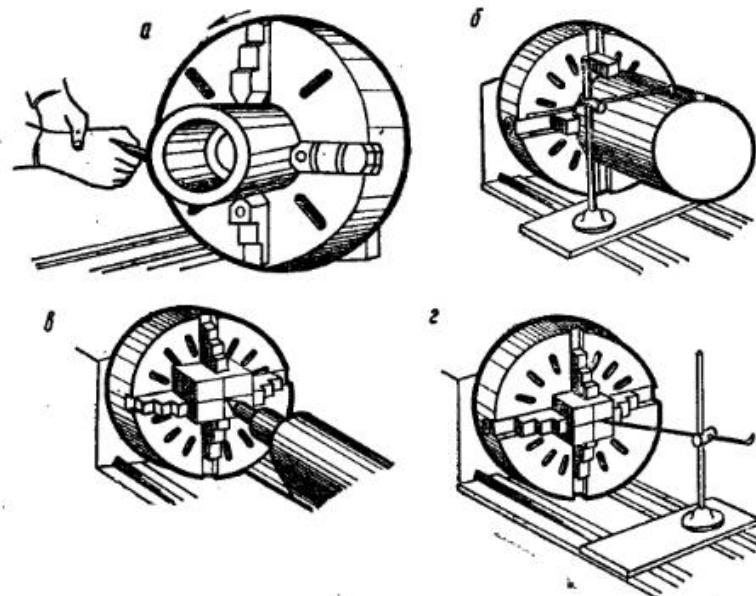


Рис. 154. Выверка заготовок в 4-кулачковом патроне:
а — по меловой риске; б — рейсмасом; в — задним центром; г — по разметке

пересечения центральных линий разметки (рис. 154, в), поджимают заготовку центром к торцу корпуса патрона и закрепляют кулачками.

При выверке рейсмасом (рис. 154, г) его устанавливают на плоскость поперечных салазок суппорта или специальную плиту. Иглу рейсмаса, расположенную на уровне вершины заднего центра, подводят к центральным линиям торца заготовки и поперечным перемещением выверяют поочередно положение каждой линии. При повороте заготовки на 180° центральная линия должна совмещаться с вершиной иглы рейсмаса на всей длине.

Указанные способы выверки выполняют только при изготовлении первой детали из партии. Остальные заготовки правильно ориентируют в 4-кулачковом патроне поджимом к двум соседним кулачкам, которые при откреплении заготовок остаются неподвижными.

Контрольные вопросы

1. Объясните устройство 4-кулачкового патрона.
2. Как выполняется выверка заготовок в 4-кулачковом патроне?

§ 66. Обработка на планшайбе и угольнике

Детали произвольной формы типа рычагов, корпусов, которые невозможно правильно установить в 4-кулачковом патроне, закрепляют на планшайбе. К этому способу установки прибегают также, если требуется выдержать строгую перпендикулярность оси обрабатываемой поверхности к базовому торцу или основанию детали.

Планшайба 1 (рис. 155, а) представляет собой чугунный диск со ступицей, усиленный с обратной стороны ребрами жесткости. Отверстия ступицы выполняются по форме переднего конца шпинделя, на который устанавливается и закрепляется планшайба.

Рабочий торец планшайбы строго перпендикулярен к ее оси. На нем расположены Т-образные и сквозные пазы для крепежных бол-

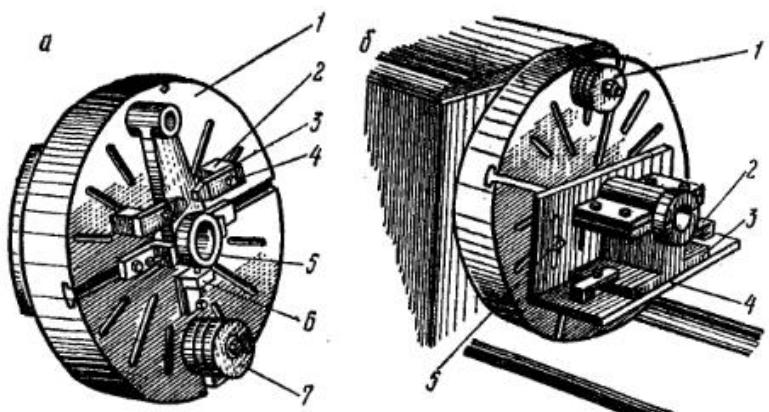


Рис. 155. Установка заготовок на планшайбе (а) и угольнике (б)

тов. Заготовку 5 прижимают к торцу планшайбы прихватами 3 и болтами 4, а для исключения смещения во время работы ее дополнительно поджимают к боковым регулируемым опорам 6.

Заготовки, устанавливаемые на планшайбе, должны иметь чисто обработанный базовый торец. При их закреплении необходимо придерживаться следующих правил: зажимные болты располагать возможно ближе к заготовке для более прочного крепления; затяжку гаек выполнять в диагональном порядке вначале слабо, затем окончательно; прихваты устанавливать в тех местах заготовки, которые имеют опору на планшайбе, или возможно ближе к ним; опорные подставки 2 подбирать такой высоты, чтобы прихваты располагались параллельно рабочей плоскости планшайбы.

Первую заготовку из партии выверяют на планшайбе теми же способами, что и в 4-кулачковом патроне. При слегка ослабленных гайках, ее можно сдвинуть в любую сторону легкими ударами молотка и снова прочно закрепить. Остальные заготовки правильно ориентируют боковыми опорами.

Если центр тяжести заготовки смещен с оси вращения, выполняют балансировку противовесом 7, состоящим из металлических дисков разной толщины. Для этого его закрепляют на планшайбе на определенном расстоянии от ее оси противоположно центру тяжести заготовки. Затем, отключив шпиндель от механизмов станка, вручную резко поворачивают планшайбу. Если она останавливается в разных положениях, то балансировка правильна. В противном случае изменяют массу противовеса или смещают его в нужную сторону от оси вращения и снова повторяют балансировку.

Заготовки деталей с параллельным или угловым расположением оси обрабатываемой поверхности к основанию устанавливают на угольник 4 (рис. 155, б), который прикрепляется к планшайбе болтами и гайками 5. Заготовку 3 закрепляют на горизонтальной полке угольника прихватами 2 и уравновешивают противовесом 1.

Выверка первой заготовки из партии в этом случае осуществляется одним из выше рассмотренных способов по меловой риске или по разметке.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях обработка деталей ведется на планшайбе (угольнике)?
2. Каковы правила закрепления заготовок на планшайбе?
3. Как осуществляется балансировка деталей на планшайбе?

§ 67. Обработка в люнетах

Люнетами называются опорные приспособления, используемые при обработке нежестких валов. Такими обычно считают валы, длина которых превышает 12—15 диаметров. Под действием усилия резания и собственного веса они прогибаются, вибрируют, что вызывает выкрашивание резца, ухудшает качество обработки, вынуждает снижать режим резания. Поэтому для обеспечения безопасности и повышения производительности работы длинные валы поддерживают люнетами.

Токарные станки оснащаются люнетами общего назначения двух типов — неподвижными и подвижными.

Неподвижный люнет (рис. 156, а) состоит из основания 3, шарниро соединенной с ним крышки 8 и трех кулачков 4. В рабочем положении крышка закрепляется рукояткой 7, а после освобождения может быть отброшена для установки заготовки в люнет. Кулачки независимо перемещаются и закрепляются в требуемом

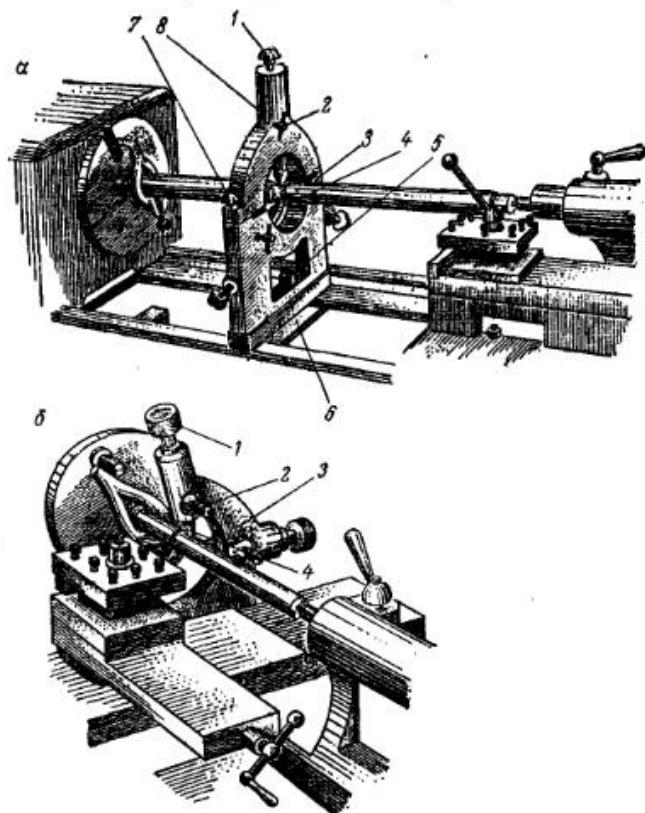


Рис. 156. Обработка валов с применением люнетов:
а — неподвижного; б — подвижного

положении рукоятками 1 и 2. Люнет устанавливают на средних направляющих станины и закрепляют скобой 6 и гайкой 5. Сменные наконечники кулачков обычно изготавливают из бронзы, а для работы с высокой скоростью резания заменяют подшипниками качения.

Подвижный люнет (рис. 156, б) состоит из корпуса 3, верхняя часть которого отогнута вправо, и двух кулачков 4 с независимым перемещением. Кулачки можно перемещать и закреплять в требуемом положении рукоятками 1 и 2. Люнет закрепляют на левой стороне каретки суппорта.

У заготовок, подлежащих обработке с помощью неподвижного люнета, примерно посередине длины вытачивают неглубокие, но строго одинакового диаметра канавки несколько шире кулачков люнета, чтобы устранить биение этого участка. Кроме того, у первой заготовки из партии рекомендуется дополнительно проточить на конце, у заднего центра, короткую шейку по диаметру канавки. По этой шейке, не опасаясь прогнуть заготовку, выставляют и закрепляют кулачки люнета, который затем переустанавливают на станцию в рабочее положение против канавки заготовки.

После закрепления заготовки на станке обтачивают вначале одну половину вала (до люнета), а затем, после переустановки, вторую. Люнет вторично устанавливают по обработанной поверхности вала. Для уменьшения трения канавку под кулачки люнета смазывают маслом.

Неподвижные люнеты используют также для подрезки торца, центрования и обработки отверстия на конце длинного вала, если последний не проходит в отверстие шпинделя. В этом случае вал закрепляют одним концом в патроне, а другим — в кулачках люнета.

Подвижный люнет применяют при обработке длинных цилиндрических поверхностей. Кулачки его располагают правее резца на расстоянии 10—15 мм. Требуемое смещение резца выполняют верхними салазками суппорта.

Кулачки подвижного люнета устанавливают по обработанной поверхности первой детали из партии. Для этого сначала на конце заготовки обтачивают до необходимого диаметра небольшой участок длиной 20—25 мм, к которому вплотную подводят кулачки люнета. Если работа ведется без охлаждения, надо периодически поливать маслом обработанную поверхность перед кулачками люнета.

Контрольные вопросы

- Объясните назначение и устройство люнетов.
- Как устанавливают заготовки в неподвижном и подвижном люнетах?

§ 68. Обработка эксцентриковых деталей

К таким деталям относятся эксцентрики, эксцентриковые и коленчатые валы (рис. 157). Они характеризуются наличием поверхностей с параллельно смещенными осями. Величина смещения осей называется **эксцентризитетом**.

Обработка эксцентриковых деталей на токарных станках может осуществляться: в 3-кулачковом патроне, на оправке; в 4-кулачковом патроне или на планшайбе; в смещенных центрах; при помощи центростремителей.

Обработка эксцентриков. Эксцентрики небольшой длины могут быть обработаны одним из трех первых способов.

В 3-кулачковом патроне ось обрабатываемой эксцентриковой поверхности совмещают с осью вращения, устанавливая под-

кладку под один из кулачков патрона (рис. 158, а). Толщину ее с достаточной для практики точностью можно определить по формуле

$$h = 1,5 \left(1 + \frac{e}{2D} \right) \text{ мм}, \quad (28)$$

где e — эксцентрикитет, мм; D — диаметр заготовки, мм.

Чтобы уменьшить погрешность установки, рекомендуется подкладку вырезать из кольца, отверстие которого выполняется по диаметру обрабатываемой детали;

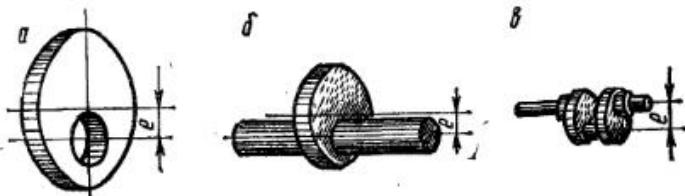


Рис. 157. Эксцентриковые детали:
а — эксцентрик; б — эксцентриковый вал; в — коленчатый вал

Если заготовка эксцентрика имеет ранее выполненное отверстие, ее обрабатывают с установкой на оправке (рис. 158, б). На торцах последней расположены две пары центральных отверстий, смещенные на величину эксцентрикитета. Обработка ведется за две установки в центрах. В первой установке относительно отверстий $A—A$ обтачивают поверхность 1, во второй — относительно отверстий $B—B$ обтачивают поверхность 2.

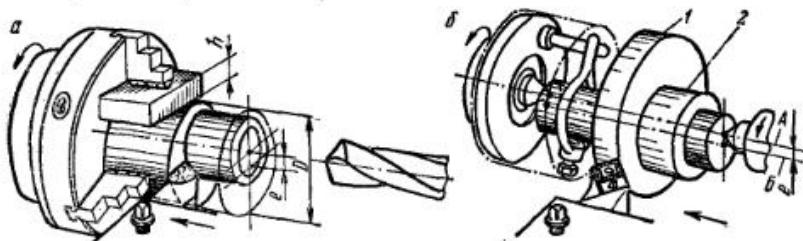


Рис. 158. Обработка эксцентриков:
а — в 3-кулачковом патроне; б — на оправке.

Смещенную поверхность эксцентрика можно обработать с установкой в 4-кулачковом патроне или на планшайбе. В этом случае на торце заготовки с помощью разметки находят положение обрабатываемой поверхности, а затем ось ее совмещают с осью шпинделя одним из способов, изображенных на рис. 154, в и г.

Обработка эксцентриковых и коленчатых валов. Поверхности таких валов обрабатывают в смещенных центрах, если они размещаются на торцах детали, или при помощи центросместителей.

Первый способ показан на рис. 159, а. Заготовку вначале обтачивают в нормальных центрах $A—A$ до диаметра D , а затем в смещенной паре центральных отверстий $B—B$ — поверхность диаметром d .

Если эксцентрикитет большой и не позволяет разместить смещенные центральные отверстия на торце детали, их выполняют в съемных центросместителях, которые закрепляют на предварительно обточеных концевых шейках вала. При этом смещенная пара центральных отверстий должна располагаться строго в одной диаметральной плоскости. Пример такого способа обработки коленчатого

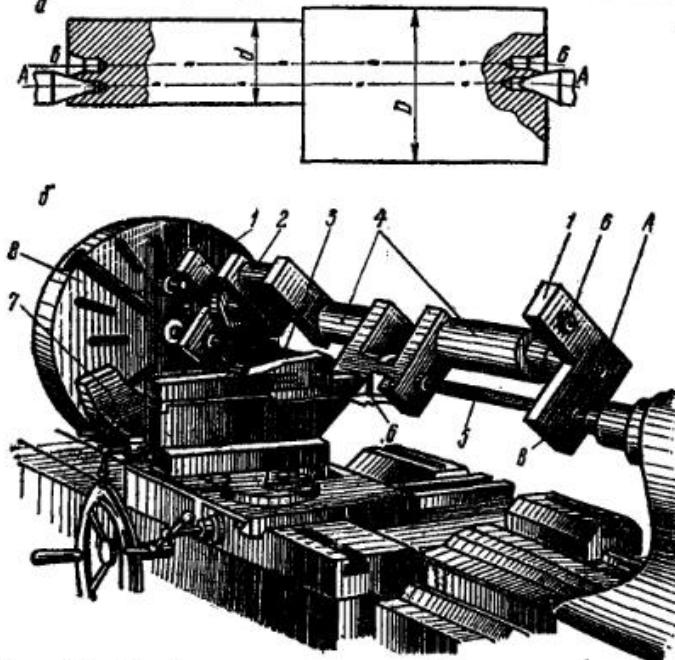


Рис. 159. Обработка эксцентриковых (а) и коленчатых (б) валов

вала показан на рис. 159, б. Коренные шейки 4 обтачивают при установке заготовки по центральным отверстиям $A—A$ центросместителей 1, шатунные шейки 2 и 6 — соответственно в смещенных центральных отверстиях $B—B$ и $B—B$.

Балансировку неуравновешенных частей осуществляют противовесом 7, который закрепляют на поводковой планшайбе 8, а жесткость вала повышают распорными стержнями 3 и 5.

Контрольные вопросы

- Перечислите способы обработки эксцентриковых деталей на токарном станке.
- Объясните способы обработки эксцентриков; эксцентриковых и коленчатых валов.

Глава XIV

СВЕДЕНИЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

§ 69. Основные понятия

Силы.* Детали машин в процессе работы находятся под действием внешних нагрузок (сил), которые уравновешиваются внутренними силами сцепления частиц, из которых состоит материал детали. Когда такое равновесие нарушается и внешние силы становятся больше внутренних, происходит изменение размеров и формы детали, называемое деформацией, которая для нормальных условий работы машины не должна превышать определенной величины. Внешние нагрузки могут быть сосредоточенные и распределенные, статические и динамические, активные и реактивные.

Сосредоточенной называется нагрузка, приложенная к одной точке или площадке, имеющей незначительные размеры по сравнению с площадью всего тела. Распределенные силы действуют равномерно на весь объем или площадь тела (например, собственный вес тела).

Статические нагрузки сохраняют свою величину и направления в течение длительного времени, динамические изменяются по величине и направлению. Динамические силы, возникающие мгновенно, называются ударными.

Активные — это нагрузки, действующие на детали работающей машины. Они уравновешиваются реакциями опор или реактивными силами.

Деформации бывают упругие и пластические.

Деформации, полностью исчезающие при удалении внешних сил, называются упругими. К ним можно отнести прогиб закаленной линейки, удлинение растянутой пружины, которые после снятия нагрузки возвращаются в исходное состояние. Если же после снятия внешних нагрузок тело не восстанавливает свою первоначальную форму и размеры, то такую деформацию называют пластической или остаточной.

Склонность к той или иной деформации определяется физико-механическими свойствами материалов, в зависимости от которых они делятся на хрупкие и пластичные.

Хрупкие материалы (чугун, твердая бронза) в основном деформируются упруго и при незначительных остаточных изменениях разрушаются. Пластичные материалы (стали и большинство цветных металлов) после упругого деформирования способны воспринимать (до разрушения) значительные пластические деформации.

На рис. 160 показана типичная диаграмма растяжения стального образца, где по горизонтали отложены его абсолютные удлинения Δl , а по вертикали — растягивающая сила P . На кривой диаграммы можно выделить четыре критические точки: A — точка границы

* В Международной системе единиц сила измеряется в ньютонах (Н). 1 кгс = 9,806 Н ≈ 10 Н.

упругой деформации, до которой сохраняется пропорциональность между внешней силой и удлинением образца; B и C — точки начала и конца текучести материала, когда удлинение образца совершается при постоянной величине растягивающей силы; D — точка предельного значения силы P , за которой начинается разрушение образца.

Напряжения.* Величина внутренней силы, приходящаяся на единицу площади поперечного сечения деформируемого тела, называется напряжением.

Для определения напряжений обычно пользуются так называемым методом сечений (рис. 161). Его сущность заключается в том, что тело, находящееся в равновесии под действием внешних сил P , мысленно рассекается на две части. Взаимодействие частей заменяется внутренними силами, равномерно распределенными по площади поперечного сечения и уравновешивающими внешние силы. Исходя из этого, можно записать формулы для вычисления действительных напряжений, возникающих в деформируемом теле:

$$\sigma = \frac{P}{F}; \quad \tau = \frac{P}{F}, \quad (29)$$

где σ (сигма) — нормальное напряжение, действующее перпендикулярно к плоскости сечения; τ (тау) — касательное напряжение в плоскости сечения; F — площадь поперечного сечения тела, мм^2 .

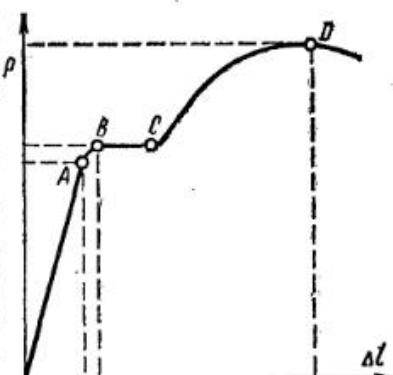


Рис. 160. Диаграмма растяжения стального образца

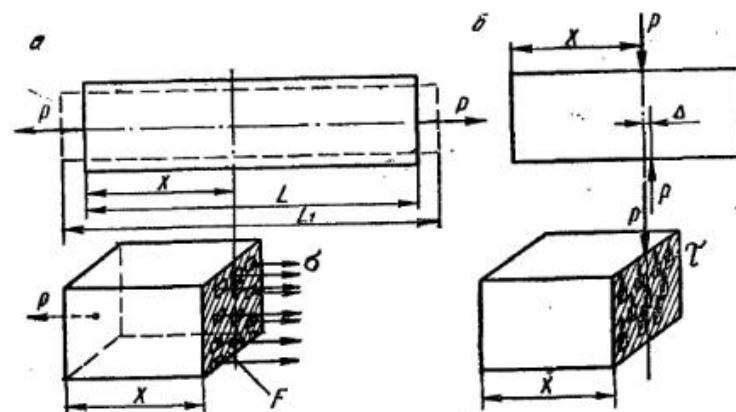


Рис. 161. Деформация стержня при растяжении (a) и сдвиге (b)

* В Международной системе единиц напряжение измеряется в паскалях (Па). 1 кгс/см² = 9,806 · 10⁴ Па ≈ 0,1 МПа; 1 кгс/мм² = 9,806 · 10⁶ Па ≈ 10 МПа.

Кроме действительных напряжений, возникающих в работающей детали, различают также предельные и допустимые напряжения материала.

Предельными называются напряжения, соответствующие критическим состояниям деформируемого материала. Согласно этому напряжение при растяжении в точке *A* (см. рис. 160) называется пределом пропорциональности σ_0 , в точке *B* — пределом текучести σ_t , в точке *D* — пределом прочности σ_b .

При расчетах, сопутствующих конструированию машин, условие прочности деталей обеспечивается ограничением действительных напряжений, которые не должны превышать допустимых значений.

Допустимые нормальные напряжения обозначают $[\sigma]$, а касательные — $[\tau]$.

Допустимые напряжения определяются делением предела прочности на запас прочности *n*. При растяжении такую зависимость можно записать в следующем виде:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_b}{n}. \quad (30)$$

Запасы прочности устанавливаются на основании опыта так, чтобы допустимые напряжения не превышали предела пропорциональности. Например, для валов и осей запас прочности принимают в пределах 3—4 при статических нагрузках и 6—8 — при динамических.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите классификацию нагрузок.
2. В чем различие упругих и пластических деформаций?
3. Как ведут себя при деформации хрупкие и пластичные тела?
4. Объясните диаграмму растяжения стального образца (рис. 160).
5. Приведите определения действительных, предельных и допустимых напряжений.

§ 70. Деформации при растяжении и сжатии

При растяжении стержня (см. рис. 161, *a*) его первоначальная длина *L* увеличивается до *L₁*. Разность между этими значениями длины называется *абсолютным удлинением* Δl :

$$\Delta l = L_1 - L.$$

Отношение абсолютного удлинения к первоначальной длине называется *относительным удлинением* и обозначается ϵ :

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{L}.$$

На основании закона Гука для упругих деформаций существует пропорциональная зависимость между нормальным напряжением и относительным удлинением:

$$\sigma = E\epsilon, \quad (31)$$

где *E* — коэффициент пропорциональности, называемый модулем упругости при растяжении, кгс/см² (Па).

Для различных материалов модуль упругости колеблется в широких пределах.

Если представить деформацию сжатия, обратную растяжению, в процессе которой тело под действием внешних сил сжимается, то для обоих деформаций можно записать общее условие прочности детали

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{p(\text{сж})}. \quad (32)$$

Словесно это условие выражается так: действительное напряжение в детали не должно превышать допустимого при растяжении $[\sigma]_p$ или при сжатии $[\sigma]_{\text{сж}}$.

В тех случаях, когда из условия прочности надо определить площадь поперечного сечения детали, пользуются формулой

$$F = \frac{P}{[\sigma]_{p(\text{сж})}}. \quad (33)$$

Пример. Определить диаметр стержня из стали 45, на котором надо подвесить груз весом 1000 кгс.

Решение. По справочнику предел прочности стали 45 при растяжении $\sigma_b = 60$ кгс/мм².

Принимая запас прочности *n*=3, определяем допустимое напряжение

$$[\sigma]_p = \frac{60}{3} = 20 \text{ кгс/мм}^2 (20 \text{ МПа}).$$

По формуле (33):

$$F = \frac{P}{[\sigma]_p} = \frac{1000}{20} = 50 \text{ мм}^2.$$

Зная, что площадь круга равна $F = \frac{\pi d^2}{4}$, определим диаметр стержня

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 50}{3,14}} \approx 8 \text{ мм.}$$

Контрольные вопросы

1. Запишите и объясните условие прочности детали при растяжении.
2. Как определяют площадь поперечного сечения детали из условия прочности при растяжении?

§ 71. Деформации при сдвиге и кручении

Сдвиг. Деформация при сдвиге (см. рис. 161, *b*) создается двумя равными и противоположно направленными внешними силами *P*, действующими в плоскости поперечного сечения тела на весьма малом расстоянии *Δ* вдоль оси. Такая деформация вызывает сдвиг поперечных сечений, который, при дальнейшем увеличении внешней нагрузки, завершается разрушением тела в виде среза. Срез широко используется в технологии машиностроения, чтобы получить

заготовки при разрезании проката пластичных металлов на прессах, механических ножницах, в вырубных штампах. Деформации сдвига подвергаются многие детали машин: шпонки, шлицы, штифты, заклепки, болты и др.

Пользуясь методом сечений (см. рис. 161, б) и формулой (29), можно записать условие прочности тела, подвергаемого деформации сдвига:

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau]_{\text{сп}} \quad (34)$$

где τ — действительные напряжения при сдвиге; $[\tau]_{\text{сп}}$ — допустимое напряжение при сдвиге.

Из формулы (34) определяют прочную величину площади поперечного сечения детали при сдвиге

$$F = \frac{P}{[\tau]_{\text{сп}}}.$$

Между допустимыми напряжениями сдвига и растяжения существует ориентировочная зависимость:

для пластических материалов $[\tau]_{\text{сп}} = (0,5 - 0,7)[\sigma]_p$;

для хрупких материалов $[\tau]_{\text{сп}} = (0,8 - 1)[\sigma]_p$.

Кручение. Деформация кручения выражается в скручивании тела под действием моментов внешних сил.

На рис. 162 изображен цилиндрический стержень, один конец которого закреплен неподвижно, другой — нагружен крутящим моментом M_k пары сил P . Если мысленно рассечь стержень поперечно в любом месте, то для сохранения равновесия отсеченной части к ней надо приложить некоторый момент M_x , равный по величине, но противоположный по направлению моменту M_k . Уравновешивающий момент M_x создается в поперечном сечении касательными напряжениями τ , возникающими вследствие действия внутренних сил сцепления частиц, из которых состоит материал стержня.

Под действием момента внешних сил все сечения цилиндра, кроме закрепленного, поворачиваются. Угол φ поворота свободного торца стержня называется *абсолютным углом закручивания*.

Относительное круговое смещение сечений стержня друг относительно друга характеризуется углом ψ , который принято называть *относительным сдвигом*. Он приобретает наибольшее значение на периферии цилиндра и приближается к нулю у его оси.

По аналогии с формулой (31), вытекающей из закона Гука для

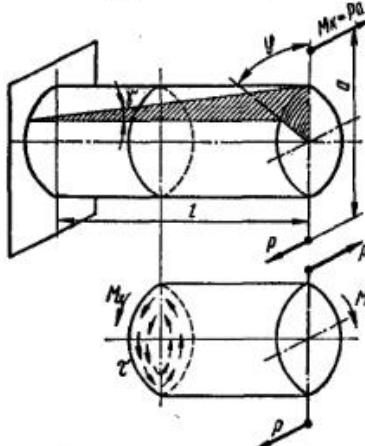


Рис. 162. Деформация стержня при кручении

упругих деформаций, можно записать прямо пропорциональную зависимость между касательными напряжениями и относительным сдвигом при кручении

$$\tau = G \cdot \gamma, \quad (35)$$

где G — модуль упругости при сдвиге, кгс/см² (Па),

Из этого следует, что с учетом характера изменения относительного сдвига касательные напряжения при кручении изменяются от нуля в центре сечения до максимума на его периферии.

Наибольшие действительные касательные напряжения при кручении обычно вычисляют по формуле

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_p}, \quad (36)$$

где M_k — крутящий момент внешних сил, кгс·см (Н·м); W_p — полярный момент сопротивления сечения, см³.

Для круглых сплошных сечений полярный момент определяется из равенства

$$W_p \approx 0,2d^3,$$

где d — диаметр сечения, см.

Валы, подверженные деформации кручения, проверяются на прочность и жесткость.

Прочность вала определяется из условия

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_p} \leq [\tau]_k, \quad (37)$$

где $[\tau]_k$ — допустимое напряжение при кручении.

Жесткость устанавливают по допустимой величине абсолютного угла закручивания φ , действительные значения которого в радианах определяют по формуле

$$\varphi = \frac{M_k l}{G I_p}, \quad (38)$$

где l — длина стержня, см; I_p — полярный момент инерции сечения, см⁴; G — модуль упругости при сдвиге.

Для круглого сплошного сечения полярный момент инерции равен

$$I_p \approx 0,1d^4 \text{ см}^4.$$

Пример. Проверить прочность и жесткость вала диаметром $d=5$ см из стали 45, нагруженного крутящим моментом $M_k=5000$ кгс·см. Модуль упругости при сдвиге стали $G=800\,000$ кгс/см², допустимое напряжение $[\tau]_k=400$ кгс/см², допустимый угол закручивания на 1 м (100 см) длины вала $\varphi=0,6^\circ$ (0,0105 рад).

Решение. Определяем наибольшие касательные напряжения по формуле (36):

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_p} = \frac{5000}{0,2 \cdot 5^3} = 200 \text{ кгс/см}^2, (20 \text{ МПа}),$$

что удовлетворяет условию прочности, так как $200 < 400$.

По формуле (38) устанавливаем действительный угол закручивания

$$\Phi = \frac{M_k l}{G I_p} = \frac{5000 \cdot 100}{800\,000 \cdot 0,1 \cdot 5^4} = 0,01 \text{ рад},$$

который обеспечивает достаточную жесткость вала, так как $0,01 < 0,0105$.

Контрольные вопросы и задания

1. Приведите примеры использования деформации сдвига в технике.
2. Запишите условие прочности тела при деформации сдвига.
3. Как изменяются касательные напряжения в сечении стержня при кручении?
4. Запишите и объясните условие прочности и жесткости вала при кручении.

§ 72. Деформации при изгибе

Стержни, работающие главным образом на изгиб и используемые в качестве элементов строительных конструкций, называют балками.

Если балку, закрепленную одним концом в стену (рис. 163), нагрузить на свободном конце внешней силой P , то под действием изгибающего момента M_u она прогнется. При этом слои, расположенные выше оси $X-X$, будут растягиваться, а ниже — сжиматься.

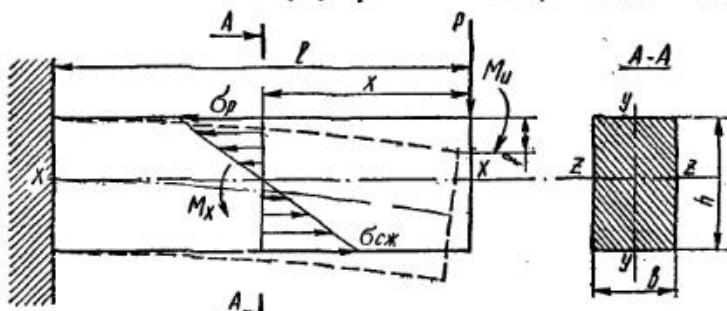


Рис. 163. Деформация балки при изгибе

ся. В результате в поперечных сечениях балки возникнут нормальные напряжения растяжения σ_p и сжатия σ_{sk} . Слой, проходящий через ось $X-X$ и сохраняющий неизменную длину при изгибе, называется нейтральным.

Напряжения при изгибе не одинаковы как в самом поперечном сечении балки, так и вдоль нее. В каждом сечении наибольшие напряжения действуют в элементарных площадках, наиболее удаленных от нейтрального слоя балки, так как в этих местах возникают наибольшие относительные деформации. Неравномерность распределения напряжений вдоль оси балки объясняется тем, что в сечениях, более удаленных от места приложения внешней силы, должны возникать и большие уравновешивающие моменты внутренних сил M_x , следовательно, и большие напряжения.

В силу этого при расчетах на прочность учитывают наибольшие действительные напряжения в опасных сечениях балки, где изги-

бающий момент имеет наибольшее значение. Такие напряжения определяются из формулы

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_{z(y)}}, \quad (39)$$

где σ_u — наибольшие действительные напряжения в опасном сечении балки при изгибе; M_u — изгибающий момент, действующий в опасном сечении, кгс·см (Н·м); $W_{z(y)}$ — осевой момент сопротивления сечения, взятый относительно оси $z-z$ или $y-y$, см³.

Изгибающий момент для консольного закрепления балки (как показано на рис. 163) определяется из формулы

$$M_u = Pl,$$

где l — длина консоли.

Для балки, установленной на двух опорах и нагруженной сосредоточенной силой посередине, пользуются формулой

$$M_u = \frac{Pl}{4},$$

где l — расстояние между опорами.

Момент сопротивления сплошного круглого сечения независимо от принятой оси примерно равен $0,1 d^3$, где d — диаметр сечения.

Для прямоугольных балок (см. рис. 163) момент сопротивления вычисляется относительно оси сечения, совпадающей с нейтральным слоем балки, из формул:

$$W_z = \frac{b h^2}{6}; \quad W_y = \frac{b^2 h}{6}.$$

Балки, нагруженные изгибающим моментом, рассчитываются на прочность и жесткость.

Прочность обеспечивается при условии, если действительные напряжения в опасном сечении балки не превышают допустимых значений, а именно:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_{z(y)}} \leq [\sigma]_u. \quad (40)$$

Жесткость характеризуется величиной стрелы прогиба балки f (см. рис. 163) в месте приложения сосредоточенной силы P и определяется по формулам:

для консольного крепления балки

$$f = \frac{Pl^3}{3EI_{z(y)}}; \quad (41)$$

для балки, установленной на двух опорах,

$$f = \frac{Pl^3}{48EI_{z(y)}}, \quad (42)$$

где l — длина балки до места закрепления или между опорами, см;

E — модуль упругости при растяжении, кгс/см² (Па); $I_{z(y)}$ — осевой момент инерции сечения относительно оси $z-z$ или $y-y$, см⁴.

Для круглого сплошного сечения $I_{z(y)} \approx 0,05d^4$; для прямоугольного сечения: относительно оси $z-z$ $I_z = \frac{bh^3}{12}$, относительно оси $y-y$ $I_y = \frac{b^3h}{12}$.

Пример. Проверить прочность и жесткость стержня резца прямоугольного сечения с размерами сторон 16×25 мм, нагруженного силой резания $P=300$ кгс. Материал стержня — конструкционная сталь марки Ст5 с пределом прочности $\sigma_u = 6000$ кгс/см² и модулем упругости при растяжении $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см². Прогиб вершины резца не должен превышать $f \leq 0,05$ мм. Вылет резца из резцедержателя — 4 см.

Решение. Учитывая динамический характер нагрузки резца, принимаем запас прочности $n=8$; тогда допустимое напряжение на изгиб составит

$$[\sigma]_n = \frac{6000}{8} = 750 \text{ кгс/см}^2 (75 \text{ МПа}).$$

Действительные напряжения в опасном сечении определяем по формуле (39):

$$\sigma_n = \frac{M_u}{W_z} = \frac{P l}{b h^2} = \frac{300 \cdot 4 \cdot 6}{1,6 \cdot 2,5^2} = 720 \text{ кгс/см}^2 (72 \text{ МПа}),$$

что вполне обеспечивает достаточную прочность, так как $720 < 750$. Прогиб резца вычисляем по формуле (41):

$$f = \frac{P l^3}{3E I_z} = \frac{300 \cdot 4^3 \cdot 12}{3 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 2,5^3} = 0,0015 \text{ см} = 0,015 \text{ мм},$$

что не превышает допустимого значения.

Контрольные вопросы

1. Объясните характер изменения напряжений при изгибе.
2. В каком сечении и как определяются действительные напряжения при изгибе балки?
3. Как проверить прочность и жесткость балки при изгибе?

Глава XV

ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Обработка металлов резанием — наиболее распространенная и одновременно трудоемкая часть работ, производимых в машиностроении. Она сопровождается многими физическими явлениями, знание которых имеет исключительно важное значение для повышения эффективности и качества обработки металлов резанием.

Основоположниками науки о резании явились русские ученые конца XIX и начала XX столетия И. А. Тиме, К. А. Зворыкин, Я. Г. Усачев. Они выявили сущность механизма образования стружки и установили зависимость сил сопротивления резанию и тем-

пературы нагрева инструмента от условий работы. Дальнейшее развитие учение о резании получило в глубоких и всесторонних исследованиях советских ученых В. Д. Кузнецова, В. А. Кривоухина, П. М. Беспрозванного и многих других, которые в тесном содружестве с новаторами производства заложили основы высокопроизводительной обработки деталей на металлорежущих станках.

§ 73. Явления, сопровождающие процесс резания

Образование стружки (рис. 164, а). Внедряясь в обрабатываемый материал под действием некоторой силы P , резец сжимает срезаемый слой металла, который деформируется не одновременно по всей длине, а постепенно, небольшими участками, наиболее близко расположенным к передней поверхности резца. При этом в пластичных металлах вначале возникают упругие деформации, вследствие которых зерна металла сжимаются и вытягиваются, а затем пластические — сдвиг зерен друг относительно друга. И, наконец,

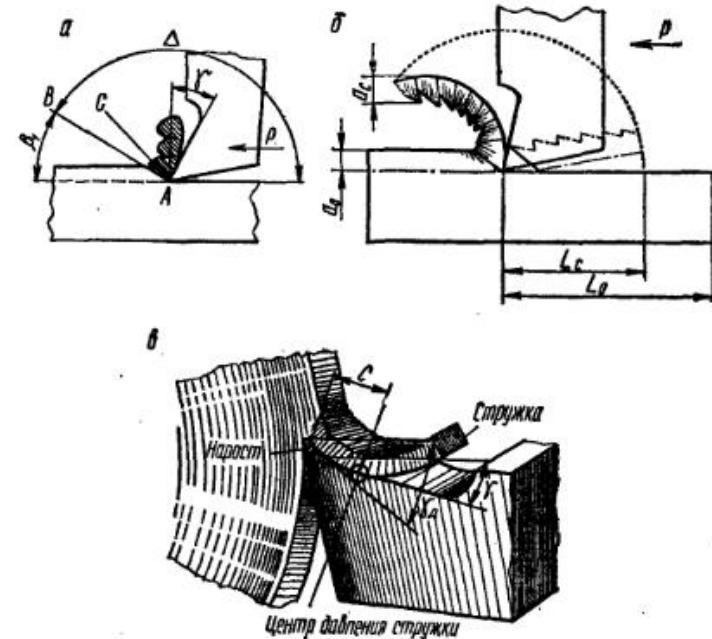


Рис. 164. Схемы:
а — образования стружки; б — усадки стружки; в — образования напора

при некотором значении внешней силы, соответствующей пределу прочности обрабатываемого материала, деформируемый участок скальвается и отделяется от основной массы, образуя элемент стружки. Такие явления последовательно повторяются в течение всего процесса резания.

Хрупкие металлы разрушаются почти без пластического деформирования при достижении предела упругости. Поэтому на их резание затрачивается значительно меньше усилий, чем на пластичные металлы.

Скалывание элементов стружки происходит вдоль наклонной плоскости AB , которую еще И. А. Тиме в своих работах назвал *плоскостью скальвания*. Эта плоскость при резании пластичных металлов расположена к направлению резания под углом $\Delta = 145 - 150^\circ$ — *углом скальвания*.

В более поздних исследованиях Я. Г. Усачева было установлено, что направление сдвига зерен металла происходит по плоскостям сдвига AC , угол расположения которых к плоскости скальвания колеблется в пределах $0 - 30^\circ$.

Усадка стружки (рис. 164, б). При обработке пластичных металлов длина стружки L_o уменьшается по сравнению с длиной хода инструмента L_c , а ее толщина a_c становится больше толщины срезаемого слоя a_o . Это явление называется *усадкой стружки*, которая характеризуется коэффициентом усадки K :

$$K = \frac{L_o}{L_c}.$$

Коэффициент усадки всегда больше единицы и для сталей колеблется в пределах 1,5—2. По его величине можно косвенно судить о степени деформации элементов стружки и количестве работы, затрачиваемой на резание.

Больше усадке подвергается стружка скальвания. Элементы такой стружки почти полностью отделяются, но достаточно прочно связаны друг с другом. В промежутках между скальванием соседних элементов сила сопротивления резанию резко уменьшается, что способствует возникновению вибраций, являющихся одной из причин выкрашивания кромок резца и увеличения шероховатости обрабатываемой поверхности.

Другая картина наблюдается при образовании сливной стружки, которая приобретает меньшую усадку, чем стружка скальвания. В этом случае сила сопротивления металла резанию более постоянна, так как каждый элемент стружки при высокой скорости резания не успевает полностью отделиться. В срезаемом слое происходят в основном сдвиги частиц металла. Резание протекает более спокойно, чистота обработки получается более высокой. На образование сливной стружки расходуется меньше энергии, чем на стружку скальвания.

Таким образом, по величине усадки и виду стружки при обработке пластичных металлов можно судить до некоторой степени о rationalности выбранного режима резания и геометрии инструмента.

Нарост (рис. 164, в). При обработке пластичных металлов с небольшой скоростью резания на передней поверхности резца образуется небольшой комочек металла, называемый наростом. Он

представляет собой спрессованные частицы обрабатываемого металла, прочно приваренные к передней поверхности резца.

Образование нароста объясняется застоем стружки. Так как наибольшему уплотнению подвергаются слои стружки у режущей кромки, то они в результате трения задерживаются (застаиваются) на передней поверхности, образуя нарост. Нарост предохраняет режущую кромку от истирания, увеличивает действительный передний угол γ_d , что облегчает процесс резания.

Однако образование нароста нежелательно при чистовом точении, так как он увеличивает шероховатость обработанной поверхности. По мере достижения предельной величины нарост обволакивает режущую кромку, срезается ею. При этом часть его вдавливается в обработанную поверхность, увеличивая ее шероховатость.

Нарост возникает не во всех случаях. При точении прерывистых поверхностей, при большой величине переднего угла, при низкой и большой скорости резания конструкционных сталей (до 2—3 и выше 80 м/мин) нарост не удерживается на передней поверхности резца. Кроме того, избежать нароста можно полированием или доводкой передней поверхности резца, применением охлаждающих жидкостей с большой смазывающей способностью, уменьшением подачи.

Обработочное отвердевание (наклеп). Резец давит не только на срезаемый слой металла, но также на обработанную поверхность. Последняя, уплотняясь, приобретает повышенную твердость. Это явление называется обработочным отвердеванием или наклепом.

Глубина наклеенного слоя возрастает по мере увеличения глубины резания, подачи, затупления инструмента и уменьшается с увеличением скорости резания. Чем мягче сталь, тем вероятнее возникновение обработочного отвердевания. Чугун почти совершенно не подвергается наклепу.

При черновом точении глубина наклеенного слоя может достигнуть 0,5 мм, а при чистовом — измеряется в сотых долях миллиметра.

Наклеенная поверхность, имея большую твердость, вместе с тем более хрупка; при динамических нагрузках на ней возможно образование трещин.

С точки зрения процесса резания глубину резания при чистовом точении рекомендуется принимать больше глубины наклеенного слоя, тогда резец как бы подрезает этот слой изнутри и меньше изнашивается.

Центр давления стружки на резец. При резании пластичных металлов стружка образует на передней поверхности резца лунку на некотором расстоянии C (см. рис. 164, в) от режущей кромки. Центр лунки, испытывающей наибольшее давление стружки, называется центром давления.

Удаление центра давления стружки от режущей кромки объясняется наличием нароста, а также тем, что стружка имеет радиус кривизны и опирается на переднюю поверхность на некотором расстоянии от режущей кромки, образуя перед резцом подобие щели.

С увеличением толщины стружки (подачи) и с уменьшением переднего угла центр давления удаляется от режущей кромки. Благодаря этому уменьшается температурное и силовое напряжение режущей кромки, что способствует повышению стойкости резца.

Контрольные вопросы

- Объясните процесс образования стружки.
- В чем проявляется усадка стружки и как с ее помощью можно установить рациональность процесса резания?
- Какое влияние оказывает нарост на процесс обработки?
- Объясните причины и значение наклена обработанной поверхности?
- Какое значение имеет удаление центра давления стружки от режущей кромки резца и от чего оно зависит?

§ 74. Геометрия токарного резца

Изменение углов резца. Углы резца как геометрического тела рассматривают как в процессе резания, так и вне его. В последнем случае рабочей части резца придают необходимые углы при заточке. В качестве примера на рис. 165 показана геометрия проходного прямого резца, определения углов которого были приведены в § 6.

Когда резец выполняет резание, номинальное значение углов изменяется в зависимости от величины и направления подачи, уста-

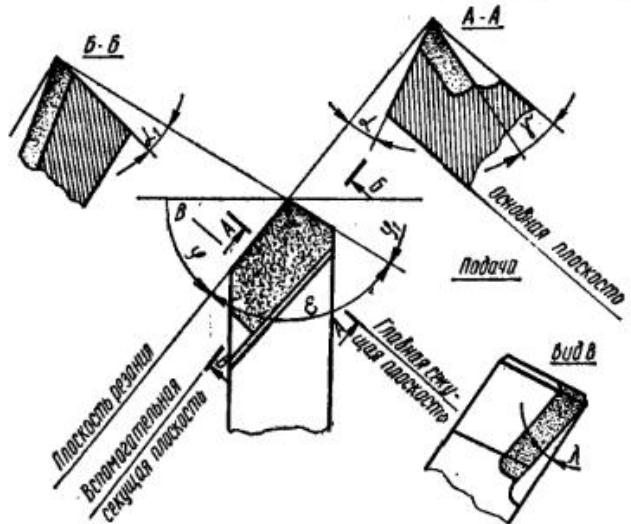


Рис. 165. Геометрия проходного прямого резца

новки его относительно оси вращения детали. Изменению, иногда значительному, подвергаются главные углы (за исключением угла заострения) и углы в плане (кроме угла при вершине). Это следует учитывать для создания нормальных условий резания.

Главные углы изменяются в результате наклона плоскости резания.

При установке резца для наружного точения выше оси детали (рис. 166, а, справа) передний действительный угол γ_d увеличива-

ется, а задний α_d уменьшается, потому что плоскость резания $A-A$ принимает наклонное положение $B-B$ и поворачивается на угол μ (ми).

Для расточных резцов (рис. 166, а, слева) при установке их выше оси детали углы изменяются противоположно: задний угол α_d увеличивается, передний γ_d уменьшается.

При установке этих же резцов ниже оси детали изменение углов для каждого из них будет происходить в обратном направлении.

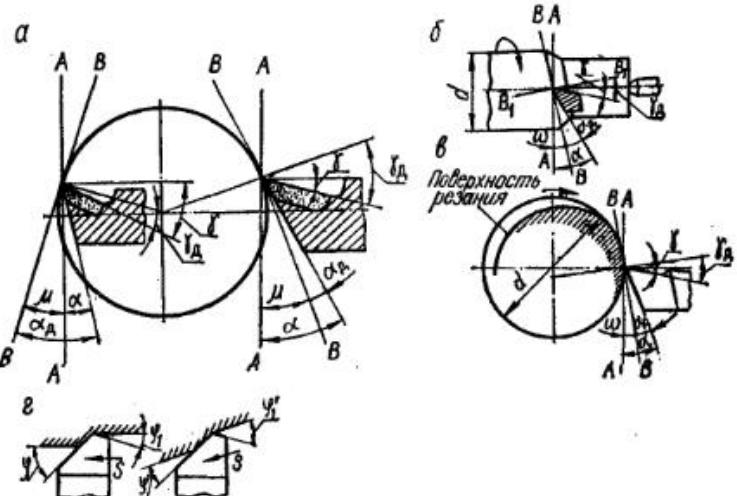


Рис. 166. Изменение углов резца в работе

Как же следует устанавливать резцы?

1. Для нарезания резьб, обработки конусов, обтачивания фасонных поверхностей, отрезания и подрезки торцов надо, чтобы вершина резцов находилась на уровне линии центров станка.

2. Установка резцов выше линии центров (до 0,03 диаметра обрабатываемой поверхности) допускается при черновом обтачивании, чистовом растачивании, а также при обработке нежестких валов.

При точении с продольной подачей (рис. 166, б) поверхность резания приобретает винтовую форму, а плоскость резания поворачивается на угол подъема ω этой поверхности. В связи с этим действительное значение переднего угла γ_d увеличивается, а заднего α_d уменьшается. Так же изменяются главные углы при работе с поперечной подачей (рис. 166, в), когда поверхность резания приобретает спиральную форму.

Угол ω может быть определен по формуле (5) (см. § 33).

Изменения углов при наружном точении незначительны в связи с малой подачей, и их практически не учитывают. При нарезании резьб, особенно многозаходных, главные углы резца изменяются значительно больше, что следует учитывать при заточке и установке его на станке.

При отрезании постепенно уменьшается диаметр поверхности резания. Поэтому с приближением резца к оси детали действительный задний угол становится отрицательным. Значит, главный задний угол отрезного резца следует делать несколько большим, чем проходного.

Углы в плане ϕ и ϕ_1 изменяются при различной установке резца относительно обрабатываемой поверхности и при изменении направления подачи (рис. 166, *г*).

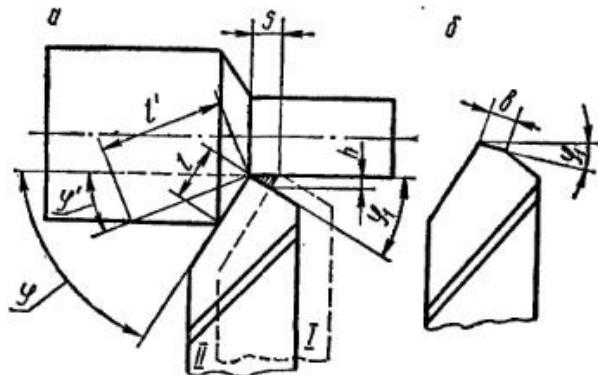


Рис. 167. Влияние углов в плане на работу резца

Назначение и выбор углов резца. Передний угол γ оказывает наибольшее влияние на процесс образования стружки. С увеличением его облегчается сход стружки, уменьшается сопротивление резанию. Однако при большой величине этого угла ослабляется режущая кромка, приближается к ней центр давления стружки. Следовательно, величину переднего угла надо выбирать в зависимости от свойств материалов обрабатываемой детали и резца. Для более мягких и пластичных материалов передний угол следует принимать большим, для более твердых и хрупких — меньшим. Для быстрорежущих резцов, обладающих большей вязкостью, передний угол при равных условиях можно принимать большим, чем для твердосплавных резцов.

Главный задний угол α выполняют для чистовых работ $10-12^\circ$, для черновых — 8° . Вспомогательные задние углы α_1 принимают: для проходных и расточных резцов $(0,8-1)\alpha$, для отрезных и канавочных — $2-3^\circ$.

Главный угол в плане ϕ (рис. 167, *а*) оказывает существенное влияние на прочность вершины, стойкость резца и силу сопротивления резанию. С уменьшением этого угла вершина становится более прочной и массивной и удлиняется активная длина главной режущей кромки l , участвующей в резании. Благодаря этому при том же сечении срезаемой стружки режущая кромка испытывает меньшее температурное напряжение, что повышает стойкость резца. В то же время более длинная активная часть режущей кромки способ-

ствует увеличению силы сопротивления резанию. Следовательно, при достаточно жесткой технологической системе СПИД (станок, приспособление, инструмент, деталь) целесообразно применять резцы с малыми углами ϕ . В противных случаях рекомендуется пользоваться резцами с большими значениями этого угла. Практически угол ϕ у резцов выполняется в пределах $30-90^\circ$.

Вспомогательный угол в плане ϕ_1 определяет положение вспомогательной режущей кромки, активная длина которой практически не превышает подачи S (см. рис. 167, *а*). Следовательно, эта режущая кромка участвует в резании незначительно, но оказывает существенное влияние на прочность и стойкость вершины резца и шероховатость обработанной поверхности. При уменьшении угла ϕ_1 понижается высота гребешка h , остающегося на обработанной поверхности после прохода резца. Благодаря этому шероховатость поверхности становится меньшей, а одновременное увеличение угла при вершине ϵ способствует повышению прочности и стойкости наиболее ослабленного места резца вершины. В связи с этим угол ϕ_1 рекомендуется выполнять небольшим: для отрезных и канавочных резцов $1-3^\circ$, для проходных и расточных — $5-15^\circ$.

При переточке стандартных резцов указанные значения угла ϕ_1 можно выполнять на небольшом участке b вспомогательной режущей кромки длиной 3—5 мм, как показано на рис. 167, *б*.

Угол наклона главной режущей кромки λ влияет на прочность вершины резца, направление схода стружки и прогиб детали. При положительном значении угла λ (см. § 6, рис. 14) вершина резца упрочняется, стружка сходит вправо в направлении обработанной поверхности, отжим детали увеличивается. При отрицательном значении этого угла вершина резца менее прочная, стружка сходит влево в направлении обрабатываемой поверхности, а прогиб детали уменьшается. Поэтому для чистового точения угол λ рекомендуется выполнять отрицательным (-2°) — (-4°), для чернового — положительным до 10° . При универсальных работах этот угол обычно принимают равным 0° .

Формы передней поверхности резцов. При резании пластичных металлов режущая кромка испытывает давление только в момент врезания, после чего центр давления удаляется от нее, и узкая полоска передней поверхности, примыкающей к режущей кромке, существенного влияния на процесс образования стружки уже не оказывает. Следовательно, если у самой режущей кромки сделать узкую фаску с малым или даже отрицательным передним углом, то стойкость такого резца увеличится.

Ширина фаски должна быть не больше расстояния C от центра давления стружки до режущей кромки (см. рис. 164, *в*). Практически фаску делают шириной $f \leq 0,8 S$ (где S — подача с передним углом для быстрорежущих резцов $0-5^\circ$, для твердосплавных — (-5°)).

Следует учитывать, что фаска способствует увеличению нароста. Поэтому у резцов для чистового точения при подаче меньше 0,2 мм/об фаску делать не рекомендуется.

Таблица 11

Формы передней поверхности резцов, оснащенных твердым сплавом

Номер формы	Наименование	Эскиз	Способ применения
I	Плоская с положительным передним углом		1. Обработка чугуна, бронзы и других хрупких металлов 2. Тонкое и чистовое точение при $S < 0.2$ мм/об Обработка сталей и ковкого чугуна
II	Плоская с отрицательной фаской		
III	Криволинейная с отрицательной фаской		Обработка сталей, когда необходимо завивать или дробить стружку
IV	Плоская с отрицательным передним углом		Черновая обработка высокопрочных сталей и стального литья с загрязненной коркой, работа с ударами при высокой жесткости технологической системы

При образовании сливной стружки на передней поверхности резца, непосредственно за фаской, делают радиусную лунку, которая обеспечивает устойчивое завивание, а иногда и ломание сливной стружки. Рекомендуемые формы передней поверхности твердосплавных резцов приведены в табл. 11.

Контрольные вопросы и задания

- Как изменяются углы резца при установке его выше или ниже оси детали и при изменении направления подачи?
- Укажите правила установки резцов относительно оси центров станка.
- Объясните назначение и выбор углов резца.
- Выполните задания № 238, 239, 240, 242, 245.

§ 75. Ломание и завиание сливной стружки

Сливная стружка, сходящая сплошной лентой и имеющая пилообразные края, может причинить серьезную травму токарю в виде глубоких порезов. Иногда она свертывается в клубок, обматывает заготовку, резцодержатель, органы управления станком. Все это создает повышенную опасность и большие неудобства в работе

на станке. Чтобы их ликвидировать, лентаобразную сливную стружку завивают или дробят, применяют особую заточку передней поверхности резца или накладные стружколоматели.

При работе проходным резцом с отрицательным передним углом γ и положительным углом наклона главной режущей кромки λ стружка, упираясь в переднюю поверхность, сильно изгибается и ломается на мелкие полукольца. Этот способ наиболее надежен для обдирочного точения жестких заготовок.

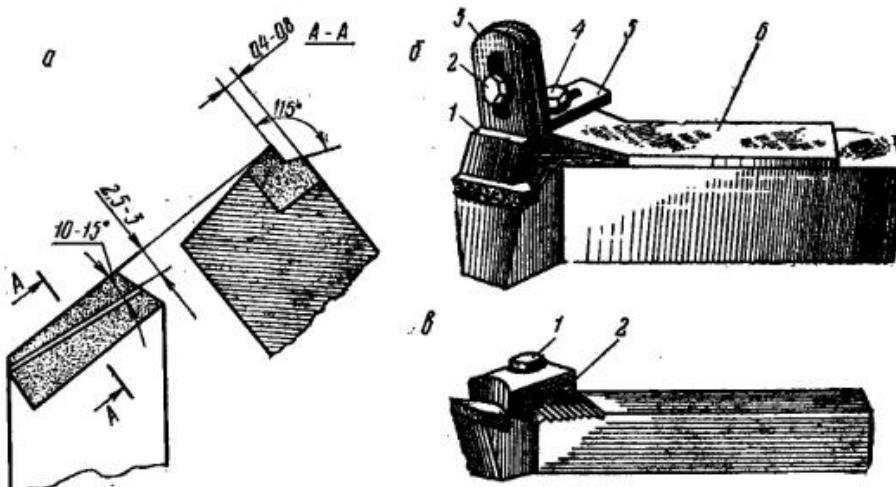


Рис. 168. Способы ломания сливной стружки

Благодаря криволинейной лунке (см. табл. 11, форма III) стружка при обработке конструктивных сталей хорошо завивается, а иногда и ломается в широком диапазоне подач.

Для операционных работ часто пользуются резцами с порожками (рис. 168, а). Стружка, упираясь в уступ порожка, ломается на короткие полукольца. Однако порожки увеличивают расход твердого сплава, трудоемки в заточке и не универсальны. Эти недостатки устранены у накладных регулируемых стружколомателей.

Регулируемый стружколоматель (рис. 168, б) состоит из пластины 6, угольника 5, накладки 3 с припаянной пластинкой твердого сплава, являющейся порожком для стружки. При отпущеных болтах 2 и 4 пластинку 1 можно установить на требуемое расстояние от режущей кромки резца и под углом к ней. Стружколоматель закрепляется в резцодержателе одновременно с резцом.

Другая конструкция регулируемого стружколомателя (рис. 168, в) представляет собой закаленную стальную пластинку 2 с криволинейной выемкой. Пластинка прикреплена винтом 1 к рифленой поверхности резца. Стружка, упираясь в криволинейную поверхность стружколомателя, обтекает ее, в результате трения замедляет скорость движения и, изгибаясь, ломается на небольшие

кусочки. Регулируя положение такого стружколомателя, можно обеспечить дробление стружки в широких пределах режимов резания.

§ 76. Резцы новаторов производства

Большой вклад в усовершенствование геометрии и конструкции резцов вносят токари-новаторы. Применяемые ими резцы отличаются оригинальным устройством и обеспечивают значительное повышение производительности работы на токарных станках. Некоторые из резцов рассмотрены ниже.

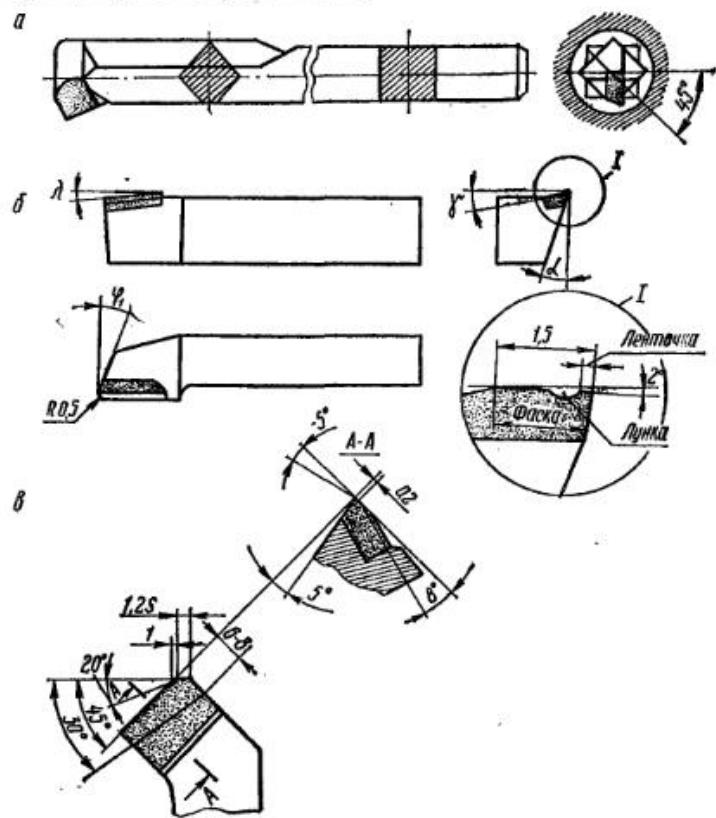


Рис. 169. Резцы токарей-новаторов

Известно, что расточные резцы, имея большой вылет из резцодержателя, обладают недостаточной жесткостью. Это ограничивает возможность применения высоких режимов резания при растачивании отверстий. Токарь-новатор В. К. Семинский предложил конструкцию «скрученного» расточного резца (рис. 169, а), у которого рабочая часть повернута относительно основания на 45° . Благодаря этому жесткость такого резца значительно увеличивается, что по-

зволяет обрабатывать отверстия с более высокими режимами резания,

Для обтачивания жестких ступенчатых валов токарь Г. С. Борткевич применил проходной упорный резец (рис. 169, б), пластинка твердого сплава которого припаяна к стержню с наклоном, обеспечивающим положительные углы: $\gamma = 10^\circ$ и $\lambda = 2^\circ$. На передней поверхности вдоль главной режущей кромки выполнена фаска шириной 1,5 мм под углом 2° . Во время работы на поверхности фаски образуются лунка и ленточка. Когда ширина ленточки становится меньше 0,8 подачи, ее восстанавливают, не снимая резца со станка, вручную мелкозернистым бруском из зеленого карбида кремния. Резец обладает высокой стойкостью, восстанавливается непосредственно на станке без частой заточки и позволяет выполнять обтачивание стальных валов со скоростью резания до 500 м/мин.

Инициатором внедрения высокопроизводительного способа получистового обтачивания жестких деталей с большими подачами до 3 мм/об является токарь-новатор В. А. Колесов. Сконструированные им резцы (рис. 169, в) отличаются от обычных наличием зачищающей режущей кромки шириной 1,2 подачи, выполненной у вершины резца и расположенной строго параллельно направлению подачи. Эта кромка, срезая оставшиеся гребешки, обеспечивает обработку поверхностей с шероховатостью до $R_z = 10$ мкм. Главная режущая кромка имеет фаску шириной 0,2 мм с отрицательным углом -5° . Ломание стружки осуществляется угловым порожком на передней поверхности резца.

Контрольные вопросы

- Объясните способы ломания и завивания стружки.
- Каковы особенности резцов новаторов производства (рис. 169)?

§ 77. Изготовление резцов

Применяемые материалы. Токарные резцы изготавливаются в основном из быстрорежущих сталей и твердых сплавов. Кроме того, все большее распространение в машиностроении получают резцы, оснащенные минералокерамическими пластинками на основе корунда и поликристаллами сверхтвердых материалов — алмаза и кубического нитрида бора (композита).

Быстрорежущие стали представляют собой железоуглеродистые сплавы, легированные вольфрамом до 18%, хромом до 4% и некоторыми другими элементами. После термообработки эти стали приобретают высокую теплостойкость (красностойкость) до 600°C , твердость $HRC 62-65$ и износстойкость, позволяющие вести обработку металлов со значительно более высокими скоростями резания по сравнению с другими инструментальными сталью.

По ГОСТ 19265—73 установлены четырнадцать марок быстрорежущих сталей, из которых для обработки конструкционных сталей рекомендуются Р18, Р12, Р9, Р6М3, Р6М5.

Для материалов повышенной прочности и вязкости, нержавеющих и жаропрочных сталей и сплавов предусмотрены быстрорежущие

щие стали, легированные ванадием и кобальтом, обладающие повышенными режущими свойствами. К ним относятся стали марок Р18Ф2, Р14Ф4, Р9Ф5, Р18К5Ф2, Р10К5Ф5, Р9К5, Р6М5К5, Р9К10, Р9М4К8. При эксплуатации резцов из этих сталей в нормальных условиях режимы резания могут быть несколько увеличены.

Маркировка быстрорежущих сталей выполняется буквами и цифрами. Первая буква Р обозначает быстрорежущую сталь, остальные буквы: Ф — ванадий, М — молибден, К — кобальт. Цифры указывают среднее содержание легирующих элементов в процентах: первая цифра — вольфрама, остальные — элемента, обозначенного буквой перед ними. Например, сталь Р18К5Ф2 содержит 18% вольфрама, 5% кобальта и 2% ванадия.

Быстрорежущие стали приобретают высокие режущие свойства после термической обработки — закалки при температуре 1260—1280 °С и высокого 2—3-кратного отпуска при 560 °С продолжительностью по одному часу.

Твердые сплавы — наиболее распространенные инструментальные материалы, значительно превышающие быстрорежущие стали по твердости, износостойкости, красностойкости (до 1000 °С), но уступающие им в ударной вязкости и теплопроводности.

Твердые сплавы выпускаются в виде пластинок различных форм и размеров, получаемых методом порошковой металлургии (прессование и спекание). Основой для них служат твердые зерна карбидов тугоплавких металлов — вольфрама, титана, тантала, спеченных кобальтом.

В соответствии с ГОСТ 3882—74 для обработки металлов резанием промышленностью выпускаются три группы твердых сплавов.

1. Вольфрамовые: ВК3, ВК3-М, ВК4, ВК6-М, ВК6, ВК6-ОМ, ВК8, ВК10-ОМ.

2. Титано-вольфрамовые: Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5К10, Т5К12.

3. Титано-тантало-вольфрамовые: ТТ7К12, ТТ10К8-Б, ТТ8К6, ТТ20К9.

В обозначении марок твердых сплавов используются буквы: В — карбид вольфрама, К — кобальт, первая буква Т — карбид титана, вторая буква Т — карбид тантала. Цифры указывают примерное процентное содержание того компонента, который обозначен буквой перед ними. В трехкарбидных сплавах первая цифра соответствует суммарному содержанию карбидов титана и тантала. Остальное в сплаве (до 100%) — карбид вольфрама. Буквы в конце маркировки означают: В — крупнозернистая структура, М — мелкозернистая, ОМ — особо мелкозернистая. Например, сплав ВК6-ОМ содержит 6% кобальта, 94% карбида вольфрама, структура — особо мелкозернистая.

При выборе марок твердого сплава необходимо руководствоваться следующим.

1. Вольфрамовые сплавы по сравнению с титано-вольфрамовыми обладают меньшей температурой свариваемости со сталью, поэтому их применяют преимущественно для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов. Кроме того, сплавы марок

ВК6-ОМ, ВК6-М, ВК8, ВК10, ВК10-ОМ рекомендуется использовать при обработке труднообрабатываемых жаропрочных, нержавеющих и закаленных сталей.

2. Титано-вольфрамовые и титано-тантало-вольфрамовые сплавы предназначены для обработки сталей.

3. Режущие свойства твердого сплава определяются содержанием в нем карбидов, связки, структурой. Большее содержание кобальта (связки) и крупнозернистая структура способствуют увеличению вязкости, уменьшению твердости и износостойкости сплава. Сплавы с меньшим содержанием кобальта и мелкозернистые обладают противоположными свойствами — меньшей вязкостью, большей твердостью и износостойкостью. Поэтому для тонкого и чистового точения с малым сечением стружки следует выбирать сплавы с меньшим количеством кобальта и мелкозернистые (ВК3, ВК3-М, ВК6-ОМ, ТЗОК4).

Черновая и получистовая обработка при непрерывном резании выполняется в основном сплавами со средним содержанием кобальта (ВК4, ВК6, ВК6-М, Т15К6, Т14К8, ТТ10К8-Б).

При тяжелых условиях резания во время черновой обработки с ударной нагрузкой по загрязненной корке рекомендуется применять сплавы с большим содержанием кобальта и крупнозернистой структурой (ВК8, Т5К10, Т5К12, ТТ7К12).

В целях экономии дорогостоящих и редких металлов, входящих в состав твердых сплавов, создан твердый минералокерамический материал — микролит марки ЦМ332 на основе мелкозернистого корундового порошка. Пластинки микролита белого цвета выпускаются тех же типоразмеров, что и твердосплавные. Микролит пре-восходит твердые сплавы по твердости, износостойкости, красностойкости (до 1200°), уступая им значительно по вязкости. Поэтому его применяют в основном для получистового и чистового точения при жесткой технологической системе и безударной нагрузке.

Природные (технические) и синтетические алмазы представляют собой кристаллическую модификацию чистого углерода. Они обладают самой большой из всех известных в природе материалов твердостью, теплостойкостью до 800° и высокой теплопроводностью. Вместе с тем алмазы характеризуются повышенной хрупкостью и интенсивностью износа при резании черных металлов на основе железа. Последнее свойство объясняется диффузией (растворением) углерода алмаза в железе под действием высокой температуры резания. Вследствие этого область применения алмазных резцов практически ограничивается тонким точением цветных металлов и пластмасс, которое осуществляется срезанием небольшого слоя материала с очень малой подачей и большой скоростью резания.

Для обработки резанием черных металлов в последнее время созданы и успешно внедряются в промышленность новые сверхтвердые инструментальные материалы — композиты (прежнее название эльбор), получаемые спеканием при высоких давлениях и температурах микропорошков кубического нитрида бора. Приближаясь по твердости к алмазу, нитрид бора имеет примерно вдвое большую

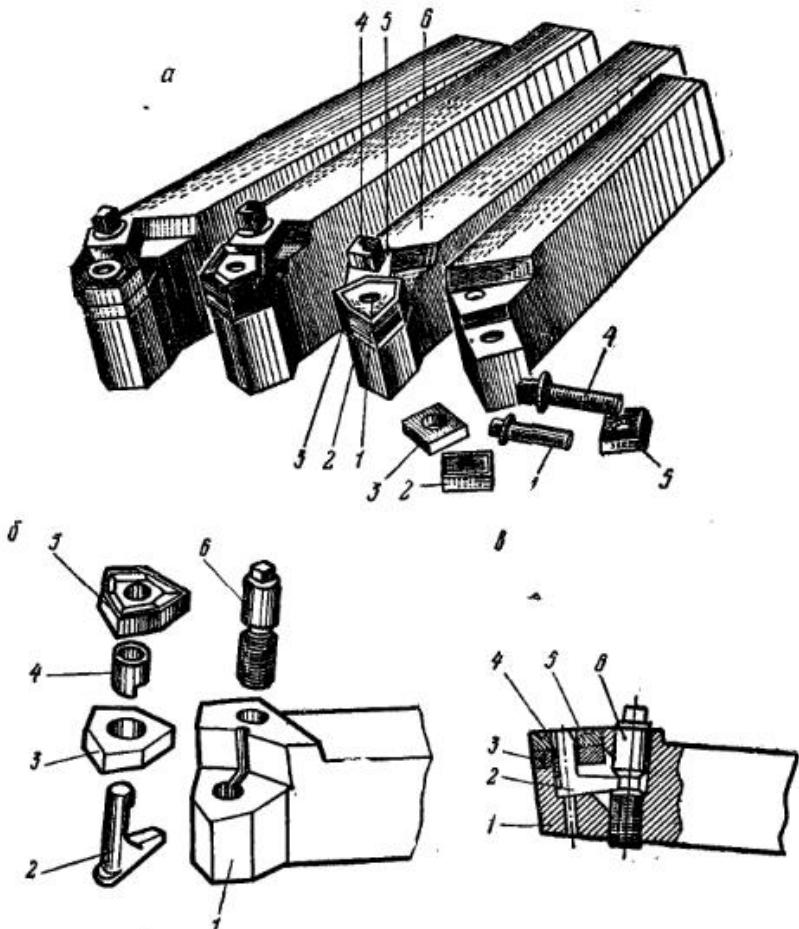


Рис. 170. Конструкция резцов с механическим креплением многогранных пластинок твердого сплава:
а — ВНИИ; б, в — ВАЗ

теплостойкость (до 1500 °C), что позволяет эффективно обрабатывать им не только сырье, но и закаленные до высокой твердости стальные детали.

Технологические и конструктивные особенности резцов. Резцы оснащаются быстрорежущей сталью в основном в виде небольшой пластинки, которую приваривают к стержню высокотемпературным сварочным порошком. Такой порошок, состоящий из 75% ферромарганца и 25% обезвоженной буры, имеет температуру плавления, близкую к температуре закалки быстрорежущей стали, что позволяет совмещать процессы приварки и закалки.

Пластинки твердого сплава припаиваются или механически крепятся к стержню резца.

Припайку выполняют медью обычно на электронагревательных машинах токами высокой частоты.

Для универсальных работ широко используются резцы с механическим креплением многограных неперетачиваемых пластинок твердого сплава конструкции ВНИИ (рис. 170, а). Многогранная пластинка 2 свободно устанавливается в гнездо стержня 6 на твердосплавную подкладку 3 и штифт 1. Сзади она крепится винтом 4 и клинообразным прихватом 5. По мере износа одной режущей кромки, пластинку поворачивают для работы другой кромкой. Задний угол обеспечивается наклонным положением пластинки, а передний — углублением по контуру режущей кромки на передней поверхности.

Более совершенна конструкция подобных резцов Волжского автозавода (рис. 170, б и в). Здесь режущая пластинка 5 вместе с твердосплавной подкладкой 3 и переходной втулкой 4 свободно установлены в гнездо стержня 1. При завинчивании винта 6 двухплечий рычаг 2очно прижимает пластинку к стержню. При этом направление прижима пластинки совпадает с направлением радиального усилия резания, что способствует повышению надежности крепления пластинки.

Кроме того что резцы с многогранными пластинками удобны в эксплуатации, они обладают повышенной надежностью и стойкостью: у них отсутствуют внутренние напряжения, имеющие место в резцах с припаянными пластинками.

Благодаря широкому применению резцов с неперетачиваемыми пластинками возник новый весьма эффективный способ повышения их износостойкости и твердости: пластинки наиболее прочных марок твердого сплава (ВК8, Т5К10, ТТ7К12) покрывают тонким слоем (5—15 мкм) износостойкого карбида титана TiC или нитрида титана TiN, что способствует повышению их стойкости в 3—4 раза.

В целях повышения режущих способностей инструментов создана существенно новая конструкция резцов для ротационного (вращающегося) точения (рис. 171). Принципиальное отличие их состоит в том, что в качестве режущего элемента резца используется втулка 2 специального профиля из быстрорежущей стали или твердого сплава, которая одновременно служит наружным кольцом двухрядного роликового подшипника и поэтому способна вращаться вокруг собственной оси. Такая головка в сборе устанавливается на станке при помощи державки 1 и располагается наклонно в вер-

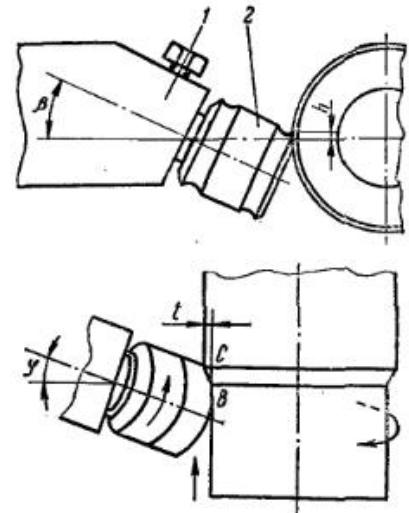


Рис. 171. Схема установки на станке резцов для ротационного точения

тикальной и горизонтальной плоскостях под определенными углами β и φ , а также несколько выше оси заготовки на величину h . В процессе резания за счет сил трения и наклонного положения режущая втулка получает вращательное движение. При этом благодаря замене скольжения в местах контакта с заготовкой на качение и постепенному обновлению активных участков режущей кромки стойкость таких резцов намного возрастает. Это позволяет значительно повышать режимы резания даже при точении труднообрабатываемых сталей и сплавов.

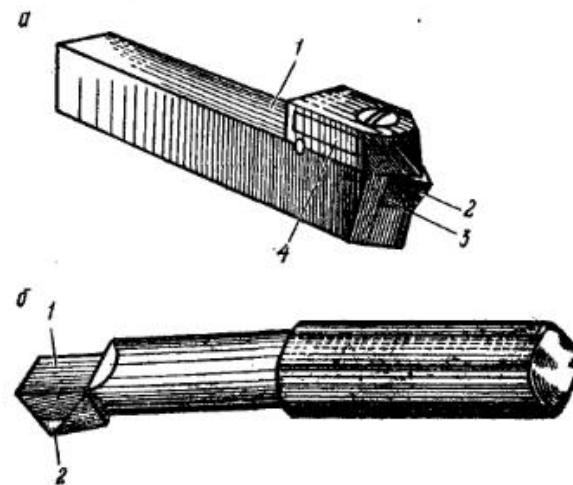


Рис. 172. Конструкция резцов — алмазных и оснащенных композитом:
а — с механическим креплением кристалла; б — напайные

Поликристаллы алмаза и композита 2 (рис. 172, а) крепятся к стержню резца 1 с помощью прихвата 4 и переходной вставки 3 или непосредственно присоединяются к нему вакуумной пайкой (рис. 172, б). Соединение кристалла с переходной вставкой осуществляется горячей прессовкой, пайкой или методом порошковой металлургии.

Заточка и доводка резцов. Завершающие операции изготовления резцов — заточка и доводка.

Централизованная заточка выполняется на специальных заточных станках шлифовальными кругами чашечной формы. Торцевая рабочая поверхность кругов обеспечивает получение плоских поверхностей на резце. Такие станки снабжают подвижными регулируемыми столами, на которых в поворотных тисках или головках закрепляют и движением стола перемещают резцы относительно круга. Заточку производят при непрерывном охлаждении 1—2%-ным раствором кальцинированной соды в воде.

Быстрорежущие резцы затачивают кругами из электрокорунда марки 25А, зернистостью 40—25, среднемягкими СМ₁—СМ₂ на керамической связке.

Заточка твердосплавных резцов ведется за две операции: вначале по задним поверхностям стержня — электрокорундовым кругом, затем по пластинке твердого сплава — кругом из карбида кремния марки 64С, зернистостью 40—25, твердостью М₃ — СМ₁ на керамической связке. Круги с такой характеристикой применяются и для заточки резцов с минералокерамическими пластинками.

В настоящее время чистовая заточка и доводка резцов с высокой эффективностью все чаще выполняется алмазными кругами на органической (бакелитовой) связке, позволяющей вести обработку без охлаждающей жидкости. Зернистость кругов для заточки принимается равной 16—10, для доводки — 6—М40. Скорость вращения круга $v=20—25$ м/с.

Контроль качества заточенных и доведенных резцов выполняется так же, как описано в § 7.

Контрольные вопросы

1. Приведите краткую характеристику инструментальных материалов, применяемых для изготовления резцов.
2. Какими правилами следует руководствоваться при выборе марок твердого сплава?
3. В чем заключаются технологические особенности изготовления резцов из различных материалов?
4. В чем сущность ротационного резания?
5. Как осуществляется заточка и доводка резцов?

§ 78. Силы, действующие при точении

Причины и характер действия сил резания. Обрабатываемый материал оказывает сопротивление резанию, сила которого, прогибая заготовку, резец и детали станка, ухудшает точность обработки.

Основные причины возникновения сил при резании следующие: 1) препятствие обрабатываемого материала деформации и скальванию элементов стружки; 2) трение контактных поверхностей резца, стружки, заготовки. Причем, силы, возникающие вследствие первой причины, составляют около 90% общей величины силы резания. Из этого следует, что для создания нормальных условий работы надо в первую очередь уменьшать деформацию срезаемого слоя.

Сила сопротивления резанию непостоянна по величине. Она то увеличивается, то уменьшается, или, иными словами, пульсирует. Такая пульсация объясняется последовательным характером скальвания элементов стружки и является одной из причин возникновения вибраций при резании, отрицательно влияющих на качество обработки и стойкость резца.

Составляющие силы резания. Если рассмотреть наиболее общий случай токарной обработки — продольное точение прямым проходным резцом (рис. 173, а), то силу резания P можно геометрически разложить по правилу параллелепипеда на три взаимно перпендикулярные составляющие: P_z — вертикальное усилие, действующее по касательной к поверхности резания; P_y — радиальное усилие, действующее перпендикулярно к оси заготовки; P_x — усилие подачи,

направленное параллельно продольной подаче. Соотношение между этими силами для данного примера приближенно составляет

$$P_z : P_y : P_x \approx 1 : 0,4 : 0,25.$$

При других условиях работы это соотношение может несколько измениться, но величина силы P_z во всех случаях остается наибольшей. Кроме того, на преодоление силы P_z расходуется почти вся мощность, потребляемая на резание, так как эта сила совпадает по направлению со скоростью резания. Поэтому для приближенных

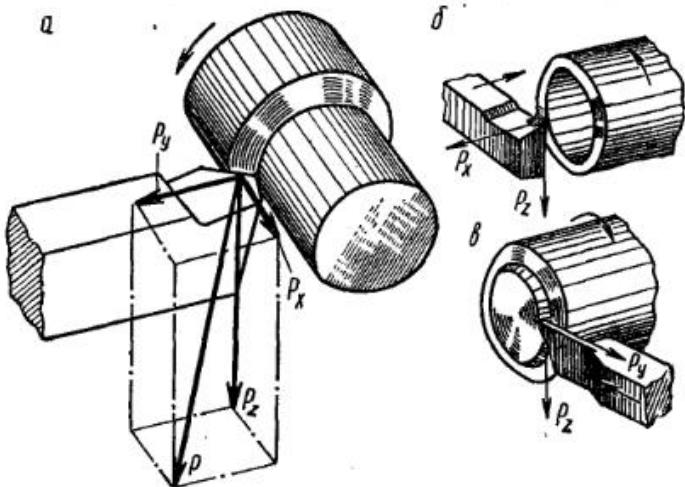


Рис. 173. Силы, действующие при точении

технологических расчетов усилением резания при точении принято считать силу P_z .

В некоторых случаях одна из горизонтально действующих сил может отсутствовать. Например, при подрезании торца втулки продольной подачей (рис. 173, б) отсутствует сила P_y , а при отрезании (рис. 173, в) — сила P_x . При обтачивании детали проходным упорным резцом радиальное усилие P_y незначительно, поэтому такими резцами рекомендуется обтачивать нежесткие валы.

Зависимость силы резания от условий работы. Величина сопротивления резанию зависит от механических свойств обрабатываемого материала, геометрии резца, режима резания и свойств смазывающе-охлаждающей жидкости.

Ранее указывалось, что основная часть усилия резания расходуется на деформацию срезаемого слоя металла и скальвание элементов стружки. Естественно, чем выше твердость и прочность обрабатываемого металла, тем больше его сопротивление резанию. В связи с этим усилие резания при обработке стали больше, чем при обработке чугуна и особенно цветных металлов.

Способность обрабатываемого материала оказывать сопротивление резанию характеризуется коэффициентом резания K — силой

резания, приходящейся на 1 mm^2 площади поперечного сечения срезаемой стружки. Этот показатель определяют при постоянных условиях: глубине резания $t = 5 \text{ мм}$, подаче $S = 1 \text{ мм/об}$, переднем угле $\gamma = 15^\circ$, главном угле в плане $\phi = 45^\circ$, работе без охлаждения. Его средние значения приводятся в Приложении 4.

Влияние углов геометрии резца на усилие резания было рассмотрено в § 74. Наиболее существенное действие на силу резания оказывают передний γ и главный угол в плане ϕ . С увеличением переднего угла резец легче внедряется в обрабатываемый металл и разъединяет его частицы. При изменении угла в плане ϕ меняется длина активной части главной режущей кромки l (см. рис. 167), а соответственно и сила сопротивления резанию. Чтобы уменьшить усилие резания, следует работать резцами с большим углом ϕ .

Элементы режима резания оказывают различное влияние на величину силы резания. При увеличении глубины резания становится больше активная часть главной режущей кромки, что приводит к прямо пропорциональному увеличению усилия резания.

С увеличением подачи активная часть главной режущей кромки не изменяется, но становится больше толщина срезаемого слоя металла и активная часть вспомогательной режущей кромки, принимающей некоторое участие в резании. Следовательно, усилие резания в этом случае также растет, но в меньшей степени. Поэтому, с целью уменьшить усилие резания выгоднее работать с большей подачей и меньшей глубиной резания.

Скорость резания в узких пределах применяемых значений оказывает незначительное влияние на силу резания; практически им можно пренебречь.

Смазывающе-охлаждающая жидкость снижает внешнее трение, оказывает разрыхляющее действие (проникая в микротрещины срезаемого слоя металла) и тем самым способствует уменьшению силы резания.

Для технологических целей величину силы резания приближенно можно определить по упрощенной формуле

$$P_z = KtS, \quad (43)$$

где K — коэффициент резания; t — глубина резания; S — подача.

Контрольные вопросы и задания

- Укажите причины возникновения силы резания и характер ее действия.
- На какие составляющие можно разложить усилие резания? Каково их действие.
- Как условия работы влияют на величину силы резания?
- Выполните задание № 255.

§ 79. Мощность и крутящий момент при резании

Работа, расходуемая на резание в секунду, называется **мощностью резания** и обозначается $N_{\text{рез}}$.

Если умножить силу резания P_z в кгс (Н) на скорость резания v

в м/мин, получим работу резания в кгс·м/мин (Дж/мин). Для определения секундной работы в киловаттах надо полученное произведение разделить на 60 и число 102 — коэффициент перевода кгс·м/с (Вт) в кВт. Тогда формула мощности резания примет следующий вид:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} \text{ кВт.} \quad (44)$$

Чтобы станок мог выполнять работу, мощность на шпинделе должна быть равна или больше мощности, необходимой на резание, т. е. следует соблюдать условие

$$N_{\text{шп}} \geq N_{\text{рез}}.$$

На шпиндель мощность поступает от электродвигателя, при этом часть ее затрачивается на преодоление сил трения в механизме коробки скоростей и частично теряется из-за проскальзывания ремня. Следовательно, мощность двигателя всегда больше мощности на шпинделе.

Отношение мощности на шпинделе $N_{\text{шп}}$ к мощности двигателя N_d называется коэффициентом полезного действия станка (кПД)

$$\text{КПД} = \frac{N_{\text{шп}}}{N_d}.$$

Коэффициент полезного действия показывает, какая часть мощности электродвигателя может быть полезно использована на резание. Для токарных станков с коробкой скоростей его среднее значение составляет 0,7—0,8.

Возможности станка характеризуются не только мощностью на шпинделе, но и допустимым крутящим моментом на нем $M_{\text{шп}}$. Между этими показателями существует следующая зависимость:

$$M_{\text{шп}} = 974 \frac{N_{\text{шп}}}{n}, \quad (45)$$

где n — частота вращения, об/мин.

Значит, при низкой частоте вращения крутящий момент на шпинделе больше, а при высокой — меньше. Поэтому, если нет возможности на станке выполнять работу с высокой скоростью резания, необходимо переходить на меньшую частоту вращения.

Крутящий момент сопротивления резанию можно получить, если умножить силу резания на наибольший радиус поверхности резания (плечо), т. е.:

$$M_{\text{рез}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 1000}. \quad (46)$$

Для выполнения резания необходимо, чтобы крутящий момент на шпинделе станка $M_{\text{шп}}$, развиваемый электродвигателем, был ра-

вен крутящему моменту сопротивления резанию или превышал его, т. е.:

$$M_{\text{шп}} \geq M_{\text{рез}}.$$

Принятый режим резания должен соответствовать возможностям станка по мощности или крутящему моменту на шпинделе,

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение мощности резания.
2. Приведите определение крутящего момента сопротивления резанию и формулу для его вычисления.
3. Объясните зависимость между крутящим моментом и мощностью на шпинделе.
4. Выполните задание № 258.

§ 80. Теплообразование и температура нагрева резца при резании

Резание металлов сопровождается выделением большого количества теплоты, о чем свидетельствует сильный разогрев стружки, резца и в меньшей степени обрабатываемой детали.

Основные источники образования теплоты при резании — деформация срезаемого слоя металла и трение поверхностей резца, стружки и заготовки.

При деформации частицы металла сдвигаются относительно друг друга, между ними возникает сильное трение, в результате которого выделяется теплота. Ее называют теплотой внутреннего трения в отличие от теплоты внешнего трения, которая выделяется вследствие скольжения соприкасающихся поверхностей резца, стружки и заготовки. Наибольшее количество теплоты возникает в результате деформации срезаемого слоя.

На интенсивность теплообразования влияют все условия резания. Однако наиболее существенное действие оказывает режим резания, с повышением которого увеличивается работа, затрачиваемая на деформацию срезаемого слоя, почти полностью превращающаяся в теплоту.

Теплота, выделяемая при резании, распределяется в определенном соотношении между стружкой, резцом, заготовкой и окружающей средой. Для резцов из быстрорежущей стали это соотношение примерно следующее: наибольшее количество теплоты (около 70—80%) уносится стружкой, в резец поступает 20—25%, в заготовку 4—9% и около 1% — в окружающую среду. Для резцов, оснащенных твердым сплавом, распределение теплоты несколько изменяется; больше теплоты уносится стружкой и меньше поглощается резцом.

Теплота сама по себе не является определяющим фактором уменьшения стойкости инструмента. Ее отрицательное действие проявляется в нагреве резца, а нагрев, как известно, характеризуется температурой. Последняя в свою очередь зависит как от количества подводимой теплоты, так и от теплоемкости нагреваемого тела или в данном случае резца. Естественно, чем больше масса головки резца (теплоемкость), тем меньше интенсивность ее нагре-

ва. А так как массивность режущего клина инструмента определяется его геометрической формой, то для повышения стойкости резца важно выбрать геометрию его соответственно условиям выполняемой работы.

При исследовании тепловых явлений установлено, что из элементов режима резания на температуру нагрева резца наибольшее влияние оказывает скорость резания, меньшее — подача, а наименьшее — глубина резания. Эта закономерность служит исходным положением для установления рациональных режимов резания.

При увеличении глубины резания увеличивается не только количество теплоты, но и отвод ее в тело резца, так как теплота распределяется на более длинную активную часть главной режущей кромки.

С увеличением подачи активная часть главной режущей кромки не изменяется, однако от нее удаляется центр давления стружки, что до некоторой степени уменьшает нагрев резца.

На температуру нагрева резца наиболее интенсивно влияет скорость резания, так как она, не изменяя отвод тепла в тело резца, увеличивает его подвод за счет увеличения мощности, расходуемой на резание.

Одно из наиболее распространенных средств уменьшения нагрева резца — применение смазывающе-охлаждающих жидкостей, которые не только уменьшают внешнее трение, но и отбирают тепло из зоны резания.

Контрольные вопросы

1. Укажите источники теплообразования при резании.
2. Как распределяется теплота при резании?
3. Объясните влияние геометрии резца и элементов режима резания на температуру его нагрева.

§ 81. Износ резцов

Вследствие трения скольжения и действия высокой температуры в местах контакта режущего клина со стружкой и поверхностью резания происходит износ резцов, сопровождаемый удалением с его рабочих поверхностей микрочастиц.

Износ режущего инструмента протекает в особо тяжелых условиях — при постоянно обновляющихся трущихся поверхностях, высоких давлениях и температурах. В связи с этим наблюдаются три вида износа: абразивный, молекулярный и диффузионный.

Абразивный износ происходит в результате царапания — срезания мельчайших частиц инструмента твердыми включениями обрабатываемого материала. Такой износ наблюдается преимущественно при резании чугуна, высокоуглеродистых и легированных инструментальных сталей, имеющих в структуре весьма твердые зерна карбидов, а также при обработке отливок с твердой и загрязненной коркой.

Молекулярный износ сопровождается вырыванием с поверхно-

стей инструмента мельчайших частиц стружкой и поверхностью резания заготовки, которое происходит из-за действия между ними значительных сил молекулярного сцепления (прилипания, сваривания) и относительного скольжения. Такой износ в основном происходит при обработке пластичных металлов, особенно труднообрабатываемых сталей (жаростойких, нержавеющих и др.).

При высоких температурах в зоне резания наблюдается диффузия — взаимное растворение трущихся тел, в результате которой изменяется химический состав и механические свойства поверхностных слоев инструмента, что ускоряет его износ.

При точении инструмент изнашивается по передней и задним поверхностям (рис. 174, а): на передней стружка выбирает лунку, а на задней образуется притертая к поверхности резания площадка h_3 без заднего угла.

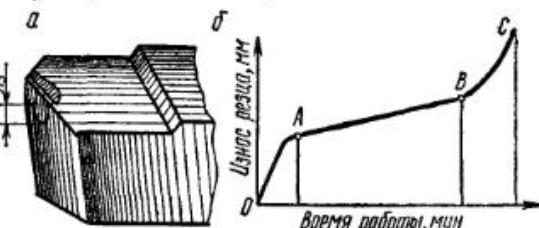


Рис. 174. Характер и периоды износа резцов

Интенсивность износа инструмента за период от начала работы до его затупления неодинакова. Ее можно изобразить в виде графика (рис. 174, б), на котором по горизонтали откладывается время работы резца, а по вертикали — его износ. В течение первого периода (участок кривой OA) идет приработка трущихся поверхностей, когда сглаживаются шероховатости, оставшиеся после заточки инструмента. Длительность его можно сократить доводкой резца. Второй, наиболее продолжительный период (участок AB), характеризуется нормальной (медленной) скоростью износа и составляет около 90—95% времени работы резца. Третий (участок BC) — период усиленного износа, по достижению которого резец необходимо снять со станка для переточки.

Признаки предельно допустимого износа (критерия затупления), указывающие на необходимость переточки, зависят от характера выполняемой работы.

При черновом точении, когда точность обработки не является конечной целью, допустимый износ практически определяют по следующим внешним признакам: появлению на поверхности резания блестящей полоски при обработке стали или темных пятен при обработке чугуна; резкому увеличению шероховатости обработанной поверхности; изменению формы и цвета стружки.

При чистовой обработке износ инструмента определяют по допустимой точности и шероховатости обработанной поверхности.

Время переточки можно также установить по предельной ширине площадки h_3 на задней поверхности, величина которой приводится в справочниках. Например, для твердосплавных резцов при черновой обработке стали $h_3 = 1-1,4$ мм, при чистовой — $h_3 = 0,4-0,6$ мм.

В массовом производстве допустимый износ ограничивают, применяя принудительную переточку инструментов через определенные промежутки времени, соответствующие их стойкости.

Контрольные вопросы

1. Укажите причины и виды износа резцов.
2. Как протекает износ инструмента во времени?
3. Как определяется предельно допустимый износ инструмента при черновой и чистовой обработках?

§ 82. Стойкость резцов

Стойкостью называется время непосредственной работы резца от заточки до переточки, измеряемое в минутах.

Стойкость неразрывно связана с износом и зависит от тех же факторов: свойств обрабатываемого материала и материала инструмента, режима резания, геометрии резца и качества смазывающей-охлаждающей жидкости.

В общем случае, чем выше твердость и прочность обрабатываемого материала, тем больше скорость нарастания износа и, следовательно, меньше стойкость инструмента. Однако отдельные материалы обладают некоторыми специфическими свойствами, которые следует учитывать при обработке их резанием. Например, у чугуна сильная истирающая способность, так как он содержит значительное количество твердых зерен карбида железа (цементита). Аналогичную способность, но в несколько меньшей степени, имеют высокоуглеродистые и легированные инструментальные стали. Поэтому стойкость резцов при точении этих металлов ниже, чем при обработке малоуглеродистых конструкционных сталей. Нержавеющие, жаропрочные стали и сплавы кроме абразивного износа создают повышенный молекулярный износ резцов, обладают низкой теплопроводностью, сильно упрочняются при резании, сохраняют твердость и прочность при высоких температурах. Их обработка резанием сопряжена с большими трудностями из-за низкой стойкости резцов.

Продолжительность работы инструмента в большой степени зависит от материала инструмента и в первую очередь его теплостойкости. При равных условиях резания быстрорежущие резцы имеют значительно меньшую стойкость, чем твердосплавные.

Как было установлено при рассмотрении теплообразования, из элементов режима резания наибольшее влияние на температуру нагрева инструмента, а значит и на его стойкость, оказывает скорость резания. Например, при увеличении скорости резания на 20—25% стойкость снижается в 2—3 раза. Следовательно, чтобы сохранить стойкость резца, надо в первую очередь выбрать наибольшую глубину резания и подачу и только после этого — допустимую скорость резания.

На стойкость резца значительно влияет геометрия его заточки. С увеличением переднего угла в допустимых пределах, уменьшением углов в плане, при положительном значении угла наклона глав-

ной режущей кромки и увеличении радиуса закругления вершины стойкость резко повышается.

Смазывающе-охлаждающая жидкость уменьшает нагрев инструмента, внешнее трение и оказывает расклинивающее действие на срезаемый слой металла. При токарных работах наиболее часто используется эмульсия с различной концентрацией эмульсола (от 5 до 20%), обладающая хорошей охлаждающей и частично смазывающей способностью. При чистовой обработке с небольшой скоростью резания (окончательное нарезание резьб резцами, развертывание), когда преобладающее влияние на износ оказывают силы трения, рекомендуется применять жидкости с большей смазывающей способностью — сульфофрезол (осерненное минеральное масло), смеси растительного или минерального масла с керосином и скпицидаром и др.

Струя жидкости, подведенная обычным способом к месту отделения стружки, не оказывает высокого охлаждающего действия. Поэтому в последнее время на операционных работах получил распространение способ охлаждения распыленной жидкостью. Струя такой жидкости легко проникает в зону резания, надежно смазывает трущиеся поверхности и хорошо отводит теплоту, которая поглощается при испарении быстро движущихся частиц жидкости.

При резании труднообрабатываемых сталей и сплавов применяют глубокое охлаждение жидким углекислым газом. Он подается в зону резания из баллона через отверстие сопла диаметром в несколько десятых долей миллиметра. Во время расширения и испарения углекислый газ сильно охлаждается (примерно до -78°) и оседает на резец, деталь и стружку в виде белого налета, вызывая их интенсивное охлаждение.

Стойкость, обеспечивающую наименьшие материальные и трудовые затраты, связанные с изготовлением изделия, называют экономической. Ее ориентировочные значения для различных инструментов, принятые в нормативах по режимам резания, приводятся в справочниках. Так, например, для обычных токарных резцов экономическая стойкость принимается 60 мин, для фасонных — 120 мин.

Контрольные вопросы

1. Какое влияние на стойкость оказывают различные условия резания?
2. Какие способы смазки и охлаждения применяют при резании?
3. Какую стойкость называют экономической? Приведите ее значения для резцов.

§ 83. Выбор рациональных режимов резания

Режим резания, отвечающий экономической стойкости инструмента, называется *рациональным*. При его выборе руководствуются нормативными таблицами справочника и исходными данными: чертежом детали, родом и размерами заготовки, материалом и геометрией инструмента, паспортными сведениями о станке. Используя

Режимы резания при обтачивании конструкционных сталей с пределом прочности $\sigma_u = 70\text{--}80 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (700—800 МПа) резцами с пластинками Т15К6

1. Подача при черновом обтачивании, мм/об

Размеры стержня резца, мм	Диаметр детали, мм	Подача при глубине резания в мм до		
		3	5	8
16 × 25	40	0,4—0,5	0,3—0,4	—
	60	0,5—0,7	0,4—0,6	0,3—0,5
	100	0,6—0,9	0,5—0,7	0,5—0,6

2. Скорости резания при черновом обтачивании, м/мин

Глубина резания, мм	Скорости резания при подаче, мм/об		
	0,3	0,5	0,8
3	198	166	157
4	190	160	150
6	178	150	141
			126

3. Подача при чистовом обтачивании, мм/об

Класс шероховатости	Вспомогательный угол в плане резца, град	Подача при радиусе вершины резца, мм		
		0,5	1,0	2,0
5	10	0,3—0,35	0,35—0,4	0,5—0,55
6	5	—	0,25—0,3	0,35—0,39
7	5	—	0,17—0,2	0,21—0,27

Окончание табл. 12

4. Скорости резания при чистовом обтачивании, м/мин

Глубина резания, мм	Скорости резания при подаче, мм/об		
	0,15	0,2	0,3
1,0	270	235	222
1,5	253	220	208

5. Поправочные коэффициенты к таблицам скоростей резания

Стойкость резца, мин	K_1	Предел прочности обрабатываемого материала σ_B , кгс/мм ² (МПа)	K_2	Состояние обрабатываемой поверхности	K_3	Материал резца	K_4	Глальный угол в плане, град	K_5
30	1,15	60—70 (600—700)	1,15	Без корки	1,00	T30K4	1,40	45	1,90
60	1,00	70—80 (700—800)	1,00	С коркой	0,80—0,85	T15K6	1,00	60	0,92
90	0,92	80—90 (800—900)	0,88	Загрязненная	0,50—0,60	T5K10	0,65	90	0,80

эти данные, назначают элементы режима резания в следующем порядке:

1. Глубину резания принимают в зависимости от величины припуска, жесткости детали и точности обработки. Если условия позволяют, весь припуск следует срезать за один проход инструмента. Точные поверхности обрабатывают вначале предварительно, затем окончательно с глубиной резания 0,5–1 мм.

2. Подачу выбирают из нормативных таблиц. При черновой обработке величина ее ограничивается жесткостью детали, инструмента и допустимым усилием подачи предохранительного механизма фартука станка. Подача для чистовой обработки определяется главным образом требуемой шероховатостью обрабатываемой поверхности. Выбранную подачу корректируют по станку и принимают ближайшую из имеющихся.

3. Скорость резания, соответствующую экономической стойкости инструмента, назначают из нормативных таблиц в зависимости от вида обработки (черновая, чистовая), материала инструмента и детали, принятых значений глубины резания и подачи. Такие таблицы составлены для определенных условий работы. Поэтому, если действительные условия резания отличаются от нормативных, выбранную скорость умножают на прилагаемые к таблицам поправочные коэффициенты.

4. Зная скорость резания, определяют частоту вращения из формулы (4):

$$n = 320 \frac{v}{D} \text{ об/мин}$$

и подбирают ближайшее меньшее или большее (если оно не превышает 5% расчетного) значение по станку.

5. По принятой частоте вращения подсчитывают действительную скорость резания

$$v = \frac{D n}{320} \text{ м/мин.}$$

6. При черновом точении режим резания проверяют по допустимой мощности или крутящему моменту на шпинделе станка по формулам (44) и (46).

В качестве примера в табл. 12 приведены некоторые нормативные значения режимов резания при обтачивании сталей.

Пример. Выбрать режим резания для обтачивания цилиндра диаметром $40_{-0,2}$ мм проходным упорным резцом, оснащенным твердым сплавом марки Т15К6 на токарно-винторезном станке 16К20. Заготовка — $\varnothing 45 \times 250$ мм из стали 40 ($\sigma_u = 65 \text{ кг/мм}^2$), закреплена в патроне и заднем центре. КПД станка — 0,8. Шероховатость обработанной поверхности — $R_s = 80 \text{ мкм}$.

Решение. Учитывая невысокую точность, грубую шероховатость и достаточно высокую жесткость заготовки, обтачивание целесообразно выполнять за один проход. Тогда глубина резания

$$t = \frac{45 - 40}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

Из табл. 12, п. 1 выбираем подачу $S = 0,5 \text{ мм/об}$, которая имеется на станке,

По табл. 12, п. 2 выбираем скорость резания $v = 166 \text{ м/мин}$, которую умножаем на поправочные коэффициенты из табл. 12, п. 5 для заданных условий работы: $K_1 = 1$; $K_2 = 1,15$; $K_3 = 1$; $K_4 = 1$; $K_5 = 0,8$:

$$v = 166 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 152 \text{ м/мин.}$$

Определяем необходимую частоту вращения

$$n = 320 \frac{v}{D} = 320 \frac{152}{45} = 1080 \text{ об/мин.}$$

По станику (см. приложение 2) принимаем ближайшую меньшую частоту вращения шпиндела $n = 1000 \text{ об/мин}$.

Уточняем действительную скорость резания

$$v = \frac{D n}{320} = \frac{45 \cdot 1000}{320} = 140 \text{ м/мин.}$$

Проверяем режим резания по мощности на шпинделе станка. Для этого вначале определим усилие резания по формуле (43).

В справочнике находим коэффициент резания $K = 180 \text{ кгс/мм}^2$, тогда $P_z = K S = 180 \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 225 \text{ кгс}$.

Мощность резания составит

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z v}{60 \cdot 102} = \frac{225 \cdot 140}{60 \cdot 102} \approx 5,1 \text{ кВт.}$$

что вполне достаточно для осуществления выбранного режима резания на станке 16К20, имеющем $N_{\text{шп}} = N_d \cdot \text{кПД} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт}$.

Контрольные вопросы и задания

1. Какой режим резания называется рациональным?
2. Объясните последовательность при выборе рационального режима резания.
3. Выполните задание № 269.

Глава XVI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

§ 84. Классификация деталей, обрабатываемых на токарных станках

Для того чтобы ускорить разработку технологической документации, удешевить и сократить сроки подготовки производства новых изделий, в современном производстве широко используют технологическую классификацию деталей, которая предусматривает разделение их на классы по сходным признакам — размерам, форме, технологическим особенностям. Применительно к деталям, обрабатываемым на токарных станках, можно выделить следующие технологические классы (рис. 175): валы, втулки, стаканы, диски, фланцы, эксцентриковые и корпунсные детали.

К валам относят круглые стержни, длина которых превышает три диаметра. Кроме собственно валов в этот класс включают также ходовые винты, оси, шпинNELи, пиноли и др. Втулки отличаются наличием сквозного отверстия и небольшой длиной менее трех на-

ружных диаметров. Стаканами называют детали типа круглых со- судов со сплошным дном или небольшим отверстием в нем. Характерная особенность деталей типа дисков — их небольшая длина менее $\frac{1}{2}$ наружного диаметра. К ним также относят кольца, крышки, шкивы, одновенцовные зубчатые колеса и др. Фланцы — детали дисковой формы с отверстием и ступицей, расположенной с одной или с двух сторон. Эксцентриковые детали характеризуются наличием параллельно смешенных круглых поверхностей. Корпусные

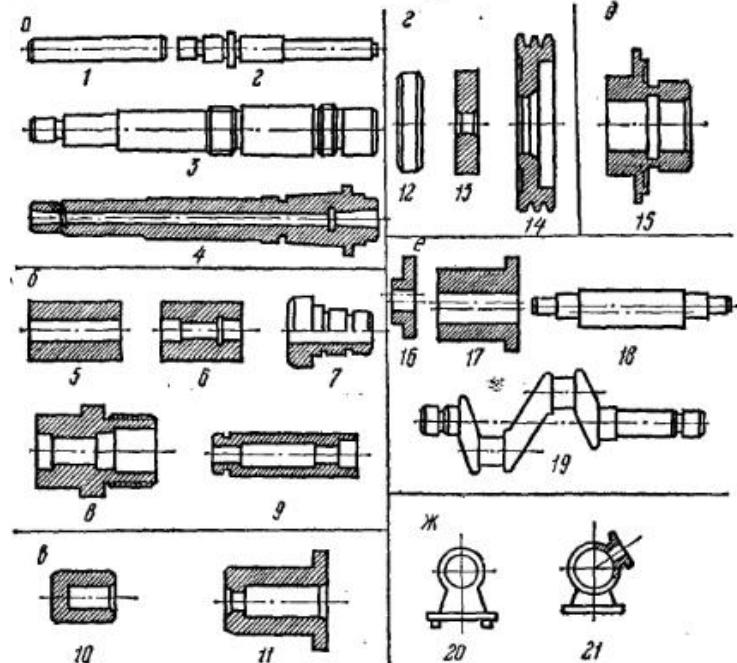


Рис. 175. Технологические классы и группы деталей, обрабатываемых на токарных стаканах:

a — валы: 1 — гладкий, 2 — ступенчатый, 3 — с участками сложной формы, 4 — пустотелый; 5 — втулки: 5 — гладкая, 6 — со ступенчатым отверстием; 7 — со ступенчатой наружной поверхностью; 8 — сложная, 9 — длинная; *б* — стаканы: 10 — гладкий со сплошным дном, 11 — с фланцем и отверстием в дне; 12 — диски; 13 — сплошной, 14 — с отверстием, 15 — сложный; *в* (15) — в дне; *г* — диски; *д* — эксцентриковые детали: 16 — эксцентриковый фланец с двухсторонней ступицей; *е* — эксцентриковые детали: 16 — эксцентриковый вал, 19 — коленчатый вал; *ж* — корпусные детали: 20 — кронштейн, 21 — патрубок

детали могут иметь разнообразную форму (например, корпуса передней и задней бабки токарного станка, всевозможные кронштейны, рычаги и др.).

Класс в свою очередь делят по более близким признакам на группы, для которых может быть использовано небольшое количество типовых технологических процессов. Так, например, детали класса валов расчленяют на валы гладкие, ступенчатые, с участками сложной формы, сплошные и пустотельные, длинные и нормаль-

ные. Длинными считаются валы с отношением длины к диаметру выше 12:1. В классе втулок выделяют втулки гладкие, со ступенчатым отверстием, со ступенчатой наружной поверхностью, сложные, длинные. К последним относят втулки с глубоким отверстием (свыше пяти диаметров).

В данной главе рассматриваются примеры токарной обработки деталей типа стаканов, дисков и фланцев, служащие дополнительной иллюстрацией к изложенным в § 22 общим правилам и принципам построения технологических маршрутов. Особенности обработки деталей остальных классов рассматривались ранее в § 23, 32 и главах XII, XIII.

Контрольные вопросы

- Приведите классификацию деталей токарной обработки.
- Укажите характерные особенности деталей различных классов.

§ 85. Обработка типовых деталей

Стаканы. Кроме общих технических требований, которым должны удовлетворять детали с отверстиями, при изготовлении стаканов необходимо соблюдать: перпендикулярность отверстия к оси цилиндрических поверхностей; толщину дна; требуемое расположение дна относительно торца или фланца.

Перпендикулярность дна к цилиндрическим поверхностям достигается обработкой их за одну установку или от одной технологической базы. Последний способ применяют при построении технологического процесса по расщепленному методу. Для стаканов в качестве единой базы наиболее часто используют чисто обработанную наружную поверхность. В некоторых случаях для этой цели применяют обработанное отверстие, от которого на специальной разжимной или патронной оправке обрабатывают наружные поверхности.

Разжимная цанговая оправка (рис. 176, а) состоит из корпуса с разжимной частью 2, конического стержня 3, гайки 4 и штифта 5. При завинчивании гайки штифт затягивает стержень 3 в отверстие оправки, зажимая таким образом стакан 1. При пользовании патронными оправками 1 (рис. 176, б) дно стакана поджимают шайбой 2 с центральным отверстием и задним вращающимся центром.

Чтобы достичь необходимой толщины дна и его расположения относительно торца или фланца, важно правильно выбрать последовательность обработки. При изготовлении небольшого количества деталей продольное перемещение резца отсчитывают по лимбу. При обработке крупной партии деталей станок настраивают по продольным упорам и соблюдают правило совмещения измерительной и технологической баз.

Технологические особенности обработки стаканов поясним на примерах.

Пример 1. На рис. 177 показана последовательность обработки гладких стаканов с точной толщиной дна (в партии —

5 штук). Заготовка — круглый стальной прокат диаметром 34 мм.

Учитывая, что партия деталей небольшая, обработку расчленяют на две операции.

В 1-й операции при установке в патроне производят подрезание торца, обточку поверху, сверление, расточку отверстия, подрезку дна и отрезание заготовки с припуском по длине. Благодаря обработке дна и цилиндрических поверхностей за одну установку обеспечивается перпендикулярность их расположения. Во 2-й операции заготовку устанавливают в патроне и поджимают дном к шпиндельному упору для совмещения измерительной и технологической баз. Производится подрезание второго торца до размера толщины дна.

Пример 2. Требуется обработать в условиях серийного производства стакан с точным расположением дна относительно фланца (рис. 178). Заготовка на одну штуку — из круглого проката диаметром 65 мм, длиной 73 мм. Для автоматического получения линейных размеров станок настраивают по продольным упорам. Последовательность обработки следующая.

В 1-й операции при закреплении заготовки в патроне подрезают торец, обтачивают поверхность диаметром 42 мм и подрезают уступ фланца.

Во 2-й операции заготовку поджимают уступом фланца к кулачкам патрона. Подрезают второй торец, обтачивают поверхности диаметром 42 и 60 мм, подрезают второй уступ фланца и сверлят отверстие.

В 3-й операции уступ фланца также поджимают к кулачкам патрона, благодаря чему измерительная база для размера 40 мм и установочная совмещаются.

Производится расточка отверстия и подрезка дна до размера 40_{-0.1} мм.

Диски. Способы обработки дисков зависят от их размеров, формы, требуемой точности и величины партии.

При изготовлении малой партии сплошных дисков небольшого диаметра в качестве заготовки (на несколько деталей) применяют кусок круглого проката. Заготовку закрепляют в патроне, подрезают торец, протачивают поверху и отрезают с припуском по длине. Во второй установке полученную заготовку закрепляют обратной стороной в патроне и прижимают обработанным торцом к шпиндельному упору. Лучше для этой цели использовать неглубокую

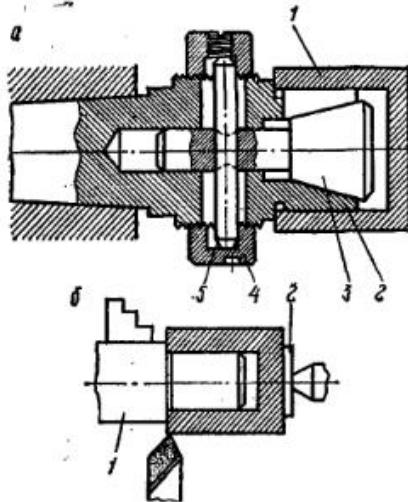


Рис. 176. Оправки, применяемые при обработке стаканов:
а — разжимная; б — патронная

выточку специального комплекта прямых кулачков, уступ которой выполняет роль упора. При такой установке подрезают второй торец до требуемого размера по длине.

Для сплошных дисков, изготавливаемых крупными партиями, особенно большого диаметра, используют штучные заготовки, получаемые разрезкой круглого проката на механических ножовках либо на отрезных станках в заготовительном участке цеха. В таких случаях применяют следующие способы обработки.

Если к наружной поверхности диска не предъявляются высокие

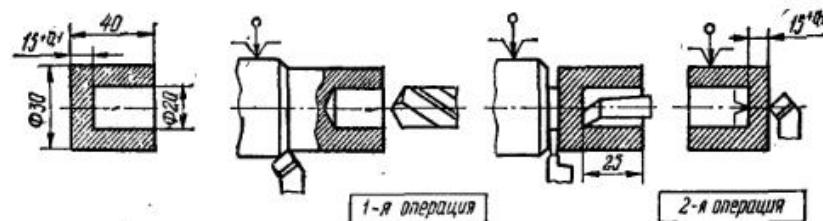


Рис. 177. Обработка стакана из прутка

требования, то заготовку с небольшим припуском по торцам закрепляют в патроне за короткую часть, подрезают торец и обтачивают поверху до кулачков. При второй установке, как было описано выше, подрезают второй торец и обтачивают оставшуюся часть наружной поверхности.

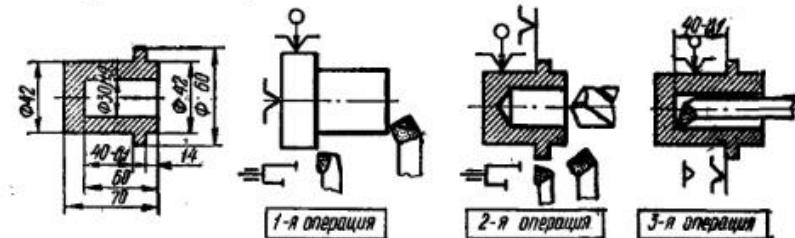


Рис. 178. Обработка стакана из штучной заготовки

Диски с точной наружной поверхностью (рис. 179) чаще всего выполняют из заготовок, по длине которых предусмотрен дополнительный припуск для закрепления в кулачках патрона. При этом в первой установке подрезают торец и обтачивают наружную поверхность на длину детали, во второй — подрезают второй торец за несколько проходов до требуемой длины детали.

Заготовки дисков с нормальным припуском по длине могут быть обработаны с помощью прижима трения (рис. 180). Такую заготовку зажимают между торцами кулачков патрона и прижимом 1, поджатым вращающимся задним центром 2. Сначала ее обтачивают поверху и предварительно подрезают правый торец до прижима. После этого заготовку закрепляют другой стороной в выточке ку-

лачков или в обратных кулачках патрона и подрезают второй торец. В третьей установке окончательно подрезают первый торец.

Узкие сплошные диски большого диаметра часто изготавливают из квадратной заготовки листового проката. Диск из такой заготовки наиболее производительно можно получить вырезкой (рис. 181). Для этого в отверстие шпинделя устанавливается плашайба 1 с коническим хвостовиком. На ее торце расположены три закаленных штифта 2 с заостренными вершинами. Заготовку 3 поджимают к плашайбе прижимом трения 4 и задним вращающимся

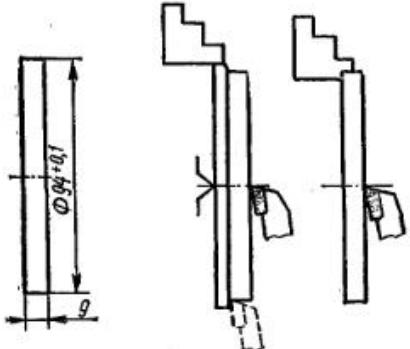


Рис. 179. Обработка точного по диаметру диска из штучной заготовки

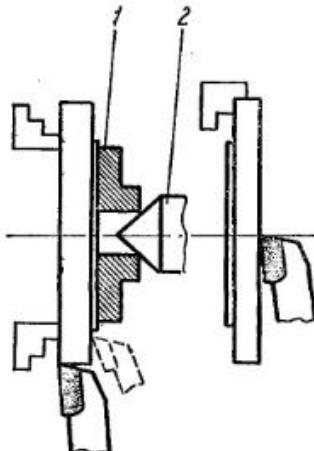


Рис. 180. Обработка сплошного диска с помощью прижима трения

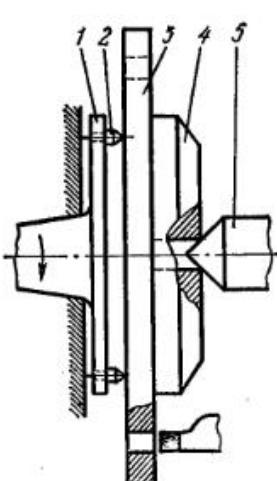


Рис. 181. Вырезка диска из пластины

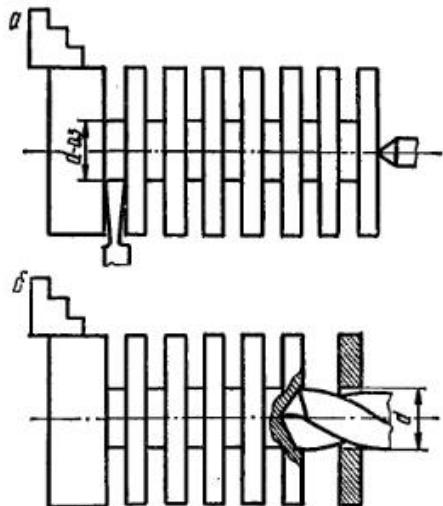


Рис. 182. Получение дисков из куска проката

центром 5. При этом штифты 2, вдавливаясь в поверхность заготовки, врашают ее во время обработки. Диск вырезают отрезным резцом, боковые задние поверхности которого затачивают по радиусу. Образовавшийся после вырезки диска отход сдвигают на задний центр, подрезают торец до прижима и, если нужно, обтачивают заготовку. Дальнейшую обработку выполняют, как описано выше.

Технологические процессы изготовления гладких дисков с отверстием отличаются от рассмотренных выше тем, что здесь тре-

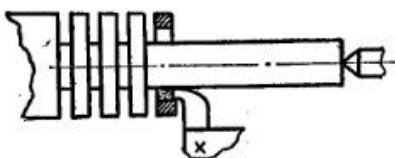


Рис. 183. Вырезка дисков из прутка

буется дополнительная обработка отверстия. Однако наличие отверстия в таких дисках часто позволяет применить производительные способы обработки.

Рассмотрим обработку партии дисков из заготовки, рассчитанной на несколько штук деталей (рис. 182). Зацентрованную с одной стороны заготовку закрепляют в патроне и заднем центре (рис. 182, а). Обтачивают наружную поверхность ее окончательно на всю длину до кулачков и надрезают диски с припуском по торцам до диаметра сверла, которым предполагается обработать отверстие. Допускается уменьшать этот размер на 0,2—0,3 мм, но не более, так как в противном случае либо сверло уйдет в сторону, либо заготовки дисков будут отделяться до полной обработки отверстия. Затем производят сверление (рис. 182, б). Образующиеся при этом диски отделяются и нанизываются на сверло. Дальнейшую обработку торцов и отверстия выполняют, как описано ранее.

Диски небольшой толщины с отверстием большого диаметра можно получить вырезкой из прутка (рис. 183). Для этого заготовку, рассчитанную на несколько деталей, обтачивают и надрезают, как в предыдущем примере. Затем отогнутым отрезным резцом поочередно вырезают диски. Остающийся при этом стержень можно использовать для изготовления других деталей.

Особенность обработки гладких дисков, торцы которых должны быть строго параллельны между собой, заключается в следующем: один из торцов (второй в порядке обработки) подрезают, предварительно с припуском 0,3—0,5 мм, затем его окончательно обрабатывают на плоскошлифовальном станке, используя в качестве установочной базы чисто подрезанный первый торец.

Технологический процесс обработки сложных дисков отличается от обработки втулок лишь тем, что небольшая длина отверстия дисков часто не позволяет использовать его в качестве установочной базы. Поэтому для этой цели у сложных дисков применяют наружную поверхность, а также уступы и выемки на торцах.

В качестве примера на рис. 184 приведена технологическая последовательность изготовления сложного диска из литой чугунной заготовки в условиях мелкосерийного производства.

1-я операция. При установке в обратных кулачках патрона подрезают торец заготовки и обрабатывают выточку диаметром 260 мм.

2-я операция. Заготовку устанавливают обработанной выточкой в прямых кулачках патрона и закрепляют вразжим. Подрезают второй торец, вытачивают углубление, обтачивают поверху до диаметра 340 мм.

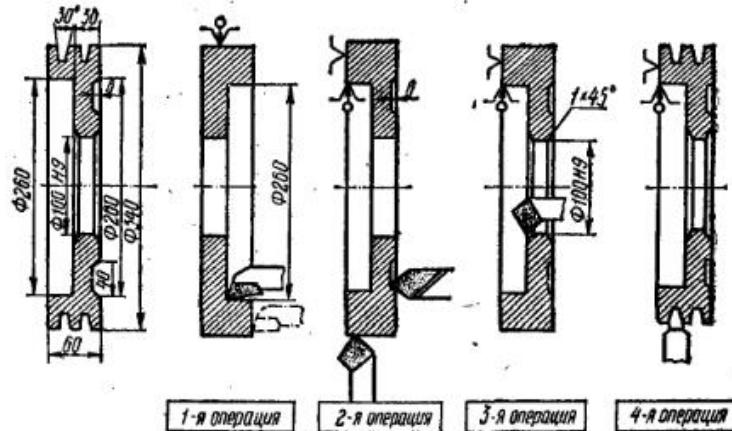


Рис. 184. Обработка сложного диска

3-я операция. При той же установке растачивают отверстие диаметром 100Н9 и снимают две фаски в нем.

4-я операция. Установка та же. Вытачивают угловые канавки специальным резцом.

Фланцы. Характерное требование, предъявляемое к деталям типа фланцев — точность расположения поверхностей дисковой части относительно отверстия. Это требование в большинстве случаев обеспечивается чистовой обработкой точных наружных поверхностей от отверстия на оправке.

На рис. 185 приведена технологическая последовательность обработки небольшой партии (5 шт.) фланцев с односторонним расположением ступицы в условиях единичного производства за 4 операции. Заготовка — стальная отливка без отверстия.

1-я операция. Достаточная жесткость дисковой части позволяет закрепить заготовку за наружную поверхность в обратных кулачках патрона. В этой операции производится подрезка торца, сверление отверстия, обточка наружного цилиндра ступицы, снятие с него фаски и подрезка уступа дисковой части.

2-я операция. Заготовку закрепляют за обработанную поверхность ступицы, поджимают уступом к кулачкам патрона, подрезают второй торец в размер длины и предварительно обтачивают наружный цилиндр дисковой части.

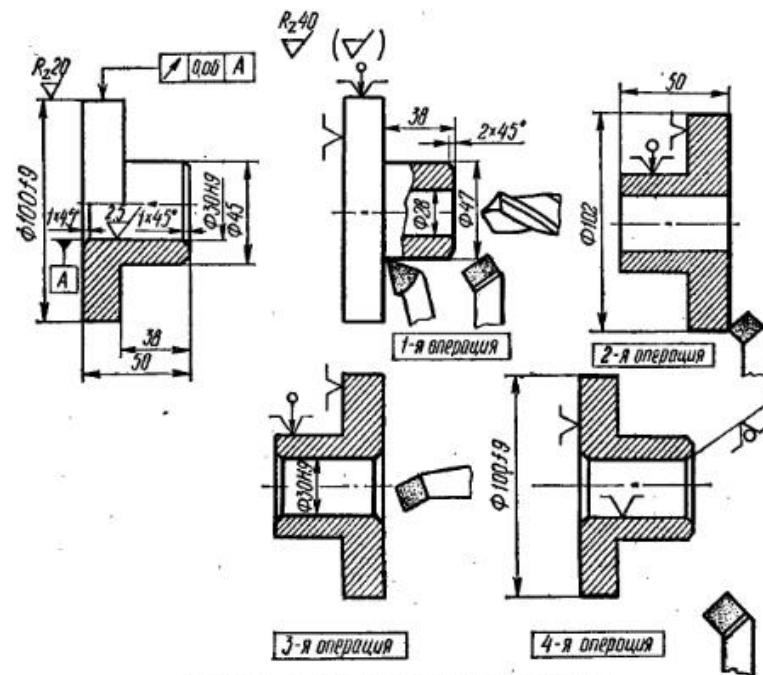


Рис. 185. Обработка фланца из отливки

3-я операция. При той же установке выполняют окончательное растачивание отверстия и протачивание в нем двух фасок.

4-я операция. При установке на патронной оправке производится чистовое обтачивание дисковой части.

Контрольные вопросы

1. Объясните технологические способы обработки станков.
2. Как выполняется обработка сплошных дисков из прутка и штучных заготовок?
3. В чем состоят особенности обработки дисков с отверстиями?
4. Какие требования характерны для точности обработки фланцев и как их выдерживают?

§ 86. Построение технологического процесса токарной обработки

Содержание технологического процесса. На завершающем этапе учебной подготовки молодой рабочий должен уметь самостоятельно разрабатывать и оформлять технологический процесс. Работа по его построению включает выбор рационального технологического маршрута, приспособлений, инструментов, режимов резания и расчет основного времени.

Технологический маршрут разрабатывается на основании общих правил и принципов, рассмотренных в § 22, а также сведений о практике выполнения операционных работ и ранее изученных особенностях изготовления типовых деталей.

Приспособления, режущие и измерительные инструменты выбирают соответственно принятым способам установки заготовок на станке, способам обработки поверхностей, точности обработки. При этом следует учитывать тип производства. В единичном и мелкосерийном производстве в основном используются приспособления и инструменты общего назначения, предусмотренные действующими стандартами и нормальными машиностроения, а в крупносерийном и массовом — специальная технологическая оснастка.

Режимы резания для каждого перехода назначают, руководствуясь правилами, изложенными в § 83.

Основное (машинное) время T_o , непосредственно расходуемое на резание, рассчитывают по формуле

$$T_o = \frac{L}{nS} i \text{ мин}, \quad (47)$$

где L — расчетная длина обработки, мм; n — частота вращения, об/мин; S — подача, мм/об; i — число проходов.

Расчетная длина обработки определяется как сумма:

$$L = l + l_1 + l_2 \text{ мм},$$

где l — длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм; l_1 — величина врезания инструмента, мм; l_2 — величина перебега инструмента, мм.

Величину врезания l_1 можно принимать примерно:

для резцов с углом $\phi < 90^\circ$ — 1—5 мм в зависимости от глубины резания и угла в плане;

для сверления — 0,3 диаметра сверла;

для прочих мерных инструментов (зенкеров, разверток, плашек, метчиков) — длину режущей части;

для нарезания резьб резцами — 2—3 шага резьбы.

Величина перебега учитывается только при обработке на проход и принимается в пределах 1—3 мм.

В особых условиях происходит нарезание резьб метчиками и плашками: необходимо не только нарезать резьбу, но и примерно с таким же режимом свинчивать инструмент с заготовки. Поэтому здесь основное время суммируют из времени, затраченного на ту и другую части работы.

Оформление технологического процесса. В соответствии с ЕСТД (ГОСТ 3.1108—74) комплектность и формы технологической документации устанавливаются в зависимости от типа и характера производства. Основным технологическим документом для всех типов производств предусмотрена маршрутная карта (ГОСТ 3.1105—74), которая для серийного и массового производства дополняется операционными картами (ГОСТ 3.1404—74), содержащими все необходимые сведения для осуществления операционных работ. При необходимости операционные карты в свою очередь могут дополняться картами эскизов, в которые заносятся поясняющие схемы, таблицы, эскизы.

При обучении молодого рабочего, когда главным образом пре-

следуется цель развития у него технологического мышления, целесообразно пользоваться учебной формой технологической карты (табл. 13), включающей все основные сведения и иллюстрации к ним из вышеуказанных карт. Правила заполнения граф 1—5 такой карты, содержащих сведения о технологическом маршруте, рассматривались ранее в § 22.

В графе «Инструменты» приводится краткая характеристика применяемых инструментов: для режущих инструментов указываются тип, материал, номинальный размер, класс или степень точности; для измерительных — наименование и маркировка по стандарту.

В графе «Размеры обрабатываемых поверхностей» проставляются наибольший диаметр касания инструмента с заготовкой и длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи. При заполнении графы «Режим резания» указывается фактическая скорость резания и принятые по станку подача и частота вращения.

Основное время дается на одну деталь. При обработке нескольких деталей за один рабочий ход инструмента полученное расчетом время следует делить на количество деталей, обработанных указанным способом.

Рассмотрим конкретный пример построения технологического процесса токарной обработки втулки со ступенчатой наружной поверхностью (табл. 13).

Исходные данные: рабочий чертеж; заготовка — круглый прокат $\varnothing 32$ мм; количество деталей в партии — 30 шт.; станок — токарно-винторезный модели 1А616.

Разработку технологического процесса начнем с построения технологического маршрута (см. § 22, рис. 49).

На первой стадии изучим исходные данные.

Из чертежа определяем требования, предъявляемые к точности обработки детали. Втулка имеет наружный цилиндр $\varnothing 24f9$ и отверстие $\varnothing 16H7$, точность которых ограничивается соответственно 9-м и 7-м квалитетами. Остальные размеры без допусков подлежат обработке по 14-му квалитету.

Точность формы поверхностей чертежом не установлена. Следовательно, их погрешности для цилиндрических участков не должны превышать допусков на соответствующие диаметры, а для торцов и уступа $1/2$ допуска размера по длине.

Точность взаимного расположения поверхностей оговорена допустимым биением 0,05 мм цилиндра $\varnothing 24$ к базовому отверстию $\varnothing 16$ мм. Шероховатость поверхностей (за исключением обозначенных на контуре детали) — $R_z = 40$ мкм.

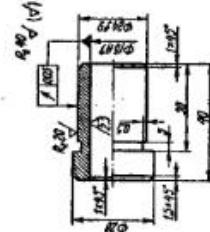
Деталь термообработке не подвергается. Следовательно, ее полная обработка (учитывая экономически целесообразную точность токарной обработки) может быть осуществлена на токарном станке.

Деталь изготавливается из углеродистой конструкционной качественной стали 45.

Размеры заготовки обеспечивают достаточный припуск по диаметру 4 мм.

Технологический процесс токарной обработки втулки

Наименование изделия		Приспособление	
Втулка 4-575		Сталь 45	
Прокат $\varnothing 32 \times 480$ мм на 10 шт. 50 шт.		Токарно-шлифовальный 1A616	
165 мм		710 мм	
Характеристика стакна		Высота центров	
Составил		Расстояние между центрами	
Проверил			
Содержание установочных переходов		Инструменты	
Установка		Режим обработки	
Схема установки		размеры обрабатываемых поверхностей	
Приспособления		$D, \text{мм}$	
		$l, \text{мм}$	
		$s, \text{мм}$	
		$a, \text{мм}$	
		$e, \text{мм}$	
		$h, \text{мм}$	
		$g, \text{мм}$	
		$b, \text{мм}$	
		$c, \text{мм}$	
		$d, \text{мм}$	
		$f, \text{мм}$	
		$h_1, \text{мм}$	
		$h_2, \text{мм}$	
		$h_3, \text{мм}$	
		$h_4, \text{мм}$	
		$h_5, \text{мм}$	
		$h_6, \text{мм}$	
		$h_7, \text{мм}$	
		$h_8, \text{мм}$	
		$h_9, \text{мм}$	
		$h_{10}, \text{мм}$	
		$h_{11}, \text{мм}$	
		$h_{12}, \text{мм}$	
		$h_{13}, \text{мм}$	
		$h_{14}, \text{мм}$	
		$h_{15}, \text{мм}$	
		$h_{16}, \text{мм}$	



1 A Установить заготовку в патроне с вылетом 50 мм и закрепить	3-кулачковый сажающий отборный шток, T15K6	Резец проходной, T15K6	Штангенциркуль ШЦ-1
1 Подрезать торец 4			
2 Обточить цилиндр 6			
3 Обточить цилиндр 7			
4 Сверлить отверстие $\frac{1}{2}$		Сверло Ø15; Р6М5	15 45 7,5 0,2 26 560 1 0,45
5 Проточить фаску 3			25 1,5 1,5 0,3 140 1800 1 0,003
6 Выточить канавку 2			25 1 3 0,1 140 1800 1 0,006
7 Отрезать заготовку в размер 1		Резец отрезной 3 мм; T15K6	28 6,5 3 0,096 158 1800 1 0,04
2 A Установить и закрепить заготовку в патроне	3-кулачковый сажающий отборный шток, T15K6	Резец проходной, T15K6	Штангенциркуль ШЦ-1
1 Подрезать торец 1			28 6,5 1,5 0,3 158 1800 1 0,01
2-3 Проточить две фаски 2			
4 Зенкеровать отверстие 3		Зенкер Ø16 № 1; Р6М5	28 1,5 1,5 0,3 158 1800 1 0,006
5 Развернуть отверстие 3		Развертка Ø16A; Р18	15,8 40 0,4 0,3 35 710 1 0,21
			16 40 0,1 1 3,6 71 1 0,7
3 A Установить и закрепить заготовку на оправке		Оправка разжимная	25 27 0,5 0,32 175 2240 1 0,04
1 Обточить цилиндр 1			

Окончание табл. 13

4 Сверлить отверстие $\frac{1}{2}$		Сверло Ø15; Р6М5	15 45 7,5 0,2 26 560 1 0,45
5 Проточить фаску 3			25 1,5 1,5 0,3 140 1800 1 0,003
6 Выточить канавку 2			25 1 3 0,1 140 1800 1 0,006
7 Отрезать заготовку в размер 1		Резец отрезной 3 мм; T15K6	28 6,5 3 0,096 158 1800 1 0,04
2 A Установить и закрепить заготовку в патроне	3-кулачковый сажающий отборный шток, T15K6	Резец проходной, T15K6	Штангенциркуль ШЦ-1
1 Подрезать торец 1			28 6,5 1,5 0,3 158 1800 1 0,01
2-3 Проточить две фаски 2			
4 Зенкеровать отверстие 3		Зенкер Ø16 № 1; Р6М5	28 1,5 1,5 0,3 158 1800 1 0,006
5 Развернуть отверстие 3		Развертка Ø16A; Р18	15,8 40 0,4 0,3 35 710 1 0,21
			16 40 0,1 1 3,6 71 1 0,7
3 A Установить и закрепить заготовку на оправке		Оправка разжимная	25 27 0,5 0,32 175 2240 1 0,04
1 Обточить цилиндр 1			

Учитывая, что партия деталей небольшая, целесообразно построить технологический процесс с незначительным расчленением его на операции.

Станок модели 1А616 по своим техническим возможностям (см. табл. 9, гл. VII) позволяет высокопроизводительно обработать данную деталь.

На второй стадии технологической подготовки выбираем способы обработки, технологические базы и способы установки заготовок на станке.

В соответствии с общим принципом наибольшей производительности подрезание торцов выполняем за один проход наиболее стойким проходным отогнутым резцом. Наружную ступенчатую поверхность обтачиваем проходным упорным резцом, причем цилиндр Ø24 мм за два перехода: предварительно, затем окончательно. Высокая точность отверстия нуждается в последовательной обработке его сверлом, зенкером и разверткой.

Руководствуясь правилами выбора технологических баз, в качестве первой базы принимаем наружную цилиндрическую поверхность заготовки. За промежуточную чистовую базу выбираем предварительно обработанный цилиндр Ø24 мм, окончательная обработка которого будет вестись от базового отверстия.

Согласно выбранным базам, принимаем способы установки: по черновой и промежуточной базам — в патроне, по отверстию — на оправке.

На третьей стадии построения технологического маршрута устанавливаем количество и содержание операций.

Учитывая невысокую сложность и то, что партия обрабатываемых деталей небольшая, а также общие правила комплектования переходов в операции, делим технологический маршрут на три операции. В первой пруток пропускаем в отверстие шпинделя и закрепляем с вылетом из кулачков 50 мм в патроне.

Черновой технологической базой здесь является поверхность прутка диаметром 32 мм.

Обработку начинаем с подрезки проходным отогнутым резцом торца, который в дальнейшем станет измерительной базой для отсчета осевых размеров детали. Затем проходным упорным резцом последовательно обтачиваем первый цилиндрический участок предварительно до диаметра 25 мм на длину 30 мм и второй — окончательно до диаметра 28 мм на длину 15 мм (с учетом ширины отрезного резца и припуска на второй торец). После этого сверлим отверстие диаметром 15 мм на глубину 45 мм с припуском 1 мм на последующую обработку. В заключение протачиваем фаску 1,5×45° отогнутым резцом, вытачиваем канавку шириной 3 мм и отрезаем отрезным резцом заготовку на длину 41,5 мм.

Чтобы автоматизировать получение размеров по длине, на станции закреплен и настроен 3-позиционный продольный упор.

Во 2-й операции при закреплении заготовки в патроне с поджимом уступа к кулачкам производим подрезку второго торца,

проточку наружной и внутренней фасок проходным отогнутым резцом, обработку отверстия зенкером № 1 и разверткой Ø16H7.

В 3-й операции при установке заготовки на оправке выполняем чистовое обтачивание цилиндра диаметром 24 мм.

Завершая работу по построению технологического процесса, выбираем необходимые приспособления и инструменты, определяем размеры обрабатываемых поверхностей, режимы резания и рассчитываем основное время для каждого перехода.

В качестве крепежных приспособлений применяем 3-кулачковый токарный патрон нормальной точности и хвостовую разжимную оправку. Обработку выполняем резцами с пластинками твердого сплава Т15К6, сверлом, зенкером и разверткой из быстрорежущей стали. Измерения производим штангенциркулем ШЦ-1, калибром-пробкой Ø 16H7, микрометром МК с пределом измерения 0—25 мм.

Размеры обрабатываемых поверхностей проставляем соответственно наибольшим диаметрам касания инструментов с заготовкой и длине обработки в направлении подачи.

После этого для каждого перехода выбираем и рассчитываем режимы резания, пользуясь нормативными таблицами справочника.

В качестве примера приведен выбор и расчет режима резания для подрезания торца в 1-й операции. Ввиду небольшого припуска и невысокой точности обработку торца выполняем за один проход при глубине резания, равной 1,5 мм. По таблице 12 (см. § 83) принимаем подачу 0,39 мм/об, имеющуюся на станке. По этой же таблице определяем допустимую скорость резания с учетом поправочных коэффициентов, которые для данного случая равны единице. Скорость резания составляет $v = 199$ м/мин.

Рассчитываем необходимую частоту вращения

$$n = 320 \frac{v}{D} = 320 \frac{199}{32} = 1990 \text{ об/мин.}$$

По станку принимаем ближайшее значение $n = 1800$ об/мин, которому будет соответствовать фактическая скорость резания

$$v = \frac{D n}{320} = \frac{32 \cdot 1800}{320} = 180 \text{ м/мин.}$$

Режимы резания для других переходов определяем аналогично.

Основное время рассчитываем по формуле (47). Так, для первого перехода 1-й операции оно будет равно:

$$T_o = \frac{L}{n S} = \frac{16 + 1,5}{1800 \cdot 0,39} = 0,025 \text{ мин.}$$

Округленно принимаем $T_o = 0,03$ мин.

Контрольные вопросы и задания

1. Объясните содержание и порядок разработки технологического процесса.
2. Как оформляется и заполняется технологическая карта?
3. Выполните задание № 303.

§ 87. Рационализация технологических процессов и сокращение времени на обработку

Современное производство является сложным комплексом действий множества людей. Поэтому соблюдение установленного порядка на предприятии, в том числе и технологического процесса — закон производства. Нарушение его ведет к появлению массового брака, снижению качества продукции и большим материальным потерям.

Вместе с тем технологический процесс не является чем-то раз навсегда данным. Его необходимо постоянно улучшать на базе достижений науки, техники и массового творчества рабочих и инженерно-технических работников.

Чтобы привлечь всех работающих на производстве к участию в совершенствовании технологического процесса, на каждом заводе созданы отделы или бюро по рационализации и изобретательству. Предлагаемые усовершенствования оформляются в виде рационализаторских предложений и после рассмотрения, экспериментальной проверки и одобрения вносятся в технологическую документацию.

Наиболее существенный показатель процесса производства — уровень производительности труда, повышение которого достигается снижением времени на обработку.

Время, расходуемое на выполнение технологической операции, состоит из двух основных частей — основного и вспомогательного времени.

Основное время расходуется непосредственно на процесс резания. *Вспомогательное время* затрачивается на ручные действия, обеспечивающие выполнение процесса резания: на установку и снятие обрабатываемой детали, управление станком, перемещение инструментов, измерение и другие действия, повторяющиеся при обработке каждой детали.

Кроме того, в течение смены токарь расходует время на замену затупившегося инструмента, регулировку, наладку и смазку станка, получение задания, заготовок, ознакомление с чертежом, технологической картой, получение и сдачу инструментов, предъявление готовых деталей на проверку, приведение в порядок рабочего места и др. Все эти затраты, связанные с организационным и техническим обслуживанием рабочего места, в виде составной части также включаются во время обработки каждой детали.

Рассмотрим основные пути сокращения времени обработки деталей на токарных станках.

Сокращение основного времени. Оно может быть уменьшено увеличением режима резания, совмещением во времени работы нескольких инструментов, выбором правильной последовательности обработки ступенчатых поверхностей, обеспечивающей наименьшую суммарную длину рабочего хода инструмента. Увеличить режим резания позволяют мероприятия, способствующие прежде всего повышению стойкости режущих инструментов, как то: использова-

ние, где возможно, инструментов из современных высокостойких и сверхтвердых инструментальных материалов, совершенствование геометрии инструментов, применение эффективных смазывающе-охлаждающих жидкостей и способов их подвода в зону резания. Эти мероприятия достаточно полно рассматривались в главе XV.

Возможности использования высоких режимов резания часто ограничиваются жесткостью технологической системы. Жесткость детали в процессе обработки зависит не только от ее размеров, но и от способа крепления. При черновом точении, когда срезается стружка большого сечения и возникают значительные силы сопро-

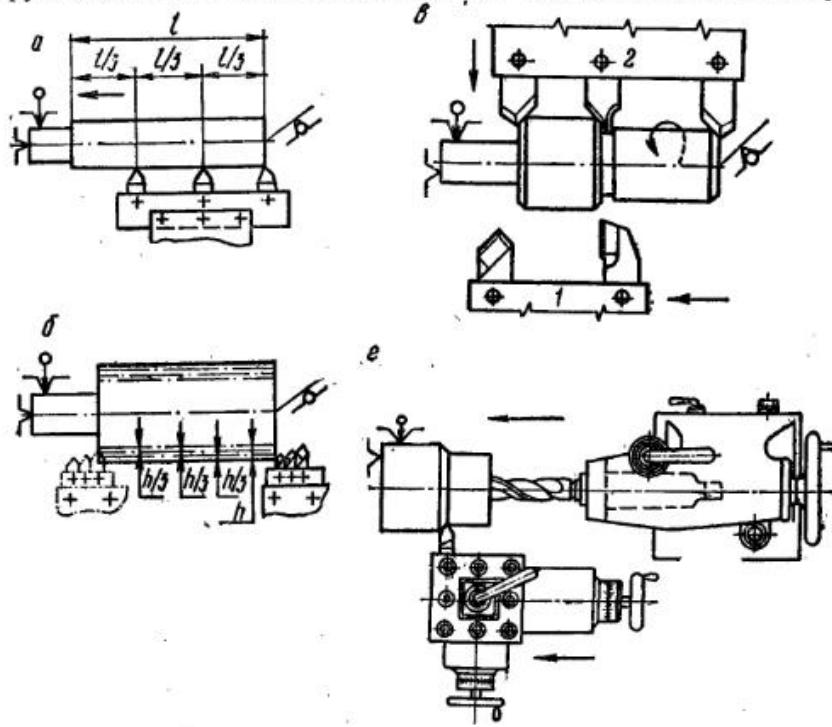


Рис. 186. Совмещение работы нескольких инструментов:
а, б, в — с помощью многорезцовых наладок; г — при обтачивании и сверлении с механической подачей

тивления резанию, следует по возможности уменьшать вылет заготовки из кулачков патрона, а при необходимости поджимать ее задним центром. Длинные валы следует обрабатывать с применением люнетов.

Жесткость станка может быть повышена закреплением его на фундаменте болтами, уменьшением до нормальной величины зазоров в подвижных соединениях шпинделя и суппорта. Не менее важно выполнять своевременную регулировку фрикционных муфт и натяжение ременной передачи, так как проскальзывание в этих

местах часто не позволяет использовать возможности станка по мощности.

Жесткость резцов можно увеличить уменьшением их вылета из резцодержателя, более прочным креплением или увеличением сечения стержня.

Совмещение работы инструментов достигается с помощью многорезцовых наладок или одновременной работы инструментами суппорта и задней бабки.

При использовании многорезцовых наладок возможны следующие способы обработки.

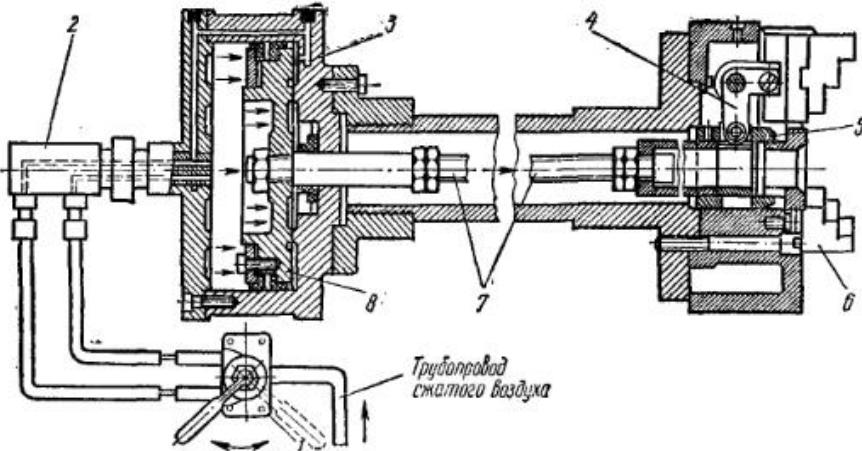


Рис. 187. Схема пневмосилового привода токарного патрона

Для получистового обтачивания цилиндрической поверхности или чернового с небольшой глубиной резания длину рабочего пути суппорта можно уменьшить делением общей длины обрабатываемой поверхности на части, как показано на рис. 186, а. При большом припуске на обработку число черновых проходов сокращается делением припуска на части (рис. 186, б). При обтачивании ступенчатых поверхностей можно эффективно применять многорезцовые наладки, монтируемые на переднем 1 и заднем 2 резцодержателях суппорта (рис. 186, в).

Совмещение работы инструментов суппорта и задней бабки, например при одновременном сверлении и обтачивании (рис. 186, г), возможно на станках, оснащенных механизмами автоматического выключения продольной подачи суппорта или устройством для сверления с механической подачей.

При пользовании способами многоинструментальной обработки следует учитывать увеличение требуемой мощности на такие работы, что иногда ограничивает возможность их применения.

Сокращение вспомогательного времени на закрепление и открепление заготовок и инструментов может быть уменьшено применением поводково-плавающих центров, быстросменных сверлильных

патронов, трехкулачковых токарных патронов с силовым приводом, самозажимных поводковых патронов, комбинированных резцедержателей и других устройств, способствующих уменьшению ручных действий токаря.

На рис. 187 показан принцип действия пневмосилового привода токарного патрона. Из цеховой воздушной сети сжатый воздух через кран управления 1, распределительную муфту 2 поступает в пневмоцилиндр 3. При этом поршень 8, перемещаясь поступательно вправо или влево, с помощью тяги 7 и муфты 5 воздействует на поворотные рычаги 4, которые, перемещая радиально кулачки 6 пат-

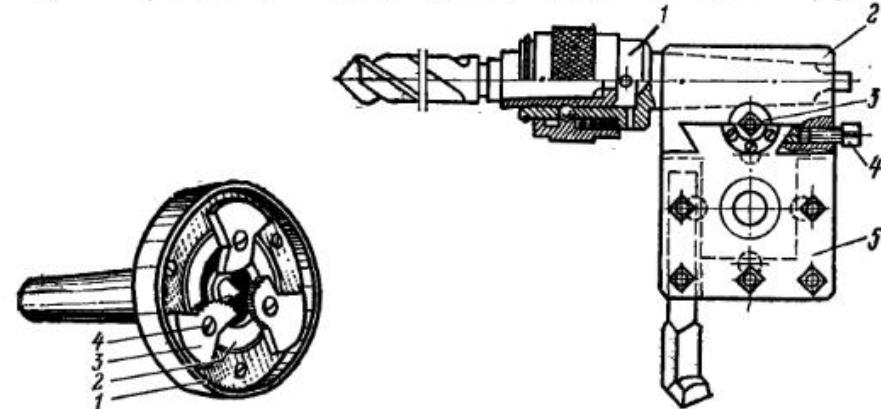


Рис. 188. Самозажимной поводковый патрон

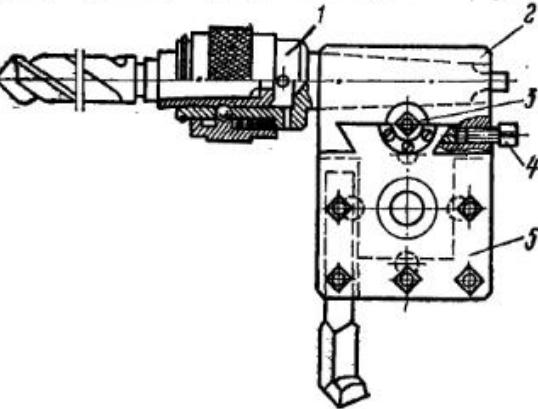


Рис. 189. Комбинированный резцедержатель

трана, осуществляют отжим или зажим заготовки. Чтобы обеспечить надежность действия пневмопривода, в систему его управления дополнительно устанавливают ряд приборов: пневмоэлектрический выключатель — для отключения двигателя главного движения станка при случайном падении воздушного давления в сети; обратный клапан, пропускающий воздух только в одном направлении — к пневмоцилиндру; редуктор, автоматически поддерживающий требуемое давление воздуха в системе, и др.

Принцип действия самозажимного поводкового патрона можно рассмотреть на примере одной из конструкций по рис. 188. При вращении корпуса 1, неуравновешенные на осях 4 кулачки 3 поворачиваются благодаря центробежным силам и рифлеными поверхностями осуществляют предварительный зажим заготовки, который усиливается в процессе резания. При этом равномерный зажим всеми кулачками обеспечивается за счет «плавающего кольца» 2, которое, обладая некоторой свободой радиального перемещения, самоустанавливается во время работы.

Комбинированный 4-позиционный резцедержатель (рис. 189) позволяет намного увеличить количество используемых для работы инструментов и сократить время их замены. Для этого к корпусу основного резцедержателя 5 с помощью соединения типа «ласточки-

кин хвост» крепят дополнительную державку 2, которую регулируют по оси центров станка винтом 3 и фиксируют винтом 4. В коническое отверстие державки устанавливают быстросменный патрон 1 для сверл, зенкеров, разверток и других инструментов.

Время, расходуемое на измерение и управление станком, сокращается благодаря настройке станка по продольным и поперечным упорам, обработке сложных поверхностей при помощи копировальных приспособлений, применению комбинированных резцов (рис. 190), обработке нескольких деталей за одно движение режущего

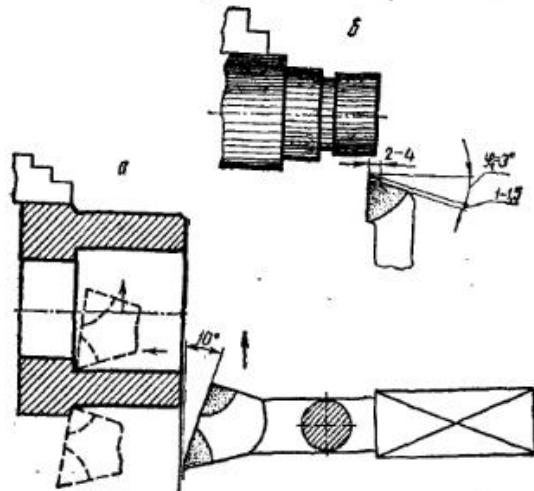


Рис. 190. Применение комбинированных резцов:
а — расточного; б — проходного упорного

инструмента (см. рис. 182), использованию механической подачи задней бабки и, наконец, созданию цикличности обработки.

Последний способ заключается в том, что при обработке партии сравнительно простых деталей переходы не повторяются, а идут у каждого двух деталей в обратной последовательности. Поясним это на простом примере. При обработке втулки необходимо подрезать торец, проточить поверху и расточить отверстие. Первые два перехода выполняются проходным резцом, третий — расточным. В этом случае обработку первой детали осуществляют в указанном порядке, а второй — начиная с растачивания отверстия, т. е. тем инструментом, которым была закончена обработка первой детали. Затем после поворота резцодержателя производят подрезание торца и обточку поверху. Такое чередование переходов позволяет значительно сократить время на перемещение инструмента и установку его на требуемые размеры.

Не менее важную роль в снижении непроизводительных потерь времени играет порядок на рабочем месте. При беспорядочном расположении на нем инструментов, ключей, приспособлений, заготов-

вок и готовых деталей токарю приходится каждый раз делать лишние движения, искать необходимый предмет, затрачивая много времени. Передовики производства добиваются высоких показателей работы благодаря не только творческому отношению к работе, но и строгому и продуманному порядку на рабочем месте.

Сокращение прочих затрат времени. Как отмечалось, сюда относится время на организационное и техническое обслуживание рабочего места в течение всей рабочей смены.

Время наладки станка расходуется разово в начале обработки партии деталей. Оно может быть уменьшено за счет увеличения партии деталей, что в условиях единичного и мелкосерийного производства достигается применением метода групповой обработки, предложенного доктором технических наук С. П. Митрофановым. По этому методу все детали данного цеха объединяют в группы по определенному принципу. В каждую группу включают технологически однородные детали аналогично ранее приведенной классификации. Из группы выделяют так называемую комплексную деталь, для которой и составляют типовой технологический процесс.

В качестве комплексной детали выбирают такую, технологический процесс изготовления которой содержал бы переходы по обработке всех поверхностей деталей данной группы. Для всей технологической группы проектируется и используется групповая наладка станков. При переходе от обработки партии одних деталей к партии других производится некоторая переналадка станков: регулировка или замена установочных элементов приспособлений, частичная замена инструментов, регулировка упоров и т. д. Так как при этом сводная партия, состоящая из мелких партий разных деталей получается большой, то становится экономически выгодно применять

Детали группы	Переходы										Комплексная деталь	
	Операция I		Операция II									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Гладить торец	◆	◆						◆	◆			
Обточка чистовой												
Фасонные отверстия												
Обработка фасок												
Зенкование отверстия												
Оперение												
Гладить торец												
Обточка чистовой												
Проплавка фасок												

Рис. 191. Групповой технологический маршрут обработки деталей типа втулок

быстро действующие зажимные приспособления — патроны с пневмоприводом, копировальные приспособления, некоторые специальные инструменты, многоинструментальные наладки и др.

Групповой метод позволяет не только увеличить производительность работы, но также сократить общее количество необходимой оснастки. Пример технологического маршрута групповой обработки втулки на токарном станке из куска стального проката, рассчитанного на несколько деталей, приведен на рис. 191.

Для сокращения прочих затрат времени на обработку важно, чтобы заготовки и технологическую оснастку к рабочим местам доставляли подсобные рабочие, токарей заблаговременно знакомили с производственным заданием, на рабочем месте поддерживались чистота и порядок, каждое рабочее место обеспечено было необходимым количеством инструментов и приспособлений постоянного пользования. Кроме того, каждый токарь, анализируя конкретные условия работы, может найти много других решений, способствующих повышению производительности труда.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется работа по рационализации технологических процессов на производстве?
2. Из каких частей складывается время обработки детали? Укажите пути его сокращения.
3. В чем заключается сущность группового метода обработки деталей?

Глава XVII

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СТАНКОВ

Электрические устройства, предназначенные для приведения станка в действие, называются **электроприводом**. Он состоит из источника вращательного движения — **электродвигателя** и аппаратуры управления и защиты.

§ 88. Электродвигатели

Наибольшее распространение в металорежущих станках получили **асинхронные двигатели трехфазного переменного тока**, отличающиеся простотой конструкции и надежностью в эксплуатации. Такой двигатель (рис. 192, а) состоит из корпуса 2 и двух боковых крышек 1 и 3. Внутри корпуса располагается неподвижная рабочая часть двигателя — статор (рис. 192, б), представляющий собой кольцеобразный металлический сердечник 1, в продольных пазах которого уложены три самостоятельные фазные обмотки 2. Начала и концы обмоток выведены наружу и присоединены к клеммам щитка 4 (рис. 192, а).

Вращающаяся часть двигателя — ротор (рис. 192, в) состоит из металлического сердечника 1, в пазах которого расположена короткозамкнутая обмотка 2 типа «белочье колесо». Последняя вы-

полняется из медных или алюминиевых стержней, замкнутых по торцам накоротко двумя кольцами. Для охлаждения двигателя во время работы к ротору прикреплены крыльчатки 3. Вал ротора концевыми шейками установлен в подшипниках боковых крышек двигателя.

Чтобы уменьшить вредное действие бегущих токов, сердечники ротора и статора набирают из тонких изолированных между собой пластин электротехнической стали.

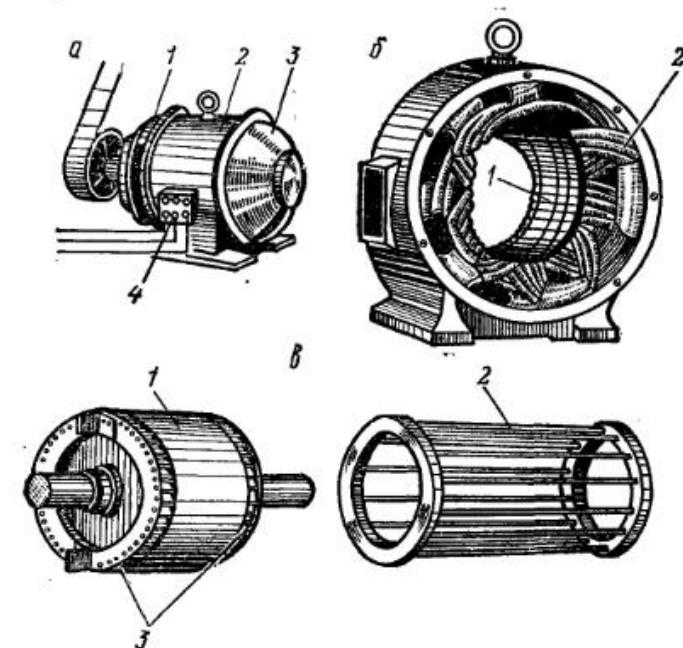


Рис. 192. Асинхронный двигатель:
а — общий вид; б — статор; в — ротор

Принцип действия асинхронного двигателя состоит в следующем. При подключении обмоток статора к сети трехфазного тока внутри статора возникает вращающееся магнитное поле, которое, пересекая обмотку ротора, индуцирует в ней трехфазный ток. Направление индуктивного тока и его магнитного поля всегда таково, что они стремятся препятствовать причине, создавшей их. Эта физическая закономерность заставляет ротор вращаться в том же направлении, что и магнитное поле статора. Когда скорости их вращения становятся равными, исчезает причина, заставляющая вращаться ротор. Однако после некоторого замедления вращение ротора возобновляется по той же причине — пересечение его обмотки магнитным полем статора. Таким образом, в процессе работы двигателя ротор, стремясь догнать вращающееся поле статора, всегда

отстает от него. Поэтому такие двигатели получили название асинхронных.

Обмотки статора можно подключать к электросети звездой  или треугольником  . При соединении звездой концы обмоток соединяют в общую нулевую точку контактными пластинами по горизонтали (как показано на рис. 192, а), а к их началам подключают линейные провода электросети. При соединении треугольником конец одной обмотки подключают к началу другой и т. д. Для этого соседние клеммы щита двигателя соединяют контактными пластинами по вертикали, а к узловым точкам подключают линейные провода электросети.

Способ соединения обмоток двигателя указывается на прикрепленном к нему щите. Например, при номинальных напряжениях двигателя 220/380 В (первое фазное, второе линейное) его можно включать в сеть с линейным напряжением 380 В звездой или в сеть с линейным напряжением 220 В — треугольником.

Для металорежущих станков применяют в основном односкоростные асинхронные двигатели с номинальной частотой вращения 1440 об/мин. Особенности таких двигателей следующие: малый пусковой момент; большая сила тока, потребляемого при запуске (в 5—7 раз выше рабочего); остановка при резкой перегрузке; низкий коэффициент полезного использования электроэнергии при недогрузке по мощности; изменение направления вращения при переводе местами любых двух линейных проводов на клеммах щита.

Из этих особенностей вытекает ряд практических правил эксплуатации асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.

1. Двигатель нельзя включать под нагрузкой.

2. В случае самопроизвольной остановки двигатель следует немедленно отключить от электросети во избежание перегорания обмоток статора.

3. Стремиться всегда наиболее полно загружать станок по мощности. При планировании работ обработку мелких деталей предусматривать на станках малой мощности, а крупных — соответственно на более мощных станках.

Контрольные вопросы

1. Как устроен и действует асинхронный двигатель?
2. Объясните способы подключения асинхронного двигателя к электросети.
3. Какими правилами следует руководствоваться при эксплуатации асинхронных двигателей?

§ 89. Аппаратура управления и защиты

Для управления двигателями и защиты их от перегрузки и коротких замыканий применяется аппаратура ручного, дистанционного и автоматического управления.

Аппаратура ручного управления. К ней относятся кнопочные станции и пакетные переключатели.

Обычная кнопочная станция 1 (рис. 193, а) состоит из кнопок «Пуск» и «Стоп», реверсивная 2 — из трех кнопок — «Вперед»,

«Стоп», «Назад». Кнопки окрашиваются в разные цвета: пусковые — в черный, «Стоп» — в красный.

Устройство и принцип действия пускового кнопочного элемента показаны на рис. 193, б. Когда нажимают на кнопку 1, стержень 2 с мостиковой пластиной 3 замыкает неподвижные контакты 4, когда же кнопку отпускают, она возвращается в исходное положение

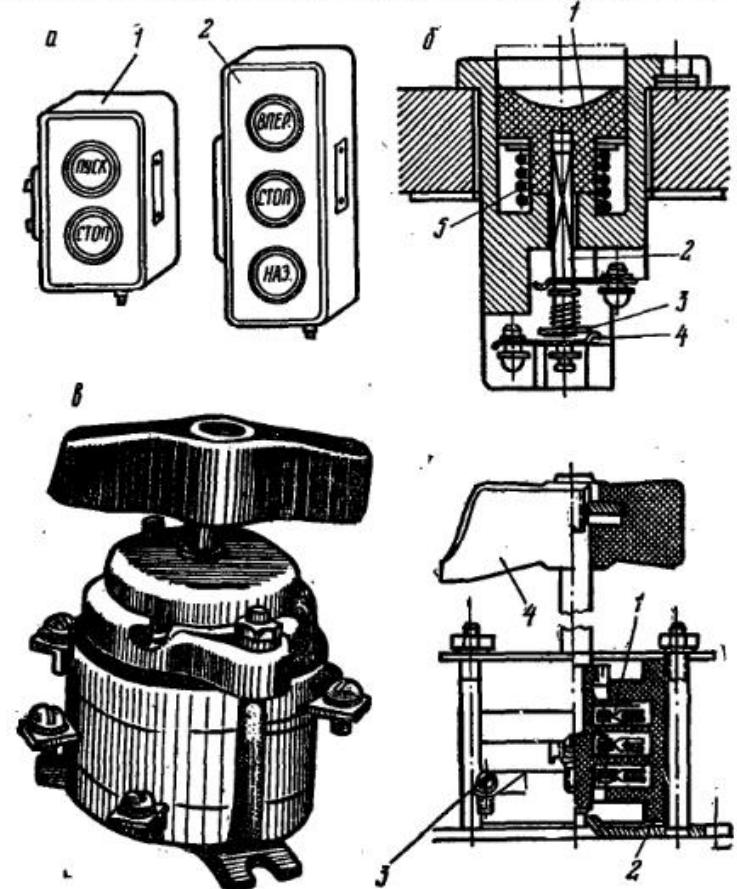


Рис. 193. Аппаратура ручного управления:
а — кнопочные станции; б — кнопочный элемент; в — пакетный выключатель

пружиной 5. Такой элемент называется нормально открытым, так как вне действия его контакты разомкнуты. Для отключения двигателя применяются нормально закрытые кнопочные элементы.

Пакетные переключатели (рис. 193, в) используются для ручного подключения двигателя к электросети или реверсирования его. Переключатель состоит из отдельных круглых дисков 2, материал которых — изоляционный. В углублениях между дисками находятся подвижные контактные пластины 1, которые при повороте ручки 4

замыкают или размыкают цепи. Диски сбраны пакетом и стянуты болтами. Переключатель подключается в электроцепь с помощью наружных клемм 3.

Аппаратура дистанционного управления. Непосредственное подключение обмоток статора двигателя к силовой электросети обычно осуществляется аппаратами дистанционного управления — магнитными пускателями, которые совместно с кнопочными станциями образуют так называемые цепи управления.

Магнитный пускатель (рис. 194) состоит из электромагнита 1 с Ш-образным стальным сердечником и такого же якоря 5. Элект-

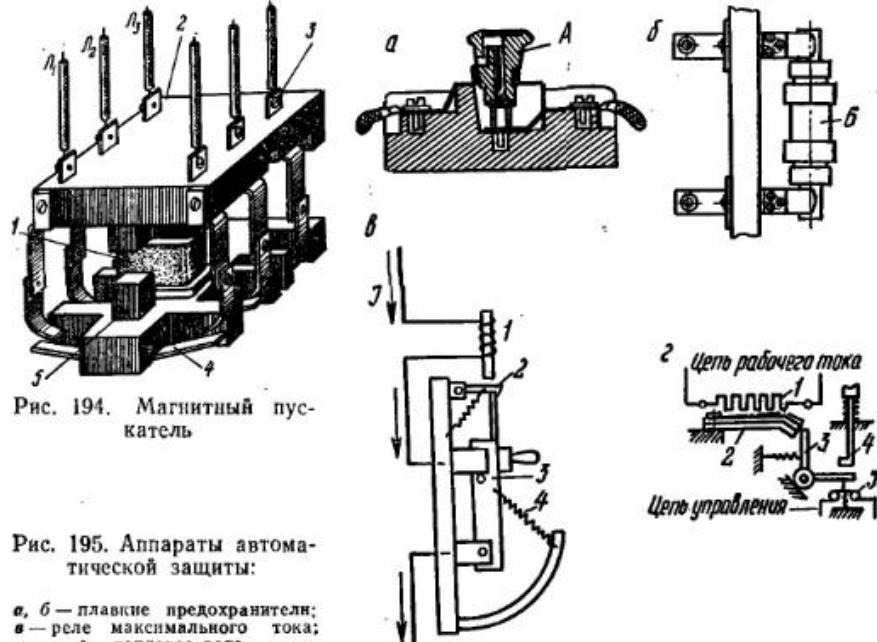


Рис. 195. Аппараты автоматической защиты:

а, б — плавкие предохранители;
в — реле максимального тока;
г — тепловое реле

ромагнит прикреплен к основанию 2, которое снабжено линейными контактами 3 рабочей электроцепи. На якоре изолировано друг от друга укреплены контактные пластины 4. При включении цепи управления кнопкой «Пуск» по обмотке электромагнита пускателя пройдет электрический ток. Вследствие этого якорь, притягиваясь к сердечнику электромагнита, пластинами 4 замкнет линейные контакты 3 и дополнительный блок-контакт (на рис. не показан). Последний шунтирует нормально открытую кнопку «Пуск». При нажиме на нормально закрытую кнопку «Стоп» цепь управления разрывается, ток в обмотке электромагнита исчезает, и якорь, опускаясь под действием собственного веса, разъединяет линейные контакты.

Аппаратура автоматического управления. Защита двигателя от тока короткого замыкания и перегрузки по мощности выполняется плавкими предохранителями, реле максимального тока, тепловыми реле и другими автоматически действующими аппаратами.

Плавкие предохранители служат для отключения рабочей цепи при коротком замыкании обмоток двигателя или соединительных проводов. Применяются в основном два типа предохранителей — пробочные (рис. 195, а) и трубчатые (рис. 195, б). Принцип действия их основан на расплавлении проволоки определенного сечения, установленной в фарфоровую пробку А или трубку Б. В случае короткого замыкания, когда сила тока резко увеличивается, проволока перегревается, плавится и размыкает цепь.

Реле максимального тока (рис. 195, в) отключает цепь, когда ток в ней достигнет величины больше допустимой. В этом случае электромагнит 1, притягивая якорь-зашелку 2, освобождает контактную пластину 3, которая под действием пружины 4 автоматически размыкает электропроводку.

Тепловые реле (рис. 195, г) предназначены для защиты электродвигателя от перегрева. В цепь рабочего тока включена спираль 1, которая, нагреваясь при перегрузке двигателя по мощности, нагревает биметаллическую пластину 2. Нижний слой пластины имеет больший коэффициент линейного расширения, чем верхний. Вследствие этого биметаллическая пластина изгибается вверх и освобождает рычаг 3 от упора. Последний под действием пружины поворачивается и освобождает кнопку выключателя 5 цепи управления, которая с помощью магнитного пускателя размыкает линейные контакты рабочей цепи. Повторное включение реле по истечении 1—3 мин производится нажимом на кнопку 4.

На рис. 196 приведена принципиальная схема дистанционного управления асинхронным двигателем. В рабочую цепь включены: пакетный выключатель *ПВ* для подключения станка к электросети, плавкие предохранители *ПП* для защиты двигателя от тока короткого замыкания, нормально открытые линейные контакты *ЛК* магнитного пускателя, нагревательные элементы тепловых реле *РТ*. Цепь управления состоит из последовательно соединенных кнопок «Пуск» и «Стоп», контактов тепловых реле *РТ*, катушки магнитного пускателя *МП*. Параллельно пусковой кнопке подключен блок-контакт *БК*.

При включенном пакетном выключателе и нажиме на кнопку

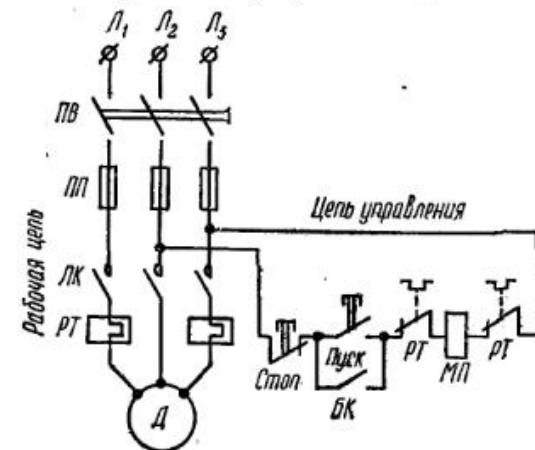


Рис. 196. Схема дистанционного управления асинхронного двигателя:

Л₁, *Л₂*, *Л₃* — линейные провода; *ПВ* — пакетный выключатель; *ПП* — плавкие предохранители; *ЛК* — линейные контакты; *РТ* — реле тепловое; *БК* — блок-контакт; *МП* — магнитный пускатель

«Пуск» магнитный пускателем одновременно замыкает линейные контакты и блок-контакт, что приводит двигатель в действие. После освобождения пусковой кнопки цепь управления остается замкнутой блок-контактом. Двигатель останавливается нажимом на кнопку «Стоп».

Контрольные вопросы и задания

- Объясните устройство и принцип действия аппаратов ручного управления двигателем.
- Для чего предназначен магнитный пускатель и как он действует?
- Объясните назначение и принцип действия аппаратов защиты электродвигателя.
- Начертите схему дистанционного управления двигателем и объясните ее действие.

§ 90. Электроснабжение рабочего места

От распределительных устройств крупных электростанций электроэнергия напряжением в сотни киловольт транспортируется к потребителям по кабельным или воздушным линиям электропередач (ЛЭП). Пройдя районные и местные понижающие трансформаторные подстанции, электроэнергия напряжением 6—10 кВ поступает на подстанцию промышленного предприятия, где преобразуется в рабочее напряжение 220 или 380 В и направляется по силовым кабелям на цеховые распределительные щиты и далее к распределительным пунктам (РП) производственных участков. Отсюда через подвесные шинопроводы 1 (рис. 197, а) или скрытые в полу индивидуальные электропроводки осуществляется электропитание отдельных рабочих мест.

На рис. 197, б приведена часть секционного распределительного шинопровода 1, внутри которого на изоляторах размещены алюминиевые или медные шины L_1 , L_2 , L_3 , представляющие собой линейные провода системы трехфазного тока. Стальная шина 0, соединенная с глухозаземленным нулевым проводом трансформаторной подстанции, служит для заземления корпусов электродвигателей и оснований металлорежущих станков. Чтобы обеспечить электробезопасность в случае пробоя изоляции токоподводящих проводов, сопротивление заземляющих проводников принимается не более 4 Ом.

Отвод электропитания от шинопровода к каждому рабочему месту осуществляется с помощью ответвительных коробок 2, гибкого металлического кабеля 3 и стальной трубы 4 с электропроводкой внутри. При этом труба соединяется с заземляющей шиной перемычкой 5.

В темное время суток производственные площадки и отдельные рабочие места освещаются. Для этого используются три системы освещения: общая, местная и комбинированная.

При общем освещении вся площадь производственного участка освещается лампами накаливания или люминесцентными лампами. Местное освещение предназначено для освещения конкретного рабочего места лампами накаливания, питаемыми электротоком на-

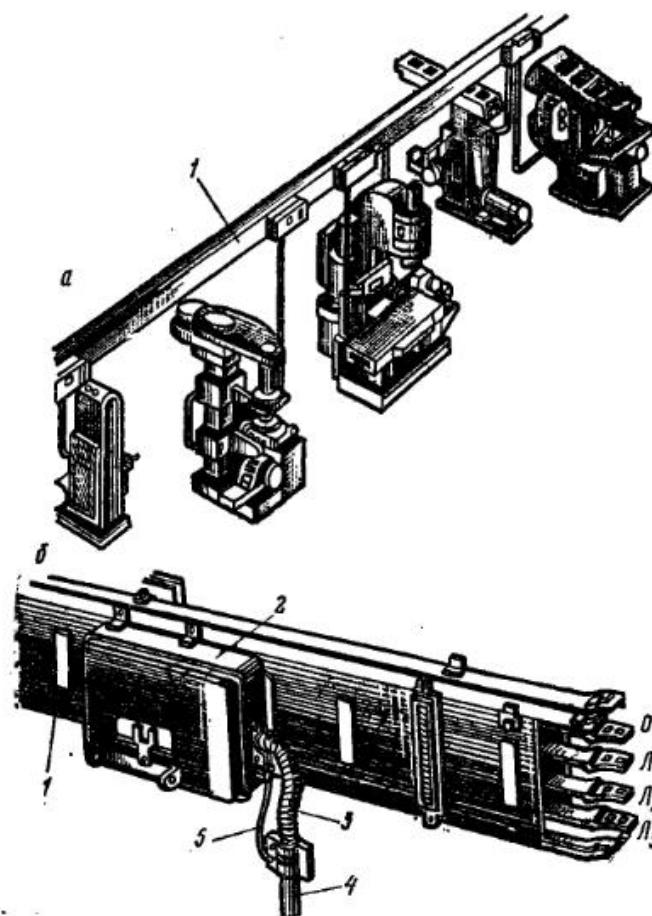


Рис. 197. Электроснабжение рабочего места:
а — участок цеха; б — часть шинопровода с ответвлениями

пряжением не выше 36 В через понижающий трансформатор. Комбинированное освещение представляет собой совокупность общего и местного освещения. Обычно производственные цехи имеют комбинированное освещение.

Контрольные вопросы

- Как осуществляется электропитание рабочего места?
- Как и для чего производится защитное заземление станка?
- Какие системы используются для освещения рабочих площадей цеха?

§ 91. Электроизмерительные приборы

Для определения величины параметров электрического тока применяются различные электроизмерительные приборы. К ним относятся амперметры, измеряющие силу тока, вольтметры — на-

прижение, ваттметры — мощность и др. По принципу действия такие приборы могут быть магнитоэлектрическими, электромагнитными, электродинамическими и других систем. По характеру измеряемого тока они делятся на приборы постоянного и переменного тока или сочетание того и другого.

Общий характерный принцип устройства всех электроизмерительных приборов — наличие у них неподвижной и подвижной частей, взаимодействие которых основано на явлениях, сопутствующих электрическому току: тепловом, магнитном или механическом. Возникающий вследствие этого крутящий момент поворачи-

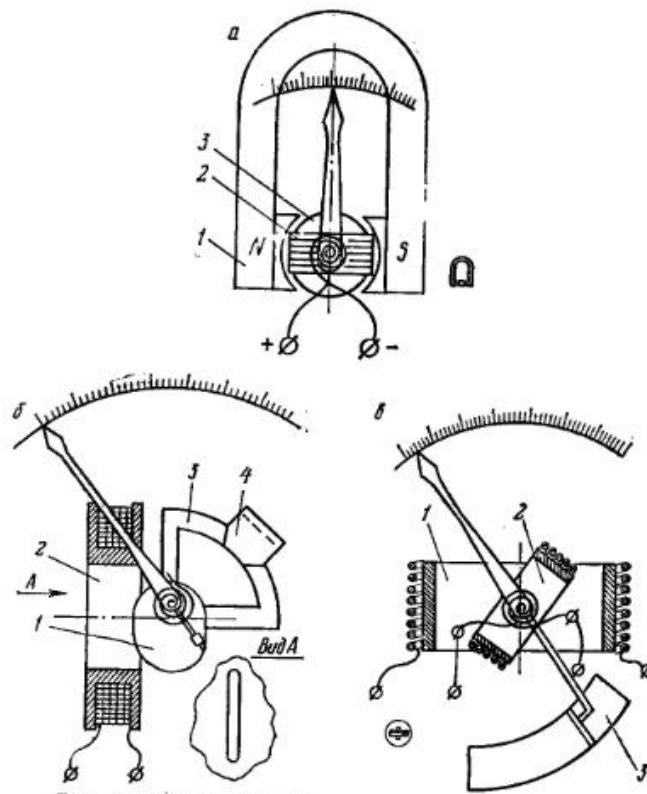


Рис. 198. Схемы электроизмерительных приборов:

a — магнитоэлектрических; *б* — электромагнитных; *в* — электродинамических

вает подвижную часть вместе со стрелкой. Чтобы стрелка отклонялась на необходимый угол соответственно измеряемой величине, создают противодействующий момент при помощи спиральных пружин из фосфористой бронзы, играющих часто роль токопроводящих элементов для подвода напряжения к подвижной части прибора. Для уменьшения трения оси вращающихся частей устанавливают в центрах с подпятниками из высокотвердых минералов (рубина,

сапфира, агата). Кроме того, все приборы снабжают успокоительными устройствами для быстрой остановки колебаний стрелки.

На рис. 198, *a* приведена схема *магнитоэлектрического прибора*, работающего на принципе взаимодействия рамки 2, по которой проходит ток, с магнитным полем постоянного магнита 1. Неподвижный железный цилиндр 3 внутри рамки — дополнительный магнитопровод для усиления магнитного поля. Успокоение стрелки достигается за счет возникновения во вращающейся рамке эдс электромагнитной индукции, которая своим магнитным полем создает тормозной момент. Такие приборы пригодны только для измерения силы тока или напряжения в цепях постоянного тока. При работе в качестве амперметра прибор включается в цепь последовательно, а вольтметра — параллельно.

Приборы *электромагнитной системы* (рис. 198, *b*) действуют за счет втягивания железного сердечника 1 в отверстие катушки 2, находящейся под током. Для успокоения стрелки используется магнитный успокоитель, состоящий из железного сектора 3 и постоянного магнита 4. Такие приборы пригодны для измерения параметров как постоянного, так и переменного тока.

Работа приборов *электродинамической системы* (рис. 198, *в*) основана на принципе взаимодействия магнитных полей неподвижной 1 и подвижной 2 катушек. При подключении катушек в электрическую цепь, магнитные силы стремятся повернуть подвижную катушку так, чтобы их поля совместились по направлению. Стрелка успокаивается воздушным успокоителем 3. Приборы этой системы используются для измерения силы тока, напряжения и мощности в цепях постоянного и переменного тока. При работе прибора в качестве ваттметра неподвижная катушка включается в электрическую цепь последовательно и служит токовой катушкой, а подвижная катушка — параллельно в качестве катушки напряжения.

Контрольные вопросы

1. Укажите разновидности электроизмерительных приборов.
2. Объясните общий принцип устройства приборов.
3. На каких принципах основано действие приборов магнитоэлектрических, электромагнитных и электродинамических систем?

Глава XVIII

СТАНКИ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

Отличительный признак станков токарной группы — способ обработки деталей за счет вращения заготовки и поступательного перемещения режущих инструментов. В зависимости от характера выполняемых работ такие станки делятся на несколько типов: токарно-винторезные, токарные, лобовые, карусельные, револьверные, полуавтоматы, автоматы, многорезцовые и специализированные (токарно-затыловочные, станки для обточки шеек коленчатых валов и др.).

Токарно-винторезные станки позволяют выполнять все токарные работы, включая нарезание резьб резцами в условиях единичного и серийного производства. Конструктивная особенность таких станков — наличие ходового винта и ходового вала.

У токарных станков отсутствует ходовой винт, поэтому их можно применять для всех токарных работ, кроме выполнения резьб резцами.

Лобовые станки отличаются от токарных короткой станиной с большой выемкой около передней бабки для обработки коротких заготовок большого диаметра.

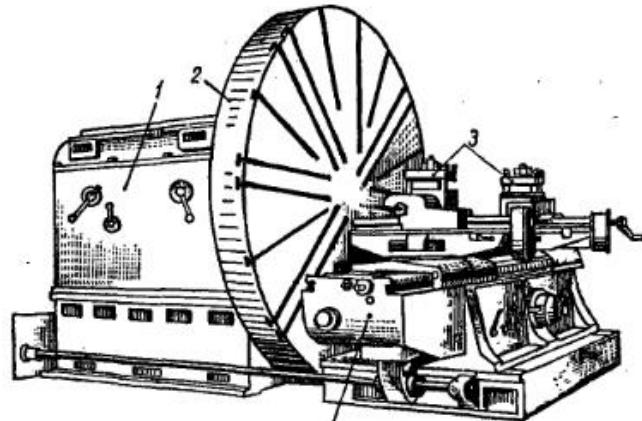


Рис. 199. Лобовой станок

На рис. 199 показан крупный лобовой станок с раздельно выполненными передней бабкой 1 и поперечной станиной 4. На планшайбе 2, установленной на шпинделе станка, прихватами или кулачками с независимым перемещением закрепляют заготовки. Два суппорта с резцедержателями 3 могут самостоятельно перемещаться в продольном, поперечном и угловом направлениях. Механическая подача их осуществляется от отдельного электропривода коробки подач, размещенной в станине.

Карусельные станки, как и лобовые, предназначены для обработки крупных тяжелых деталей, но в отличие от последних более удобны, так как планшайба (круглый стол) у них расположена горизонтально. На таких станках можно выполнять почти все токарные работы, включая обработку конических поверхностей.

В зависимости от размеров карусельные станки выполняются одно- и двухстоечными. Одностоечный станок (рис. 200) оснащен двумя суппортами: вертикальным с пятигранный револьверной головкой и поперечным с 4-позиционным резцедержателем, в которых режущие инструменты устанавливаются в предусмотренной технологической последовательности. Каждый суппорт имеет ручные и механические перемещения.

Пример обработки шкива за две операции на одностоечном ка-

русельном станке приведен на рис. 201. В первой операции инструментами вертикального суппорта производится расточка и развертывание отверстия, а резцами поперечного суппорта — обтачивание поверху, подрезка торца и проточка фаски на ступице. Во второй операции резцами поперечного суппорта подрезают второй торец и протачивают фаску с другой стороны ступицы.

Револьверные станки широко применяются в серийном производстве для изготовления деталей большими партиями. Они отличаются от токарных главным образом тем, что у них отсутствует задняя бабка и имеется продольный суппорт с многоинструменталь-

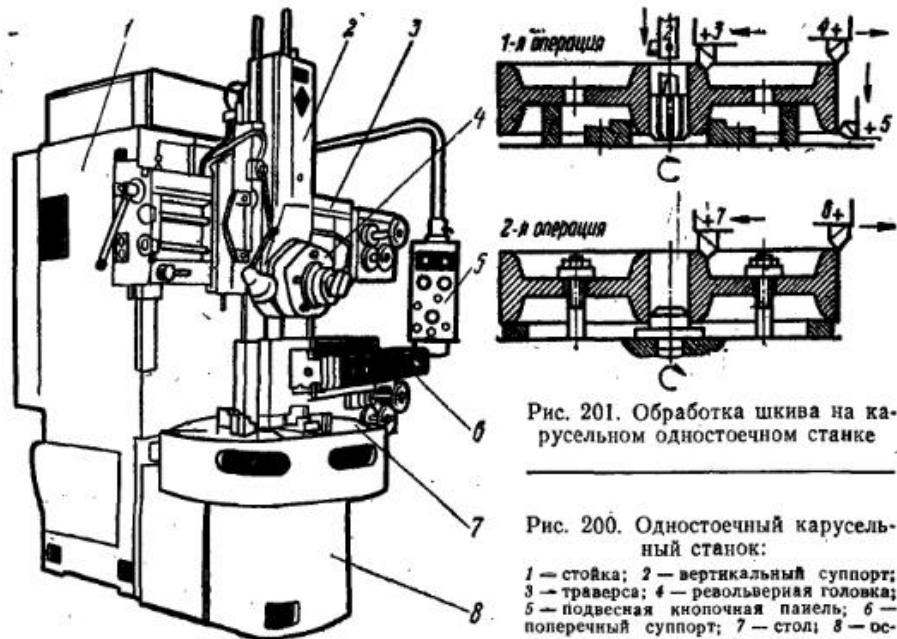


Рис. 201. Обработка шкива на карусельном одностоечном станке

Рис. 200. Одностоечный карусельный станок:

1 — стойка; 2 — вертикальный суппорт;
3 — траверса; 4 — револьверная головка;
5 — подвесная кнопочная панель; 6 —
поперечный суппорт; 7 — стол; 8 — ос-
нование

ной револьверной головкой. В связи с этим на таких станках обрабатывают только короткие детали, закрепляемые в патроне или другом зажимном приспособлении.

На рис. 202 изображен револьверный станок средних размеров, оснащенный шестигранной револьверной головкой 4 с вертикальной осью вращения. Станок состоит из передней бабки 1, станины 6, продольного 5 и поперечного 2 суппортов. В револьверной головке продольного суппорта устанавливают режущие инструменты, работающие только с продольной подачей (проходные и расточные резцы, сверла, зенкеры, развертки). В 4-позиционном резцедержателе 3 поперечного суппорта закрепляются преимущественно резцы, которые работают с поперечной подачей (подрезные, канавочные, отрезные), а также проходные резцы для обтачивания поверхностей за буртиком, недоступных для резцов револьверной головки.

Каждый суппорт имеет ручные и механические подачи. Поперечный суппорт кроме поперечных имеет продольные перемещения. На револьверных станках отсутствует ходовой винт, поэтому на них невозможно выполнять резьбы резцами без дополнительных приспособлений.

Высокая производительность таких станков достигается настройкой всех инструментов на диаметральные и осевые размеры детали по продольным и поперечным упорам. Вследствие этого наладка станков занимает много времени и экономически оправдывается только при изготовлении деталей большими партиями.

Револьверные станки небольших размеров имеют только продольный суппорт с горизонтально расположенной револьверной го-

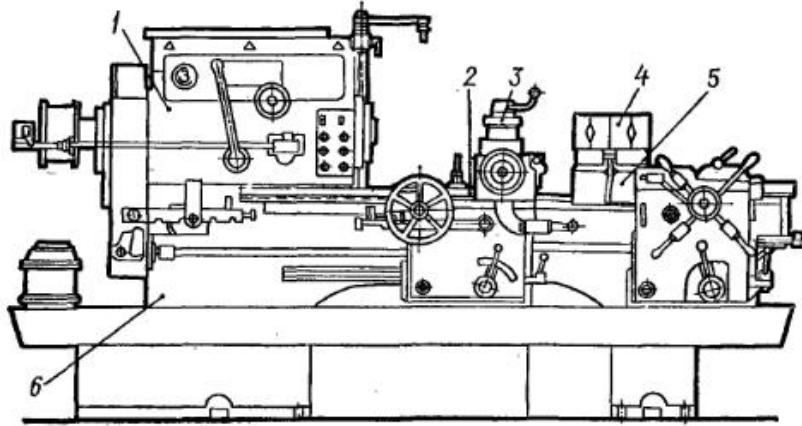


Рис. 202. Револьверный станок

ловкой (ось поворота головки параллельна оси шпинделя). Круговое движение головки используется для поперечной подачи резцов.

На рис. 203 приведен пример последовательности выполнения операционной обработки (1—6) втулки на револьверном станке с вертикальной револьверной головкой. Инструментами головки выполняется растачивание отверстия и обтачивание буртика, зенкерование и развертывание отверстия. Резцами поперечного суппорта подрезают торец, уступ и протачивают фаску с обратной стороны буртика,

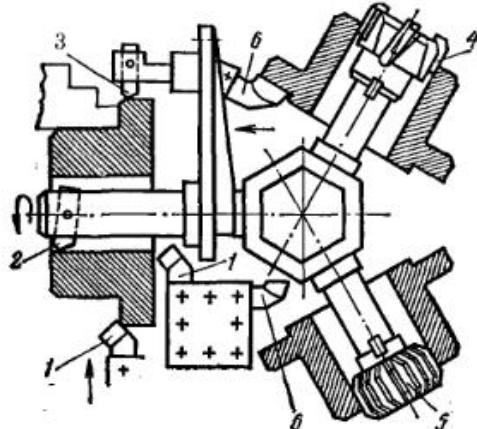


Рис. 203. Схема операционной обработки втулки на револьверном станке с вертикальной револьверной головкой

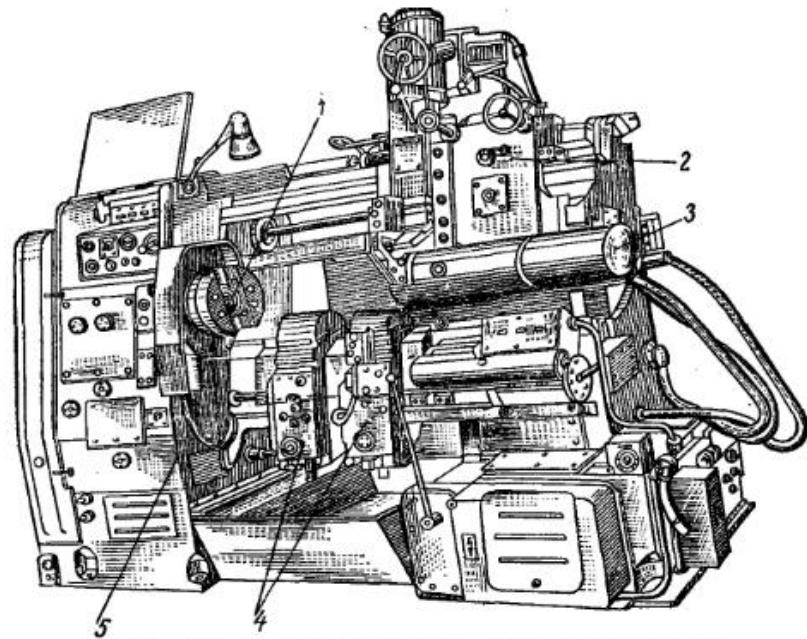


Рис. 204. Токарный гидрокопировальный полуавтомат

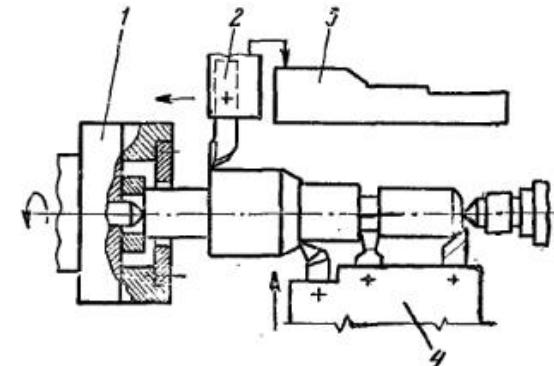


Рис. 205. Схема обработки ступенчатых валов на гидрокопировальном полуавтомате:
1 — самозажимной патрон; 2 — гидрокопировальный суппорт; 3 — копир; 4 — поперечный суппорт

Токарные автоматы и полуавтоматы получили широкое распространение в крупносерийном и массовом производстве.

Автоматом называется станок, выполняющий все технологические действия по обработке деталей без непосредственного участия человека.

В полуавтоматах часть технологических функций по закреплению, откреплению штучных заготовок и включению станка выпол-

няется человеком. К ним, в частности, относятся и многорезцовые станки, работающие по такому же принципу.

По количеству шпинделей автоматы и полуавтоматы делятся на одношпиндельные и многошпиндельные, по расположению шпинделей — на горизонтальные и вертикальные.

На автоматах изготавливают детали из длинных прутков, труб или из штучных заготовок. В последнем случае автоматы снабжают магазинными или бункерными загрузочными механизмами.

В качестве примера на рис. 204 показан гидрокопировальный токарный полуавтомат для обработки деталей типа валов

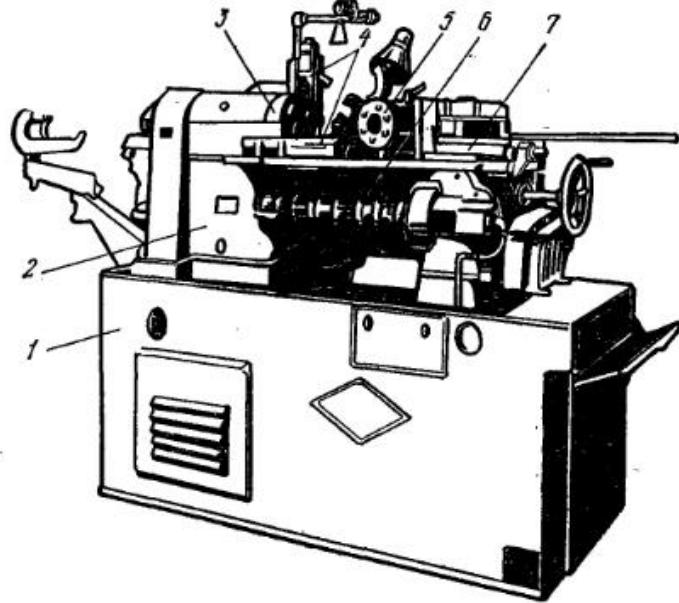


Рис. 206. Общий вид и основные узлы токарно-револьверного автомата:

1 — основание; 2 — станина; 3 — шпиндельная бабка; 4 — поперечные суппорты; 5 — револьверная головка; 6 — распределительный вал; 7 — револьверный суппорт

различной формы. Станок имеет жесткую станину 5 рамного сечения, установленную на двух тумбах. Верхний гидрокопировальный суппорт 2 предназначен для обтачивания ступенчатых и фасонных поверхностей за один или несколько проходов с помощью плоских копиров. Нижние поперечные суппорты 4 служат для подрезания уступов, выточки канавок и проточки фасок. Заготовку закрепляют в поводковом самозажимном патроне 1 шпинделя и центре задней бабки 3. Все движения в станке, кроме механизма передачи главного движения на шпиндель, осуществляются гидравлически. Для настройки полуавтомата на автоматический цикл регулируют путевые и конечные переключатели. После установки заготовки и включения станка автоматически происходит полная обработка де-

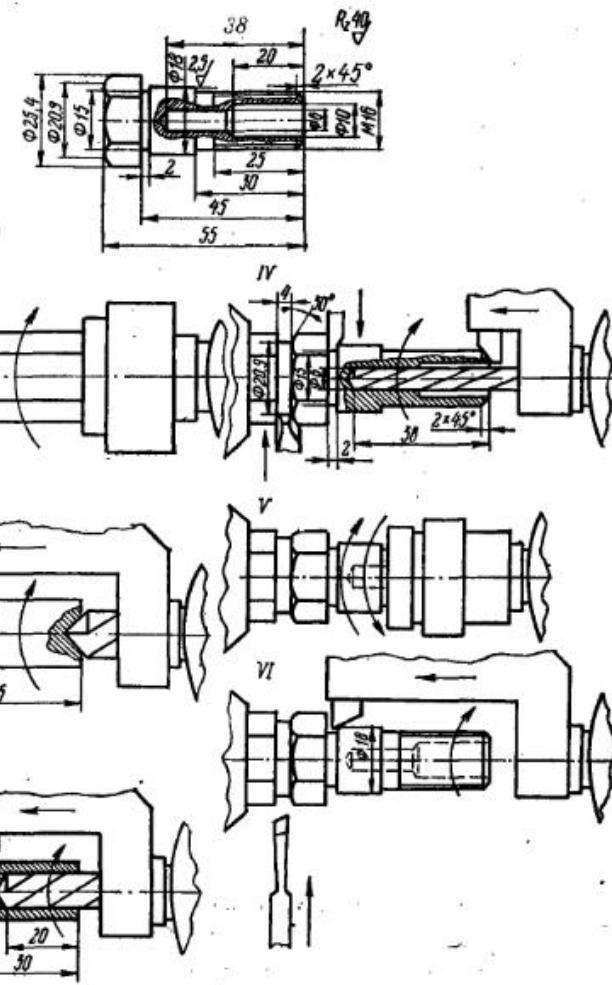


Рис. 207. Технологическая последовательность обработки винта на токарно-револьверном автомате

тали и остановка станка для загрузки следующей заготовки. Пример обработки ступенчатого вала на таком полуавтомате приведен на рис. 205.

Рассмотрим устройство, принцип действия и особенности работы токарно-револьверного автомата (рис. 206), предназначенного для патронных работ по обработке коротких деталей сложной конфигурации из длинных прутков (3—4 м). Для этого станок снабжен тремя поперечными суппортами, резцами которых вытачиваются канавки, протачиваются фаски, обрабатываются короткие фасонные и конические поверхности, выполняется отрезка. Продольный суппорт оснащен 6-позиционной револьверной головкой с горизон-

тальной осью вращения. В цилиндрических гнездах головки с помощью переходных втулок или комбинированных державок крепятся одинарные инструменты или инструментальные наладки. Благодаря тому, что на таких автоматах можно использовать большое количество режущих инструментов и совмещать их работу по времени, достигается высокая производительность обработки деталей в основном за одну технологическую операцию. Управление автоматом, то есть последовательное осуществление программы основных и вспомогательных движений суппортов и других подвижных узлов станка, совершается от дисковых кулачков и кулачковых

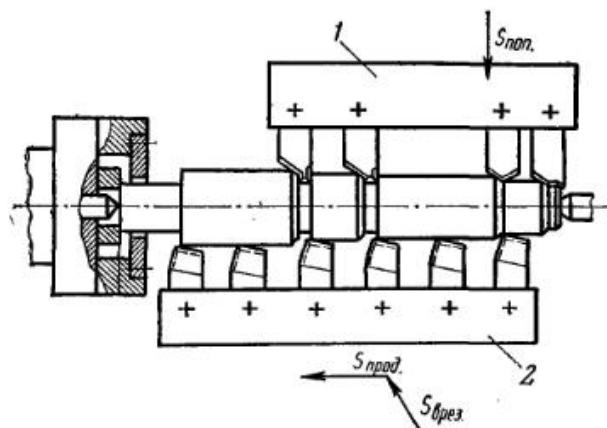


Рис. 208. Схема обработки ступенчатых валов на многорезцовом полуавтомате:
1 — поперечный суппорт; 2 — продольный суппорт

барабанов распределительного вала посредством рычажных передач. При этом, за каждый оборот распределительного вала завершается полный цикл обработки одной детали.

Наладка автоматов с кулачковой системой управления довольно продолжительна, так как она включает установку и регулировку кулачков, режущих инструментов, зажимных и подающих цанг, настройку гитар сменных зубчатых колес и другие подготовительные работы. Их обычно выполняют опытные наладчики токарных автоматов.

На рис. 207 приведен пример обработки специального винта на токарно-револьверном автомате. В позиции I совершается подача шестигранного прутка до упора. Затем в позициях II—VI производится последовательная обработка и отрезка винта инструментами поперечных суппортов и револьверной головки при периодических фиксированных поворотах последней.

Характерная особенность обработки деталей на многорезцовых токарных полуавтоматах (рис. 208) — распределение общей длины

обработки между резцами переднего суппорта, работающими по единой траектории. Это позволяет намного повышать производительность труда за счет сокращения основного (машинного) времени. Однако наряду с этим многорезцовая обработка имеет и ряд недостатков. Главный из них — большая нагрузка станка и сопровождающие ее значительные силы сопротивления резанию, которые снижают возможности работы с высокими режимами резания и ухудшают точность обработки.

Контрольные вопросы

1. Назовите разновидности токарных станков.
2. В чем заключаются характерные особенности различных станков токарной группы?
3. Объясните принципы обработки деталей на револьверных, карусельных станках, автоматах и полуавтоматах.

Глава XIX

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

§ 92. Общие сведения

История развития общественного производства есть непрерывный процесс совершенствования средств труда. Использование машин вместо мускульной силы позволило человеку освободиться от тяжелого физического труда и резко повысить производительность. Однако ручное управление машиной с течением времени стало тормозом дальнейшего роста производства. Появилась насущная потребность создания средств, с помощью которых машины могли бы выполнять рабочие функции без участия человека. Так возникла необходимость в автоматизации созданных машин.

Механизация предусматривает замену физического труда человека работой машин и механизмов с применением незначительных усилий для управления ими. При автоматизации же человек осуществляет только контроль за работой оборудования и своевременно устраняет возможные неисправности.

Различают частичную и комплексную механизацию и автоматизацию. В первом случае механизируются или автоматизируются лишь отдельные действия и технологические операции по обработке, транспортировке или контролю деталей. При комплексной механизации весь производственный процесс осуществляется машинами и механизмами, управляемыми человеком, а при комплексной автоматизации — без непосредственного его участия.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность механизации и автоматизации производства?
2. Объясните отличие частичной механизации и автоматизации от комплексной.

§ 93. Технические средства механизации производства

Кроме механизации ручных действий по закреплению заготовок с помощью приспособлений с силовым приводом (см. § 87), особо важное значение для ритмичного функционирования производственного процесса имеет механизация транспортных работ по перемещению заготовок, готовых деталей и других грузов. В единичном и мелкосерийном производстве, где номенклатура изделий разнообразна и значительно отличается по размерам и весу, для этой цели применяются преимущественно универсальные транспортные средства периодического действия: самоходные тележки, тельферы, краны и др.

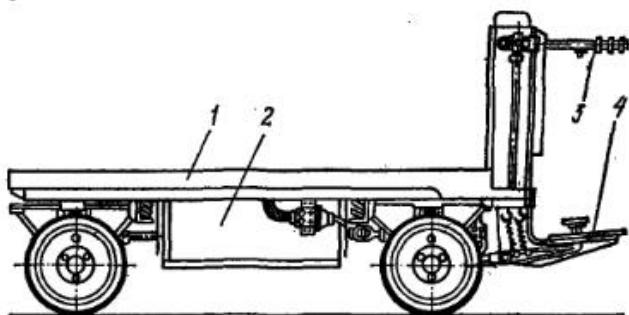


Рис. 209. Электротележка:

1 — грузовая платформа; 2 — электропривод; 3 — рукоятка управления; 4 — платформа для водителя

Наибольшее распространение для перемещения единичных и тарных грузов на небольшом возвышении от пола получили аккумуляторные электротележки (рис. 209), не загрязняющие помещения выхлопными газами. Они выпускаются в нескольких исполнениях: с неподвижной, подъемной и поворотной платформой, с подъемным краном для самопогрузки.

Электротельфер 1 (рис. 210, а) представляет собой электрический подъемник грузоподъемностью обычно до 5 т, передвигающийся с помощью электротележки 3 по монорельсу 2, который подвешивается над станочным оборудованием. Управление работой электротельфера осуществляется в большинстве случаев с пола подвесной кинопечной станцией 4.

Для перемещения грузов весом до нескольких сот тонн используют мостовые краны (рис. 210, б). Мост 1 крана, представляющий собой ферму, опирается катками на рельсы, проложенные вдоль цеха на специальных выступах стен или колонн. Электродвигатель 2, вращая катки 5, перемещает кран вдоль пролета цеха. Кроме того, по рельсам моста может попутно двигаться тележка 3, на которой размещены механизмы ее перемещения и подъема грузов. Электродвигатели моста питаются током от троллейных проводов 4. Управление краном осуществляется с пульта управления, который размещен в подвесной кабине 6.

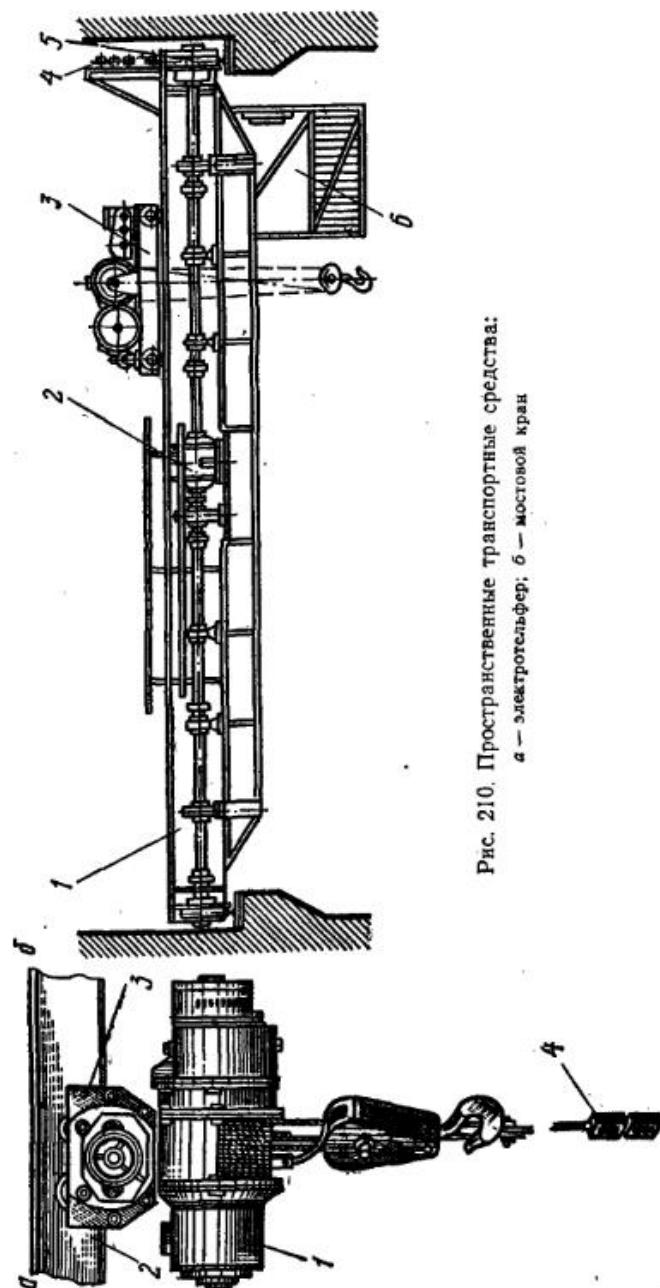


Рис. 210. Пространственные транспортные средства:
а — электротельфер; б — мостовой кран

В крупносерийном и массовом производстве, кроме рассмотренных транспортных средств периодического действия, применяются транспортные механизмы непрерывного или пульсирующего действия, осуществляющие связь рабочих мест в непрерывный технологический поток. К их числу относятся скаты, склизы, рольганги и конвейеры, шаговые транспортеры.

Скаты и склизы (рис. 211, а, б) в виде наклонных желобов или штанг применяются для передачи небольших деталей от одного рабочего места к другому. В скатах детали перекатываются, в склизах — скользят.

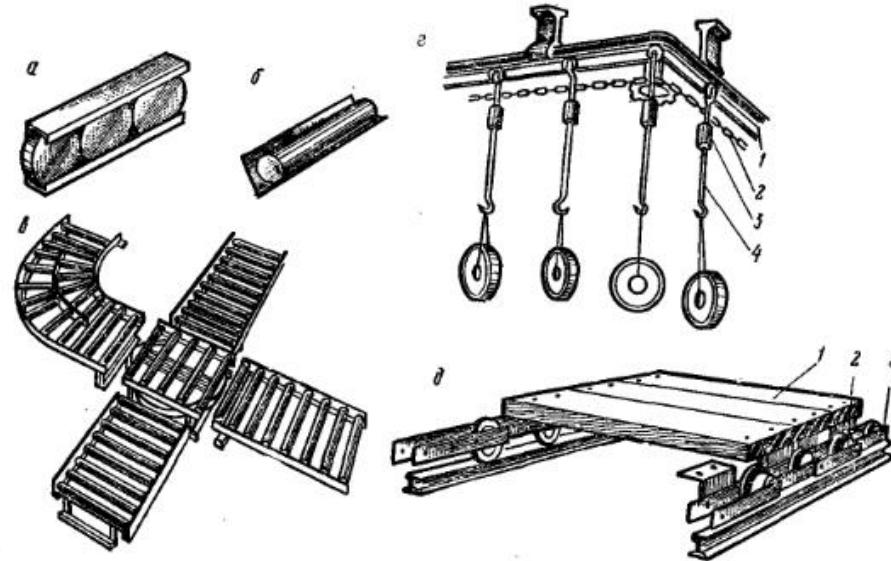


Рис. 211. Транспортные средства непрерывного действия:

а — скат; б — склиз; в — рольганг; г — цепной конвейер; д — пластинчатый конвейер

Рольганги (рис. 211, в) изготавливаются в виде длинных роликовых столов с небольшим наклоном в сторону движения заготовок. Такие столы располагают вдоль технологической линии станков или отдельными секциями между соседними рабочими местами.

Конвейеры по виду грузонесущего элемента делятся на цепные, пластинчатые и ленточные, а по расположению — на горизонтальные и вертикальные. Последний тип конвейера называют элеватором.

Подвесной цепной конвейер (рис. 211, г) представляет собой замкнутый в пространстве рельс 1, по которому с помощью бесконечной цепи 2, приводимой в движение специальным приводом, передвигаются небольшие тележки 3 с подвесками 4 для груза.

Пластинчатый конвейер (рис. 211, д) предназначен для перемещения относительно тяжелых грузов. Он имеет отдельные жесткие металлические или деревянные пластины 1, которые установлены

на роликах 2 и скреплены между собой бесконечными цепями 3, приводимыми в движение специальным механизмом.

Ленточный конвейер отличается от пластинчатого тем, что у него несущим элементом является широкая бесконечная лента из многослойной прорезиненной ткани, натянутая между ведущим и ведомым шкивами. От провисания верхняя ветвь ленты поддерживается деревянным настилом или роликами. Такие конвейеры применяются главным образом для транспортировки легких предметов.

Шаговые транспортеры осуществляют связь между станками в автоматических линиях. Например, транспортер, используемый в линии из агрегатных станков для обработки корпусных деталей, состоит из пары направляющих рельсов и расположенных между ними двух штанг с отжимными упорами одностороннего действия. В конце очередного такта обработки штанги (по команде путевого датчика) перемещаются гидроприводом возвратно-поступательно. При этом упоры передвигают заготовки на шаг, равный расстоянию между станками и возвращаются в исходное положение.

Контрольные вопросы

1. Какие транспортные средства применяются в единичном и малосерийном производстве?
2. Объясните назначение и принцип действия пространственных грузоподъемных механизмов.
3. Расскажите о транспортных средствах, применяемых в крупносерийном и массовом производстве и их назначении.

§ 94. Структура автоматических устройств

Автоматическая машина действует по той же схеме, как и механизированная, управляемая человеком. Но здесь его функции передаются органам управления или так называемым элементам автоматики. В зависимости от выполняемых функций и назначения элементы автоматики разделяются на чувствительные, промежуточные и исполнительные.

Чувствительные элементы (датчики) предназначены для приема заранее предусмотренной информации; промежуточные — преобразуют или усиливают входной сигнал; исполнительные — непосредственно воздействуют на управляемый объект. Если сигнал датчика — достаточный для воздействия на исполнительный механизм, то промежуточный элемент в системе автоматики может отсутствовать.

Элементы автоматики основаны на тех же принципах действия, какими обладает живой организм. В частности, чувствительные элементы заменяют собой органы чувств (зрение, слух, осязание, обоняние), промежуточные — нервную систему, исполнительные — мускулатуру.

На рис. 212 сплошными линиями изображена структурная схема автоматической системы, состоящей из источника информации, элементов автоматики и управляемого объекта. Такая система называется разомкнутой, так как в ней отсутствует воздействие на фактическое состояние управляемого объекта, которое по ряду при-

чин может иметь некоторые отклонения от предусмотренного программой, заложенной в источнике информации. Тем не менее благодаря своей простоте разомкнутая система управления наиболее широко используется для автоматизации металлорежущих станков, когда заранее можно предположить, что действительные отклонения управляемого объекта могут длительное время находиться в допустимых пределах. Для принятия своевременных мер по исправлению погрешностей в разомкнутую систему автоматики иногда устанавливают дополнительные элементы, осуществляющие конт-

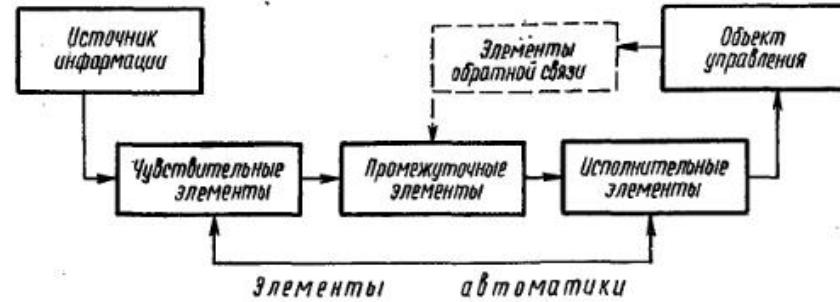


Рис. 212. Структурная схема автоматических устройств

роль изделий, предупредительную или аварийную сигнализацию, блокировку и поднастройку управляемого механизма.

Однако для некоторых процессов пассивного управления недостаточно. Необходимы еще сведения о фактическом состоянии или положении управляемого объекта, то есть нужна обратная связь для корректировки управляющего сигнала. Эти данные направляются в промежуточный элемент автоматики, где они сопоставляются, сравниваются, и в исполнительный элемент подается команда, корректирующая работу управляемого механизма. В данном случае система управления ставится в зависимость от результатов ее работы. Такой принцип, основанный на использовании информации о результатах управления, называется принципом обратной связи, а автоматическая система, построенная на нем, называется замкнутой. В такую систему устанавливаются элементы обратной связи, изображенные на структурной схеме штриховой линией (см. рис. 212).

Контрольные вопросы

1. В чем состоит особенность автоматической машины?
2. Назовите элементы автоматики и расскажите об их функциях.
3. Чем элементы автоматики подобны элементам живого организма?
4. Укажите принципиальное отличие различных автоматических систем.

§ 95. Элементы автоматических устройств

Как отмечалось выше, к ним относятся чувствительные, промежуточные, исполнительные элементы и элементы обратной связи.

Чувствительные элементы (датчики) воспринимают изменение

заданного параметра и преобразуют его в выходной сигнал, удобный для дальнейшей обработки и передачи.

По характеру входного сигнала датчики делятся на путевые, размерные, силовые и скоростные, а по принципу действия — на электроконтактные, индуктивные, гидравлические и др.

Путевые датчики предназначены для приема сигналов управления по пути следования подвижных узлов станка. Размерные подают сигнал, когда размер обрабатываемой поверхности выходит за пределы поля допуска, силовые — когда усилие или давление в управляемой системе достигнет определенного предельного значения, скоростные — когда частота вращения вала станка превысит заданное значение.

Некоторые наиболее характерные датчики приведены на рис. 213.

Простой электроконтактный датчик (рис. 213, а) имеет две пары контактов: нормально закрытые 4 и нормально открытые 3. При нажиме движущейся части станка на шток 1 планки 2 с подвижными контактами отходят вниз, верхние контакты 4 размыкаются, а нижние 3 замыкаются. Как только воздействие на шток прекращается, контактные планки 2 под действием пружины 5 возвращаются в исходное положение.

Если нужно, чтобы датчик сработал при очень малом перемещении штока и небольшом давлении на него, используют микропреключатели (рис. 213, б). При воздействии на колпачок 1 он утапливается и через пружину 2 перемещает штырь 3 с колодкой 4. При этом плоские пружины 5, прогибаясь, размыкают контакт 7 и замыкают контакт 6. После прекращения действия на колпачок 1 пружины 5 возвращаются в исходное положение.

Индуктивный датчик (рис. 213, в) имеет две катушки 1 и 3 с обмотками, между которыми расположен якорь 2, находящийся под действием штока 4. Первичные обмотки катушек соединены последовательно и питаются переменным током, вторичные — встречечно. Когда якорь занимает среднее положение, результирующая напряжение на зажимах вторичных катушек (на выходе датчика) равна нулю. Под воздействием штока якорь отклоняется от среднего положения и тем самым изменяет воздушные зазоры около катушек, вызывая появление электрических сигналов, направляемых в промежуточный элемент для усиления.

В электрогидравлическом силовом датчике (рис. 213, г) рабочая жидкость имеет доступ в нижнюю полость 4 под мемброну 5. Когда давление в системе достигает нужной величины, мемброна изгибается и, сжимая пружину 3, перемещает стержень 2 вверх, заставляя его воздействовать на шток микропреключателя 1.

Промежуточные элементы автоматики усиливают, замедляют или преобразуют сигналы, поступающие от датчиков, и направляют их к исполнительным механизмам. Для этой цели чаще используются различные реле, способные выполнять почти все указанные функции.

Реле принято называть приборы, осуществляющие скачкообраз-

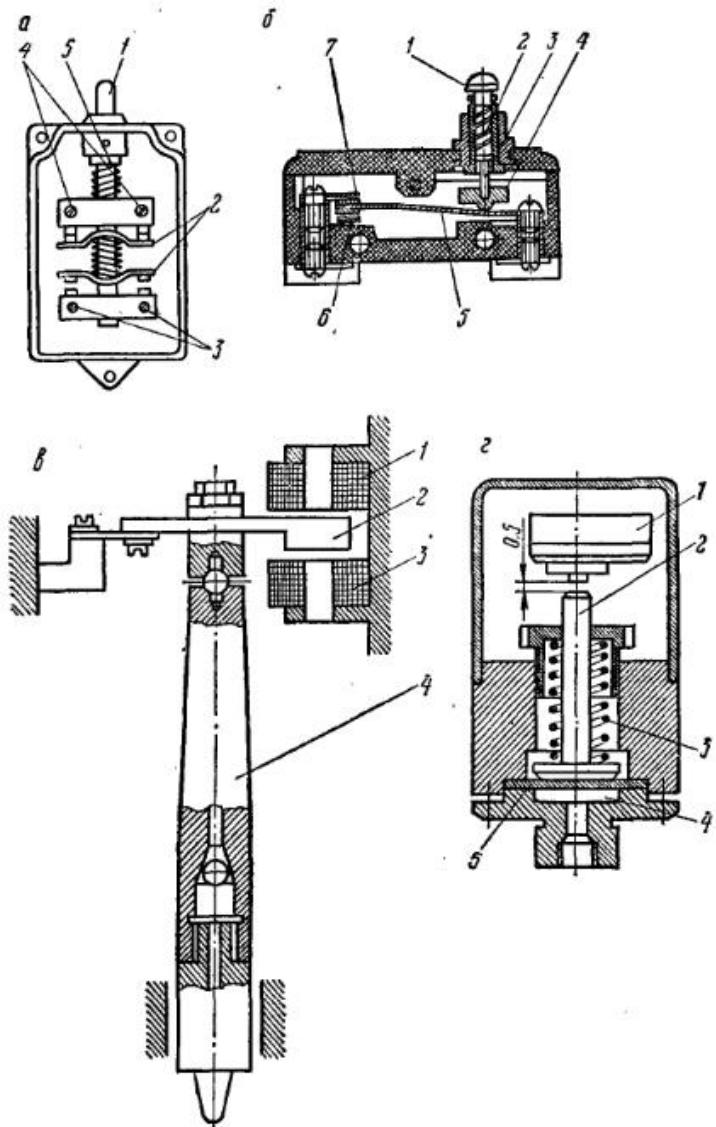


Рис. 213. Чувствительные элементы автоматики (датчики):
а — простой электроконтактный; б — микропереключатель; в — индуктивный; г — электрогидравлический

ные изменения в действии управляемого объекта. По принципу действия они делятся на электрические, электромагнитные, электронные, фотоэлектрические и др.

В § 89 частично рассматривались некоторые типы реле, используемые для управления асинхронным двигателем: магнитные пускатели, плавкие предохранители, тепловые реле.

Магнитный пускатель — характерный представитель электромагнитных реле, которые замыкают силовую цепь исполнительного механизма (двигателя) при получении даже довольно слабого электрического сигнала от цепи управления.

Плавкими предохранителями являются электрические реле, которые разрывают цепь при достижении силой тока заранее предусмотренной величины.

Тепловое реле отключает исполнительный механизм, когда температура его нагрева становится выше допустимой.

В автоматических системах, где необходима высокая скорость преобразования или усиления входного сигнала, применяются электронные реле. Принцип действия их основан на использовании усилительных свойств трехэлектродной электронной лампы — триода. Поданный на сетку лампы слабый электрический сигнал резко усиливается в ее анодной цепи и с помощью магнитного контактора может привести в действие исполнительный механизм или изменить его состояние.

Исполнительные элементы автоматики оказывают непосредственное воздействие на управляемый объект. К ним относятся: электромагниты, муфты, двигатели.

Электромагниты преимущественно используются для включения и переключения сцепных муфт, основные типы которых были рассмотрены в § 43. Из этой группы муфт следует выделить электромагнитные муфты, способные самостоятельно выполнять командные сигналы.

Наряду с известными двигателями непрерывного действия, в системах автоматического управления особое место занимают шаговые двигатели (рис. 214), которые могут выполнять последовательно поступающие к ним электрические командные сигналы. Статор такого двигателя представляет собой цилиндрический барабан 4, на внутренней поверхности которого расположены три секции прямоугольных выступов-полюсов с обмотками возбуждения 6, 7 и 8, равномерно размещенные по окружности. Полюса в каждой секции не имеют углового смещения, т. е. промежутки между ними составляют общую канавку, расположенную вдоль оси цилиндра.

Ротор шагового двигателя 5 имеет точно такое же число полюсов и секций 1, 2, 3, что и статор. Но если статор напоминает одно широкое трехвенцовое зубчатое колесо с внутренним зацеплением, то ротор похож на три колеса, сдвинутые по окружности на одну треть межполюсного расстояния.

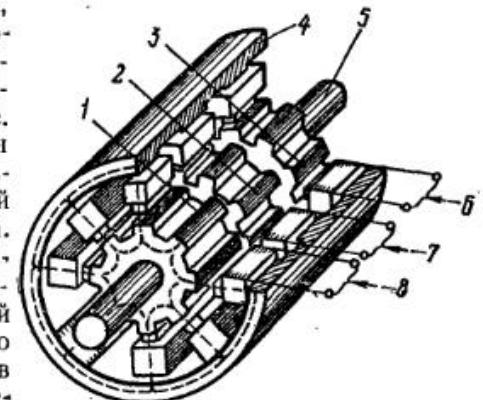


Рис. 214. Шаговый электродвигатель

Если к обмоткам возбуждения полюсов статора подводить последовательно электрические импульсные сигналы в порядке 8—7—6, то полюса ротора, стремясь занять положение минимального магнитного сопротивления, заставят ротор ступенчато поворачиваться. Причем частота этих шаговых поворотов будет увеличиваться по мере увеличения частоты подводимых импульсов. При большой скорости переключения обмоток ротор двигателя практически будет вращаться равномерно.

Для реверсирования шагового двигателя достаточно изменить

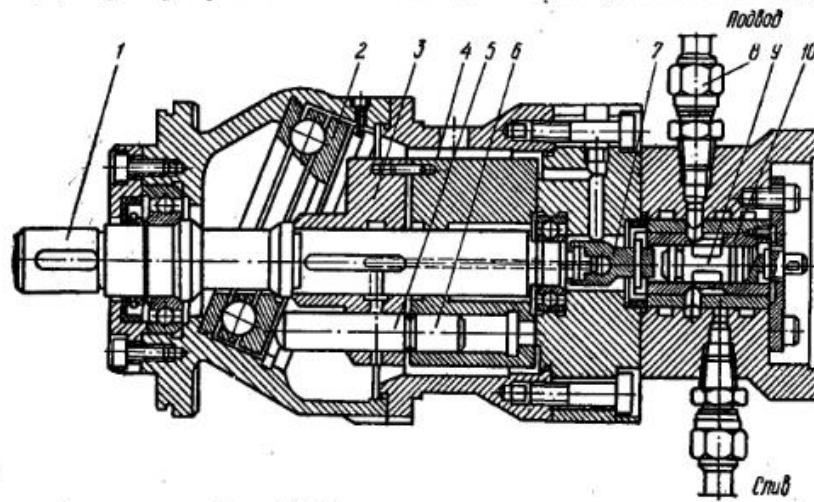


Рис. 215. Гидроусилитель крутящих моментов

порядок подключения полюсов статора и совершать его в обратном направлении.

Шаговые двигатели обладают малой мощностью, поэтому они обычно используются в системах автоматического управления в паре с гидроусилителями крутящих моментов (рис. 215), состоящими из аксиально-плунжерного гидродвигателя и следящего золотника.

На валу 1 гидродвигателя свободно установлен ротор 4 с плунжерами 6, которые во время работы воздействуют на толкатели 5, размещенные в барабане 3. Последний закреплен на валу и соединен поводковыми пальцами с ротором 4. При поступлении масла от насоса в полости плунжеров через штуцер 8 и следящий золотник 9 толкатели 5, взаимодействуя сферическими поверхностями с наружной шайбой 2, создают крутящий момент на валу гидродвигателя.

Для регулирования протока масла следящий золотник имеет четыре крестообразных выступа, а распределительная втулка 10, соединенная шарниром 7 с валом 1, — ряд отверстий. При повороте золотника на некоторый угол масло через проходные каналы пройдет в полости плунжеров. При этом вал двигателя повернется на такой же угол и остановится, так как в конце поворота распре-

делительная втулка 10 перекроет проходной канал и прекратит доступ масла к плунжерам. Таким образом, создается прямая следящая связь золотника с валом гидродвигателя, которая позволяет усиливать слабые командные сигналы (в виде угловых поворотов), подводимые к золотнику.

Элементы обратной связи применяются в металорежущих станках для сопоставления действительных перемещений, совершаемых рабочими органами станка, с перемещениями, заданными программой. При несовпадении этих значений (рассогласовании) на выходе

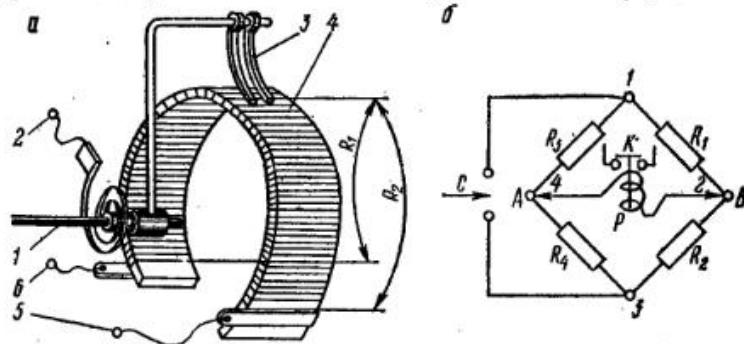


Рис. 216. Кольцевой потенциометр (а) и собранная на его базе мостовая схема сопротивлений (б)

сравнивающего устройства появляется сигнал ошибки, который направляется к исполнительному механизму для устранения рассогласования. Как только эта ошибка станет равной нулю, движение должно прекратиться.

Принцип обратной связи можно вскрыть на довольно простом примере ее осуществления с помощью спаренных кольцевых потенциометров, сопротивления которых включаются в мостовую схему.

Кольцевой потенциометр (рис. 216, а) представляет собой реостатный датчик углового отклонения, к входным клеммам 5 и 6 которого подводится напряжение постоянного или переменного тока. Напряжение на выходе (клеммы 5 и 2) изменяется пропорционально углу поворота вала 1, с которым жестко соединен контактный движок 3, скользящий по виткам сопротивления 4.

В системах обратной связи сопротивления потенциометра-датчика R_1 и R_2 и потенциометра-приемника R_3 и R_4 соединяются в мостовую схему (рис. 216, б) и являются плечами моста, а контакты движков 2 и 4, соединенные между собой, образуют его диагональ, в которую включается реле P .

Командный сигнал, поступающий на вход моста (клеммы 1 и 3), будет исполняться до тех пор, пока сопротивления плеч моста не станут попарно равны, то есть $R_1=R_3$, а $R_2=R_4$. В этом случае в точках A и B установятся одинаковые потенциалы, электрический ток в диагонали моста исчезнет и реле P выключит рабочую цепь исполнительного механизма.

Контрольные вопросы и задания

1. Объясните принцип действия и назначение датчиков, изображенных на рис. 213.
2. Для чего предназначены реле и каково их действие? Приведите примеры.
3. Как устроены и работают шаговый двигатель и гидроусилитель крутящих моментов?
4. Как осуществляется обратная связь с помощью кольцевых потенциометров, включенных в мостовую схему?

§ 96. Системы автоматических устройств

Классификация систем. Применяемые в металорежущих станках системы автоматических устройств можно разделить на три основные группы:

- 1) системы автоматического извещения, включающие автоматический контроль и сигнализацию;
- 2) системы автоматической защиты и блокировки;
- 3) системы автоматического управления и регулирования.

Системы автоматического извещения своевременно оповещают обслуживающий персонал о необходимости оперативного вмешательства в ход технологического процесса в целях устранения возникающих неисправностей или погрешностей обработки. Эти системы не оказывают самостоятельно активного воздействия на контролируемый процесс. Так, смотровые глазки указывают уровень масла в резервуарах станка или позволяют определить действие автоматической смазки; красный световой сигнал на токарных автоматах свидетельствует об отсутствии заготовок и необходимости загрузки; амперметр на некоторых токарных станках показывает фактическую нагрузку электродвигателя по мощности; размерный датчик фиксирует действительные значения диаметра обрабатываемой детали по шкале индикатора и подает оператору световые сигналы, когда отклонения выходят за пределы поля допуска.

Аппаратура систем защиты и блокировки предназначена для автоматического прекращения работы управляемого механизма или предотвращения какого-либо действия, если оно может привести к аварии. Так, плавкие предохранители разрывают электрическую цепь при коротком замыкании; тепловое реле отключает электродвигатель при перегрузке; предохранительные муфты и механизмы подающего червяка предотвращают аварию станка, если сопротивление резанию превысит допустимое значение; блокировочные механизмы фартука препятствуют одновременному включению механических подач суппорта от ходового винта и вала и т. д.

Из средств автоматизации металорежущего оборудования особое значение имеют *системы управления*. Как уже отмечалось, такие системы выполняются по разомкнутой и замкнутой схемам. Первые осуществляют только функции управления станком без учета фактического положения его подвижных частей, вторые (с узлом обратной связи) позволяют контролировать исполнение командных сигналов и вносить необходимые поправки при наличии рассогла-

сования. В некоторых случаях системы управления дополняются узлом активного контроля, функция которого — автоматически регулировать положение режущего инструмента по мере его износа.

Контрольные вопросы

1. Назовите разновидности систем автоматических устройств.
2. Объясните назначение и сущность различных автоматических систем.

§ 97. Системы автоматического управления

В зависимости от способа программирования работы станка можно выделить следующие основные группы систем автоматического управления: кулачковые, следящие, с цикловым программным управлением (ЦПУ), с числовым программным управлением (ЧПУ).

Кулачковые системы управления получили применение в токарных автоматах и полуавтоматах, используемых в крупносерийном и массовом производстве. На таких станках обработка деталей выполняется за счет сравнительно простых прямолинейных движений суппортов с инструментами. Программа работы задается криволинейной формой рабочих поверхностей кулачков, которые неподвижно крепятся на распределительном валу станка (см. рис. 206). Относительно простая по устройству, такая система управления весьма трудоемка в наладке. Поэтому ее целесообразно применять при длительном изготовлении деталей крупными партиями.

Следящие системы управления — довольно распространенное средство частичной автоматизации токарных станков. В таких системах в качестве программируемого устройства используются копиры в виде плоских шаблонов или образцовых деталей. Общий принцип действия этих систем следующий: путевой датчик (щуп) ощупывает поверхность копира и через промежуточные и исполнительные устройства передает движение резцу. Резец как бы следует за движениями щупа и повторяет их. Поэтому такие системы получили название следящих.

Следящая система управления основана на сочетании двух подач резца: задающей и следящей. Задающей подачей чаще всего является механическое продольное перемещение суппорта токарного станка, следящей — поперечное перемещение. При геометрическом сложении этих движений резец воспроизводит на детали точную форму копира.

В зависимости от способа осуществления следящей подачи применяются механические, гидравлические или электрические копировальные устройства.

Механические копировальные устройства (см. рис. 129) конструктивно наиболее просты, так как в них используется прямая (жесткая) связь щупа с резцом. Однако непосредственное воздействие усилия резания на копир, применяемое в таких системах, намного снижает долговечность последнего.

В гидрокопировальных устройствах щуп, огибая контур копира, воздействует на гидромеханический преобразователь — золотнико-

ую коробку, а она изменяет направление и количество поступающего от гидроагрегата масла в полости рабочего цилиндра салазок суппорта. Благодаря этому слабые механические сигналы щупа многократно усиливаются гидросистемой, осуществляющей следящую подачу резца.

В электрокопировальных устройствах щуп, перемещаясь по контуру копира, действует на электроконтактный или индуктивный датчик, который с помощью электромагнитных муфт фартука станка попеременно включает и переключает поперечную следящую подачу суппорта.

В системах с цикловым программным управлением (ЦПУ) программируемый блок содержит информацию только о цикле обработки (команды: вперед, вправо, влево, стоп, переключение частоты вращения, подачи и др.). Величина пути рабочих узлов станка здесь задается с помощью регулируемых кулачков, которые устанавливают в пазах продольных и поперечных линеек суппорта. Такие кулачки воздействуют на путевые датчики (блоки электроупоров) во время движения суппорта. В качестве исполнительных элементов автоматики в рассматриваемых станках широко используются быстродействующие электромагнитные муфты.

Сравнительно простая по структуре система циклового программного управления характеризуется узким диапазоном технологических возможностей: в основном обработкой на токарных станках гладких и ступенчатых цилиндрических поверхностей.

В качестве программируемого блока в системах ЦПУ получили распространение штеккерные коммутаторы барабанного или панельного типа.

На рис. 217, а приведена принципиальная схема ЦПУ с барабанным коммутатором 3, в отверстия которого в требуемой технологической последовательности устанавливаются штеккеры 2. На линейках подвижных узлов станка расставляются кулачки 5 соотвественно величине перемещений. В начале цикла штеккер коммутатора, нажимая на электроконтактный датчик 4, замыкает электрическую цепь какого-либо узла. Движение последнего будет продолжаться до тех пор, пока соответствующий кулачок линейки данного узла, воздействуя на электроупор 6, не разомкнет эту цепь. Одновременно с этим включается электромагнит 1, поворачивающий при помощи храпового механизма коммутатор на необходимый шаговый угол для включения цепи управления следующего узла.

Принцип работы системы ЦПУ с коммутаторной панелью см. на рис. 217, б. Панель имеет несколько рядов штеккерных гнезд, каждое из которых состоит из двух половинок. Левые половинки гнезд в каждом ряду (1, 2, 3 и т. д.) соединены между собой вертикальными шинами, а правые — горизонтальными. К горизонтальным шинам подключены контакты шагового исполнителя (1', 2', 3' и т. д.). Чтобы реле сработало, необходимо замкнуть половинки соответствующего штеккерного гнезда. Для этого в гнезда панели устанавливают металлические штеккеры 6 согласно заданной программе работы станка. В процессе работы включение необходимого

реле осуществляется через замкнутое штеккером штеккерное гнездо поворотным контактом *K* шагового исполнителя. В положении, изображенном на рисунке, электрический ток через контакт *1'* шагового исполнителя и штеккер подается в обмотку реле *P₃*, и узел *II* получает перемещение. В конце хода кулачок узла замкнет цепь электромагнита, который с помощью храпового механизма повернет подвижный контакт *K* шагового исполнителя, замыкая контакт *2'*. При этом в электрическую цепь через штеккер включается реле *P₂* исполнительного механизма узла *III* и т. д.

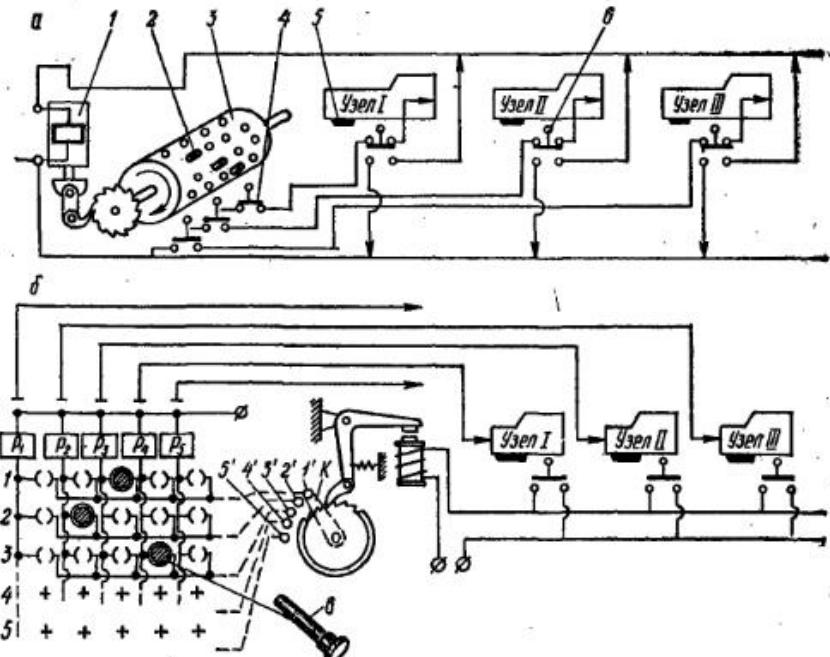


Рис. 217. Принципиальные схемы циклового программного управления:
а — с коммутаторным барабаном; б — с коммутаторной панелью

Система числового программного управления (ЧПУ) принципиально отличается от других систем автоматического управления тем, что у нее вся информация о последовательных действиях станка, включающая цикловые команды и пути перемещения подвижных узлов в кодированном виде, сосредоточена в едином программируемом блоке — ленте или карте. Благодаря возможности задавать программу работы одновременно по двум и более координатам за практически неограниченное количество переходов, на таких станках можно выполнять обработку деталей сложной формы. Кроме того, отсутствие сложных копиров и кулачков намного облегчает и ускоряет настройку станков с ЧПУ, которая в этом случае включает в основном смену программируемого блока (ленты) и регулировку исходного положения инструмента. Все это способствовало

широкому распространению станков с ЧПУ в различных типах производства. В системах ЧПУ запись программы в основном осуществляется на перфолентах просечкой отверстий или на магнитных лентах — нанесением магнитных черточек.

Считывание программ, то есть превращение отверстий или черточек в электрические командные сигналы, производится в электроконтактных или электромагнитных головках. В первом случае в промежутках между шаговыми перемещениями перфорированной ленты в ее отверстия западают пружинные контакты, которые, замыкая соответствующие электроцепи, создают электрические импульсы. В электромагнитных головках лента продвигается с равномерной скоростью и, проходя около сердечника электрической катушки, индуцирует в ее обмотках электрические импульсы.

При записи программы перемещений узлов станка каждый электрический импульс соответствует строго определенной величине пути, то есть имеет определенную цену. Так, например, если суппорт токарного станка должен переместиться на 89 мм при цене импульса 1 мм, то понадобится длинная лента, которая в определенной дорожке должна иметь 89 отверстий или черточек (рис. 218, а). Такой код записи называется унитарным и применяется в основном для нанесения командных сигналов на магнитную ленту, обладающую высокой плотностью записи программы (до 5 более черточек на длине 1 мм).

Для того чтобы укоротить ленту, величину перемещения задают суммой больших и малых импульсов, которые располагаются в разных дорожках ленты. В десятичной системе счисления для этого иногда

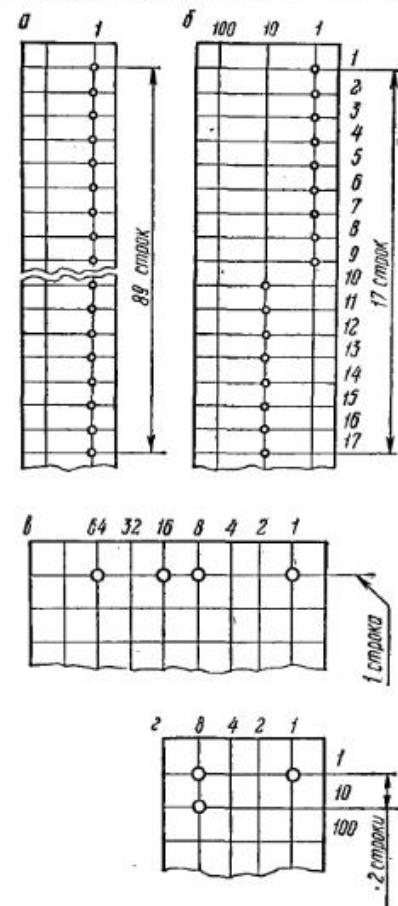


Рис. 218. Примеры изображения числа 89 в различных кодах записи:

а — унитарном; б — натуральном; в — двоичном; г — двоично-десятичном

пользуются натуральным кодом записи, при котором для того же числа 89 понадобится две дорожки: одна — для единиц, вторая — для десятков. В первой дорожке пробивают 9, во второй 8, а всего 17 отверстий, которые располагаются на таком же количестве строк (рис. 218, б).

Более удобна двоичная система счисления, позволяющая любое число записать одноименным кодом (рис. 218, в) на одной строке ленты. Число в двоичной системе представляют в виде суммы чисел, каждое из которых является степенью двойки. Например, то же число 89 можно изобразить суммой $1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 89$ и записать условно 1011001. Здесь единица означает наличие сигнала данной величины, нуль — отсутствие его.

Запись чисел двоичным кодом также выполняется на различных дорожках ленты соответственно цене импульсов. Так, например, при наименьшей цене импульса 1 мм отверстие в первой дорожке будет

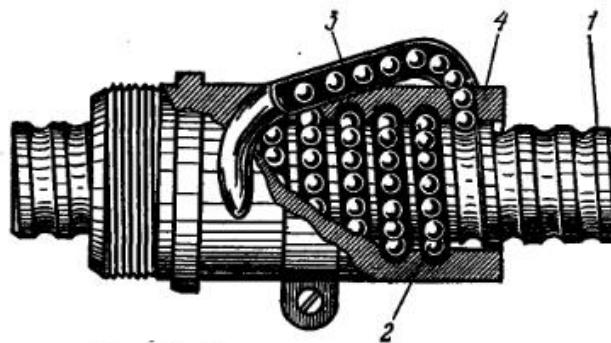


Рис. 219. Шариковая винтовая передача .

соответствовать перемещению $2^0 = 1$ мм, во второй — $2^1 = 2$ мм, в третьей — $2^2 = 4$ мм, в четвертой — $2^3 = 8$ мм и т. д.

Вместе с тем применение двоичного кода требует значительного увеличения ширины ленты для записи больших чисел. В связи с этим, при фиксировании программы действия станков на перфолентах в основном используется комбинированный код записи — двоично-десятичный. С помощью такого кода каждая цифра десятичного числа кодируется четырьмя разрядами двоичного числа — 8, 4, 2, 1, как показано на рис. 218, г.

Исходными документами для составления программы является чертеж детали и технологическая карта. По ним устанавливают последовательность и величину перемещений режущих инструментов, фиксируемых на программионосителе определенным кодом записи.

При обработке сложных поверхностей (фасонных, конических) их профиль разбивают на элементарные участки, в пределах которых устанавливают величину одновременного продольного и поперечного перемещения резца.

Для того чтобы устраниТЬ зазоры и повысить долговечность конечной кинематической пары цепи подач суппорта, в станках с ЧПУ применяют шариковые винтовые передачи (рис. 219). Канавки винта 1 и гайки 4, имеющие полукруглую форму, плотно заполняются стальными шариками 2. На концах гайки просверлены от-

верстия, соединенные между собой трубкой 3. При вращении винта шарики, перекатываясь по винтовой канавке, попадают в отверстие гайки и через соединительную трубку и второе отверстие возвращаются в канавку. Для полного устранения зазора на ходовом винте обычно устанавливают две шариковые гайки, между которыми помещают жесткую пружину.

В настоящее время в промышленности используются разнообразные металлорежущие станки с ЧПУ, работающие по программе, записанной как на магнитной, так и перфорированной ленте.

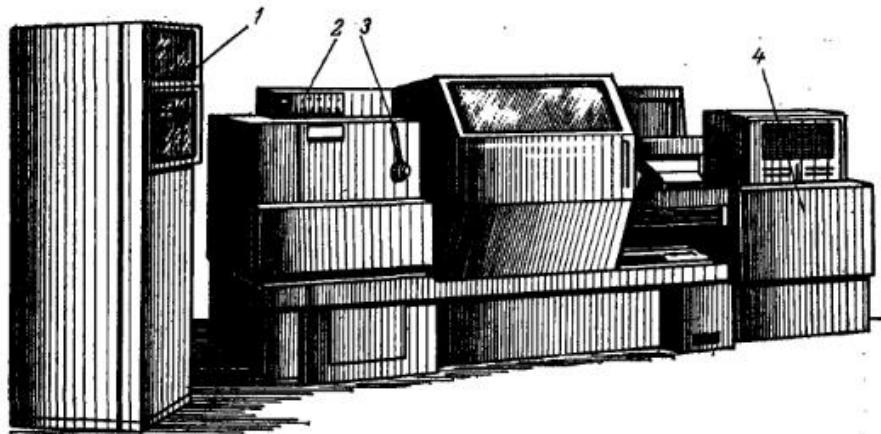


Рис. 220. Токарный патронно-центровой станок модели 16К20ФЗС4 с ЧПУ:
1 — пульт программного управления; 2 — пульт ручного управления; 3 — рукоятка переключения диапазона частот вращения; 4 — гидроагрегат

Программа на магнитную ленту записывается с перфоленты при помощи специального кодопреобразователя — интерполятора, что намного усложняет процесс подготовки станка к работе. В целях упрощения этого процесса современные модели станков с ЧПУ оснащают пультом программного управления со встроенным интерполятором. Последний преобразует двоично-десятичный код перфоленты в сигналы унитарного кода, которые с предусмотренной скоростью поступают на блок выхода к шаговым двигателям и далее с помощью гидроусилителей и шариковых винтовых пар передаются на салазки суппорта станка. Такой принцип управления применен в токарном патронно-центровом станке модели 16К20ФЗС4 с ЧПУ (рис. 220). Этот станок выпускается заводом «Красный пролетарий» на базе серийного токарного станка 16К20 и предназначен для обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей со ступенчатыми коническими и криволинейными участками за один или несколько проходов. На станке установлен автоматически поворачивающийся шестипозиционный резцедержатель (рис. 221), рассчитанный на установку съемных

резцовых блоков. Последние предварительно настроены на заданные размеры вне станка в специальных оптических приспособлениях. Система ЧПУ обеспечивает перемещение суппорта по двум координатам, автоматическое переключение девяти скоростей шпинделя с помощью электромагнитных муфт, индексацию резцедержателя с автоматическим поиском требуемой позиции, а также выполнение необходимых вспомогательных команд. В качестве привода продольных и поперечных салазок суппорта используются шаговые двигатели ШД5-Д1 совместно с гидроусилителями кривляющих моментов.

Для установки «нулевого» исходного положения салазок суппорта и аварийного ограничения их хода на станке предусмотрены продольная и поперечная линейки, в пазах которых размещаются и крепятся кулачки, действующие во время работы станка на блоки конечных электровыключателей.

Станки с ЧПУ работают в основном по разомкнутой схеме управления, действующей независимо от возможных в процессе работы изменений условий резания (припуска на обработку, твердости обрабатываемого материала, степени износа инструмента и т. д.). Вследствие этого при назначении режимов резания для таких станков ориентируются на наиболее неблагоприятные условия обработки, что ведет к снижению производительности работы.

Эти недостатки устраняются на станках, оснащаемых так называемой системой адаптивного управления, которая приобретает в последнее время все большую популярность в области обработки металлов резанием.

Адаптивная система управления позволяет станку приспособливаться к случайным изменениям условий обработки по сигналам датчиков обратной связи. Они реагируют на изменение крутящего момента, сил резания, упругих деформаций системы СПИД, температуры в зоне резания и т. д. Эти сигналы, поступающие в блоки коррекции траектории инструмента и оптимизации режима системы управления, компенсируют случайные отклонения и создают оптимальные условия обработки применительно к фактическому состоянию процесса резания.

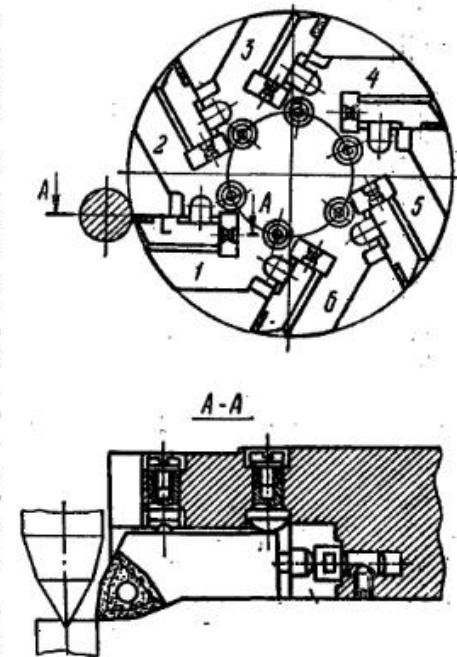


Рис. 221. 6-позиционный резцедержатель станка 16К20ХЗС4

Контрольные вопросы и задания

1. Какие системы автоматического управления применяются в металлорежущих станках?
2. Объясните принцип действия кулачковой и следящей систем управлений.
3. В чем состоит сущность циклового программного управления?
4. Объясните принцип действия системы ЦПУ с коммутатором барабанного и панельного типа.
5. Каковы особенности и преимущества системы числового программного управления?
6. Изобразите числа 27, 43 и 71 в различных кодах записи.
7. Объясните принцип действия систем ЧПУ токарного станка модели 16К20ФЗС4.
8. В чем заключается сущность системы адаптивного управления?

§ 98. Понятие о комплексной автоматизации производства

Современная стадия технического прогресса в машиностроении характеризуется переходом от частичной к комплексной автоматизации производственных процессов.

В машиностроении массового типа оборудование располагают линейно в строгой технологической последовательности с целью сократить пути транспортирования заготовок. Если в такой линии заменить обычное универсальное оборудование станками-автоматами и соединить их автоматически действующими транспортными устройствами с единым пультом управления, то получится комплекс, называемый автоматической линией.

Автоматические линии классифицируются по построению, типу станков, виду обрабатываемых деталей и методу транспортировки заготовок.

По построению автоматические линии делятся на синхронные и несинхронные.

Синхронные линии комплектуются из станков, на которых операционная обработка деталей совершается за одинаковые промежутки времени (такты). Благодаря этому станки в такой линии соединяются жесткой транспортной связью, т. е. передача заготовки от одного рабочего места к другому производится в одном такте. При выходе из строя хотя бы одного станка останавливается вся линия. Синхронные линии в основном используются для обработки крупных корпусных деталей, которые по своим размерам не позволяют создавать межоперационные заделы.

Несинхронные линии состоят из станков, работающих независимо друг от друга по времени и соединенных гибкой транспортной связью. Такие линии снабжаются бункерами-накопителями для хранения определенного запаса заготовок, откуда эти заготовки поступают на станки для обработки. При остановке какого-либо станка линия продолжает работать, питаясь запасом заготовок из бункера-накопителя.

По типу станков различают линии из универсальных, специальных и агрегатных станков.

Универсальные станки (токарные, фрезерные, шлифовальные и др.), снабженные различными системами автоматического управ-

ления, позволяют создавать переналаживаемые линии для обработки последовательно запускаемых в производство партий однотипных деталей. Переналадка такой линии сводится в основном к замене некоторых элементов зажимных и загрузочных приспособлений, инструментов, регулировке их на размеры и смене программионосителей. Наиболее эффективными являются линии, создаваемые на базе универсальных станков с числовым программным управлением.

Линии из специальных непереналаживаемых станков, каждый из которых предназначен только для определенной технологической операции, обладают высокой производительностью и используются в массовом производстве. Однако специальные станки очень дороги, при изменении конструкции изделия они оказываются ненужными или нуждаются в коренной переделке.

Стремление преодолеть эти трудности привело к созданию агрегатных станков, собираемых из нормализованных узлов. Такие узлы — станины, стойки, силовые головки, поворотные столы и аппаратура управления — изготавливаются серийно на специализированных заводах.

Агрегатные станки обладают преимуществами специальных станков и не имеют их недостатков. В случае необходимости такие станки можно разобрать, а нормализованные узлы использовать для создания новых станков.

По виду обрабатываемых деталей различают линии для обработки корпусных деталей, валов, дисков и колец, втулок, фланцев, крепежных деталей (винтов, болтов, шпилек, гаек) и др. Такие линии отличаются главным образом типом технологического оборудования и транспортными средствами.

Линии для обработки корпусных деталей преимущественно комплектуются из агрегатных станков, соединенных шаговым транспортером, который проходит через рабочую зону станков.

Обработка деталей круглой формы чаще всего выполняется на линиях из универсальных автоматизированных станков, соединенных между собой различными транспортными устройствами.

Мелкие детали (ролики, кольца, пальцы) транспортируются в большинстве случаев наклонными склизами, скатами, трубами, соединенными в ряде мест подъемными устройствами элеваторного типа. Затем эти детали поступают в бункерные или магазинные накопители, из которых периодически подаются автоматически действующими питателями в рабочую зону станков.

Более крупные детали типа валов, втулок и дисков из магазина-накопителя в начале линии поднимаются элеваторами на шаговые транспортеры, расположенные сбоку или сверху линии станков. В необходимом месте детали подаются к накопителям или непосредственно в рабочую зону станков различными устройствами. В одних случаях автоматически действующий разделитель отводит от потока очередную деталь, которая проваливается в желоб магазина станка и далее поступает в его рабочую зону питателем; в других,

например для валов, применяются механические руки, захватывающие детали из транспортера и переносящие их к зажимным приспособлениям станков.

Контрольные вопросы

1. Приведите определение и классификацию автоматических линий.
2. В чем заключается отличие синхронных автоматических линий от несинхронных?
3. Укажите особенности автоматических линий из универсальных, специальных и агрегатных стакнов.
4. Как осуществляется транспортирование заготовок в различных автоматических линиях?

Глава XX

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

§ 99. Техника безопасности

Общие сведения. Организация и руководство работой по охране труда на предприятии осуществляется главным инженером, которому непосредственно подчинен отдел (бюро) по технике безопасности. Работники этого отдела выполняют контроль за соблюдением руководителями цехов, участков и других производственных подразделений законодательства по охране труда, инструкций, правил и норм по технике безопасности, устанавливают сроки устранения выявленных недостатков, а в необходимых случаях запрещают выполнение работ на участке, где условия явно опасны для жизни и здоровья работающих.

В дополнение к работе, проводимой штатным административно-техническим персоналом, профессиональные союзы организуют общественный контроль по охране труда на предприятии через соответствующие комиссии и с помощью общественных инспекторов.

Комиссии по охране труда комплектуются из числа передовых рабочих, инженерно-технических работников и работников медицинских пунктов. Они контролируют выполнение администрации трудового законодательства и мероприятий коллективного договора по технике безопасности, заслушивают на своих заседаниях сообщения руководителей производственных подразделений о состоянии техники безопасности.

Общественные инспекторы избираются цеховыми профсоюзными организациями. Их основная задача осуществлять общественный контроль по охране труда непосредственно на конкретном производственном участке.

Инструктаж и обучение рабочих технике безопасности. Важное условие исключения травматизма и несчастных случаев — проведение системы инструктажей по технике безопасности для работников предприятия, ознакомление их с опасными участками на предприя-

тии, строгое соблюдение и массовая пропаганда правил безопасных приемов работы. С этой целью на предприятиях проводятся три вида инструктажей: вводный, на рабочем месте и текущий.

Вводный инструктаж, проводимый для всех вновь оформляющихся на работу, включает ознакомление рабочих с общим характером и производственной особенностью данного предприятия, обязанностями по соблюдению правил техники безопасности на территории и в цехах, индивидуальными защитными средствами и мерами по оказанию первой помощи при несчастных случаях. Такой инструктаж проводится в специальном кабинете отдела техники безопасности.

Непосредственно в цехе мастер участка проводит **инструктаж на рабочем месте**, во время которого знакомит рабочего с конкретными обязанностями, с требованиями правил организации и содержания рабочего места, основными причинами несчастных случаев применительно к данной работе, предохранительными приспособлениями и ограждениями, с правилами безопасной эксплуатации оборудования и подъемно-транспортных средств и т. д. Рабочий допускается к работе только в том случае, если он достаточно хорошо усвоил основные требования техники безопасности. Такой инструктаж проводится также при каждом переводе рабочего на новое место работы.

Текущий инструктаж проводится периодически по установленному графику и заключается в опросе и повторном инструктировании рабочих по правилам техники безопасности на рабочем месте.

Правила поведения на территории и в цехах предприятия. Для людей, находящихся на территории предприятия, опасность может представлять движущийся транспорт, работающие подъемно-транспортные устройства, незакрытые колодцы и траншеи, различные электроустановки и т. д.

Чтобы избежать несчастного случая, следует прежде всего быть особенно внимательным ко всяким указателям, надписям, звуковой и световой сигнализации.

Ходить по железнодорожным путям запрещается. Пересекать их допускается только в разрешенных местах. При звуковом сигнале, красном свете светофора либо закрытом шлагбауме переходить железнодорожный путь запрещено.

По дорогам движения автотранспорта ходить запрещается. Пересякать дорогу или проходя мимо выездных ворот цеха, следует сначала убедиться в отсутствии движущейся автомашины или другого самоходного транспорта. Надо также быть внимательным к световой сигнализации автотранспорта, особенно на перекрестках дорог.

Серьезную опасность для людей на территории предприятия представляют работающие грузоподъемные механизмы. Находиться в зоне их действия, проходить под поднимаемым или перемещаемым грузом запрещено.

Следует остерегаться открытых колодцев и траншей. Как правило, они должны быть закрыты прочными крышками и перекрытия-

ми. При ремонтных работах их ограждают временными барьерами, флагшками, а ночью освещают фонарями.

Находясь в местах складирования металлов, строительных и других материалов, надо соблюдать осторожность. Небрежно собранные штабеля могут развалиться и нанести серьезную травму.

Весьма опасно для жизни прикосновение к различным электроустановкам, находящимся под напряжением. Обычно в таких местах устанавливаются предупредительные знаки или надписи.

Соблюдение указанных правил с учетом конкретной обстановки и прежде всего личная внимательность и осторожность гарантируют безопасность работающих.

Правила безопасности на территории предприятия полностью распространяются и на территорию цехов. Однако кроме общих правил для каждого цеха существуют свои правила техники безопасности, вытекающие из особенностей работы данного цеха.

В механических цехах опасность представляют: движущиеся механизмы станков, не имеющих надежных ограждений; сходящая или отлетающая стружка; случайный вылет обрабатываемой детали при ненадежности ее закрепления или неисправности зажимного приспособления; разрыв абразивного круга на шлифовальных станках; незащищенные токоведущие части электроустановок или части станка, оказавшиеся под напряжением.

Поэтому токарю не рекомендуется приближаться к другим работающим станкам, ходить без надобности по узким проходам между ними, прикасаться к электрооборудованию. Особую осторожность надо проявлять в отношении сливной стружки, когда она сходит со станка длинной лентой. Такая стружка, имея пилообразные края, может нанести глубокую резаную рану.

Первая помощь при несчастных случаях и травмах. Для оказания квалифицированной помощи пострадавшим в крупных цехах предприятия имеются медицинские пункты, обслуживаемые врачом и медсестрой. Чтобы эта помощь была оперативной, на каждом производственном участке дополнительно создаются медицинские посты, которые комплектуются из рабочих, обученных выполнению первой помощи. На постах имеются аптечки, содержащие перевязочные пакеты, резиновый жгут для остановки кровотечения, набор шин для создания неподвижности поврежденной конечности, иодную настойку, нашатырный спирт, раствор борной кислоты, мыло, полотенце и др. Вместе с тем каждый рабочий должен быть знаком с основными сведениями по оказанию первой помощи как себе, так и другим пострадавшим.

Большую опасность для жизни человека представляет поражение электрическим током. В этом случае требуется быстрая и умелая помощь. Если пострадавший в сознании, но не может оторваться от проводника, следует кричать «подскочи», «падай», предохранив его от ушибов при падении. Если же он не в состоянии сам освободиться от действия тока (при потере сознания или судорожном сокращении мышц), необходимо ему немедленно помочь. Для этого сле-

дует как можно быстрее отключить ток при помощи рубильника распределительного пункта, однако это не всегда удается из-за удаленности последнего или незнания места его расположения. Тогда нужно оттащить пострадавшего от проводника, отодвинуть проводник, или перерезать провод.

Лица, оказывающие помощь, должны поступать следующим образом:

1) изолировать себя от действия тока: надеть резиновые перчатки или обмотать руки сухой тканью; стать на сухую деревянную доску, на сверток сухой одежды; если есть возможность, надеть резиновую обувь;

2) прекратить действие тока на пострадавшего: отключить ток; рассечь провод топором, лопатой или щипцами с изолированными ручками; отделить пострадавшего от земли, подложив под него доску, одежду; оттащить от него провод деревянной палкой, сухой веревкой; оторвать пострадавшего от провода, набросив на него сухую веревку, или отянуть его, ухватившись за сухие части одежды;

3) оказать пострадавшему немедленную первую помощь: отнести его на открытое место, проветрить помещение, освободить от стесняющих дыхание частей одежды (расстегнуть воротник, пояс). Если пострадавший в бессознательном состоянии, дать вдыхать ему нашатырный спирт, растереть и согреть тело. При остановке дыхания следует немедленно делать искусственное дыхание и продолжать это до тех пор, пока дыхание не восстановится или до прибытия медицинского работника.

Наиболее характерные виды травм на производстве: всевозможные раны, ушибы, переломы, ожоги, попадание инородных тел в глаза.

При незначительных ссадинах и порезах рану следует смазать йодом, наложить стерильную салфетку с небольшим слоем ваты и забинтовать.

Если поврежден кровеносный сосуд (артерия) и алая кровь бьет фонтаном, надо немедленно наложить жгут выше места ранения. При отсутствии жгута можно воспользоваться веревкой, куском материи, кашне и др. При этом жгут накладывают не на открытое тело, а на мягкую подкладку или слой одежды. Во избежание омертвления конечностей продолжительность остановки кровотечения жгутом не должна превышать летом двух часов, зимой — одного часа. После остановки кровотечения надо края раны смазать йодом, наложить стерильную салфетку со значительным слоем ваты и забинтовать.

При повреждении вен, когда кровь более темного цвета течет в виде струйки, края раны следует смазать йодом, наложить на нее содержимое индивидуального пакета и тую забинтовать.

При ушибах нужно на поврежденное место наложить давящую повязку, поверх которой положить пузырь со льдом или холодной водой.

При переломах конечностей на них накладывают шины, которые

плотно прибивывают. Для этой же цели можно воспользоваться куском доски, палкой или другими подобными предметами.

Если перелом открытый, перед наложением шины рану следует обязательно перевязать. Когда рана сильно кровоточит или на месте закрытого перелома появляется припухлость мягких тканей (признак внутреннего кровотечения), нужно наложить кровоостанавливающий жгут.

При незначительных ожогах покрасневшее место достаточно смочить одеколоном или спиртом. Если на месте ожога появились пузыри или имеется более глубокое поражение мягких тканей, то на эти участки тела накладывается стерильная повязка.

Чтобы извлечь попавшую в глаз стружку или другое инородное тело, следует обратиться к врачу.

Во всех случаях после оказания первой доврачебной помощи пострадавшего необходимо направить или доставить (в зависимости от состояния) в медпункт.

Контрольные вопросы

1. Как организуется работа по технике безопасности на предприятии?
2. Укажите виды и объясните содержание инструктажей по технике безопасности.
3. Какие правила безопасности следует соблюдать на территории и в цехах предприятия?
4. Расскажите правила оказания первой помощи при различных случаях травматизма.

§ 100. Противопожарные мероприятия

Организация работы по пожарной безопасности. Предупреждение пожаров на предприятиях и борьба с ними имеет большое государственное значение и является обязанностью каждого работающего. Работу по созданию пожаробезопасных условий на предприятиях выполняют пожарные команды, которые располагают необходимыми средствами тушения огня и принимают непосредственное участие в ликвидации пожара. Для облегчения их работы в цехах предприятия создаются добровольные пожарные дружины из числа рабочих и служащих. Они контролируют соблюдение противопожарного режима, следят за состоянием средств тушения огня и в случае возникновения пожара принимают участие в его ликвидации и спасении людей.

Причины пожаров. Для успешной борьбы с пожаром надо знать его причины. Известно, что горение представляет собой химический процесс соединения вещества с кислородом при определенной температуре, возникающей обычно за счет подвода теплоты извне. Однако иногда оно начинается при отсутствии внешнего источника теплоты и совершается в результате химических, биологических и физических процессов, происходящих в самом веществе. Такой процесс называется самовозгоранием, которое может возникнуть вследствие длительного хранения горючих веществ, сложенных в кучу. Кроме того, горючие газы, пары и пыль (бензин, ацетилен, склон-

дар, водород, каменноугольная пыль и др.) в смеси с кислородом могут образовывать взрывчатые смеси. Для возникновения такого взрыва достаточна определенная концентрация паров или газовоздушной смеси и импульс, способный нагреть вещество до температуры самовоспламенения (пламя, искра, удар, сжатие и др.).

Тушение пожаров. При возникновении пожара необходимо срочно вызвать пожарную команду по извещателю или телефону. На автоматических телефонных аппаратах вызов городской пожарной команды производится по номеру 01.

До прибытия пожарной команды следует немедленно выключить вентиляционную систему и приступить к ликвидации очага огня

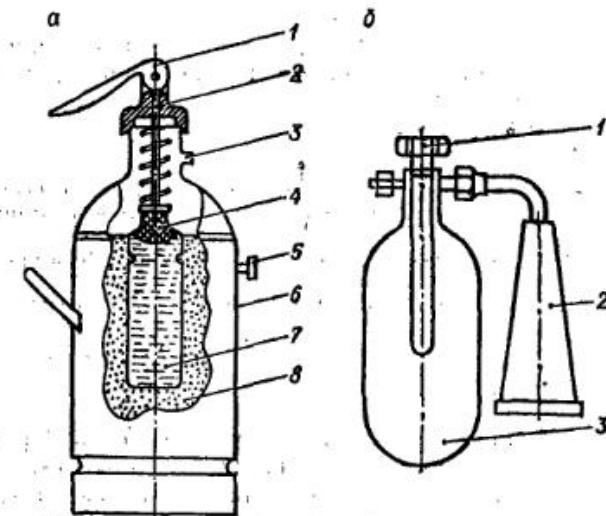


Рис. 222. Огнетушители:

а — ручной; 1 — рукоятка клапана, 2 — шток, 3 — спуск, 4 — резиновый клапан, 5 — предохранитель, 6 — корпус, 7 — ампула с серной кислотой, 8 — сода двууглекислая; б — углекислотный

всеми имеющимися средствами, которые следует выбирать в зависимости от конкретных условий.

Самое распространенное огнегасящее средство — вода, подающаяся к объекту горения в виде струи или в распыленном состоянии. Однако ее нельзя использовать при гашении электрооборудования, находящегося под напряжением; в помещениях, где находятся карбиды кальция, легковоспламеняющиеся жидкости с удельным весом меньше единицы (керосин, бензин, масла и др.).

К очагу пожара воду подают от пожарных кранов шлангами с брандспойтами. В крупных заводских корпусах для этой цели используются автоматические устройства, срабатывающие при повышении в помещении температуры, выше установленной.

Эффективное средство для тушения пожара — ручные пенные огнетушители (рис. 222, а). Чтобы привести его в действие, надо

повернуть рукоятку 1 на 180° и опрокинуть огнетушитель горловиной вниз. В результате химической реакции из спрыска 3 выбрасывается струя пены длиной 6—8 м.

Наряду с достоинствами пенные огнетушители обладают некоторыми недостатками. Их, так же как и воду, нельзя применять для гашения горящего электрооборудования и вблизи карбида кальция; при гашении горящей одежды на человеке пена может оказаться на теле химическое действие.

Для гашения электроустановок и легковоспламеняющихся жидкостей применяют углекислотные огнетушители (рис. 222, б), которые состоят из металлического баллончика 3, заполненного жидким углекислотой под высоким давлением. Выходя через раструб 2, углекислота расширяется и превращается в «углекислотный снег» и газообразную углекислоту. При направлении на горящий объект, струя углекислоты, имея низкую температуру, охлаждает вещества в зоне горения и оттесняет кислород воздуха. Для приведения огнетушителя в действие достаточно открыть вентиль 1. Недостаток таких огнетушителей — малый срок их действия (не более 1 мин).

Простейшим и вместе с тем надежным средством тушения небольших очагов пожара служит песок.

При загорании одежды на человеке надо немедленно принять любые меры изоляции огня от кислорода воздуха. Для этого пострадавшего покрывают брезентом, пальто или любой другой накидкой, которая окажется под руками. Ни в коем случае не позволять человеку бежать, так как это увеличивает приток воздуха и усиливает горение.

Основные правила пожарной безопасности. Для предупреждения пожара каждый работник предприятия обязан строго соблюдать правила пожарной безопасности.

1. Не курить и не применять открытый огонь в местах, где это запрещено (в деревообделочном цехе, на складах, в местах, где производятся окрасочные и газосварочные работы, в автогараже и других пожароопасных участках).

2. В цехах, где разрешено курение, не бросать окурки и спички возле станков, в проходах и вблизи сгораемых предметов, а пользоваться для этой цели специальными урнами.

3. Не пользоваться неисправными электроустановками и приборами. Для их исправления вызывать электромонтера.

4. Не проливать горюче-смазочные материалы при смазке оборудования, если же это случилось — немедленно произвести уборку.

5. Не хранить промасленную спецодежду вблизи отопительных и нагревательных приборов. Спецодежда должна храниться разведенной.

6. Не загромождать рабочее место отходами и горюче-смазочными материалами, а своевременно удалять их в специально отведенное пожаробезопасное место.

7. Не загромождать проходы и доступы к противопожарному инвентарю: к пожарным кранам, огнетушителям и другим первичным средствам пожаротушения.

8. Знать расположение средств пожаротушения в цехе и научиться ими пользоваться.

9. В случае вспышки разлитого бензина или керосина тушение производить пенным огнетушителем, песком или асбестовым покрытием.

10. Постоянно помнить, что пожар легче предупредить или ликвидировать в самом начале.

Контрольные вопросы

1. Как организуется работа по пожарной безопасности на предприятии?
2. Что представляет собой процесс горения и каковы его разновидности?
3. Что следует предпринимать при возникновении пожара?
4. Какие средства применяются для ликвидации пожара?
5. Перечислите основные правила пожарной безопасности.

Глава XXI

ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ*

§ 101. Основные понятия о гигиене труда

Общие сведения. Гигиена труда — отрасль науки о здоровье — изучает трудовые процессы и производственную среду, их воздействие на организм человека, разрабатывает практические мероприятия по созданию наиболее здоровых условий труда и предупреждению профессиональных болезней. Совокупность этих мероприятий, проведение их в жизнь и контроль за соблюдением гигиенических правил на предприятиях составляют содержание промышленной санитарии.

Условия профессионального труда определяются характером трудового процесса и окружающей производственной средой. К первому из них относятся мышечные и нервно-психические напряжения, положение тела при работе, напряжение отдельных органов и др.; ко второму — температура, влажность, движение и степень загрязнения воздуха, тепловое облучение, освещенность, шум и т. д.

Каждый из указанных факторов или совокупность их при известных условиях могут оказать неблагоприятное влияние на организм работающего. Так, например, неудобная поза во время работы, высокая частота мышечных процессов, монотонность их повторения ускоряют утомление человека; высокая температура в помещении особенно при повышенной влажности и незначительном движении воздуха может вызвать нарушение терморегуляции организма и, как следствие, тепловой удар, головную боль, недомогание; длительное вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния, может привести к развитию силикоза и т. д.

Понятие об утомлении. В выполнении физического труда участвуют не только работающие мышцы, но и весь организм в целом

* Глава написана врачом Касаткиной Э. Н.

и прежде всего центральная нервная система, управляющая деятельностью всех органов.

Деятельность каждого органа сопровождается рядом сложных физических и химических процессов, замедление или изменение которых нарушает общую согласованность в организме. Так, например, некоторые промежуточные продукты химических процессов окисления в организме обладают способностью угнетать мышечную деятельность. Если напряжение при работе велико, охватывает много мышц и повторяется часто и длительно, то изменение или удаление этих продуктов происходит недостаточно быстро и они, накапливаясь в мышцах, вызывают понижение работоспособности, т. е. утомление. Перерыв в работе восстанавливает условия, при которых химические реакции могут протекать опять нормально, и тем самым снимает утомление.

Весьма важным показателем, определяющим выносливость человека к труду и количество работы, которую он может выполнить без значительного утомления, является его обученность — тренировка. Необученный рабочий выполняет работу медленно, напряженно. Он вовлекает в работу обширную группу вспомогательных мышц, производит много лишних движений, вследствие чего развивается местная и общая утомляемость.

По мере обучения и приобретения навыка лишние движения и напряжения устраняются и энергия расходуется только на необходимые движения. Очень существенно также то, что движения автоматизируются, а это облегчает работу центральной нервной системы.

Трудовая деятельность в целом, если она протекает в благоприятных гигиенических условиях, оказывает на организм положительное влияние, стимулирует все процессы и создает ощущение бодрости и силы.

Гигиенические мероприятия, способствующие повышению производительности труда и укреплению здоровья. Важный фактор повышения производительности труда — проведение гигиенических мероприятий, способствующих укреплению здоровья человека и созданию благоприятных условий его трудовой деятельности. Основные из них рассматриваются ниже.

1. Создание рациональной организации рабочего места. При правильном расположении на рабочем месте инструментов, приспособлений и других предметов устраниются лишние движения, а необходимые могут быть облегчены и ускорены.

Длительная перегрузка одной группы мышц создает ее местное утомление, заставляющее временно прерывать работу, несмотря на неутомленное состояние других мышц. Правильное построение рабочих приемов позволяет равномерно загрузить обе руки или ритмично чередовать их напряжение, что сохраняет работоспособность человека. Доказательством этому служит высокопроизводительный труд передовиков производства, которые, благодаря отработке правильных приемов работы и продуманной организации рабочего

места, затрачивают на единицу продукции меньше энергии, чем при обычных методах работы.

2. Организация рационального режима труда и отдыха. К средствам укрепления организма относятся соблюдение рационального режима труда и отдыха и выполнение гигиенических правил в быту и на производстве:

Труд должен быть организован так, чтобы не наступало чрезмерное утомление. Поэтому предусмотренные кратковременные перерывы и обеденный перерыв следует использовать рационально, в частности отдых необходимо проводить вне помещения цеха. С этой же целью перерыв на обед должен предоставляться не позднее чем через 4 часа после начала рабочей смены.

Правильный режим чередования труда и отдыха обеспечивается действующим трудовым законодательством, согласно которому продолжительность рабочей недели — не более 41 часа. Каждый работник может находиться на работе строго ограниченное количество часов. Работа сверх нормативного времени — сверхурочная работа, как правило, не допускается. Ее разрешают лишь в исключительных случаях и только с согласия комитета профессионального союза. Большое значение для лучшей организации отдыха трудящихся имеет перевод предприятий на пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями.

Учитывая повышенную чувствительность подростков к различным вредным влияниям внешней среды и анатомо-физиологические особенности их возраста, советское трудовое законодательство запрещает детям до 15 лет работать на производстве. Прием на работу подростков от 15 до 16 лет допускается в исключительных случаях по согласованию с комитетом профсоюза. Для них устанавливается продолжительность рабочего дня 5 часов на предприятиях с 5-дневной рабочей неделей.

Рабочий день молодых людей в возрасте 16—18 лет на этих же предприятиях не должен превышать 7 часов. Не разрешается также привлекать их к работе в ночное время, к работам, требующим значительных физических напряжений и с вредными для здоровья условиями труда. Масса груза, поднимаемого ими, ограничивается: для юношей — 16 кг, для девушек — 10 кг.

Не достигшим 18 лет предоставляется очередной отпуск продолжительностью в один календарный месяц.

При поступлении на работу они подлежат обязательному врачебному освидетельствованию и повторным медицинским осмотрам не реже одного раза в год. Это необходимо для выяснения состояния их здоровья, перевода на более легкую работу, направления в санатории, дома отдыха, а также для оказания других видов лечебно-профилактической помощи.

3. Рабочая одежда и уход за ней. Она должна отвечать определенным гигиеническим требованиям: быть удобной, нормально облегать тело, не стеснять движения и в то же время не быть слишком свободной. Последнее условие диктуется техникой безопасности, так как свисающие части одежды могут стать причиной

несчастного случая. Спецодежда также должна быть воздухо- и паропроницаемой, что обеспечивает нормальную теплорегуляцию организма. Применяемые для этой цели ткани должны быть легкими, прочными и легко очищаемыми от загрязняющих веществ. Покрой одежды выбирают соответственно специфическим условиям работы. Так, для токарей лучшей формой рабочей одежды является комбинезон.

После работы одежду следует просушивать, а для этого — хранить в разведенном состоянии. По мере загрязнения спецодежду необходимо своевременно и регулярно отдавать в стирку.

4. Создание условий для правильной рабочей позы. Наиболее быстро утомление наступает при статических (не сопровождающихся перемещением частей тела) напряжениях мышц. Менее всего такие напряжения создаются при удобной сидячей позе. Работа стоя сопровождается статическим напряжением мышц ног, а при дополнительном наклоне туловища, например, как у токаря, напрягаются также мышцы спины.

Правильный выбор высоты рабочего места, удобная форма сидения, а также приспособления, позволяющие выполнять работу в свободном состоянии стоя или сидя, а не в вынужденной позе (наклонной, на корточках и т. п.), устраняют лишние статические напряжения, уменьшают утомление и сберегают энергию.

5. Механизация трудоемких работ. Применение механизмов, облегчающих физический труд, позволяет выполнять его весьма продолжительное время без значительного утомления, а следовательно, с высокой производительностью. Так, станки токарного типа целесообразно оснащать силовыми приводами для закрепления заготовок в патроне, применять подъемно-транспортные механизмы для подъема и перемещения тяжелых заготовок и приспособлений.

6. Производственная гимнастика, физическая культура и закаливание организма. Известно, что систематические занятия физической культурой развивают мускулатуру, улучшают работу сердца и всех внутренних органов человека. Тренированное сердце мало изменяет свой ритм, а сокращения его становятся энергичнее и сильнее, чем у нетренированного. Укрепляется также дыхательный аппарат, грудная клетка становится шире, приобретает красивую выпуклую форму, подвижность ее значительно возрастает.

В борьбе с усталостью огромное значение имеет производственная гимнастика, которая получила широкое распространение на многих предприятиях. В течение предусмотренных кратковременных перерывов непосредственно на рабочих местах работающие выполняют комплекс упражнений. Производственная гимнастика делает человека бодрым, поднимает жизненный тонус и возвращает его к активной работе.

Большую роль в закаливании организма играют водные процедуры, систематическое обтиранье тела, мытье ног прохладной водой и особенно купание в летнее время. Важен также и режим сна. Его продолжительность должна быть не менее 7—8 часов.

7. Режим питания. Очень важно установить режим питания. Пищу рекомендуется принимать 3—4 раза в день с перерывами, не превышающими 4 часов. За такие промежутки времени пища успевает перевариться, что обеспечивает появление аппетита.

Для поддержания нормальной жизнедеятельности организма в пище должно содержаться достаточное количество углеводов, белков, жиров, минеральных веществ и витаминов. Из продуктов, богатых животными и растительными белками, можно назвать мясо, рыбу, творог, бобы, горох и т. д.

Существенное значение для человека имеют витамины и минеральные вещества — железо, иод, цинк, кобальт. Они больше всего содержатся в овощах, зелени и фруктах. Поэтому в рационе питания эти продукты необходимы.

Потребляемая пища должна быть разнообразной, свежей и вкусно приготовленной. Большое внимание следует уделять чистоте приготовления пищи. Загрязнение и неправильное хранение продуктов, а также грязная посуда могут быть причиной желудочно-кишечных заболеваний.

Известное значение имеет распределение продуктов питания по приемам пищи. Так, например, на завтрак и обед следует включать продукты, богатые белками, потому что они повышают обмен веществ, возбуждают нервную систему, дольше задерживаются в желудке и вызывают энергичное выделение желудочного сока. Жиры также необходимо потреблять в первую половину суток, поскольку они медленно всасываются и в течение более длительного времени разносятся кровью по тканям организма. На ужин требуется более легкая молочно-растительная пища, которая быстрее переваривается и переходит из желудка в кишечник. Вечером не следует перегружать желудок, так как это мешает полноценному отдыху человека. Нельзя также ложиться спать голодным.

Для лиц, работающих во вторую половину дня или в ночные смены, применяется другой режим питания. Они должны съедать продукты, более богатые белком, перед работой, а перед сном принимать растительную или молочную пищу.

Нельзя на работу выходить натощак и надо обязательно принимать пищу в обеденный перерыв. При работе натощак снижается не только производительность труда, но и внимание, что влечет за собой снижение качества работы. Кроме того, это ведет к ослаблению функции печени и ее заболеваний.

Понятие об инфекционных заболеваниях. Известно, что некоторые болезни передаются от больного к здоровому человеку и иногда охватывают значительную часть населения. Эти болезни называются заразными или инфекционными.

Возбудителями инфекционных заболеваний являются микроорганизмы (микрофлора). Микрофлора может проникать в организм человека контактным путем — при контакте больного человека со здоровым или через его предметы обихода; воздушно-капельным — при кашле, чихании, разговоре с больным; через загрязненные продукты питания, воду, почву и кровососущих насекомых.

Инфекционное заболевание начинается с инкубационного (скрытого) периода — времени с момента попадания в организм человека микробы до начала появления первых признаков заболевания. Затем следует второй, продромальный период, когда возникают первые признаки заболевания — слабость, головная боль, повышение температуры, после чего болезнь прогрессирует.

Наибольшую опасность в условиях производства представляют такие инфекционные заболевания, как грипп, катар верхних дыхательных путей, ангину и распространенные в летний период желудочно-кишечные заболевания, в частности дизентерия. Их характерная особенность в том, что, быстро распространяясь, они могут при эпидемии поражать большие массы людей.

Грипп — острое инфекционное заболевание, легко распространяется от больных к здоровым, имеет инкубационный период 24—48 часов. Болезнь начинается с подъема температуры, появления недомогания и головной боли. Вскоре присоединяется насморк, кашель, боли при движении глаз, потливость. Иногда грипп может протекать и без повышения температуры, хотя общее состояние остается тяжелым. Грипп опасен тем, что влечет за собой серьезные осложнения: падение сердечной деятельности (коллапс), воспаление мозга и др.

Острый катар верхних дыхательных путей — сравнительно легкое инфекционное заболевание, не оставляющее после себя иммунитета. Возбудителями его являются различные микроорганизмы и вирусы. Предрасполагающими моментами болезни служат все факторы, снижающие сопротивляемость организма (основные из них — простуда и нарушение гигиенического режима). Заболевание проявляется в виде насморка, кашля, недомогания, вялости; температура — нормальная либо повышенная. Болезнь может давать осложнение на легкие, уши и др.

Ангина — заразная болезнь, вызываемая болезнетворными микробами (стрептококками, стафилококками и др.). При простуде и пониженной сопротивляемости организма эти микробы, находясь в нем, начинают размножаться и вызывают заболевание. Характерные симптомы болезни: боль в глотке, головная боль, слабость, повышение температуры до 38—40 °С, на шее прощупываются увеличенные и болезненные лимфатические узлы. Ангина может давать опасные осложнения — ревматизм, воспаление почек, ушей и др.

Возбудители рассмотренных болезней содержатся в слизи, выделяемой больными. При кашле, чихании они с капельками слюны рассеиваются в воздухе, а также оседают на окружающие предметы. Поэтому распространителями болезни являются как сам больной, так и предметы, которыми он пользуется.

Для предупреждения гриппа, катаров верхних дыхательных путей, ангин и других простудных заболеваний необходимо повышать сопротивляемость организма, организуя рациональное питание, режим дня и закаливание организма. При возникновении очага болезни следует:

- 1) изолировать больного в отдельную комнату или отгородить ширмой;
- 2) больной должен пользоваться отдельной посудой и полотенцем;
- 3) лица, ухаживающие за больным, должны носить марлевые маски;
- 4) все вещи, зараженные слизью больного (платки, полотенце, посуда), необходимо кипятить и мыть в мыльном растворе;
- 5) помещение, где находится больной, следует хорошо проветривать.

В нашей стране для профилактики вирусного гриппа применяются специальные прививки противогриппозными сыворотками, благодаря которым число заболеваний значительно уменьшается.

Опасное желудочно-кишечное заболевание — дизентерия. Вызывается она дизентерийной палочкой, способной сохраняться длительное время во внешней среде — в почве, воде, продуктах питания. Эти микробы быстро погибают от действия дезинфицирующих растворов хлорной извести, карболовой кислоты и др.

Во внешнюю среду они попадают только с выделениями из кишечника больных людей. Распространяются дизентерийные микробы несколькими путями.

Контактным путем — при рукожатии, соприкосновении с больным или его вещами и посудой, на которых находятся возбудители дизентерии. Попадая на руки, затем в рот и пищеварительный тракт, они могут вызвать заболевание. Поэтому дизентерию называют «болезнью грязных рук».

Второй путь — через зараженную микробами пищу: при употреблении немытых овощей и фруктов, на которые микробы могут быть занесены грязными руками больных или мухами. Дизентерия может также распространяться через загрязненную воду.

В летне-осенний период распространителями дизентерии являются и мухи. Они садятся на выделения больных людей и затем на своих лапках и крылышках переносят дизентерийные палочки на пищевые продукты.

Острая дизентерия имеет инкубационный период 2—3 дня. Заболевание начинается с общего недомогания, повышения температуры, вялости, понижения аппетита. В тяжелых случаях температура поднимается до 39—40 °С и может появиться рвота.

При дизентерии характерны схваткообразные боли внизу живота, стул учащенный с примесью крови и слизи или одной слизи. В тяжелых случаях поражается сердечно-сосудистая, нервная система, печень, желудок и другие внутренние органы.

Опасны также легкие формы дизентерии, когда больной не обращается к врачу и заболевание переходит в хроническую форму. Такой больной становится источником заражения окружающих лиц.

Профилактика дизентерии: при каждом случае расторгивания функции кишечника надо немедленно обратиться к врачу.

Важно содержать в чистоте и порядке территорию дворов. Для

борьбы с мухами окна в квартире надо закрывать марлей или сеткой. Продукты хранить в холодном месте закрытыми.

Овощи и фрукты перед употреблением следует обдавать кипятком. Молоко пить только в кипяченом виде. Воду, взятую из случайных источников, перед употреблением кипятить.

В борьбе с дизентерией большое значение имеют профилактические прививки и повышение сопротивляемости организма.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность и значение гигиены труда и промышленной санитарии?
2. Какие причины вызывают утомление человека?
3. Какое влияние на утомляемость человека оказывает организация рабочего места?
4. Укажите продолжительность рабочего дня и допустимый вес переносимого груза для подростков.
5. В чем должен заключаться уход за рабочей одеждой?
6. Какое значение имеют правильная рабочая поза и механизация трудоемких работ для уменьшения утомляемости?
7. Как должен быть организован режим питания для работающих?
8. Какие болезни называются инфекционными?
9. Как могут проникать микробы инфекционных болезней в организм человека?
10. Объясните пути распространения и назовите признаки гриппа, катара верхних дыхательных путей и ангины? Какие осложнения они могут вызывать в организме человека?
11. Какие меры предупреждения следует соблюдать при простудных заболеваниях?
12. Как распространяется дизентерия и какие меры предосторожности следует предпринимать?

§ 102. Санитарные требования к рабочим помещениям

Производственные помещения сооружаются в соответствии с санитарными нормами строительного проектирования. Этими нормами, в частности, предусматривается на каждого работающего не менее 4 м² площади и 13 м³ объема помещения. Высота помещений должна быть не менее 3,2 м.

При эксплуатации производственных помещений большое значение имеют условия их содержания: чистота, освещенность, вентиляция и температура воздуха.

Чистота приучает людей к организованности, дисциплине, повышает общую культуру производства, что способствует повышению производительности труда и качества продукции.

При рациональной системе освещения производственного помещения и рабочих мест снижается зрительное и общее утомление, а также травматизм. При плохом освещении у рабочего быстро устают глаза, притупляется внимание, следствием чего нередко бывают несчастные случаи.

Освещение может быть естественным (дневной свет) и искусственным (электролампочки и люминесцентные лампы).

Чтобы обеспечить нормальное естественное освещение, в цехе должны быть высокие окна, необходимая ширина пролета и боль-

шие световые фонари в крыше. Светлая поверхность стен и потолков значительно в большей степени отражает световой поток.

Искусственное освещение цеха и рабочего места должно быть достаточным, равномерным и не давать ярких бликов и резких теней. Так, норма освещенности рабочего места токаря: 150—300 лк для ламп накаливания и 500—700 лк для люминесцентных ламп.

Помимо общего освещения, рабочие места оборудуются лампами местного освещения, питаемыми током напряжением 36 В. Как правило, рабочая зона станка освещается сзади, справа и сверху. Нежелателен свет слева и ни в коем случае недопустим прямо в глаза.

Чистота окон, световых фонарей и электрических ламп влияет на освещенность цеха и рабочего места. Грязные запыленные окна плохо пропускают солнечный свет. Покрытое пылью стекло электроламп значительно снижает освещенность помещения. Поэтому в механических цехах стекла окон, арматуру и лампы следует очищать не реже двух раз в месяц.

Производственные помещения следует хорошо проветривать, так как отклонения от нормальной температуры и запыленность воздуха ухудшают условия труда, приводят к снижению производительности, способствуют возникновению заболеваний. Зимой в механических цехах температура должна быть в пределах 16—18 °С.

Лучшая вентиляция в механических цехах естественная, осуществляемая через световые фонари в крышах и форточки окон. В современных цехах устраивают искусственную приточно-вытяжную вентиляцию, которая бывает общей и местной. Последняя используется на рабочих местах, связанных с интенсивным выделением пыли (заточные и шлифовальные станки).

Контрольные вопросы

1. Какие санитарные нормы предусмотрены для производственных помещений?
2. Какое значение имеет чистота производственных помещений?
3. Объясните, какой должна быть рациональная система освещения производственных помещений и рабочих мест.
4. Как осуществляется вентиляция производственных помещений и отдельных рабочих мест?

§ 103. Сведения о профессиональных заболеваниях и промышленном травматизме

Заболевания, возникающие в результате воздействия профессиональных вредностей на работающего, называются профессиональными. Они возникают, когда не соблюдаются санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к технологическим процессам, не применяются санитарно-технические устройства, имеющиеся на рабочем месте, не пользуются средствами индивидуальной защиты.

Влияние на кожу смазывающе-охлаждающих жидкостей. При работе на металорежущих станках одной из причин профессиональной вредности является воздействие на тело работающего смазывающе-охлаждающих жидкостей, в основном нефтяных ме-

ральных масел (веретенные, машинные, соляровые, сульфофрезолы и др.) и эмульсий.

При воздействии на кожу эти масла вызывают образование масляных угрей. При работе с охлаждающими жидкостями типа эмульсий, содержащими избыточное количество щелочей, а также при пользовании скрипидаром, керосином и другими могут возникнуть дерматит, экзема, рожа. Эмульсии, загрязненные частицами обрабатываемого материала, вызывают нарушения целостности кожного покрова и тем самым способствуют проникновению микроорганизмов в глубь кожи и возникновению на ней гнойничковых заболеваний. Кроме того, систематическое воздействие на кожу смазывающе-охлаждающих жидкостей способствует ее раздражению, она становится сухой, шелушится, на ней появляются трещины, вызывающие болезненные ощущения.

Смазывающе-охлаждающие масла и водные эмульсии, кроме местного действия на кожу, могут оказывать раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и на весь организм при поступлении их в воздух производственных помещений в виде тумана.

Применяются в основном следующие оздоровительные мероприятия: 1) оборудование станков щитками, экранами и другими приспособлениями, препятствующими разбрызгиванию жидкости и облегчающими стекание ее в специальные приемники; 2) периодическая, не реже одного раза в месяц, очистка жидкостей от разного рода примесей; 3) применение специальных предохранительных паст и моющих составов для рук.

Для защиты кожного покрова рук при работе с минеральными маслами целесообразно применять такие пасты, которые содержат вещества, легко смачиваемые водой и растворимые в ней. Образующийся при этом на поверхности кожи защитный слой непроницаем для масел. Одна из таких паст, разработанная Харьковским институтом охраны труда, ХИОТ-6 состоит из 72% глицерина, 2% жидкости Бурова, 5,6% крахмала и 2,4% желатина. Она наносится на руки перед началом работы в небольшом количестве (5—10 г) и слегка растирается до получения тонкого слоя.

Мытье рук при помощи мыла и горячей воды не обеспечивает удаления с кожного покрова масла. Нельзя пользоваться для этого растворителями, содержащими бензол, ацетон и прочие ядовитые жидкости, так как они могут всасываться в кожу, вызывая отравления. В этом случае рекомендуется применять специальные моющие составы, например пасту (мыло) санитарного института им. Эрисмана, состоящую из 55% чистой глины, 25% нейтрального мыла и 20% отрубей.

Необходимо следить также за тем, чтобы смазывающе-охлаждающая жидкость отвечала требованиям действующей инструкции. Для обтирания рук следует пользоваться чистым и мягким обтирочным материалом. Во избежание порезов нужно стружку со станков убирать специальными крючками, щетками и скребками, а уборку станка после работы выполнять в рукавицах.

Большое профилактическое значение имеет соблюдение правил личной гигиены. Они в основном сводятся к более частой смене белья и рабочей одежды и ежедневному обмыванию тела горячей водой с мылом. Все мелкие ранки и есадины следует смазывать иодной настойкой или другими дезинфицирующими веществами. При появлении большого количества угрей и других кожных заболеваний необходимо своевременно обращаться к врачу.

Понятие о гнойничковых заболеваниях. К таким заболеваниям относятся фурункулы, карбункулы, гидрадениты, абсцессы, флегмоны и панариции, которые могут возникать на коже и в подкожной клетчатке. Они вызываются гноеродными микробами, чаще всего стафилококками, загрязняющими кожу и при нормальных условиях не причиняющими ей вреда.

Возникновению гнойничковых заболеваний способствуют такие факторы, как понижение сопротивляемости организма, профессионально-производственные макро- и особенно микротравмы.

Кожа — естественный покров тела человека и один из важнейших его органов. Функции ее теснейшим образом связаны с жизнедеятельностью всего организма человека.

Мелкие, иногда не различимые глазом, микротравмы (ранки, царапины, занозы) опасны тем, что своевременно не обрабатываются и поэтому содействуют проникновению микробов в более глубокие слои кожи, где последние находят благоприятные условия для своего развития. Этому способствует и то, что при наружении кожного покрова его кислая реакция переходит в щелочную, являющуюся благоприятной средой для развития гноеродной флоры.

При наличии микротравм их необходимо смазывать жидкостью Новикова, однопроцентным спиртовым раствором бриллиантовой зелени, двухпроцентной иодной настойкой. Занозы следует своевременно удалять и обрабатывать образовавшуюся ранку указанными составами.

Применяемые при обработке металлов смазочные жидкости, проникая в корневую часть волос, вызывают масляные угрей, которые в свою очередь могут стать источником для развития гнойничковых заболеваний и прежде всего фурункулов.

Щелочные растворы, в частности эмульсии, обезжикивают кожу, оказывая омыляющее действие на естественную жировую смазку. Поэтому постоянное соприкосновение кожи с такими растворами приводит к ее сухости, образованию трещин и понижению сопротивляемости к гноеродным микробам. Этому также способствует мытье загрязненных рук растворами, содержащими опилки, песок и другие механические примеси.

Некоторые производственные процессы сопровождаются загрязнением кожи различными веществами в виде пыли, которая, проникая в выводные протоки желез и устья сально-волосистых мешочек и скапливаясь там, нарушает их нормальную деятельность, а иногда вызывает механическую закупорку. Кроме того, пылевые частицы могут нести на своей поверхности гноеродные микробы и тем способствовать их проникновению во внутренние слои кожи.

Кроме ранее рассмотренных оздоровительных мероприятий при работе со смазывающе-охлаждающими жидкостями, профилактика гнойничковых заболеваний дополнительно включает своевременную обработку микротравм и мероприятия по их предупреждению.

Большое оздоровляющее значение при гнойничковых заболеваниях имеют также повышение сопротивляемости организма, рациональное питание с достаточным количеством витаминов, физиотерапия в сочетании с местным лечением. Все это сокращает сроки временной нетрудоспособности.

Пылевые болезни. Некоторые виды работ на металлорежущих станках (шлифовальных, заточных) связаны с воздействием на работающих пыли. Ее состав зависит от материала применяемых шлифовальных кругов, обрабатываемого металла и способа обработки (сухой или мокрый), конструкции защитных и пылеотсасывающих устройств.

Основное вредное действие пыль оказывает, проникая с воздухом в дыхательные пути человека. Отлагаясь в легких, нейдовитая пыль может вызвать поражение легочной ткани, приводящее к специальному заболеванию — пневмокониозу, частным случаем которого является силикоз. Это наиболее тяжелое профессионально-пылевое заболевание, возникающее при длительном вдыхании пыли, содержащей кварц (кремнезем).

Применяемые в промышленности шлифовальные круги из искусственных абразивных материалов (электрокорунда, карбида кремния) содержат незначительное количество кремнезема. При работе с ними заболевание пневмокониозом наблюдается редко, а чаще всего — раздражение и воспаление верхних дыхательных путей.

Главное средство предупреждения пылевых болезней — уменьшение запыленности воздуха, которое достигается с помощью рациональной пылеотсасывающей вентиляции и применением мокрого способа работы. Станки, на которых ведется сухая заточка инструментов, устанавливаются в отдельных помещениях и оборудуются индивидуальной отсасывающей вентиляцией.

Понятие о промышленном травматизме. При работе на металлорежущих станках возможен промышленный травматизм. Сюда относятся ранения металлической стружкой как во время работы, так и при чистке станка; травмы при установке, закреплении и снятии обрабатываемой детали, вследствие ранения о режущий инструмент или ушибов и порезов при срыве ключа и зажимных приспособлений, при измерениях на ходу станка; особо тяжелые травмы при разрыве шлифовального круга, если он ненадежно защищен, при вырыве непрочно закрепленной заготовки, захвате вращающимися частями станка свисающих концов одежды, волос, не убранных под головной убор, и поражении человека электрическим током. Для предупреждения указанных травм следует строго соблюдать правила техники безопасности, которые применительно к работе на токарных станках были рассмотрены в § 3.

Особое место в промышленном травматизме занимают ранения

глаз металлической стружкой и абразивными частицами. Такие травмы иногда могут быть весьма серьезными, вплоть до прободения глазного яблока. Но и небольшие повреждения могут обусловить помутнение роговицы глаза с последующим частичным снижением остроты зрения.

К средствам предупреждения глазного травматизма относятся: устройство защитных экранов и щитков из оргстекла; индивидуальные средства защиты — очки и прозрачные экраны, укрепленные на голове при помощи каркаса.

Особое значение приобретает защита глаз станочников при резании металла с высокой скоростью. Вследствие большой ударной силы и высокой температуры отлетающей стружки недостаточно пользоваться обычными экранами. Такую стружку необходимо улавливать и отводить в специальные приемники. Для этой цели могут быть применены различные конструкции стружкоотводчиков.

Последствия травм на производстве часто усугубляются незнанием работающими способов оказания срочной доврачебной помощи пострадавшим. Правила ее выполнения изложены в § 99.

Контрольные вопросы

1. Какие заболевания называются профессиональными и вследствие чего они могут возникать?
2. Какое влияние на кожу человека оказывают смазывающе-охлаждающие жидкости?
3. Назовите оздоровительные мероприятия для предохранения кожи от воздействия смазывающе-охлаждающих жидкостей.
4. Какие заболевания относятся к гнойничковым и какими микробами они вызываются?
5. Какие главные причины способствуют возникновению гнойничковых заболеваний?
6. В чем заключаются оздоровительные мероприятия для борьбы с гнойничковыми заболеваниями?
7. Объясните сущность и причины возникновения пылевых болезней.
8. В чем заключается главное средство предупреждения пылевых болезней?
9. Укажите виды промышленного травматизма.
10. Какие правила техники безопасности следует соблюдать при работе на токарных станках?
11. В чем заключается опасность травматизма глаз и меры его предупреждения?

Маршрутная карта (ГОСТ 3.1105—74)

Название предприятия		Назначение документа				Обозначение детали		Обозначение технологического документа		
		Назначение детали								
Материал	Код единицы величины	Масса детали	Код вида и размеры	Профиль и размеры	Заготовка	Единица нормирования	Норма расхода	Коэффициент использования материала		
Назначение, марка	Код	Масса детали	Кол-во деталей	Кол-чество во детали	Масса					
Номер	Название и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инструменты, инвентарь и т.д.)	Приспособления и инструменты (код, наименование)	Коэффициент заготовленного времени	Количество рабочих профессий	Количество обрабатываемых деталей	Количество единиц нормирования	Код тарифной сетки	Объем труда партии	$T_{п.-з}$
неч. пеха	участ- ка	операции			Код профессии	Разряд работы	Единица нормирования	Код вида нормы		$T_{шт}$

Основная надпись по ГОСТ 3.1103—74

Примечание. $T_{п.-з}$ — подготовительно-заключительное время; $T_{шт}$ — штучное время.

Приложение 2

Паспортные данные станка 16К20

Частота вращения шпинделя, об/мин	Продольные подачи суппорта, мм/об				
	12,5	20	30	40	50
	200	800	0,05	0,15	0,4
	250	1000	0,06	0,175	0,5
16	63	315	0,075	0,2	0,6
20	80	400	0,09	0,25	0,7
25	100	500	0,1	0,3	0,8
31,5	125	630	0,125	0,35	1
40	160				

Примечание. Поперечные подачи равны $\frac{1}{2}$ продольных.

Значение коэффициента резания K при точении

Обрабатываемый материал	Предел прочности σ_u , кгс/мм ² (МПа)	Твердость по Бринеллю HB, кгс/мм ² (МПа)	K , кгс/мм ² (МПа)
Углеродистые и легированные конструкционные стали	40—50 (400—500) 50—60 (500—600) 60—70 (600—700) 70—80 (700—800) 80—90 (800—900) 90—100 (900—1000) 100—110 (1000—1100)		150 (1500) 160 (1600) 178 (1780) 200 (2000) 220 (2200) 235 (2350) 255 (2550)
Чугун серый		140—160 (1400—1600) 160—180 (1600—1800) 180—200 (1800—2000) 200—220 (2000—2200)	100 (1000) 108 (1080) 114 (1140) 120 (1200)
Бронза средней твердости			55 (550) 40 (400) 60 (600)
Силумин	—		80 (800)
Дуралюминий	25 (250) 35 (350) св. 35 (350)		110 (1100)

Рекомендуемая замена полей допусков метрических резьб

Класс точности по ГОСТ 9253—53	Поля допусков по ГОСТ 16093—70	
	болт	гайка
1	4h	4H5H
2	6g	6H
2a	6g	6H
3	8g	7H

Частота вращения шпинделя, об/мин	Продольные и поперечные подачи, мм/об							
	11,2	90	335	1400	0,065	0,13	0,26	0,52
18	112	450	1800	0,08	0,16	0,32	0,64	
28	140	560	2240	0,096	0,193	0,39	0,74	
45	180	710		0,114	0,228	0,455	0,91	
56	224	900						
71	280	1120						

Приложение 6

Геометрические параметры токарных резцов

1. Передний и задний углы

Обрабатываемый материал	Резцы твердосплавные		Резцы быстрорежущие		γ	
	Обработка		Обработка			
	черновая	чистовая	черновая	чистовая		
	α		α			

Сталь и стальное литье:

$\sigma_{v,p} \leq$ $\leq 80 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (800 МПа)	8	12	12—15	6	12	25
---	---	----	-------	---	----	----

$\sigma_{v,p} >$ $> 80 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (800 МПа)	8	12	10	8	12	20
---	---	----	----	---	----	----

$\sigma_{v,p} >$ $> 100 \text{ кгс}/\text{мм}^2$ (1000 МПа), обработка по загрязненной кор- ке, работа с ударами	8	12	-10	—	—	—
--	---	----	-----	---	---	---

Стали жаропрочные	10	10	10	8	8	20
-------------------	----	----	----	---	---	----

Чугун серый	8	10	5	—	—	—
-------------	---	----	---	---	---	---

Чугун ковкий	8	10	8	—	—	—
--------------	---	----	---	---	---	---

Медные сплавы	8	12	12	8	12	20
---------------	---	----	----	---	----	----

Алюминиевые спла- вы	8	12	15	8	12	25
-------------------------	---	----	----	---	----	----

Примечание. Вспомогательные задние углы принимать:

- 1) для проходных и расточных резцов $\alpha_1 = (0,8-1)\alpha$;
- 2) для отрезных и канавочных резцов $\alpha_1 = 2-3^\circ$.

Продолжение приложения 6

2. Главный угол в плане Φ

Условия работы	Φ
Точение с малой глубиной резания при особо жесткой системе СПИД	30
Точение при жесткой системе СПИД	45
Точение при недостаточно жесткой системе СПИД	60—75
Обтачивание ступенчатых поверхностей и нежестких валов, отрезание, подрезание, выточка канавок	90
П р и м е ч а н и е. СПИД означает: станок — приспособление — инструмент — деталь.	

3. Вспомогательный угол в плане Φ_1

Условия работы	Φ_1
Вытачивание канавок и отрезание	1—3
Чистовое обтачивание и растачивание	5—10
Черновое обтачивание и растачивание	10—15
Обработка с подачей в обе стороны	30

П р и м е ч а н и е. Для резцов централизованного изготовления табличные значения угла Φ_1 выполнять при заточке путем создания дополнительной режущей кромки у вершины на длине 3—5 мм.

4. Угол наклона главной режущей кромки

Условия работы	λ
Чистовое обтачивание и растачивание	(-2)—(-4)
Точение резцами с $\varphi=90^\circ$	0
Черновое обтачивание и растачивание	5—10
Обтачивание прерывистых поверхностей	12—15

КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОКАРЯ 3-го РАЗРЯДА

Характеристика работ. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ТОЧНОСТЬЮ 8—11 КВАЛИТЕТОВ НА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ И 12—14 КВАЛИТЕТОВ — ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ТОЧНОСТЬЮ 6—8 КВАЛИТЕТОВ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СТАНКАХ, НАЛАЖЕННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЛИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ С ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ ОТ 0,3 ДО 1 ММ И ДЛИНОЙ ДО 200 ММ. НАРЕЗАНИЕ НАРУЖНОЙ И ВНУТРЕННЕЙ ОДНОЗАХОДНОЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ, ПРЯМОУГОЛЬНОЙ И ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦОМ. ВЫПОЛНЕНИЕ ПОД РУКОВОДСТВОМ ТОКАРЯ БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТ ПО УПРАВЛЕНИЮ И НАБЛЮДЕНИЮ ЗА РАБОТОЙ ТОКАРНО-ЦЕНТРОВЫХ СТАНКОВ С ВЫСОТОЙ ЦЕНТРОВ СВЫШЕ 800 ММ, ИМЕЮЩИХ БОЛЕЕ ТРЕХ СУППОРТОВ. ВЫПОЛНЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННЫХ КОНУСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

Должен знать: УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА ПРОВЕРКИ НА ТОЧНОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ; ПРАВИЛА УПРАВЛЕНИЯ КРУПНЫМИ СТАНКАМИ, ОБСЛУЖИВАЕМЫМИ СОВМЕСТНО С ТОКАРЕМ БОЛЕЕ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ; УСЛОВНУЮ СИГНАЛИЗАЦИЮ; УСТРОЙСТВО И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ; ГЕОМЕТРИЮ И ПРАВИЛА ЗАТОЧКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ ИЛИ ОСНАЩЕННОГО ПЛАСТИНКАМИ ТВЕРДОГО СПЛАВА; НАЗНАЧЕНИЕ И СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНЫХ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ; ДОПУСКИ И ПОСАДКИ, КВАЛИТЕТЫ ТОЧНОСТИ И КЛАССЫ ШЕРОХОВАТОСТИ; ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ.

7. ГАИКИ С ДИАМЕТРОМ РЕЗЬБЫ ДО 100 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

8. РУЧКИ И РУКОЯТКИ ФИГУРНЫЕ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

9. ФЛАНЦЫ, МАХОВИКИ, ШКИВЫ ДИАМЕТРОМ СВ. 200 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

10. ШЕСТЕРНИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ, КОНИЧЕСКИЕ, ЧЕРВЯЧНЫЕ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

Примеры работ

1. ВАЛИКИ ГЛАДКИЕ И СТУПЕНЧАТЫЕ ДИАМЕТРОМ ДО 10 ММ, ДЛИНОЙ ДО 200 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

2. ВАЛИКИ ГЛАДКИЕ И СТУПЕНЧАТЫЕ ДИАМЕТРОМ СВ. 10 ММ, ДЛИНОЙ СВ. 200 ДО 1000 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

3. ВАЛЫ ДЛИНОЙ СВ. 1500 ММ (ОТНОШЕНИЕ ДЛИНЫ К ДИАМЕТРУ СВ. 12) — ОБДИРКА.

4. ВИНТЫ СУППОРТНЫЕ С ДЛИНОЙ НАРЕЗКИ ДО 500 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

5. ВТУЛКИ ГЛАДКИЕ И С БУРТИКОМ ДИАМЕТРОМ И ДЛИНОЙ СВ. 100 ММ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

6. ВТУЛКИ ПЕРЕХОДНЫЕ С КОНУСОМ МОРЗЕ — ПОЛНАЯ ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА.

ЛИТЕРАТУРА

- Бергер И. И. Справочник молодого токаря.— Минск, 1972.
Бергер И. И. Сборник заданий по токарному делу.— Минск, 1975.
Бруштейн Б. Е., Дементьев В. Н. Токарное дело.— М., 1967.
Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело.— М., 1976.
Китаев В. Е., Шляпинтох Л. С. Электротехника с основами промышленной электроники.— М., 1973.
Лурье Г. Б. Новые инструментальные материалы и конструкции резцов.— М., 1977.
Обшадко Б. И. Методика преподавания токарного дела.— М., 1970.
Спиридонов А. А., Федоров В. Б. Металлорежущие станки с программным управлением.— М., 1972.
Ящерицын П. И., Еременко М. Л., Жигалко Н. И. Основы резания металлов и режущий инструмент.— Минск, 1975.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Основные сведения о токарной обработке	
§ 1. Сущность токарной обработки	5
§ 2. Краткие сведения о токарном станке	5
§ 3. Общие правила техники безопасности при работе на токарном станке	8
§ 4. Понятие о процессе резания	10
§ 5. Токарные резцы	12
§ 6. Понятие о геометрии токарного резца	13
§ 7. Заточка и доводка резцов	16
§ 8. Режим резания и охлаждения при точении	19
§ 9. Организация и обслуживание рабочего места токаря	20
Глава II. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	
§ 10. Понятие о точности обработки	22
§ 11. Установка заготовок на станке	24
§ 12. Обработка цилиндрических поверхностей	30
§ 13. Подрезание торцов и высоких уступов	41
§ 14. Вытачивание наружных канавок	43
§ 15. Отрезание металла	45
§ 16. Техника безопасности при обработке наружных поверхностей	48
Глава III. Сведения о технологическом процессе токарной обработки	
§ 17. Понятие о производственном и технологическом процессах	49
§ 18. Элементы технологического процесса	49
§ 19. Типы производств	52
§ 20. Заготовки и припуски на обработку	53
§ 21. Базирование заготовок	53
§ 22. Построение технологического маршрута	56
§ 23. Обработка деталей типа валов	60
Глава IV. Обработка цилиндрических отверстий	
§ 24. Общие сведения	64
§ 25. Сверление и рассверливание отверстий	64
§ 26. Центрование заготовок	74
§ 27. Растигивание цилиндрических отверстий	76
§ 28. Вытачивание внутренних канавок	79
§ 29. Зенкерование отверстий	80
§ 30. Развертывание отверстий	83
§ 31. Измерение цилиндрических отверстий и внутренних канавок	87
§ 32. Технологические особенности изготовления деталей типа втулок	88

Глава V. Нарезание резьб метчиками и плашками

§ 33. Общие сведения о резьбах	92
§ 34. Нарезание резьб круглыми плашками	95
§ 35. Нарезание резьб метчиками	98
§ 36. Измерение, контроль и брак резьб	101
§ 37. Некоторые высокопроизводительные инструменты для выполнения крепежных резьб	102

Глава VI. Обработка конических поверхностей

§ 38. Общие сведения о конусах	105
§ 39. Обработка конусов	107
§ 40. Измерение, контроль и брак конусов	112

Глава VII. Сведения о механизмах и машинах

§ 41. Основные понятия	113
§ 42. Типовые детали (звенья) передач движений	114
§ 43. Подшипники и муфты	117
§ 44. Передачи движения	122

Глава VIII. Токарные станки

§ 45. Классификация, маркировка и характеристика токарных станков	125
§ 46. Понятие о кинематической схеме	127
§ 47. Типовые механизмы токарных станков	127
§ 48. Смазка станков	133
§ 49. Токарно-винторезный станок 16К20	135
§ 50. Модернизация токарных станков	146
§ 51. Проверка точности токарных станков	147

Глава IX. Обработка фасонных поверхностей

§ 52. Общие сведения	150
§ 53. Обработка фасонными резцами	150
§ 54. Обработка комбинированием двух подач и по копиру	152
§ 55. Обработка с помощью специализированных приспособлений	155

Глава X. Отделка поверхностей

§ 56. Полирование	157
§ 57. Доводка	158
§ 58. Упрочняющая обработка обкатыванием, раскатыванием и выглаживанием	160
§ 59. Накатывание	161

Глава XI. Нарезание резьб резцами

§ 60. Нарезание треугольных резьб	163
§ 61. Нарезание ходовых резьб	169
§ 62. Особенности нарезания многозаходных резьб	173
§ 63. Некоторые высокопроизводительные способы нарезания резьб	176
§ 64. Техника безопасности при нарезании резьб резцами. Виды брака	177

Глава XII. Технологические процессы изготовления деталей со сложными поверхностями

178

Глава XIII. Обработка деталей со сложной установкой

§ 65. Обработка в 4-кулачковых патронах	182
§ 66. Обработка на планшайбе и угольнике	184

§ 67. Обработка в люнетах	185
§ 68. Обработка эксцентриковых деталей	187

Глава XIV. Сведения по сопротивлению материалов

§ 69. Основные понятия	190
§ 70. Деформации при растяжении и сжатии	192
§ 71. Деформации при сдвиге и кручении	193
§ 72. Деформации при изгибе	196

Глава XV. Основы теории резания металлов

§ 73. Явления, сопровождающие процесс резания	199
§ 74. Геометрия токарного резца	202
§ 75. Ломание и завивание сливной стружки	206
§ 76. Резцы новаторов производства	208
§ 77. Изготовление резцов	209
§ 78. Силы, действующие при точении	215
§ 79. Мощность и крутящий момент при резании	217
§ 80. Теплообразование и температура нагрева резца при резании	219
§ 81. Износ резцов	220
§ 82. Стойкость резцов	222
§ 83. Выбор рациональных режимов резания	223

Глава XVI. Технологические процессы изготовления типовых деталей

§ 84. Классификация деталей, обрабатываемых на токарных станках	227
§ 85. Обработка типовых деталей	229
§ 86. Построение технологического процесса токарной обработки	235
§ 87. Рационализация технологических процессов и сокращение времени на обработку	242

Глава XVII. Электрооборудование станков

§ 88. Электродвигатели	248
§ 89. Аппаратура управления и защиты	250
§ 90. Электроснабжение рабочего места	254
§ 91. Электроизмерительные приборы	255

Глава XVIII. Станки токарной группы

257

Глава XIX. Механизация и автоматизация производства

§ 92. Общие сведения	265
§ 93. Технические средства механизации производства	266
§ 94. Структура автоматических устройств	269
§ 95. Элементы автоматических устройств	270
§ 96. Системы автоматических устройств	276
§ 97. Системы автоматического управления	277
§ 98. Понятие о комплексной автоматизации производства	284

Глава XX. Техника безопасности и противопожарные мероприятия на производстве

§ 99. Техника безопасности	288
§ 100. Противопожарные мероприятия	290

Глава XXI. Основы гигиены труда и промышленной санитарии

§ 101. Основные понятия о гигиене труда	293
§ 102. Санитарные требования к рабочим помещениям	300
§ 103. Сведения о профессиональных заболеваниях и промышленном травматизме	301
<i>Приложения</i>	306
<i>Литература</i>	314

Илья Иосифович Бергер

Токарное дело

Редактор Е. А. Фокеева
Обложка В. Бессонова
Худож. редактор А. Г. Звонарев
Техн. редактор П. В. Фрайман
Корректор Р. К. Емельянова

ИБ № 839

Сдано в набор 02.01.80. Подписано в печать 06.08.80. АТ 08648. Формат 60×90 $\frac{1}{4}$ и. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 20. Уч.-изд. л. 22,3. Изд. № 78—66. Тираж 64 000 экз. Зак. 398. Цена 70 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета БССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 220048, Минск, Парковая магистраль, 11.

Полиграфический комбинат им. Я. Коласа. 220006, Минск, Красная, 29.

Бергер И. И.
Б48 Токарное дело: [Учебник для подгот. рабочих на пр-ве].— З-е изд., перераб. и доп. Мн.: Выш. школа, 1980.— 320 с.; ил.

В пер.: 70 коп.

Излагаются способы и приемы выполнения токарных работ, устройство и эксплуатация станиксов, приспособлений и инструментов, правила и принципы построения технологических процессов обработки типовых деталей на токарных станках, даются сведения о сопротивлении материалов, рациональном резании металлов, механизации и автоматизации производства, технике безопасности, об основах гигиены и промышленной санитарии.

Предназначен для подготовки рабочих на производстве, а также для учащихся профессионально-технических училищ.

31207-143
Б М304(05)-80 77-80 2704040000

ББК 34.632я75
6П4.61