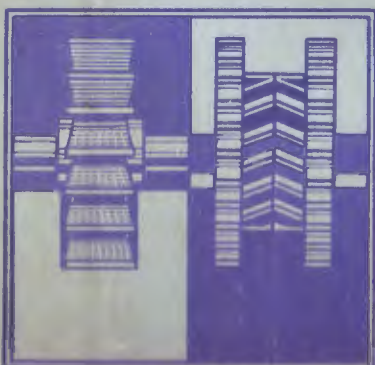
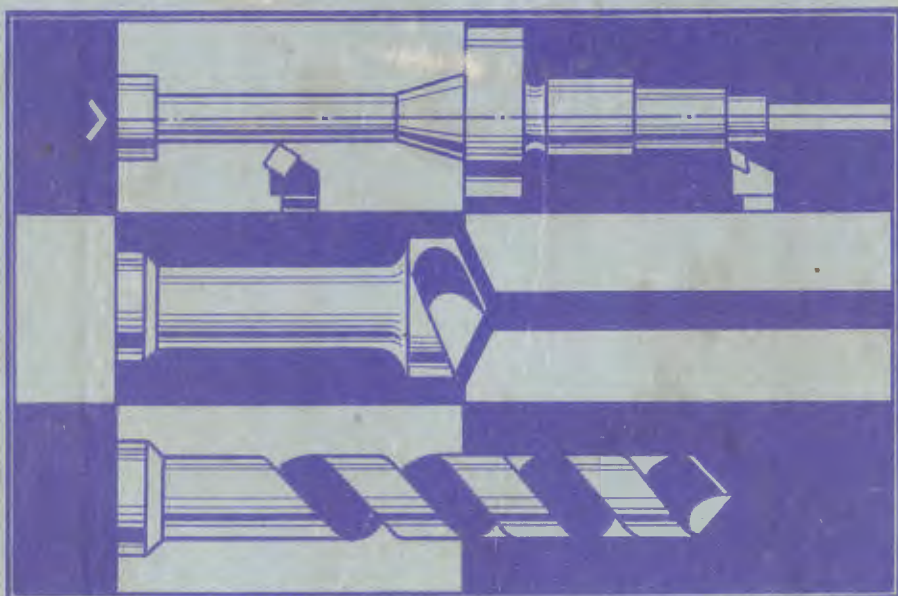


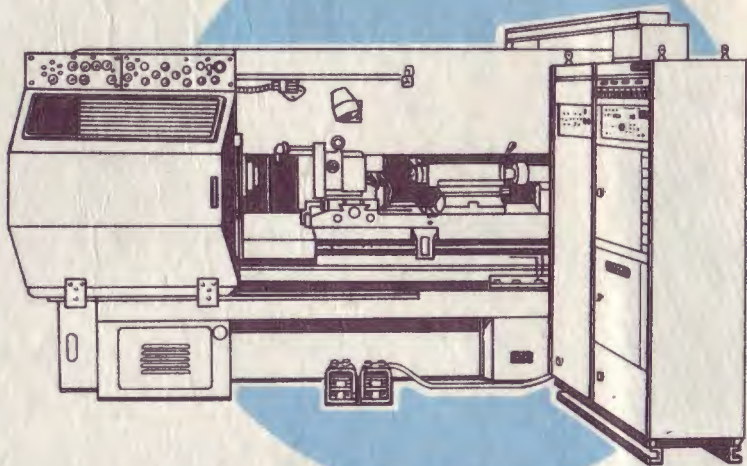
84.6
1-49

9-10

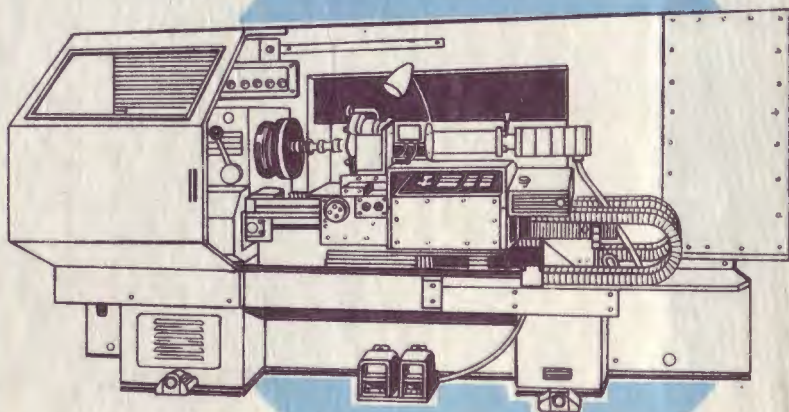
П. С. Лернер
П. М. Лукьянов

ТОКАРНОЕ И ФРЕЗЕРНОЕ ДЕЛО

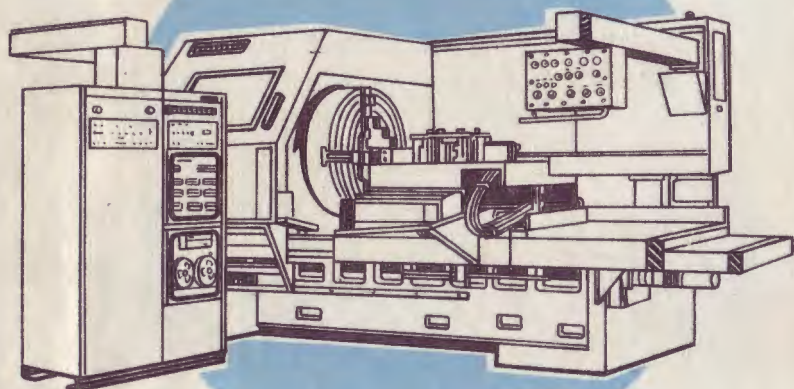




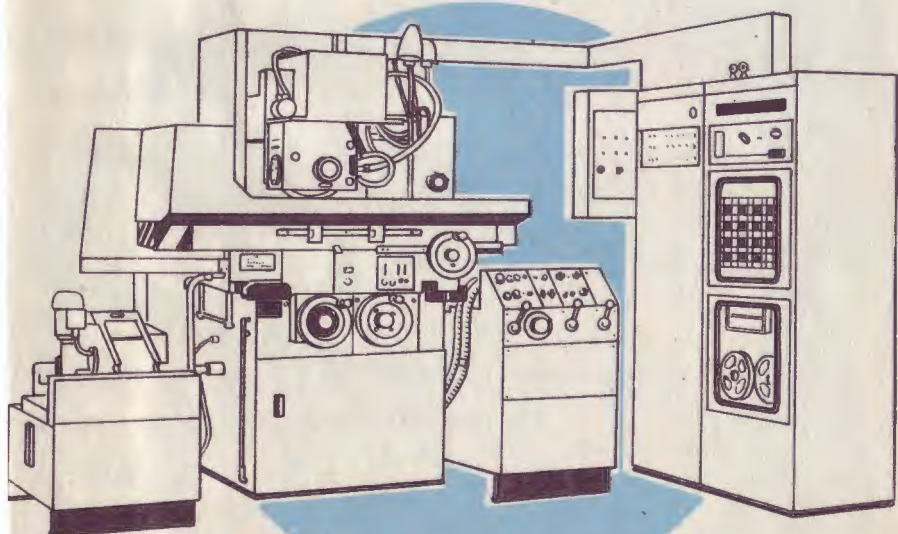
Токарный станок с ЧПУ.



Токарный станок с оперативной системой управления.



Токарный специальный станок повышенной точности с ЧПУ.



Плоскопрофилешлифовальный станок с ЧПУ.

П. С. Лернер
П. М. Лукьянов

ТОКАРНОЕ И ФРЕЗЕРНОЕ ДЕЛО

Учебное пособие
для учащихся
9—10 классов
средней
общеобразовательной
школы

*Допущено
Министерством просвещения
СССР*

Рецензенты:

заведующий кафедрой технологии машиностроения Завода-втуза при ЗИЛе, лауреат Государственной премии, доктор технических наук, профессор *В. В. Ницета*; доцент кафедры металло-режущих станков Московского станкоинструментального института, кандидат технических наук *А. К. Шульга*; директор межшкольного УПК Ленинградского района Москвы *В. Г. Уланов*.

Лернер П. С., Лукьянов П. М.

Л49 Токарное и фрезерное дело: Учеб. пособие для учащихся 9—10 кл. сред. общеобразоват. шк.— М.: Просвещение, 1986.—223 с., ил.

Учебное пособие предназначено для учащихся 9 и 10 классов, проходящих трудовое обучение по профилю металлообработки и получающих профессии токаря и фрезеровщика. Оно может быть использовано для профессиональной подготовки учащихся 7 и 8 классов.

Л 4306021900—524
103(03)—86 инф. письмо-86

ББК 34.632я721
6П4.7+6П4.64

От авторов

Наше время отмечено глубокими преобразованиями во всех сферах жизни людей — материальном производстве, общественных отношениях, духовной культуре. Все шире разворачивается научно-техническая революция, интенсивно развивается экономика, реализуются крупномасштабные комплексные социально-экономические программы, решаются важные вопросы развития социалистической демократии, укрепления советского образа жизни, формирования нового человека.

В материалах XXVII съезда КПСС подчеркивается, что в текущей пятилетке более динамично будут развиваться отрасли, определяющие научно-технический прогресс, обеспечивающие быструю экономическую отдачу и решение неотложных социальных проблем. Темпы экономического роста в решающей мере зависят от машиностроения. Именно в нем материализуются основополагающие научно-технические идеи, создаются новые орудия труда, системы машин, определяющие прогресс в других отраслях народного хозяйства. Здесь закладываются основы широкого выхода на принципиально новые ресурсосберегающие технологии, повышения производительности труда и качества продукции.

Материальное производство, организованное на научной основе, требует разносторонней теоретической и практической подготовки рабочих и инженерно-технических кадров. И вы, школьники, должны быть хорошо подготовлены к освоению современных технологических процессов, оборудования, средств комплексной механизации и автоматизации. В учебных производственных цехах, комбинатах вы будете овладевать токарным и фрезерным делом и готовить себя к работе в цехах действующих и только проектируемых промышленных предприятий. Пособие даст вам представление о тенденциях развития машиностроения, покажет место и роль токарной, фрезерной обработки в производстве машин, приборов, поможет освоить производственное оборудование. Ведь практическая работа должна опираться на достаточно глубокие теоретические знания и представления основ наук — только хорошо подготовленный специалист способен решать сложные творческие задачи, которые выдвигает развивающееся производство.

На уроках трудового обучения в IV—VIII классах вы уже ознакомились с теоретическими разделами по программе трудового обучения, с устройством станков, приемами работы на них. Изучая пособие, вы не только получите необходимые сведения по токарному и фрезерному делу, но и столкнетесь с теми научно-техническими вопросами, которые заставляют и рабочего и инженера постоянно увеличивать объем знаний, самостоятельно изучать литературу и производственный опыт.

Следует подчеркнуть, что в пособии нет чисто теоретических или практических разделов, нет наиболее важных или второстепенных тем. Все параграфы взаимосвязаны и имеют явную практическую направленность — дать будущему специалисту такой объем сведений, чтобы он мог осознанно и эффективно справиться с выполнением практического задания. В этом вам помогут и контрольные вопросы — чтобы ответить на них, вам нужно научиться анализировать изученный материал и собственный опыт работы на станках.

Из заключительной части пособия «На пути выбора профессии» вы узнаете, какие требования предъявляются к квалификации рабочего-станочника современным производством.

В конце книги приведен список литературы, т. е. названы книги, в которых изучаемые вопросы рассматриваются подробно. Если какой-то из источников вас заинтересует и вы внимательно с ним ознакомитесь, если у вас появится желание просмотреть еще литературу по данному вопросу, то можно считать, что вы на пути к овладению рабочей профессией. В современной технологии машиностроения есть много интереснейших технологических процессов и машин (иногда на грани чудес), но еще более захватывающие вещи ожидают нас через 20—30 лет. В разработке и освоении этих новшеств предстоит участвовать вам.

Введение

В процессе изготовления изделий, деталей машин и приборов материалу необходимо придать определенные размеры, формы, свойства. Это достигается различными видами обработки — металл выплавляют, прокатывают, штампуют, режут. Обработка металлов режущими инструментами на станках занимает одно из главных мест в технологическом процессе изготовления изделий.

При обработке металлов резанием (точением, фрезерованием, строганием) в среднем 20% объема заготовки превращается в стружку, поэтому с экономической, энергетической, экологической точек зрения опережающее развитие должны получать процессы изготовления деталей с малыми отходами (точное литье, порошковая металлургия, обработка давлением). Однако обработка материалов режущими инструментами, особенно при изготовлении высокоточных деталей, остается одной из главных в машиностроении. Прогрессивные методы получения заготовок существенно изменяют процессы их обработки резанием — повышается значение отделочных операций, преобладают методы обработки поверхностей абразивным инструментом, а также без снятия стружки.

Электроэрозионную обработку можно считать перспективным методом получения малых отверстий, рельефных полостей и фасонных поверхностей заготовок из закаленных, труднодеформируемых сталей и твердых сплавов. Лазерную обработку и обработку электронным и ионным лучами используют для получения отверстий малых размеров, резки материалов высокой твердости по заданному контуру.

Токарную и фрезерную обработку производят с помощью лезвийных инструментов. Они находят применение в единичном и мелкосерийном производствах, а также в массовом производстве при изготовлении деталей из точных заготовок на автоматизированных станках различных конструкций (станках-автоматах, станках с числовым программным управлением, обрабатывающих роботизированных центрах и др.).

Изготовлением станков в России занимались издавна. Русские умельцы создавали конструкции станков различного назначения.

Так, выдающийся механик Андрей Константинович Нартов (1693—1756) в 1712 г. в токарне Петра I построил станки с механическим (автоматическим) суппортом. В рукописи «Ясное зрелище махин» он описал более 20 токарных, токарно-копировальных, токарно-винторезных станков. Устойчивые конструкции основных металлорежущих станков — токарных, сверлильных, фрезерных и строгальных — известны с середины XIX века.

Возникновение и развитие науки о резании металлов связано с именами ученых нашей Родины. И. А. Тиме (1838—1920) первым объяснил протекание процесса резания, дал формулу для подсчета сил резания, ввел классификацию стружки. К. А. Зворыкин (1861—1928) в 1892 г. разработал схему сил, действующих на резец, предложил теоретическую формулу для расчета сил резания с учетом трения, обосновал геометрию резцов. Изучению и развитию обработки материалов резанием способствовали работы А. А. Брикса, А. В. Гадолина, В. Л. Чебышева, А. П. Гавриленко, Я. Г. Усачева и других, а также ряда зарубежных ученых.

Выдающийся вклад в советскую науку и практику внесли ученые, работавшие в 1935—1941 гг. в Комиссии по резанию металлов при техническом совете Народного комиссариата тяжелой промышленности. Труды В. Ф. Боброва, Н. Н. Зорева, С. И. Губкина и других ученых способствовали развитию отечественной школы теории резания. Большую роль в создании технологии машиностроения сыграли исследования профессоров Л. И. Соколовского, А. М. Каширина, Б. С. Балакшина, В. М. Кована, М. Е. Егорова, В. С. Корсакова и др.

Станкостроение в нашей стране было по существу создано в советское время. Если в дореволюционной России парк станков (в основном сделанных с участием зарубежных фирм) составлял 72 тыс., то уже в 1940 г. он вырос до 710 тыс. До начала Великой Отечественной войны были построены новые заводы: Краматорский тяжелого станкостроения, Киевский станков-автоматов, Московский станкостроительный им. С. Орджоникидзе, Горьковский фрезерных станков, Харьковский станкостроительный и др.

В настоящее время советские станкостроители выпускают станки любого назначения, непрерывно увеличивая их мощность, быстроходность, точность, производительность, уровень автоматизации управления. Выпускаются автоматические линии, роботизированные технологические комплексы, обрабатывающие центры, станки для оснащения гибких автоматизированных производств (ГАП). В ряде отраслей промышленности развивается собственное станкостроение.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечено в станкостроительной промышленности ускорить выпуск

прогрессивной техники, необходимой для технического перевооружения машиностроения; расширить производство металло-режущих станков с программным управлением, автоматических линий, станков высокой точности, роботизированных комплексов и линий, гибких производственных систем металлообработки.

Эффективность лезвийной обработки (точения, фрезерования, строгания, долбления и др.) зависит от качества материала режущего клина инструмента. Сначала для режущих инструментов использовались углеродистые стали, затем появились быстрорежущая сталь, твердые сплавы и минералокерамика. Новые материалы, выпускаемые станкостроительной и инструментальной промышленностью СССР, позволили повысить скорость резания почти в 10 раз, обеспечить высокую точность обработки и малую шероховатость поверхности. В последние годы положительные результаты в повышении стойкости лезвийных инструментов (резцов, фрез и др.) дают специальные покрытия: лазерная и плазменная упрочняющие обработки.

В текущей пятилетке планируется развивать специализированное производство инструмента, значительно увеличить выпуск высокопроизводительного режущего инструмента с непере-тачиваемыми пластинами из твердых сплавов и металлокерамики, с износостойкими многослойными покрытиями, шире использовать упрочняющую технологию.

Современное токарное и фрезерное дело предполагает использование сложных станков и инструментов, разработку и совершенствование технологических процессов с учетом экономических, социальных, организационных и других требований энерго-вооруженного и автоматизированного производства. Производство предъявляет **возрастающие** требования к квалификации работающих, к интеллектуальной, содержательной стороне трудовой деятельности в механообрабатывающих цехах, на опытных участках экспериментального и инструментального производства. В связи с этим в пособии изложены общие сведения о технологии машиностроения и структуре машиностроительного предприятия, даны основные понятия и технико-экономические характеристики современного машиностроения, определены место и роль токарной и фрезерной обработки в технологии машиностроения, их взаимосвязь с другими основными видами металлообработки.

Очевидно, что главной производительной силой машиностроения являются люди, работающие на станках, автоматических линиях, установках. Эффективность и качество работы в этой области существенно зависят от уровня подготовленности, т. е. от знаний, умений, навыков и качеств личности работающих.

Понять сущность механической обработки металлов со снятием стружки можно, лишь имея отчетливые и современные представления о строении металлического вещества, механических, физико-химических и технологических свойствах металлов и спла-

вов. Тем более важно определить требования к материалам для изготовления режущего инструмента.

В книге рассматриваются явления, происходящие при резании металлов (стружкообразование, тепловыделение, износ инструмента и др.), основные схемы обработки металлов резанием, силовые параметры резания, приведены сведения об инструменте (от конструкции, геометрии и материала которого существенно зависят силовые и точностные параметры обработки) и о металло-режущих станках.

Процесс резания металлов является энергоемким, инструменты или заготовки вращаются с большой частотой, возможны их разрушения, опасной может стать острая или горячая стружка. В связи с этим особое внимание уделяется правилам безопасности труда.

В пособии рассмотрены возможности достижения идентичности (одинаковости) обрабатываемых точением или фрезерованием деталей, условные обозначения на машиностроительных чертежах, способы контроля результатов обработки с помощью основных инструментов и приборов для технических измерений.

Большое внимание уделено технологическим вопросам токарной и фрезерной обработки: содержатся сведения о типовых процессах обработки наружных и внутренних поверхностей, торцовых плоскостей, о типаже и геометрии стандартного режущего инструмента, об особенностях использования вспомогательных инструментов и приспособлений при точении, сверлении, зенкеровании, развертывании, фрезеровании, нарезании резьб и других видах обработки заготовок. Освоение этого учебного материала позволит узнать технологические возможности основных типов металлорежущих станков при обработке плоских, цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; составить представление о расчете элементов режима резания и путях обеспечения высокопроизводительной обработки на токарных и фрезерных станках. Приведены примеры обработки типовых деталей, с которыми встречаются токари и фрезеровщики 2—3 разрядов в условиях действующего машиностроительного производства.

Производственные отношения работающих (в том числе в учебных цехах, учебно-производственных комбинатах) в значительной степени определяются организацией производства и его управлением, созданием комфортных условий труда на рабочем месте, а также внедрением достижений научно-технического прогресса, способных изменять характер труда и занятость работающих. В современных условиях автоматизацию и механизацию технологических процессов металлообработки необходимо рассматривать как комплексную задачу, имеющую не только технико-экономические, но и социальные аспекты, роль которых в последние годы заметно выросла. Все эти явления рассмотрены в главах, посвященных вопросам экономики, организации труда и производства.

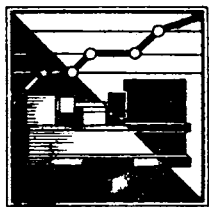
При решении практических задач токарной и фрезерной обработки конкретных машиностроительных деталей необходимо совершать много мыслительных операций (анализ технологичности конструкции детали, выбор способа получения заготовки, базовых поверхностей, определение последовательности и характера операций, расчет и обоснование режимов резания и др.), для выполнения которых нужны справочные данные. В приложении даны наиболее употребимые справочные сведения и таблицы.

Следует помнить, что сущностью связи теории с практикой в обучении токарному и фрезерному делу является формирование у будущих специалистов активного практического отношения к науке и научно обоснованного подхода к практике. Практика помогает расширить знания, учебные и трудовые умения и навыки, а также активизировать познавательную самостоятельность.

Часть первая.

Основные сведения о машиностроительном предприятии, технологии машиностроения и обрабатываемых материалах

ГЛАВА 1.



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССАХ И ИХ ЭЛЕМЕНТАХ

Производственным процессом называют совокупность действий людей и машин, осуществляемых для превращения материалов и полуфабрикатов в готовую продукцию.

Часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы, размеров, состояния деталей машин или с приданием им путем сборки определенной взаимосвязи, называют технологическим процессом. Производственный процесс включает ряд технологических процессов, например: литье, ковку, штамповку, механическую обработку со снятием стружки, термическую обработку, сборку, испытание, окраску и упаковку.

Производственный процесс в машиностроении охватывает, помимо технологических процессов, перечисленных выше, также разнообразные действия людей и машин, связанные с транспортировкой по заводу и внутри цехов материалов, полуфабрикатов, деталей машин, контроль и хранение, а также подготовку производства.

Для примера рассмотрим в общих чертах производство коленчатого вала автомобильного двигателя; подробное описание процессов заняло бы несколько десятков страниц. Поступивший на автомобильный завод сортовой прокат контролируют по химическому составу и хранят на складах. Со склада прокат поступает в кузнечный цех, где нагретым заготовкам с помощью кузнечно-прессовых машин придают определенные форму и размеры. Затем поковка проходит специальную термическую обработку, очистку от окалины и попадает в механообрабатывающий цех, в котором из нее и получают коленчатый вал с заданными чертежом размерами и формой, снимая в стружку «лишний» металл. Далее коленчатый вал проходит термическую обработку

различных видов и специальную операцию балансировки. Затем его с помощью различных транспортных средств направляют в цехи сборки двигателя.

Обратим внимание на то, что на токарные, фрезерные, шлифовальные и другие станки механообрабатывающего цеха попадает не заготовка (т. е. кусок проката), а поковка, в стоимость которой уже включены трудовые, энергетические и другие затраты. Следовательно, ответственность токаря или фрезеровщика возрастает пропорционально этим затратам.

Объектами производства на машиностроительном заводе могут быть законченная машина (автомобиль, трактор, станок и т. д.), законченный агрегат (механизм), предназначенный для выполнения определенных функций в машине (двигатель трактора или автомобиля, навесные сельскохозяйственные орудия), а также отдельные изделия или заготовки (на заводах точного литья, точных поковок, инструментальных и т. д.). На некоторых машиностроительных заводах производят только сборку машин из механизмов, агрегатов и деталей, изготавливаемых другими заводами по системе кооперирования предприятий.

Элементы технологического процесса. Основным элементом технологического процесса является технологическая операция.

Операцией называют законченную часть технологического процесса обработки одной или нескольких одновременно обрабатываемых заготовок, выполняемую на одном рабочем месте одним рабочим (или бригадой). Операция начинается с момента установки заготовки на станок и включает всю последующую ее обработку и снятие со станка. Операция является основным элементом при разработке, планировании и нормировании технологического процесса обработки заготовок.

Технологические операции включают установки, позиции, технологические и вспомогательные переходы, рабочий и вспомогательные ходы.

Установка — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позиция — фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования, при выполнении определенной части операции.

Технологический переход — законченная часть технологической операции, выполняемая одним инструментом и характеризующаяся постоянством обрабатываемых или соединяемых поверхностей.

Вспомогательный переход — законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы

для выполнения технологического перехода (например, установка заготовки, смена инструмента, удаление детали промышленным роботом).

Рабочий ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.

Проходом называется часть технологического перехода, осуществляемая при одном рабочем перемещении инструмента или обрабатываемой заготовки в направлении подачи.

Станок в широком смысле представляет собой сочетание механизмов, выполняющих определенную работу, связанную с изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей обрабатываемых заготовок. В некоторых видах производства термин «станок» не находит распространения. В частности, при обработке металлов давлением пользуются специальными названиями кузнечно-прессовых машин: молот, пресс, холодновысадочный пресс-автомат, раскатная машина.

Инструмент — орудие труда человека или исполнительный механизм машины, станка. В промышленности различают инструменты: ручной (молоток, напильник, нож и т. п.), станочный (резцы, фрезы, штампы и т. п.), механизированный (точильные, сверлильные и другие ручные машины). Инструментами называют также приборы, устройства и приспособления, применяемые в технике и науке для измерений, контроля и других операций.

Приспособления — устройства, необходимые для осуществления технологической операции или ее облегчения. Например, при фрезерной обработке приспособлениями могут быть специальная делительная головка, станочные тиски; при сверлении без разметки применяют кондукторные втулки, а для закрепления сверла — патроны и переходные втулки.

Технологическая документация. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП) предусматривает широкое применение автоматизации и механизации инженерно-технических и управленческих работ. Разработана и внедряется Единая система технологической документации (ЕСТД), являющаяся комплексом государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации.

Основными видами технологических документов являются: маршрутная карта, карта эскизов, технологическая инструкция, ведомость оснастки, операционная карта.

Маршрутная и операционная карты — технологические документы, содержащие описание технологического процесса и операций, указания об оборудовании, оснастке, о нормативах, режимах обработки и др.

2. ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВА

Организация производства и характер технологического процесса, применяемые станки и инструменты зависят от количества изготавливаемых изделий и трудоемкости их изготовления. Условно производства делят на следующие типы: единичное, серийное и массовое,

При *единичном производстве* выпускается несколько машин или изделий в год. Причем выпуск или совсем не повторяется или повторяется через неопределенное время (например, выпуск экспериментальных машин, крупных станков). Станки, приспособления, режущие и измерительные инструменты в этом случае должны быть универсального типа.

При *серийном производстве* изготовление деталей ведется партиями и сериями, регулярно повторяющимися через определенные промежутки времени. В таком производстве используют высокопроизводительное оборудование — универсальное, специализированное, а также специальное. Серийное производство условно разделяют на три вида: крупносерийное (близкое к массовому), серийное и мелкосерийное (близкое к единичному).

При *массовом производстве* оборудование не переналаживается на изготовление других деталей. В этом случае оборудование должно быть полностью загружено.

По форме организации производства делят на два вида: поточное и непоточное.

При поточном производстве операции обработки или сборки закреплены за определенными рабочими местами, которые расположены по порядку выполнения операций, а обрабатываемая заготовка или собираемая сборочная единица передаются с одной операции на другую без задержек, т. е. без организации промежуточных заделов и хранения. При этом качество изготовления полуфабриката на каждом этапе поточного производства определяется качеством изготовления на каждом из предыдущих этапов.

При непоточном производстве заготовки, детали или собираемые сборочные единицы (машины, узлы, агрегаты) находятся в процессе обработки с перерывами различной продолжительности. Непоточное производство характерно для выпуска единичных изделий или малых серий.

Внутри завода также имеется деление цехов по виду производства (рис. 1). Технологическая структура производства машиностроительного завода включает: заготовительное производство (цехи литья, штамповки, термической обработки), механообра-

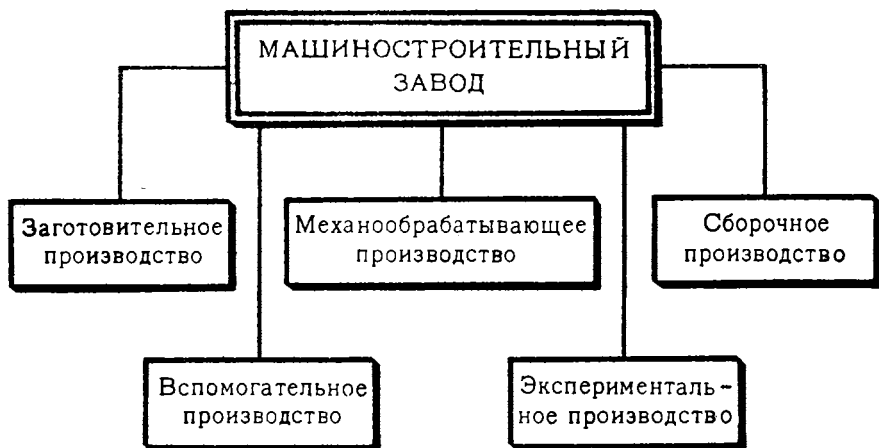


Рис. 1. Технологическая структура производства машиностроительного завода.

бывающее (цехи токарные, фрезерные, шлифовальные и смешанные), сборочное (цехи сборки агрегатов, конвейеры сборки машин), вспомогательное (цехи инструментальные, ремонтно-механические, монтажные и др.), экспериментальное (цехи создания и испытания опытных образцов машин).

Цех, участок, рабочее место. На любом уровне развития техники, при любом типе производства основой производительных сил являются люди — рабочие, инженерно-технические работники. Разнообразие технологических операций определяет необходимость использования различных станков, машин, установок, систем управления.

Рабочим местом называется часть производственной площади, которая оснащена машиной-орудием (станок, пресс, печь и др.), органами управления, средствами отображения информации (шкалы приборов, пульта, дисплей, системы технического телевидения и др.) и вспомогательным оборудованием. На рабочем месте протекает трудовая деятельность человека.

Рабочее место организуется в соответствии с рекомендациями науки, называемой эргономикой. Эти рекомендации направлены на создание комфортных условий труда и обеспечение высокого его качества; они содержат указания о температуре, влажности, цветовой окраске, расположении органов управления и средств информации, об уровне шума и вибраций, о позе работающего и др. Рабочее место может быть рассчитано на работу сидя, стоя, сидя и стоя попеременно.

Группа рабочих мест, организованных по предметному, технологическому или предметно-технологическому принципу, образует *производственный участок*.

Цех объединяет участки в одном здании. Например, механо-

обрабатывающий цех по производству мелких серий крупных подшипников качения имеет участки токарных карусельных станков, шлифовальных станков, сборки и контроля, консервации и упаковки подшипников. В цехах могут быть участки ремонта оборудования, восстановления инструмента, а также другие подразделения (группы наладки, электроавтоматики и др.).

Коллектив цеха — сложный организм, способный решать ответственные производственные задачи. Под руководством администрации, партийной, профсоюзной и комсомольской организаций коллектив цеха ставит и решает задачи социального развития, коммунистического воспитания, развития социалистического соревнования, роста квалификации, образования и материального обеспечения работников цеха и членов их семей. Коллективы цехов имеют славные трудовые традиции, гордятся трудовыми успехами своих членов.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ОХРАНА ПРИРОДЫ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

80-е годы характеризуются для экономики СССР направленностью на интенсивное развитие, дальнейшими изменениями и преобразованиями в экономике страны, научно-техническим обновлением производства. От достижений в этой области зависят темпы общественного роста, возможности повышения благосостояния народа. Суть этого основного направления экономической и социальной политики заключается в том, чтобы результаты производства возрастали быстрее, чем затраты на него, чтобы при меньших ресурсах можно было добиться лучших результатов.

Ориентация хозяйственной и научно-технической политики на эффективное использование и максимальное сокращение потерь всех видов материальных ресурсов — явление вполне реальное. Здесь учтены складывающиеся условия освоения природных богатств страны, возможности и перспективы научно-технического прогресса.

СССР — единственное крупное индустриальное государство, которое обеспечивает экономическое развитие на собственной энергетической базе. Но мы не можем позволить себе быть расточительными. Ведь удовлетворение потребностей народного хозяйства в топливе и энергии с каждым годом обходится все дороже. Существенно возрастают расходы на транспортировку энергетических ресурсов в районы потребления, поскольку месторождения угля, нефти, газа, расположенные в легкодоступных и обжитых местах, в значительной мере уже исчерпаны. Ныне основная доля их добычи приходится на Восток и Север страны. Себестоимость добычи нефти и газа за последнее десятилетие значительно увеличилась.

Расширение масштабов материального производства, существенные воздействия производственной и другой деятельности человека на природу и окружающую среду в последние годы резко усилили необходимость развития экологии как науки о взаимодействии человека с окружающей средой, об охране природы от нежелательных последствий интенсивного использования достижений научно-технического прогресса. Формирование экологической культуры — одно из прогрессивных явлений жизни социалистического общества.

Наряду с общей экологией и экологией природных систем получает развитие медицинская, социальная и техническая экология.

Современное машиностроение является мощным потребителем энергии, металла и других конструкционных материалов. Естественно, что для их производства у природы необходимо «взять» (чаще всего без восполнения) многие природные ресурсы. Так, для производства стали нужны кислород воздуха, вода; любая печь в кузнечном или литейном цехе нуждается в кислороде. При этом велики выбросы в атмосферу тепла, продуктов сгорания топлива или смазочных материалов. Кроме того, современное оборудование и технологические процессы являются источниками шума, вибраций, наведенных магнитных полей, статического электричества, тепловыделений и др. В промышленности принимаются меры для устранения вредных воздействий на окружающую среду: станки и кузнечно-прессовые машины устанавливают на специальные виброопоры, закрывают шумопоглощающими кабинами; используя эффективные смазочные материалы, уменьшают силы трения и тепловыделения в парах трения; выбирая геометрию инструментов (резцов, фрез, штампов и др.), учитывают необходимость уменьшения шума и вибраций. Современные станки и машины имеют замкнутую систему улавливания продуктов распада технологических смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей: Компьютеры и микропроцессорная техника позволяют контролировать технологические режимы обработки, оптимизировать их с позиций обеспечения экономии электроэнергии, смазочно-охлаждающих жидкостей, инструментов.

Известно, что при токарной и фрезерной обработке затраты электроэнергии и расход инструментов существенно зависят от правильности выбора технологии обработки, геометрических параметров резцов и фрез. Тщательное соблюдение технологической дисциплины (при оптимальном обеспечении ее инженерными рекомендациями) диктуется не только экономическими, но и экологическими требованиями к современному производству.

Существенным недостатком токарной и фрезерной обработки непрогрессивных заготовок (т. е. тех заготовок, размеры и форма которых достаточно далеки от размеров и формы будущего изделия; прогрессивные заготовки получают литьем, штамповкой,

порошковой металлургией, сваркой) является образование большого количества стружки. Как известно, стружка на промышленных предприятиях прессуется в брикеты (для этого в цехах имеются специальные брикетировочные прессы) и направляется в металлургию в виде вторичного сырья. Транспортные расходы при этом в большинстве случаев весьма велики. На крупных машиностроительных заводах стружку переплавляют в литейных цехах. С развитием порошковой металлургии стружка стала сырьем для получения металлических порошков непосредственно на заводе.

Перспективным направлением использования стружки является штамповка и соответствующая химико-термическая обработка. Применение штамповки с кручением позволяет спрессовать стружку до плотности монолитного (выплавленного) металла. Из полученных таким образом заготовок различными способами (штамповка, точение, фрезерование и др.) могут быть получены детали машин и инструменты.

Возможности применения стружки для получения заготовок на заводах существенно зависят от организации сбора, сортировки и хранения стружки. В частности, нельзя допускать смешивание стружки черных и цветных металлов, стружки разных видов, а также загрязнение ее посторонними предметами и веществами.

Таким образом, если на заводе рядом с цехами токарной и фрезерной обработки будут созданы участки по производству металлического порошка и изготовлению из него машиностроительных изделий, то такое комплексное производство можно назвать малоотходным или безотходным.

Не только экономическое, но и экологическое значение имеет повышение стойкости металлорежущего инструмента, который изготавливается из инструментальных легированных сталей. Добыча легирующих элементов, получение легированных сталей сопряжены с большими затратами энергии, выбросами в атмосферу, расходом воды и воздуха.

Существенными направлениями экономии инструментальных материалов являются: создание сборных конструкций резцов, сверл, фрез; использование твердых сплавов и других прогрессивных материалов, обеспечивающих высокую стойкость режущего и штампового инструмента; применение износостойких покрытий (плазменное и лазерное напыление, химико-термическая обработка). Следует заметить, что повышение стойкости инструмента достигается лишь при соблюдении довольно жестких режимов обработки (так, например, твердые сплавы «боятся» ударных нагрузок, некоторые покрытия — повышенных температур).

Проблема сбережения инструментальных материалов усугубляется тем, что запасы вольфрама, никеля и других металлов практически ограничены. Металловеды и металлофизики заняты

поиском таких композиций материалов и сплавов, которые были бы экономически и экологически целесообразными в металлообработке. В некоторой мере проблема решается проведением восстановления режущего инструмента — наплавкой, напылением, металлизацией.

Конечно, стойкость режущего инструмента существенно зависит от состояния станка, правильности заточки резцов и фрез, установки их на станке. Вот почему в настоящее время увеличивается выпуск специальных заточных станков, а также различных средств контроля установки инструментов на станках. Кроме того, современные станки имеют специальную систему диагностирования состояния инструмента, выдающую соответствующую информацию оператору станка.

4. ТРЕБОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА К УРОВНЮ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ, К КАЧЕСТВАМ ЛИЧНОСТИ МОЛОДОГО РАБОЧЕГО

Современное машиностроительное производство характеризуется производительными силами, среди которых главенствующую роль играют рабочие и инженерные кадры, т. е. люди, участвующие в создании материальных ценностей, материальной базы будущего коммунистического общества. Созданные материальные ценности становятся достоянием всего советского народа.

Система подготовки рабочего для современного энерговооруженного автоматизированного производства включает несколько этапов. Очевидно, что без достаточной общеобразовательной подготовки невозможно осуществить специальную подготовку рабочих и инженерных кадров — техника усложняется, все шире используются достижения научно-технического прогресса.

Если трудовая деятельность рабочего заключается преимущественно в физическом труде, то главным в подготовке такого рабочего является формирование производственных навыков, например выполнения таких трудовых операций, как установка резцов или фрез, смазка станка, уборка отходов и т. д. Но таких рабочих мест, где преобладает физический труд, остается все меньше. На большинстве же рабочих мест требуется органическое сочетание умственного и физического труда, причем трудовые успехи в значительной степени зависят от объема и глубины полученных рабочим специальных и общеобразовательных знаний. Как правило, эффективность наладки, обслуживания и эксплуатации автоматизированного оборудования определяется знанием механики, электротехники, физики, математики, гидравлики, электроники и т. д.

При механизированном и автоматизированном производстве на одном рабочем месте сконцентрированы разнообразные технологические операции. Обслуживать такие рабочие места могут

рабочие, имеющие профессию широкого профиля. В современных условиях все более распространяется совмещение профессий — наряду с основной рабочие овладевают смежными профессиями. Такое совмещение позволяет уплотнить рабочее время, уменьшить численность работающих, повысить производительность труда и заработок рабочих. Совмещение профессий является результатом высокого уровня общих политехнических и специальных знаний рабочих.

Профессия современного рабочего-станочника (а также оператора автоматизированного оборудования) объединяет два вида взаимодействия в системе «человек-машина»:

человек — техника — предметы труда; техника включает машины, станки, приборы, средства автоматизации и механизации, средства автоматики;

человек — знаковая система — предметы труда; рабочий оперирует условными знаками, машинными языками, формулами, чертежами.

Общеобразовательные знания формируются в основном общеобразовательной школой. Это знания о человеке, об обществе, о требованиях общества к личности современного труженика, а также знания математики, основных физических законов и явлений.

Специальные знания работников машиностроения формируются в процессе трудового и профессионального обучения и включают: знания основных видов преобразования движения в механизмах, конструкций различных механизмов и узлов, технологические знания об основах производства деталей машин, знания основ электротехники и промышленной электроники, знания требований техники безопасности и охраны труда, приемов и правил безопасной работы на основных видах промышленного оборудования.

Профессиональные представления (знакомства) — это ознакомление с машинами, с перспективами развития машиностроительного производства, тенденциями совершенствования технологических процессов металлообработки, машин-орудий, инструментов и приемов труда, с особенностями и перспективами развития смежных производств.

Кроме того, рабочий машиностроительного предприятия должен иметь вполне определенные умения и навыки.

Умения: различать машиностроительные материалы, составлять чертежи, эскизы, читать чертежи, кинематические и электрические схемы, пользоваться слесарными инструментами и приспособлениями, диагностировать состояние технических устройств и их деталей, управлять металлорежущими станками, вести конструктивные деловые беседы по существу трудовой деятельности.

Навыки: уверенно выполнять свои обязанности на определенном рабочем месте (токарный, фрезерный, заточной станки),

свободно считывать показания приборов с перекодировкой их в физические представления, предотвращать ожидаемые отклонения и находить решения в строго не обусловленных производственных ситуациях.

При совершенствовании производства усложняются трудовые задачи и для надежной работы человека в системе «человек — машина» уже недостаточно простого набора действий, выполняемых рабочим,— он должен быть подготовлен к решению целого класса технических и производственных задач.

Квалификация работника сочетает его профессиональную подготовку и профессиональную готовность, т. е. желание качественно выполнить данную работу.

Профессиональная пригодность определяется как совокупность психофизиологических свойств работника, характеризующих его соответствие (или несоответствие) данному виду труда. Посредством измерения психофизиологических свойств создается «психограмма профессий», которая может быть использована в процедурах профессионального отбора работников современного автоматизированного машиностроительного производства.

Психофизиологические методы позволяют исследовать организацию физиологических функций организма рабочего в процессе трудовой деятельности, оценивать и контролировать его функциональное состояние, работоспособность, надежность в системе «человек — машина».

Психология, физиология, инженерная психология накапливают экспериментальные данные для проведения профориентационной работы, потребность в которой возрастает по мере усложнения технических устройств и технологических процессов, используемых при металлообработке в машиностроении.

Всесторонний отбор рабочих кадров для современного автоматизированного производства способствует успешному выполнению производственных заданий и напряженных планов, рационализации в области технологии, оборудования, автоматизации производства, существенному повышению трудовой и технологической дисциплины, производственной культуры.

Отставание квалифицированности и профессиональной пригодности от возрастающего уровня технической оснащенности производства может привести к негативным явлениям в техническом, экономическом и социальном планах. Вот почему достижение высоких результатов в обучении, качество знаний, приобретаемых на школьной скамье, готовность к творческому эффективному труду в материальном производстве перестают быть личным делом, а становятся общим делом государственной важности.

Современное машиностроительное производство требует непрерывного роста квалификации и знаний рабочих, чему способствует созданная в промышленности система технического обучения. Вместе с тем предполагается самостоятельное повышение уровня

знаний и квалификации путем участия в рационализаторстве и изобретательстве, чтения научно-технической литературы, периодических научно-популярных и технических журналов (например, журналов «Станки и инструмент», «Металловедение и термическая обработка», «Порошковая металлургия», «Кузнечно-штамповочное производство»), участия в конференциях и семинарах, посещения технических выставок.

Умение самостоятельно увеличивать объем знаний, использовать их в практической деятельности является важным требованием высокой профессиональной квалификации рабочих современного материального производства.

5. ХАРАКТЕР СОВРЕМЕННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КАДРОВ

В связи с научно-технической революцией произошли значительные изменения в характере подготовки производственных кадров. Повысился уровень общеобразовательной подготовки, на базе которой строится профессиональное образование. Причем, новые требования к квалификации работников подтвердили необходимость общего образования в качестве обязательной базы для получения профессиональной подготовки и совершенствования производственной квалификации работников.

В соответствии с реформой школы общеобразовательная школа будет давать учащимся не только среднее образование, но и профессиональную подготовку. Прогрессивной формой получения среднего образования и профессии является обучение в средних профессионально-технических училищах.

Работа по профессиональной ориентации и подготовке молодежи ведется в тесном контакте между школами, ПТУ и производственными предприятиями.

Все большее значение приобретает организованное повышение квалификации работающих в процессе их производственной деятельности, а также допрофессиональная трудовая подготовка.

Допрофессиональная подготовка ставит целью расширять и дополнять уже полученные знания, давать учащимся представление о практической деятельности и прививать им склонность и уважение к труду, развивать интерес к обучению; выявлять, какие профессии интересуют учащихся, к каким из них они имеют способности, т. е. оказывать им помощь в выборе профессии.

Необходимость повышения квалификации в условиях производства вызвана тем, что в настоящее время произошло резкое увеличение потока информации о результатах научных исследований и сокращение сроков их внедрения, поэтому знания работающих довольно быстро устаревают.

Большое внимание уделяется установлению взаимосвязи и преемственности между отдельными этапами подготовки к производственной деятельности. Полноценное освоение профессии не

исключает, а, наоборот, создает лучшие условия для последующего повышения квалификации.

В самом процессе развития социалистическое производство должно создать экономию рабочего времени, с тем чтобы выполнить основное требование экономического закона — обеспечить неуклонный рост производительности труда. Поэтому последовательное и планомерное повышение культурно-технического уровня и квалификации кадров является объективно необходимым условием ускоренного развития производства.

Рост производственной квалификации рабочих учитывается как важнейший резерв повышения производительности труда.

В наше время передовое промышленное предприятие — это центр научных исследований, переподготовки и повышения квалификации рабочих, мастеров, конструкторов, технологов. Создание отделов подготовки кадров и отделов технического обучения свидетельствует о том, что значительная часть работы по подготовке к трудовой деятельности перенесена в условия производства. На каждом промышленном предприятии есть техническая библиотека, преподаватели-инженеры, рабочие-инструкторы производственного обучения.

На многих предприятиях широкое распространение получило освоение рабочими смежных профессий. В некоторых случаях количество профессий, освоенных рабочими, доходит до пяти и более, т. е. в пределах данного производственного участка они умеют делать все необходимое. Обучение смежным профессиям обычно проводится путем индивидуального прикрепления к высококвалифицированным рабочим и инженерам-консультантам.

Массовый характер приняло создание школ коммунистического труда, в которых повышение политического, экономического и культурно-технического уровня слушателей сочетается с повышением квалификации и освоением передовых методов труда. Эти школы являются мощным средством коммунистического воспитания, развития новых форм социалистического соревнования среди рабочих.

Особую роль в повышении квалификации производственников и их переходе в высшие трудовые категории играет вечернее специальное образование. Наиболее перспективной формой специальных учебных заведений следует считать заводы-втузы, которые сочетают преимущества дневных и вечерних учебных заведений.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит технологическая операция?
2. Каковы принципиальные отличия между массовым и серийным производством машиностроительных изделий? Может ли одна и та же деталь обрабатываться в разных цехах в условиях массового и серийного производства?
3. Какими знаниями, умениями и навыками должен обладать рабочий современного машиностроительного производства?

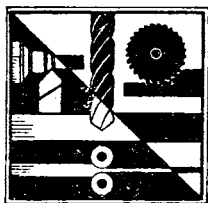
4. Какие требования предъявляются к росту квалификации работников современного машиностроения?

5. Какие учебные заведения готовят рабочих и инженерно-технических работников для современного машиностроения?

6. Какие учебные заведения готовят техников и инженеров без отрыва от производства?

ГЛАВА 2.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ. МЕТОДЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ



6. ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОКАРНОЙ И ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Прежде чем стать годной деталью, заготовка часто проходит несколько видов обработки (рис. 2).

Исходным материалом для любой металлической детали служит руда или другое сырье, из которого с помощью металлургических процессов извлекают металл. Металлургические слитки обычно имеют многие пороки: рыхлости, включения, неравномерность механических свойств и др. Для улучшения структуры и механических свойств металла слитки подвергают пластическому деформированию на прокатных станах, предварительно обжав их на мощных гидравлических прессах или молотах.

В результате прокатки обжатые слитки принимают форму достаточно больших плит, из которых на прокатных станах получают прокат различного профиля (листы, круги, квадраты, шестигранники, рельсы, балки, уголки и др.). В заготовительном производстве машиностроительного завода прокат режут на мерные заготовки — из них в кузнечно-штамповочных цехах на молотах, прессах и других машинах будут изготовлены заготовки, по размерам и форме приближающиеся к будущей детали. Подобные заготовки могут быть получены в литейном производстве машиностроительного завода, где сырьем для них служат в основном отходы металла. Выбор способа получения заготовок диктуется технико-экономическими соображениями.

Отлитые или отштампованные заготовки попадают в механообрабатывающие цехи, где на токарных, фрезерных, шлифовальных и других станках достигаются заданные чертежом конструктора форма, размеры и чистота обработки поверхностей.

В целях улучшения структуры, механических свойств, качеств поверхности, т. е. в целях повышения эксплуатационных характеристик будущих деталей машин, обработанные на различных станках детали подвергают термической и термохимической обработке.

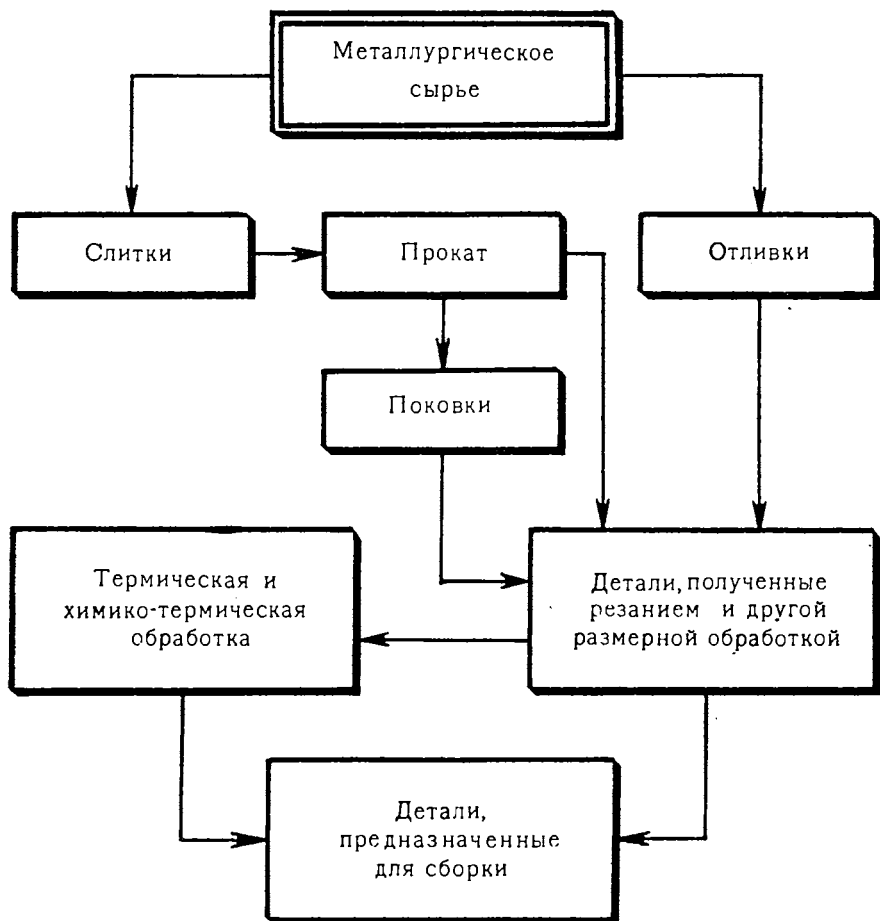


Рис. 2. Принципиальная схема изготовления деталей машин и приборов.

Литейное производство. Сущность процесса литья сводится к заливке в литейную форму расплава, затвердеванию (кристаллизации) отливки и извлечению ее из формы. Принципиальная схема процесса литья дана на рис. 3.

Плавку производят в различных печах (вагранки, мартеновские печи, конверторы, электропечи), установленных в плавильных отделениях литейных цехов. При изготовлении отливок из черных металлов (чугуна и стали) в плавильные печи загружают шихту: чугун, стальной лом, ферросплавы, флюсы, специальные раскислители и модификаторы.

Металл с помощью разливочных ковшей заливают в разовые или постоянные формы.

Разовые формы, разрушаемые каждый раз при выбивке отли-

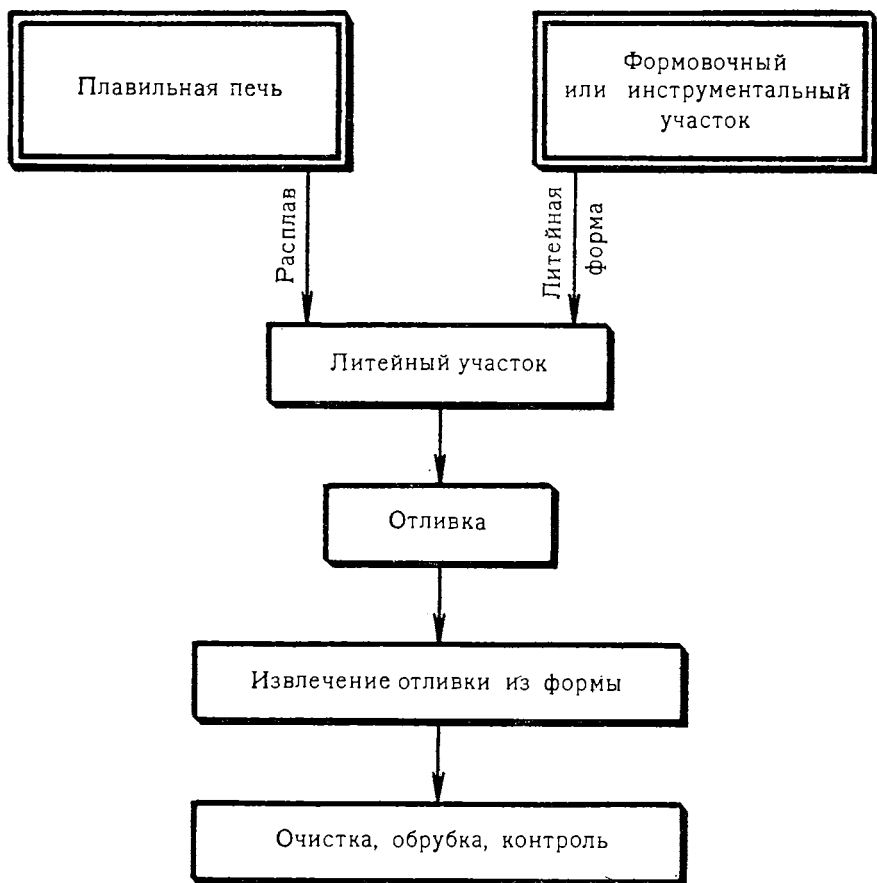


Рис. 3. Принципиальная схема процесса литья.

вок, изготавливают из специальных формовочных и стержневых материалов (песок, глина, графит, тальк, уголь, битум, краски, клеи, растительные масла и др.) в формовочных стержневых отделениях литейных цехов, а постоянные, как правило, металлические литейные формы — в инструментальных цехах (участках).

При достаточно больших программах выпуска отливок литейные формы изготавливают засыпкой и уплотнением специальных ящиков, называемых опоками (рис. 4).

В опоке для получения отливки с внутренними полостями, кроме деревянных или металлических моделей, применяют стержни.

В большинстве случаев форму приходится делать разъемной,

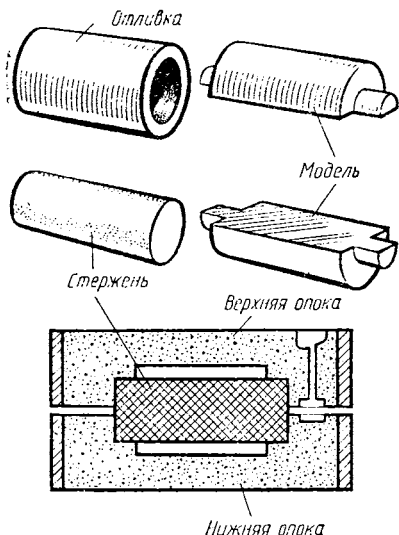


Рис. 4. Литейная форма.

чтобы можно было извлечь модель (или отливку). В литейной форме предусматривают литниковую систему, через которую заливают расплав.

Существуют и другие виды разовых литейных форм: оболочковые, выплавляемые модели. Технология их получения постоянно совершенствуется — для изготовления таких форм создаются специальные машины, в том числе автоматические.

Наиболее распространенными постоянными литейными формами являются кокили — металлические формы. При литье в кокили получают отливки более точные, чем при литье в земляные формы, а быстрое остывание металла способст-

вует улучшению качества отливок, получению мелкокристаллической структуры. Кокили изготовляют точением, фрезерованием, профильным шлифованием в инструментальных цехах.

Контроль отливок сводится к выявлению дефектов (трещин, раковин, пригаров формовочной смеси) и проверке правильности (соответствия чертежу) форм и размеров заготовок.

Кузнечно-штамповочное производство. В кузнечно-штамповочном производстве обрабатывают металлы давлением, используя их способность к пластической деформации при различных условиях.

Пластичность — это состояние металла, при котором он может изменять форму без разрушения под действием приложенных внешних сил. Пластичность металла зависит от его химического состава, структуры, характера нагружения, температуры и скорости нагружения. Противоположным пластичности состоянием является хрупкость.

При пластической деформации изменяется не только форма заготовки, но и механические и физические свойства металла.

Обработка металлов давлением производится на различных кузнечно-прессовых машинах и установках. В качестве инструмента используются штампы.

Обработка металлов давлением условно может быть разделена на холодную и горячую. При холодной обработке по мере развития пластической деформации металл наращивает сопротивление ей и теряет пластичность. Это явление называется упрочнением (наклепом). При нагреве выше 0,4 температуры плавления большинство металлов теряет способность увеличи-

вать сопротивление деформации — происходит так называемая рекристаллизация. Сопротивление металла, нагретого выше этой температуры, в 10—20 и более раз меньше сопротивления деформации при холодной обработке. Отсюда легко можно сделать вывод о целесообразности нагрева металла перед штамповкой в целях снижения потребной мощности кузнечно-прессовых машин и давления на штампы.

Классификация процессов обработки металлов давлением в машиностроении дана на рис. 5. Она может быть дополнена металлургическими процессами обработки металлов давлением: прокаткой, волочением, прессованием.

Сущность процессовковки и штамповки сводится к заполнению металлом полости штампа под действием усилия кузнечно-прессовой машины. На рис. 6 и 7 даны принципиальные схемы объемной штамповки (заготовка объемная) и некоторых

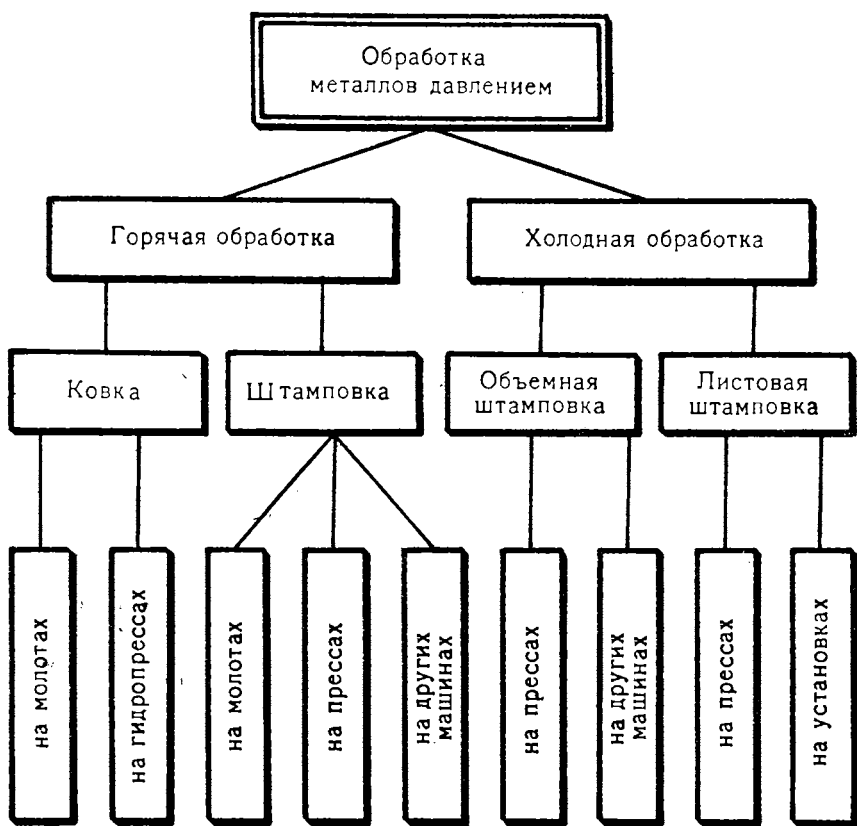


Рис. 5. Классификация процессов обработки металлов давлением (ОМД) в машиностроении.

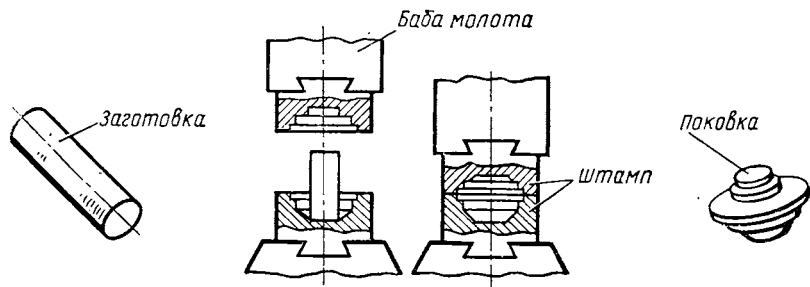


Рис. 6. Принципиальная схема объемной штамповки в одноручьевом штампе.

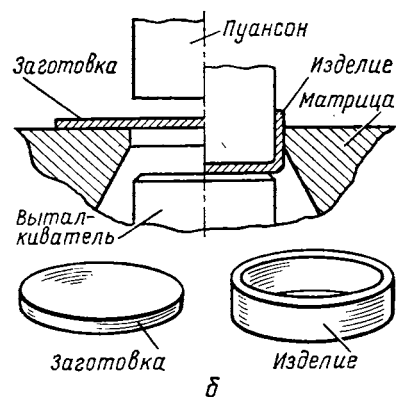
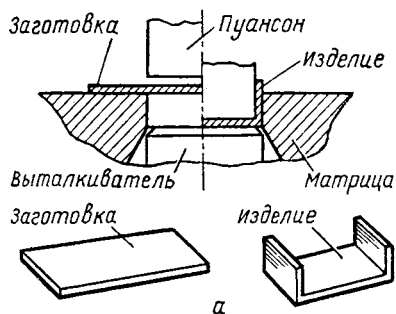


Рис. 7. Принципиальные схемы листовой штамповки:

а — гибки; б — вытяжки.

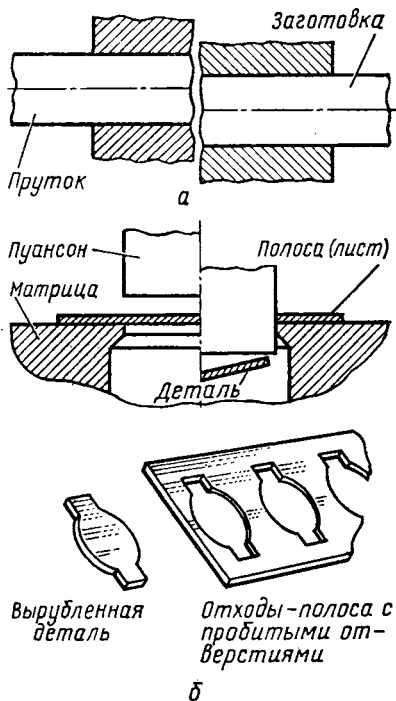


Рис. 8. Принципиальные схемы разделительных операций штамповки:

а — рубки; б — вырубки по контуру (пробивки отверстий в листе или полосе).

операций листовой штамповки (заготовка — лист, полоса, лента, рулон толщиной 0,3—10,0 мм).

При ковке (так называемой свободной ковке) штампы имеют простую форму — часто они представляют собой плиты, между которыми деформируется заготовка. При штамповке форма по-

лости и рабочих частей штампа может быть очень сложной (соответствующей чертежу штампуемого изделия). Наиболее мощные современные кузнечно-прессовые машины развивают усилие $(0,75 - 1,0) \cdot 10^9 \text{ Н} = 0,75 - 1,0 \text{ ГН}$.

Несколько отличаются по назначению штампов разделительные операции штамповки (рис. 8).

При холодной объемной и листовой штамповке достигается высокая геометрическая и размерная точность, хорошее качество поверхности, что позволяет часто без доделочных операций направлять отштампованные детали на сборку. Примером являются отштампованные из листа детали автомобильного кузова, крепежные детали — болты, гайки, шпильки, шайбы. Многие болты изготавливаются штамповкой на прессах-автоматах, а резьба накатывается специальным накатным устройством. Последовательность высадки болта на многопозиционном прессе-автомате представлена на рис. 9.

Штампы для изготовления, например, крыши или двери кузова автомобиля, гайки, шестерни, шатуна или коленчатого вала двигателя очень сложны и дороги (дороги стали и станки для изготовления штампов, велика трудоемкость). В технологию изготовления деталей штампов входят токарные, фрезерные, строгальные, шлифовальные и другие работы, требующие высокой квалификации и основательных технических знаний.

Сварка и резка металлов. Сваркой называется процесс соединения отдельных металлических деталей, при котором устанавливается межзатомное взаимодействие и осуществляется металлическая связь между частицами. Для осуществления такого соединения в большинстве случаев необходима высокая температура нагрева и (или) давление.

Сварка может производиться одним из двух способов: 1) прижатие друг к другу нагретых до пластического состояния участков металла (кузнечная сварка, электрическая сварка сопротивлением, сварка трением); 2) путем плавления кромок свариваемых частей (газовая, электродуговая и термитная сварка). Однако сварку можно осуществить только в том случае, если металлы обладают свойством свариваемости. Одним металлам свариваемость свойственна в расплавленном состоянии, другим — в пластическом, третьим — и в пластическом, и в расплавленном.

В зависимости от способа нагрева сварка подразделяется на электрическую и химическую.

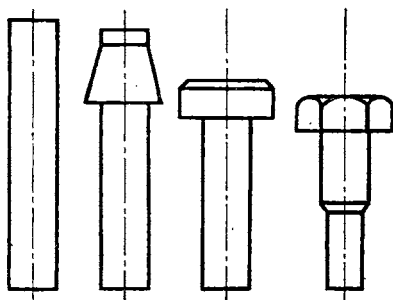


Рис. 9. Последовательность высадки (штамповки) болта на многопозиционном прессе-автомате.

При *химической сварке* нагрев происходит вследствие выделения тепла при химических реакциях (главным образом при окислении горючего — угля, газа, порошка алюминия).

При *электродуговой сварке* между металлическим электродом, укрепленном в держателе, и поверхностью свариваемой детали образуется электрическая дуга, которая питается постоянным или переменным током от генератора. Присадочным материалом служит сам металлический электрод. Температура в дуговом пространстве достигает 6000°C .

Электродоточная сварка подразделяется на точечную, шовную (роликовую) и стыковую.

Точечная сварка производится пропусканием тока большой силы через электроды, между которыми зажаты наложенные внахлестку свариваемые детали. Большое сопротивление в местах прохождения тока вызывает быстрый нагрев свариваемого металла, после чего детали сдавливают, сближая контакты. Точечная сварка является основным способом соединения элементов многих сложных конструкций. Так, при изготовлении кузовов легковых автомобилей в массовом производстве сварку осуществляют на многоточечных автоматах (или применяют сварочные промышленные роботы). На каждом кузове делают по несколько тысяч точек сварки с производительностью до 15 тыс. точек в час.

Шовная (роликовая) сварка основана на том же принципе, что и точечная, однако на деталях, соединяемых внахлестку, образуется непрерывный шов.

При стыковой сварке после пропускания тока металл в месте стыка переходит в пластическое или расплавленное состояние. Затем детали на этом участке сдавливают при выключенном или включенном токе.

При газовой сварке и резке расплавление металла происходит за счет тепла, образующегося при горении смеси кислорода с горючими газами (ацетилен, водород и др.), реже — с парами керосина и бензина. Для газовой сварки и резки металлов применяют горелки, в которых кислород и горячий газ смешиваются при подаче их из баллонов, где они находятся в сжатом состоянии.

Станины многих станков, прессов и других машин делают сварными; заготовки вырезают на специальных машинах с копирующим устройством или программированным автоматическим управлением.

Термическая обработка металлов. Нагрев и охлаждение кристаллического металлического вещества, проводимые с различными скоростями, приводят к заметным и существенным изменениям структуры, то есть внутреннего строения металла.

Различают пять видов термической обработки по А. А. Бочвару: 1) отжиг первого рода, или рекристаллизационный (без фазовых превращений); 2) отжиг второго рода (с фазовыми

превращениями); 3) закалка; 4) отпуск; 5) химико-термическая обработка.

Отжиг первого рода — процесс термической обработки, заключающийся в нагреве детали до температуры ниже фазовых превращений (они определены в металловедении и известны специалистам), выдержке при этой температуре и последующем медленном охлаждении с заданной скоростью. Отжиг такого вида применяют для снятия упрочнения в результате холодной пластической деформации и остаточных напряжений после неравномерного охлаждения, пластической деформации, литья.

Отжиг второго рода заключается в нагреве детали до температуры выше температуры фазовых превращений, продолжительной выдержке и последующем медленном охлаждении с заданной скоростью. Он применяется для снятия остаточных напряжений, улучшения обрабатываемости резанием и пластичности, устранения структурной неоднородности и для подготовки к последующей термической обработке других видов.

При всех видах отжига не допускаются перегрев и пережог стали. Перегрев стали — брак исправимый: образовавшуюся крупнозернистую структуру можно изменить повторным отжигом. Пережог стали — брак неисправимый, так как сильно окисленные границы кристаллических зерен теряют связь и металл начинает разрушаться.

Процесс *нормализации* (разновидность отжигов) заключается в нагреве стали выше температуры начала фазовых превращений (на 30—50° С), выдержке при этой температуре и охлаждении на спокойном воздухе. Нормализация применяется для получения мелкозернистой структуры, повышения прочности и вязкости, а также однородности структуры и улучшения обрабатываемости стали (в частности, при токарной и фрезерной обработке).

Закалка осуществляется путем нагрева детали выше температуры фазовых превращений, выдержки при этой температуре и быстрого (в этом принципиальное отличие от режимов отжига) охлаждения. Основная цель закалки стали (в частности, инструментальной) — получение высокой прочности, твердости, износостойкости и других свойств.

Способность стали закаливаться на определенную глубину называется *прокаливаемостью*.

При охлаждении в процессе закалки возникают остаточные напряжения — структурные и термические. Их уровень снижается при правильном погружении деталей в закалочную среду.

Отпуск является завершающей операцией термической обработки, формирующей структуру, а следовательно, и свойства стали. Отпуск заключается в нагреве стали до различных температур (высокий, средний, низкий), выдержке при этой температуре и охлаждении с разными скоростями. Цель отпуска — снятие остаточных напряжений, возникающих при быстром охлаж-

дении в закалочных ваннах, и получение необходимой структуры.

В промышленности при различных видах термической обработки применяют разные способы нагрева: в печах, в индукционных нагревателях токами высокой частоты, при контактном электронегреве, в электролите, а также плазмой и с помощью лазеров.

Процесс *химико-термической обработки* заключается в нагреве стали (и других сплавов) до определенной температуры в среде веществ, диффундирующих (проникающих) в поверхностный слой металла, выдержке при этой температуре и охлаждении.

Химико-термическая обработка производится в целях поверхностного упрочнения (повышения прочности, твердости, красностойкости и т. д.).

Наибольшее применение в машиностроительной промышленности получили такие виды химико-термической обработки, как цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация.

Цементация — это процесс поверхностного насыщения малоуглеродистой стали углеродом. Цементацию производят в различных средах, содержащих углерод (карбюризаторах), — твердой, газовой и жидкостной. Процесс проводят при температуре 840—1000 °С в течение 0,3—10 ч в зависимости от марки стали и состава карбюризатора. Концентрация углерода в поверхностном слое достигает 0,9—1,2%.

Цементации подвергаются детали из углеродистой и легированной стали с содержанием углерода не более 0,2%.

Азотирование применяется для повышения твердости, износостойкости, прочности, сопротивления коррозии и жаропрочности. Процесс азотирования стальных деталей заключается в поверхностном насыщении азотом в среде аммиака (NH_3) при температурах нагрева 500—700 °С в течение 20—90 ч. Глубина азотированного слоя допускается в пределах 0,2—0,8 мм.

Цианирование — процесс упрочнения поверхности стальных деталей насыщением углеродом и азотом в твердой, жидкостной или газовой среде. Различают низкотемпературное (500—550 °С) и высокотемпературное (900—950 °С) цианирование. Время выдержки — 1,2—3,0 ч, глубина цианированного слоя обычно небольшая — 0,02—0,08 мм. Цианированию часто подвергают режущие и измерительные инструменты. Стойкость их после такой обработки увеличивается в 1,5—2 раза.

Диффузионная металлизация — процесс поверхностного упрочнения стальных деталей путем диффузионного насыщения поверхностного слоя металлами — хромом (хромирование), алюминием (алитирование), кремнием (силицирование). Диффузионную металлизацию проходят детали из сталей, цветных сплавов и чугунов для повышения износостойкости, жаропрочности и повышения сопротивления коррозии.

Контрольные вопросы

1. Каков путь металла от руды до машиностроительного изделия (например, токарного резца или шатуна велосипедной педали)?
2. Что необходимо для осуществления процесса литья стальной детали, процесса обработки металлов давлением?
3. С какой целью и как производят термическую обработку металлов, химико-термическую обработку металлов?
- 4*. Какой шатун при равных прочих условиях имеет большую прочность: литой или штампованный?
- 5*. Чему равен объем заливки для изготовления одной детали литьем?
- 6*. Как различаются твердости поверхностных слоев и сердцевины детали, подвергнутой цементации?
- 7*. В каких случаях применяют холодную или горячую объемную обработку металлов давлением?

Задания

1. Найдите 3—4 детали (бытовых изделий, известных машин и др.), изготовленных литьем.
2. Найдите 3—4 детали (бытовых изделий, известных машин и др.), изготовленных обработкой металлов давлением.
3. Составьте упрощенную технологию изготовления металлического чайника.

7. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ СО СНЯТИЕМ СТРУЖКИ

Изучение процесса обработки металлов со снятием стружки имеет практический интерес, так как для проектирования режущего инструмента и станков, создания технологических условий получения заданных чертежом точности и шероховатости поверхности обрабатываемых деталей необходимо понимание комплекса физических явлений, происходящих при тчении, фрезеровании, шлифовании, строгании и других видах обработки.

Сущность процесса резания. Сущностью процесса резания является разрушение (нарушение сплошности) обрабатываемого материала под действием инструментов и приложенных внешних сил. Но разрушение это должно быть управляемым.

С позиций строения металлического вещества разрушение — это разрыв электрических сил взаимодействия атомов, связей кристаллической решетки. С позиций механики деформируемых тел разрушению предшествует упругая и пластическая деформация материала в процессе внедрения инструментов (резца, фрезы, зерен шлифовального круга).

Разрушение характеризуется стружкообразованием, т. е. при обработке часть материала отделяется от заготовки, превращается в стружку.

* Здесь и далее звездочкой отмечены вопросы и задания повышенной трудности.

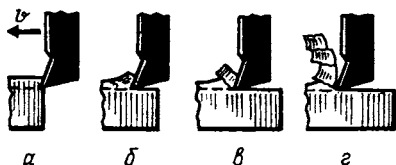


Рис. 10. Последовательность образования стружки (по И. А. Тиме).



Рис. 11. Виды стружки:
а — сливная; б — скалывания; в — надлома.

Стружкообразование. На рис. 10 рассмотрена последовательность образования стружки. В первый момент происходит соприкосновение резца с деталью (рис. 10, а), затем приложение внешних сил (движение инструмента со скоростью v) приводит к возникновению упругих деформаций в инструменте и в заготовке. Металл обрабатываемой детали начинает оказывать сопротивление внедрению в нее острия (клина) инструмента (резца, фрезы и др.). Дальнейшее внедрение клина инструмента в заготовку вызывает пластическую деформацию в обрабатываемом материале, т. е. смещение одной части заготовки по отношению к другим (рис. 10, б). При этом сопротивление материала внедрению в него инструмента нарастает, приводя к увеличению энергетических затрат на стружкообразование.

Рост напряжений и деформаций в элементе снимаемого объема материала приводит к пластической деформации сдвига. При этом выявляется плоскость, по которой происходит сдвиг (рис. 10, в). Эта плоскость обычно называется (по И. А. Тиме) *плоскостью скалывания*.

Продолжение процесса ведет к образованию 2-го, 3-го и т. д. элементов стружки (рис. 10, г).

И. А. Тиме дал поныне действующую классификацию стружек, разделив их на сливную, скалывания и надлома (рис. 11).

Сливная стружка получается при обработке вязких и пластичных материалов при определенных режимах резания. Наружная прирезцовая сторона сливной стружки гладкая, блестящая, внутренняя — матовая, с множеством мелких зазубрин (следов сдвига).

Стружка скалывания получается при обработке материалов средней твердости и твердых в определенных режимах резания. Наружная сторона стружки скалывания гладкая, блестящая, внутренняя — в крупных зазубринах; ясно видны отдельные элементы стружки.

Стружка надлома образуется при обработке хрупких (чаще всего твердых, малопластичных) материалов. Эта стружка состоит из отдельных кусков.

В условиях производства вид стружки имеет большое значение. Наиболее безопасна для рабочего стружка цилиндрической или конической формы в виде отрезков длиной 30—80 мм при диаметре до 20 мм.

Таким образом, различия стружки объясняются различными механическими характеристиками обрабатываемого материала (пластичность, вязкость, твердость), геометрией резцов (величина углов, наличие специальных стружколомательных и стружкозавивательных порожков, канавок), параметрами режима резания (частота вращения, глубина резания, подача).

Длина стружки всегда значительно меньше длины пути, пройденного резцом. При этом стружка оказывается толще снимаемого резцом слоя (глубины резания). Это явление называют *усадкой стружки*.

При обработке пластичных материалов на передней части резца образуется *нарост* — застойное накопление материала обрабатываемой заготовки. Нарост приваривается к поверхности резца, изменяет его геометрию.

Пластическая деформация металла всегда (см. § 7) приводит к *упрочнению* его. Стружкообразование и резание вызывают достаточно большие пластические деформации (ведь чтобы разрушить материал, надо израсходовать весь запас его пластичности).

Очевидно, что в результате обработки резанием происходит упрочнение материала стружки и заготовки по обработанной поверхности.

Баланс энергии. Всю необходимую для обработки резанием энергию станок получает из электрической сети. Большая часть электрической энергии расходуется на процесс стружкообразования. Работа, затрачиваемая на стружкообразование, включает работу упругого и пластического деформирования материала в зоне резания, работу на образование новых поверхностей (т. е. на разрушение электрических сил между атомами кристаллической решетки), работу сил трения на поверхностях контакта резца со стружкой и обрабатываемой детали. Возникает вопрос: куда девается столь большой запас энергии (работы) при резании? Эта энергия преобразуется в теплоту. Действительно, при обработке резанием стружка, деталь, резец заметно нагреваются. Стружка может иметь температуру до 450 °С, а температура режущей кромки резца может достигать 800—900 °С.

Тепловыделение при резании существенно зависит от сил резания, режимов обработки, геометрии режущего инструмента. Высокие температуры могут привести к уменьшению стойкости инструментов, снижению точности и качества обработки. Вот почему в зону резания подают смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые уменьшают силы трения и отводят выделившееся тепло.

Износ инструмента. Большие давления, трение, тепловыделение приводят к износу инструмента — происходит изменение геометрии режущих кромок, поверхностей. Это, в свою очередь, снижает стойкость инструмента.

Стойкостью инструмента называется его способность сохра-

нять в рабочем состоянии свои контактные поверхности и режущие кромки. Эта способность оценивается периодом стойкости, т. е. временем работы инструмента от заточки до переточки.

Стойкость инструмента зависит от материала обрабатываемой детали, материала, из которого сделана рабочая часть инструмента, от режимов резания, эффективности СОЖ, геометрии инструмента и его установки, состояния станка и других факторов.

Нарушения установленных технологией режимов и правил обработки могут привести к поломкам инструмента (в том числе дорогостоящего).

Контрольные вопросы

1. В чем сущность процесса резания?
2. Можно ли уподобить процесс резания процессу внедрения клина?
3. Какие силы преодолеваются при резании металлов (с позиций общей теории строения металлического вещества)?
4. Как связаны во времени упругая, пластическая деформации и разрушение металла при обработке резанием?
5. Изменением каких факторов можно управлять процессом разрушения металла при обработке резанием (на примерах токарной и фрезерной обработки)?
6. На какой стадии стружкообразования происходит пластическая деформация?
7. Какие факторы оказывают влияние на вид стружки, образующейся при резании на токарном станке?
8. Какие явления наблюдаются при резании металлов?
9. Чем объяснить, что обработанная резанием поверхность имеет твердость выше твердости заготовки?
10. Куда и как расходуется энергия, потребляемая электродвигателем станка из электросети?
11. Какую работу необходимо совершить для образования стружки при обработке резанием?
12. Почему происходит нагрев стружки, детали и инструмента при обработке резанием?

Лабораторно-практическая работа № 1. Определение припусков на обработку

Цель: ознакомление с практикой определения припусков и выбора заготовок.

Оснащение: рабочие чертежи и образцы деталей (подбираемые учителем, исходя из местных условий), подлежащих токарной или фрезерной обработке; измерительный инструмент.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу (или образцу) детали охарактеризовать необходимую заготовку: а) описать форму детали; б) определить или измерить габаритные и другие размеры, необходимые для выбора заготовки; в) определить минимальные припуски на обработку (с помощью справочной литературы); г) определить минимально возможные размеры заготовки; д) выбрать заготовку с учетом ГОСТов на размеры и форму проката.

2. На рабочий чертеж детали нанести контуры выбранной заготовки.

3. По рабочему чертежу и заготовке определить возможность изготовления из нее указанной на чертеже детали. Для этого необходимо: а) внимательно осмотреть заготовку в целях выявления возможных дефектов поверхности (трещины, раковины и др.) и формы; б) измерить габаритные размеры заготовки и убедиться в их правильности.

4. При выборе заготовки предусмотреть необходимость ее закрепления на станке (в шпинделе токарного станка, на столе фрезерного), а также возможность изготовления нескольких деталей из одной заготовки.

5. Дать предложения по использованию заготовок, полученных прогрессивными методами (отливок, поковок и др.), для изготовления данной детали, определить экономию металла и снижение трудоемкости.

Лабораторно-практическая работа № 2.

Выбор режущего инструмента по видам токарных и фрезерных работ

Цель: ознакомление с практикой выбора режущего инструмента для выполнения основных токарных и фрезерных операций.

Оснащение: рабочие чертежи и образцы деталей, полученных токарной и фрезерной обработкой; заготовки для изготовления этих деталей; основной режущий инструмент (резцы, фрезы, сверла, метчики и др.); измерительный инструмент.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу (или образцу) детали выбрать заготовку, назначив припуски на обработку.

2. По рабочему чертежу (или образцу) детали определить элементы, получаемые токарной и фрезерной обработкой.

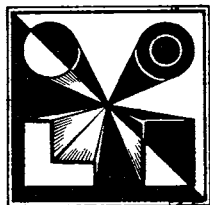
3. Для выполнения каждой токарной и фрезерной операции подобрать режущий инструмент.

4. Обосновать мотивы выбора того или иного инструмента.

5. Осмотреть выбранный инструмент, убедиться в его исправности.

6. Результаты выполнения работы занести в таблицу:

Токарная и фрезерная операция	Эскиз	Режущий инструмент



8. МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

В машиностроении и других отраслях промышленности для изготовления различных деталей машин и приборов используется огромное количество конструкционных материалов. Одни из них обладают значительной прочностью при относительно низкой плотности, другие имеют хорошую электропроводность, третьи — низкую электропроводность, но достаточно хорошую обрабатываемость резанием, четвертые в расплавленном состоянии достаточно жидкотекучи для получения сложных отливок.

Конструктор при назначении материала для изготовления той или иной детали учитывает большое число факторов, к главным из которых можно отнести служебные свойства детали, стоимость материала, его обрабатываемость тем или иным способом, возможности использования отходов, дефицитность.

Стоимость материала существенно зависит от количества и стоимости сырья, энергетических затрат на производство материала, экологической приемлемости технологии производства данного материала (не велики ли потребности в воде, кислороде воздуха, не велики ли выбросы в атмосферу, сбросы в водоемы, неиспользуемые отходы).

Все машиностроительные конструкционные материалы можно разделить на металлы и неметаллы (рис. 12). В свою очередь, металлы делятся на черные и цветные. Черные металлы включают стали и чугуны, т. е. сплавы железа (Fe) с углеродом (C) и другими химическими элементами.

Металлы принципиально отличаются от неметаллов кристаллическим строением.

Машиностроительные материалы различаются по виду поставки в обрабатывающие цехи предприятий. Так, металлы поставляются в виде слитков, отливок, прутков различного поперечного сечения, листов, полос и рулонов.

Механические, физико-химические и технологические свойства материалов в значительной степени определяют технологические параметры обработки. Так, например, содержание углерода в стали влияет на ее механические свойства, на сопротивление резанию резцами или пластическому деформированию в штампах, а различная теплопроводность сталей среди других факторов определяет шероховатость (чистоту) поверхности деталей, получаемых точением на токарных станках.

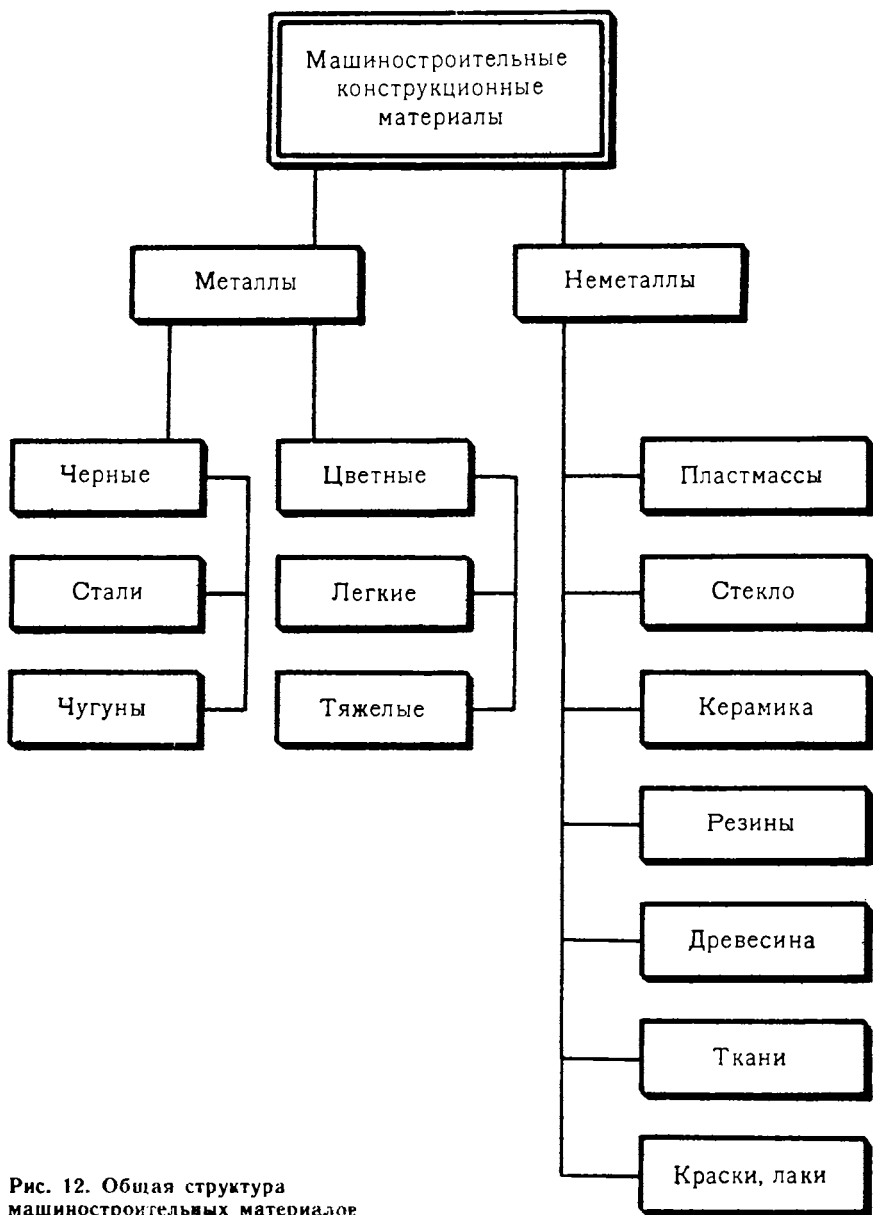


Рис. 12. Общая структура машиностроительных материалов

Машиностроительные материалы имеют маркировку, по которой с помощью справочников квалифицированные рабочие, инженеры и техники могут определить химический состав материала, а также различные его свойства.

К физическим свойствам металлов относятся цвет, плотность, плавкость, электропроводность, магнитные свойства, теплопроводность, теплоемкость, расширяемость при нагревании и фазовых превращениях; к химическим — окисляемость, растворимость, коррозионная стойкость; к механическим — упругость, пластичность, прочность, твердость, вязкость, хрупкость; к технологическим — прокаливаемость, жидкотекучесть, пластичность, обрабатываемость резанием, свариваемость.

Основные понятия теории сплавов. Металлическими сплавами называют сочетание двух или нескольких металлов и неметаллов, у которых сохраняются металлические свойства. Большинство сплавов получают в жидком состоянии, т. е. сплавлением. Сплавы могут быть получены также спеканием, электролизом, конденсацией из парообразного состояния и другими способами.

Химические элементы или их соединения в составе сплава называют компонентами.

При затвердевании расплавов образуется кристаллическая решетка, т. е. атомы компонентов располагаются в пространстве в определенной последовательности. Неравномерность фазового состава и охлаждения приводит к образованию зеренной структуры, называемой *поликристаллической* (рис. 13). Размеры зерен значительно превышают атомные расстояния, но сохраняются благодаря силам электрического взаимодействия между атомами.

У большинства реальных металлов в строении кристаллической решетки имеются различные несовершенства — *дислокации* (рис. 14). Число дислокаций не постоянно, а зависит от процессов термической и механической обработки. Чем больше

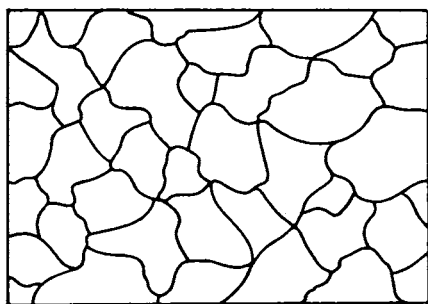


Рис. 13. Поликристаллическая зеренная микроструктура стали с малым содержанием углерода.

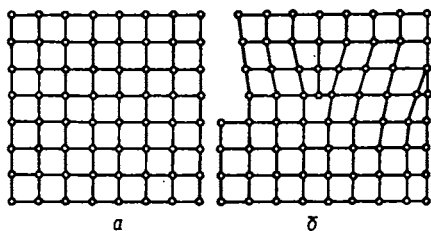


Рис. 14. Прохождение дислокаций через кристалл с кубической решеткой:

а — совершенный кристалл; б — дислоцированный кристалл.

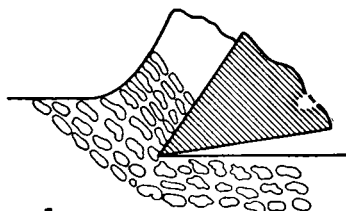


Рис. 15. Модель образования деформированной структуры металла в процессе резания со сливной стружкой.

дислокаций в реальных металлах, тем больше, при прочих равных условиях, прочность и сопротивление деформированию. Однако и при очень малой плотности дислокаций (возможной при особых условиях кристаллизации чистых металлов и специальных сплавов) металлы обладают большой прочностью, в несколько раз превышающей прочность реальных металлов. Металлы без дислокаций по строению приближаются к идеальным кристаллам.

Когда металл деформируется резцом или штампом, при приложении достаточной нагрузки происходит сложный процесс движения, зарождения и исчезновения дислокаций, который приводит к изменению размеров и формы зерен, т. е. образуется так называемая деформированная структура (рис. 15).

Чем больше примесей, компонентов в сплаве, тем более вероятно увеличение количества дислокаций.

В результате деформирования зерна изменяют свою форму и направление, что приводит к заметному различию свойств в разных направлениях, например вдоль и поперек прокатки толстых листов и полос. Это различие свойств называется *анизотропностью*.

Изменение формы и размеров заготовок при их обработке всегда сопряжено с пластической деформацией, пластическим течением. При резании металлов пластическая деформация предшествует образованию стружки, при штамповке обеспечивает формоизменение.

При приложении нагрузок к реальным кристаллам металлов одна часть кристалла не скользит по другой подобно движению твердого тела по плоскости, т. е. сдвиг не происходит сразу по всей плоскости скольжения. Сдвиг начинается в точке дефекта в кристалле и распространяется при внешних нагрузках на расстояния, значительно меньшие тех, которые потребовались бы при одновременном скольжении какого-либо целого блока атомов.

По мере формоизменения число дислокаций увеличивается и дальнейшее их движение затрудняется, что приводит к увеличению требуемого деформирующего усилия, т. е. к повышению прочности. Изменение механических, физических и других свойств по мере увеличения деформации называется упрочнением или наклепом (нагартовкой).

Чугуны и стали. Чугун и сталь являются сплавами железа с углеродом и другими компонентами. Чугун содержит более 2% углерода, сталь — менее 2% углерода. Если в стали 0,6 ... 2,0% С, то ее называют высокоуглеродистой, если 0,25 ... 0,60% С — среднеуглеродистой, если углерода меньше 0,25% — низкоуглеродистой.

Для повышения прочности чугуны легируют (хромом, никелем, молибденом и другими металлами) и обрабатывают термически отжигом, закалкой и отпуском.

Высокопрочный чугун применяют для отливок коленчатых валов, распределительных валов, зубчатых колес и других деталей, которые потребуют токарной и фрезерной обработки.

Ковкий чугун — условное название пластичного и вязкого чугуна. Его не обрабатывают ковкой на молотах или прессах, а используют для получения отливок. Ковкий чугун дешевле стали, обладает хорошими механическими свойствами и стойкостью к коррозии. Из него изготовляют отливки станин станков, зубчатых колес, картеры задних мостов автомобилей и сельхозмашин.

Свойства сталей существенно зависят от примесей и легирующих элементов. Кроме углерода, в сталях всегда присутствуют кремний, марганец, сера и фосфор.

Классификация сталей приведена на рис. 16.

Углерод является основной примесью, от его содержания зависят механические свойства стали. С увеличением содержания углерода увеличиваются прочность, твердость, сопротивление деформированию и уменьшается пластичность стали.

Кремний и марганец в углеродистой стали содержатся в десятых долях процента и существенного влияния на механические свойства стали не оказывают. Сера и фосфор обычно составляют до 0,05% и, являясь вредными примесями, ухудшают свойства сталей. Однако в так называемых автоматных сталях (с содержанием углерода до 0,3%) допускается повышенное содержание фосфора и серы (до 0,15%) для облегчения снятия стружки и улучшения качества поверхности обрабатываемых деталей, в частности при нарезании резьб.

Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества маркируются буквами Ст и порядковым номером от 0 до 7 в зависимости от химического состава и механических свойств (номер не указывает на содержание углерода). Маркировка стали также отражает степень раскисления и способ выплавки. Например, марка ВКСтЗпс обозначает «сталь обыкновенного качества группы В, выплавленная кислородно-конверторным способом, полуспокойная». В других марках сталей буква М — мартеновская, а «сп» и «кп» — спокойная и кипящая соответственно.

Конструкционные углеродистые качественные стали имеют меньшее содержание вредных примесей и неметаллических включений. Маркируются они так: сталь 08кп, сталь 45, сталь 30Г и т. д. Число обозначает содержание углерода в сотых долях процента, буква Г указывает на повышенное содержание марганца.

Качественная углеродистая конструкционная сталь применяется для изготовления деталей машин.

Легируемые стали выплавляются качественными, высококачественными и особо высококачественными. В маркировках последних в конце марки ставится буква А или Ш соответ-



Рис. 16. Упрощенная классификация сталей.

ственно. Легированные стали маркируются, например, так: 30ХГСА, 30ХГСШ, 45ХН, Х12М, 4ХВ4ФСМ, 9ХВГ, 10Х14Г14Н3. Числа в начале марки обозначают содержание углерода в сотых или десятых долях процента, числа после букв указывают на содержание легирующих элементов в процентах; если число отсутствует — содержание элемента до 1%.

По назначению легированные стали (как и все стали вообще) делятся на конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами.

По ГОСТу конструкционные легированные стали подразделяются на 13 групп, названия которых определяются основными легирующими элементами. Легирующие элементы обозначаются буквами:

Х — хром;	Д — медь;	Ф — ванадий;	Г — марганец;
Н — никель;	В — вольфрам;	К — кобальт;	Т — титан;
М — молибден;	С — кремний;	Р — бор;	Ю — алюминий.

Требования к свойствам сталей в современных отраслях промышленности весьма разнообразны. Это продиктовало необходимость создания *сталей и сплавов с особыми свойствами*. Маркировка этих сталей не отличается от маркировки других легированных сталей.

Среди специальных сталей можно выделить нержавеющие (коррозионностойкие), жаропрочные, износостойкие.

Инструментальные стали будут подробно рассмотрены в § 12 этой главы наряду с другими материалами для изготовления режущего инструмента.

Цветные металлы и сплавы. Современное машиностроение, приборостроение, медицинская техника, авиация и космическая техника используют почти все цветные металлы и сплавы на их основе. Сведения о них можно найти в специальной справочной литературе. Мы же остановимся на наиболее распространенных цветных металлах и их сплавах, которые находят широкое распространение в машиностроении и обрабатываются на токарных и фрезерных станках.

К сплавам на медной основе относятся: латуни — сплавы меди с цинком; бронзы — все другие медные сплавы.

По сравнению с чистой медью латуни прочнее, пластичнее и тверже. Кроме того, они жидкотекучи и коррозионностойки. Так как цинк дешевле меди, латунь также дешевле меди.

По ГОСТу марки латуни обозначаются буквой Л и числом, указывающим долю меди в сплаве. Например, марка Л62 — латунь, содержащая около 62% меди и 38% цинка. Латуни могут быть легированы; легирующие элементы обозначаются: Ж — железо, Мц — марганец, Н — никель, О — олово, К — кремний, С — свинец. Например, марка латуни ЛЖМц59-1-1 обозначает многокомпонентную (специальную) латунь, содержащую

примерно 59% меди, 1% железа, 1% марганца (остальное — цинк).

Бронзы являются сложными многокомпонентными сплавами и бывают оловянистыми, алюминиевыми, кремнистыми, свинцовыми, никелевыми, бериллиевыми и др.

По ГОСТу бронзы маркируются буквами Бр, за которыми следуют буквы условных обозначений компонентов и легирующих элементов, затем числами указывается процентный состав компонентов. Так, например, БрАЖМц10-3-1,5 означает алюминиевую бронзу, содержащую 10% алюминия, 3% железа, 1,5% марганца (остальное — медь). Обозначения элементов такие же, как для специальных латуней; кроме того, используются обозначения: Ц — цинк, Ф — фосфор, Б — бериллий.

Большое применение имеют также медно-никелевые сплавы: мельхиоры, нейзильберы и др.

К легким сплавам относятся сплавы на основе алюминия, магния и титана.

Алюминиевые сплавы чаще всего содержат кремний, медь или магний. Сплавы алюминия с кремнием называются силиумами, их обозначают АЛ и цифрой, например АЛ2, АЛ4.

Алюминий, легируемый медью, марганцем, магнием, называют дуралюмином; такие сплавы обозначают Д1 ... Д16.

В качестве жаропрочных применяют ковочные алюминиевые сплавы — они хорошо обрабатываются горячей объемной штамповкой. Такие сплавы обозначаются буквами АК и цифрой, например АК4, АК8.

Пластичные, термически не упрочняемые сплавы, например АМц и АМг, содержат марганец или магний.

Алюминий и сплавы на его основе широко применяют в авиационной промышленности, судостроении, электротехнике, автомобиле- и тракторостроении, промышленных и гражданских сооружениях, в оптике, для изготовления бытовых приборов и др.

В магниевых сплавах в качестве легирующих элементов применяют алюминий (до 9,2%), цинк (до 6%), марганец (до 2,5%), а также церий и цирконий.

К эксплуатационным и технологическим преимуществам магниевых сплавов относятся малая плотность (около 1,8 г/см³), химическая стойкость к щелочам, бензину и хорошая обрабатываемость режущим инструментом.

Магниевые сплавы МА1 ... МА5 и другие, как и алюминиевые, нашли применение в основном в авиационной и судостроительной промышленности, хотя в последние годы из них изготавливают детали автомобилей, тормозные барабаны, детали электротехнического оборудования, бытовые приборы.

В титановых сплавах типовыми добавками являются алюминий, хром, молибден, ванадий, олово. Окисление и насыщение титановых сплавов водородом, кислородом и азотом снижают его пластичность. У титановых сплавов с повышением

температуры резко возрастает химическая активность к газовым и металлическим примесям.

Титановые сплавы маркируют буквами ВТ и цифрой, например ВТ1, ВТ3, ВТ8, ВТ14, ВТ15.

К преимуществам титановых сплавов относят небольшую плотность ($4,5 \text{ г/см}^3$), высокие прочность, коррозионную стойкость и жаропрочность.

Из титановых сплавов изготавливают поковки для летательных аппаратов, специальных машин. Литейные сплавы (ВТ5Л, ВТ21Л и др.) обладают хорошей жидкотекучестью и плотностью отливок, но их плавку по причине химической активности нагретого титана ведут в защитной атмосфере или в вакууме.

Антифрикционные сплавы. В качестве материалов, обладающих высокими механическими свойствами при повышенных температурах, низким коэффициентом трения, высокой теплопроводностью, микропористостью для удержания смазки, хорошей обрабатываемостью и другими свойствами, используют серый чугун, оловянистую и свинцовую бронзы, баббиты, порошковые материалы.

Баббиты представляют собой сплав сурьмы, меди, свинца, олова с легирующими добавками кадмия, никеля, мышьяка, кальция, натрия.

Детали многих машин, инструменты и другие изделия в современном машиностроении делают из металлических и керамических порошков. Порошок прессуют до получения заданной формы, спекают в печах, затем обрабатывают резанием либо штамповкой. К наиболее распространенным изделиям из порошковых материалов относятся детали инструментов, изготовленные из так называемых твердых сплавов.

В последние годы из порошка делают многие автомобильные детали, в том числе и нагруженные детали трансмиссии, двигателя.

Контрольные вопросы

1. Из каких конструкционных машиностроительных материалов сделаны заготовки, обрабатываемые точением и фрезерованием?
2. Какие металлы называются черными?
3. К каким металлам относится латунь?
4. В чем принципиальное отличие химического состава стали и чугуна?
- 5*. Можно ли по маркировке конструкционных материалов составить предварительное заключение об их обрабатываемости резанием?
6. Где выше содержание углерода — в стали 45 или в стали 30Г?
- 7*. Какой материал будет легче обрабатываться резанием — сталь 30ХГСА или сталь 30Г?
8. Какими преимуществами обладают цветные сплавы по сравнению с черными?
9. Какие сплавы называются латунями?
10. Каков химический состав бронзы БрАЖМц10-3-1,5?
11. Какие сплавы называются дуралюминами?

12. Чем руководствуется конструктор при выборе и назначении конструкционных материалов для изготовления деталей машин?

13. Какие детали токарного станка изготовлены из чугуна?

14*. Возможно ли изготовление токарного резца из чугуна?

Задания

1*. С помощью операционных карт обработки (в них обязательно указывается материал обрабатываемой заготовки) найдите в цехе три детали: из латуни, дуралюмина, стали. После внимательного рассмотрения заполните в тетради следующую таблицу:

Материал	Цвет	Твердость	Плотность
Латунь Дуралюмин Сталь			

Твердость и плотность определите относительно, т. е. узнайте, для какого из металлов она имеет наибольшее, наименьшее и среднее значение.

2. С помощью периодической системы элементов и справочных данных школьных учебников заполните таблицу сведений об элементах, входящих в химический состав бронзы БрАЖМц10-3-1,5 и латуни Л62:

Название элемента	Порядковый номер в таблице Д. И. Менделеева	Плотность	Процентное содержание в сплаве

9. МЕХАНИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ)

Пригодность металлов и сплавов для изготовления деталей машин и приборов определяется их физико-химическими, механическими и технологическими свойствами. При токарной или фрезерной обработке эти свойства обуславливают получение заданной чертежом точности, качества поверхности, а также износ режущего инструмента, затраты энергии на обработку, выбор смазочно-охлаждающих жидкостей и других параметров технологического процесса обработки. При изготовлении многих машиностроительных деталей приходится учитывать температурное расширение, изменение магнитных свойств в результате обработки, упругость системы станок — приспособление — инструмент — деталь (СПИД).

Без знания механических свойств металлов и сплавов весьма трудно обработать на токарном или фрезерном станке даже

относительно простую деталь, так как без учета сопротивления различных металлов и сплавов резанию невозможно, например, произвести экономически целесообразный выбор режимов резания.

Стали и чугуны, цветные металлы и сплавы характеризуются, в первую очередь, механическими свойствами. Для установления способности выдерживать различные нагрузки металлы подвергают статическим и динамическим механическим испытаниям, которые строго определены ГОСТами.

При статических испытаниях металл подвергается воздействию постоянной или медленно возрастающей силы, при динамических — воздействию удара или быстро возрастающей силы.

Испытания на растяжение. Для испытаний берут длинный цилиндрический стержень (длина образца равна 10—15 диаметрам его) и нагружают его с торцов растягивающей силой (рис. 17). Образец растягивают на разрывной машине, которая не только развивает усилие, но и фиксирует его значение, а также изменение длины испытываемого образца. Современные разрывные машины снабжены, кроме того, различными автоматическими записывающими устройствами, способными строить график «усилие — абсолютное удлинение образца».

Изменение длины образца фиксируется на расчетной (базовой) длине l_0 , а первоначальная площадь его поперечного сечения (площадь круга) обозначается S_0 . По мере растягивания образца усилием машины его длина увеличивается, а площадь поперечного сечения уменьшается. При этом, как показали специальные исследования, объем образца, а также плотность материала практически не изменяются.

График «усилие — абсолютное удлинение образца» называется

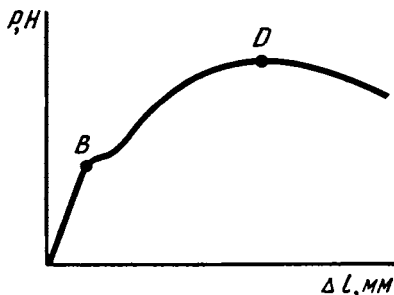
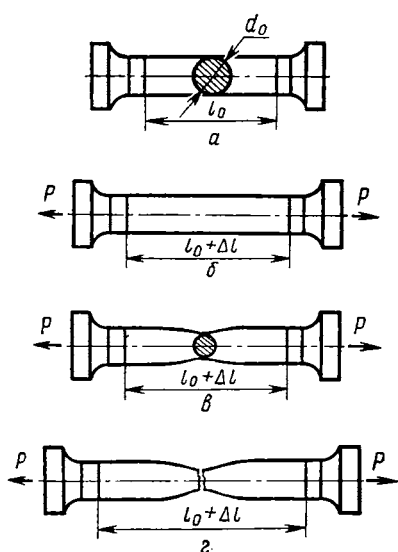


Рис. 18. Диаграмма растяжения стали (кривая упрочнения).

Рис. 17. Схема нагружения образцов при их испытании на статическое растяжение:

а — до растяжения; б — в начале пластической деформации; в — локализация деформации (образование шейки); г — в момент разрыва.

ся диаграммой растяжения (рис. 18). В начале нагружения (до точки B) происходит лишь упругая деформация образца, т. е. при снятии нагрузки образец, как пружина, восстановит свою первоначальную длину. Если же продолжать нагружать образец, то это приведет к его пластической деформации, характеризуемой необратимым увеличением длины и уменьшением поперечного сечения.

В сопротивлении материалов, расчетах деталей машин на прочность используется понятие о напряжениях. Напряжения характеризуют интенсивность внутренних сил, вызванных нагружением деформируемого тела (образца). Если отнести усилие деформирования в любой точке диаграммы растяжения к площади поперечного сечения образца S_0 , то условное напряжение будет равно (МПа):

$$\sigma = P/S_0.$$

Напряжение, при котором растягиваемый образец получает остаточное (необратимое) удлинение, равное 0,2% своей расчетной длины, называется условным пределом текучести и обозначается $\sigma_{0,2}$.

Точка D показывает наибольшую нагрузку, которую может выдержать образец. Условное напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествовавшей разрушению образца, называется пределом прочности при растяжении (временным сопротивлением разрыву) и определяется как

$$\sigma_b = P_D/S_0,$$

где P_D — нагрузка в точке D .

До точки D удлинение образца и сужение его поперечного сечения происходят равномерно по всей длине базы образца. По достижении точки D деформация образца сосредоточивается в так называемой шейке (т. е. в месте сужения поперечного сечения). При дальнейшем нагружении образца растягивающей силой в шейке происходит разрушение (разрыв).

Для оценки пластичности металла важно знать относительное удлинение δ и относительное сужение площади поперечного сечения ψ в процентах.

Относительное удлинение (в %) определяется отношением разности длины образца после разрыва $l_0 + \Delta l$ и расчетной длины образца к расчетной длине l_0 , т. е. $\delta = [(l_0 + \Delta l) - l_0]/l_0 \times 100 = \Delta l/l_0 \cdot 100$.

Очевидно, что в месте разрыва площадь поперечного сечения будет наименьшей. Относительное сужение (в %) будет определено как

$$\psi = (S_0 - S_1)/S_0 \cdot 100,$$

где S_0 — начальная площадь поперечного сечения образца, мм²;
 S_1 — площадь в месте разрыва, мм².

Для цилиндрического образца площади сечений могут быть определены через соответствующие диаметры. Тогда

$$\psi = (D_0 - D_1) / D_0 \cdot 100.$$

Таким образом, статическое испытание на растяжение дает характеристики прочности — предел упругости $\sigma_{\text{упр}} = P_B / S_0$ (см. рис. 18), предел текучести $\sigma_{0,2}$ и предел прочности σ_B , а также характеристики пластичности δ и ψ . Сопоставляя диаграммы растяжения и справочные характеристики прочности и пластичности, можно сравнивать сопротивление деформированию и способность металлов выдерживать без разрушения различные нагрузки.

Влияние температуры на свойства металла. В машиностроении многие виды обработки производятся с предварительным нагревом заготовок. С какой целью нагревают металл? Ответ на

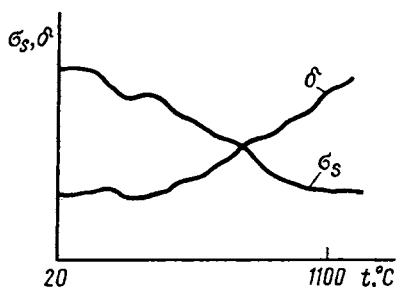


Рис. 19. Зависимость сопротивления деформированию (σ_s) и пластичности (δ) от температуры обработки стали.

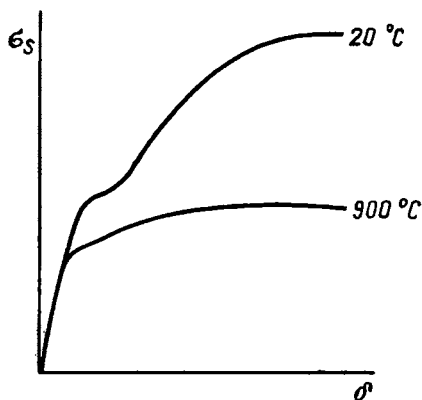


Рис. 20. Диаграмма растяжения стали при различных температурах испытания (в координатах «напряжение — деформация»).

этот вопрос дают графики зависимости характеристик прочности и пластичности от температуры (рис. 19). По мере нагрева металла сопротивление его деформированию (а также разрушению) уменьшается, а пластичность — растет.

Принципиальное отличие холодной пластической деформации от горячей выявляется сравнением диаграмм растяжения образцов при разных температурах (рис. 20). Холодная пластическая деформация характеризуется значительным ростом сопротивления деформированию по мере растяжения (увеличения деформации, относительного удлинения). При горячей деформации благодаря протекающим процессам рекристаллизации в структуре металла упрочнение (наклеп) не успевает произойти — зависимость сопротивления деформированию от относительного удлинения (т. е. пластической деформации) весьма слабая.

Испытания на твердость. Твердостью называется сопротивление материала проникновению в него другого, более

твердого тела, не получающего остаточных деформаций. Испытания металлов на твердость широко распространены, в первую очередь, потому, что известна взаимосвязь твердости и характеристик прочности, пластичности. В наиболее общих случаях чем выше твердость металла, тем выше прочность, сопротивление деформированию и ниже пластичность.

Испытания на твердость сводятся к одновременному измерению силы и глубины вдавливания специального инструмента (индентора) в поверхность испытываемого образца. Инденторами могут служить стальные шарики, алмазные конусы или пирамиды.

Наиболее часто испытания на твердость проводят на специальных приборах (прессах) по методу Бринелля, Роквелла, Виккерса. Общим недостатком этих методов является то, что отпечаток индентора на поверхности изделия может стать концентратором напряжений, повлиять на снижение прочности и работоспособности детали под эксплуатационными нагрузками в узлах машин.

Метод Шора (метод упругой отдачи) применяют в тех случаях, когда из-за опасности испортить поверхность готовой детали нельзя определить твердость методом вдавливания. Метод Шора основан на том, что твердость металлов прямо пропорциональна их упругости. Испытания проводят на специальном приборе — склероскопе: боек, падая с постоянной высоты, ударяется о поверхность детали и отскакивает на определенную высоту, зависящую от твердости испытываемого металла. Мерой твердости в этом случае является высота отскока бойка.

Метод Шора часто используется при измерении твердости больших по размерам и массе деталей (например, станин станков, валов механических прессов).

Требования автоматизации испытаний деталей на твердость, а также необходимость отказа от методов вдавливания с присущими им недостатками привели к разработке так называемых бесконтактных методов испытаний. В частности, была установлена зависимость силы намагничивания (коэрцитивной силы) от твердости металла: достаточно поместить деталь в электромагнитную катушку прибора, чтобы на экране осциллографа получить по кривой намагничивания (кривой гистерезиса) данные о соответствии твердости требованиям конструкторского чертежа.

Известны также приближенные методы определения твердости металлов: по искре при обработке абразивным кругом, по звуку удара молотком, царапанием напильником (твердость которого приблизительно известна) и др.

Испытания на ударную вязкость. Для режущих инструментов, деталей штампов и других деталей, подверженных ударным и вибрационным нагрузкам, важно знать потребную энергию разрушения. Такой характеристикой является ударная вязкость, равная работе, расходуемой для ударного излома образца, отнесенной к рабочей площади его поперечного сечения.

Испытания на ударную вязкость производят на маятниковых копрах: стандартный образец кладут на опоры копра. Маятник поднимают на высоту h_1 , при падении с этой высоты он разрушает образец и поднимается на высоту h_2 (в м). Работа, затраченная на разрушение образца, определяется (Дж):

$$A = G(h_1 - h_2),$$

где G — вес маятника, Н.

Тогда ударная вязкость подсчитывается как работа, отнесенная к площади S (в м) поперечного сечения образца в месте разрушения (Дж/м²):

$$a_n = A/S.$$

Термическую обработку инструментальных и штамповых сталей производят обычно с учетом заданных значений твердости, прочности и ударной вязкости.

Усталостные испытания. Усталостью (выносливостью) металла называется разрушение его под действием повторных или знакопеременных напряжений. Установлено, что металл, подвергающийся в эксплуатации знакопеременным нагрузкам (например, сжатие — растяжение, кручение в противоположных направлениях), повторяющимся с достаточно большой частотой, разрушается при напряжениях в отдельных случаях даже ниже предела текучести.

Сопротивление металла усталости характеризуется пределом выносливости (усталости). Пределом выносливости считается наибольшее напряжение, при котором образец выдерживает без разрушения заданное число циклов нагружений. Предел выносливости при изгибе и симметричном цикле нагружения обозначается σ_{-1} (Па). Существуют специальные машины для испытания на выносливость при повторно-переменном изгибе, повторной ударной нагрузке, кручении, сжатии и растяжении. Обычно такие машины оснащены компьютерами и устройствами регистрации параметров и необходимых расчетов, т. е. проведение испытаний и необходимых расчетов в значительной степени автоматизировано.

Технологические свойства материалов и методы их контроля. К технологическим свойствам металлов и других машиностроительных материалов относятся: жидкотекучесть, т. е. текучесть расплава, необходимая при изготовлении деталей литьем; пластичность, например способность выдерживать осадку без разрушения; штампуемость, например способность металлического листа под действием прессы в штампе формоизменяться в колпачок (стаканчик) без разрушения; свариваемость — способность выдерживать нагрузки после сварки; обрабатываемость резанием.

При токарной и фрезерной обработке следует учитывать обрабатываемость материалов резанием. Под обрабатываемостью резанием понимают способность материала обрабаты-

ваться со снятием слоя в стружку без разрушения (без вырывов на поверхности обрабатываемой детали, без трещин, без оплавления поверхности и др.), с учетом приемлемой стойкости режущего инструмента, изготовленного из экономически целесообразных материалов.

Существуют специальные стандартизованные методы и средства технологических испытаний, а также меры оценки пригодности металлов к тому или иному виду обработки.

10. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластмассы. Пластическими массами называют вещества с большим молекулярным весом, получаемые на основе синтетических или природных полимеров, способные при определенных температурах и давлении хорошо формоваться в изделия и сохранять полученную форму. Пластмассы в современной технике играют исключительно важную роль. Они широко применяются в машиностроении, приборостроении, электро- и радиотехнике, в быту и др.

К достоинствам пластмасс относятся: хорошие теплоизоляционные и диэлектрические свойства, оптическая и радиопрозрачность, упругость и эластичность, коррозионная стойкость, легкая формоизменяемость, устойчивость к атмосферным воздействиям и др. Однако пластмассы как конструкционные материалы обладают рядом недостатков: низкой теплостойкостью, склонностью к старению (изменению состава и структуры макромолекул при окислении, облучении и т. п.).

Источниками сырья для получения пластмасс служат природный газ, продукты нефти, уголь, ацетилен, древесина и др. В зависимости от химических свойств применяемых смол пластмассы, получаемые на их основе, подразделяются на две основные группы: термореактивные и термопластичные.

Термореактивные пластмассы в процессе изготовления горячим прессованием претерпевают ряд внутренних химических изменений и становятся непригодными к повторной переработке.

Термопластичные пластмассы не теряют пластичности под влиянием продолжительного нагрева и затвердевают лишь при охлаждении, причем готовые изделия могут подвергаться неоднократному повторному формованию.

Изделия из пластмасс получают прессованием, литьем под давлением, штамповкой листовых пластмасс и другими способами. Прессование — наиболее широко распространенный способ получения изделия из термореактивных пластмасс в пресс-формах, предварительно нагретых до 130—150 °С. В качестве основного оборудования для прессования используют гидравлические и механические прессы.

Пластмассы легко поддаются обработке на металлорежущих

станках инструментом из быстрорежущих сталей или твердых сплавов. Особенности обработки пластмасс обусловлены их специфическими свойствами и требуют выбора определенных режимов резания. В ряде случаев рабочая поверхность режущего материала в процессе резания обволакивается смолами, что затрудняет отвод стружки и ухудшает качество поверхности.

Абразивные материалы. Из абразивных материалов изготавливаются абразивные (шлифующие) инструменты — круги, ленты, шкурки, пасты. Микрорезцы (зерна) этого инструмента представляют собой частицы окиси алюминия, карбида кремния, синтетических или природных алмазов, удерживаемых связками на основе фенолформальдегидных смол или металлическими — на основе меди, олова, железа, алюминия и др.

Зерна обладают высокой твердостью, износостойкостью и теплоемкостью. Это позволяет обрабатывать твердые материалы, в том числе закаленные стали, металло- и минералокерамические твердые сплавы. Абразивные зерна срезают очень тонкие стружки с большой скоростью (40 м и выше), что дает возможность получить высокую точность, хорошее качество обработки поверхности и пр.

В маркировку абразивного инструмента входят обозначения абразивного материала, связки, зернистости, твердости.

В последнее время большое применение для заточки и доводки твердосплавленных резцов получил инструмент из естественных и синтетических алмазов, имеющий высокие твердость, износостойкость, теплопроводность и низкий коэффициент трения.

Древесные материалы. Древесные материалы имеют высокую удельную прочность (отношение прочности к массе) и легко обрабатываются вручную и на станках (пилением, строганием, сверлением, долблением, точением, фрезерованием и шлифованием).

Наиболее широко используется древесина сосны, ели, ольхи, дуба, бука, клена, липы, березы, ясеня и др.

Кроме натуральной древесины, в технике применяются фанера, шпон, а также древесные слоистые пластмассы, получаемые горячим прессованием пропитанных смолой тонких слоев древесины. Эти материалы обладают лучшими по сравнению с обычной древесиной механическими свойствами.

Древесные материалы используются в машино-, приборо-, аппаратостроении и в других отраслях промышленности для изготовления самых разнообразных изделий.

11. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Требования к материалам режущих инструментов. Режущая часть (режущий клин) инструментов (резца, сверла, фрезы, зенкера, шлифовального круга и др.) при работе подвергается исти-

рению, тепловым воздействиям и силовым нагрузкам. Такие условия работы определяют требования к материалам режущей части инструментов (рис. 21). Надо заметить, что перечисленные свойства противоречивы, таким образом, создание материалов для режущих инструментов становится сложной технической проблемой, решением которой заняты металлофизики, металловеды, технологи и экономисты.

Внедрение режущего клина в заготовку возможно лишь при условии, что материал инструмента тверже материала обрабатываемой детали. Твердость большинства конструкционных материалов ниже твердости соответствующего инструмента, однако под воздействием высокой температуры при резании твердость инструмента снижается и может оказаться недостаточной для осуществления резания. Свойство материала сохранять необходимую твердость при высокой температуре называется теплоустойчивостью, которая характеризуется критической температурой.

Рабочие части инструмента подвержены изгибу, растяжению, сжатию, часто испытывают ударные нагрузки. Поэтому пределы прочности на изгиб и сжатие, ударная вязкость являются основными показателями прочности инструментальных материалов.

При резании велики силы трения материала обрабатываемой заготовки об инструмент. Способность противостоять изнашиванию при трении также является важным свойством материала инструмента. Износостойкость характеризуется работой трения, отнесенной к величине стертой массы материала.

В качестве материалов для режущих инструментов применяются: конструкционные стали, инструментальные углеродистые, легированные и быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, композиты, алмазы.

Правильный выбор материала для режущих инструментов обеспечивает их приемлемую стойкость, возможность повышения производительности за счет увеличения скорости резания. Часто в конструкции инструмента комбинируют материалы: например, широко известны сборные конструкции резцов и фрез.

Инструментальные стали. Инструментальные стали применяются для изготовления корпусной и крепежно-присоединительной частей режущих инструментов (державки резцов, корпуса фрез, хвостовики сверл и др.). Если инструмент работает при низких скоростях резания, обрабатываемый материал имеет относительно небольшую твердость, а температура режущих кромок не превышает 250 °С, то режущие части инструмента можно изготавливать из углеродистых инструментальных сталей марок У7А, У8А, У10А, У13А и др.

Для повышения тех или иных свойств углеродистых инструментальных сталей в их состав вводят легирующие элементы, обозначаемые соответствующими буквами в марках стали (см. § 6). Например, высоколегированные стали ХВСГ, УХС, ХВГ и другие применяют для изготовления разверток, фасонных рез-

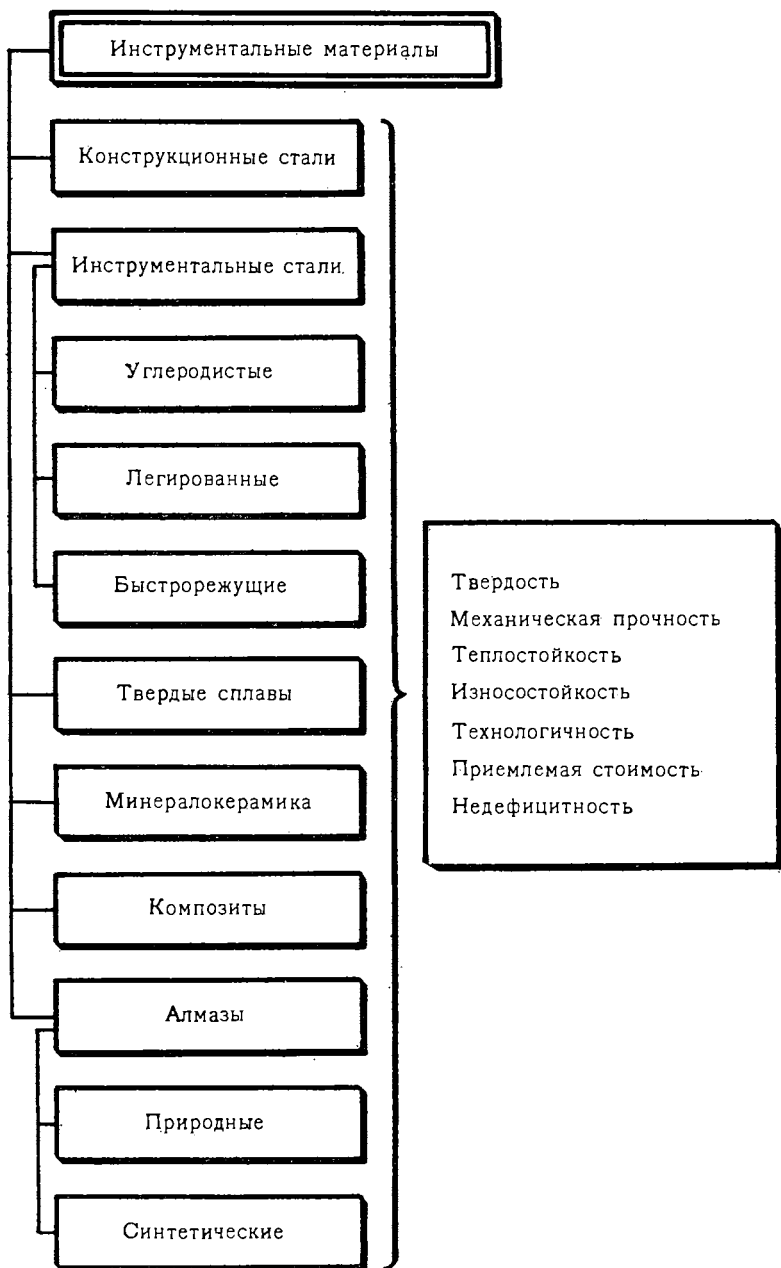


Рис. 21. Классификация материалов для изготовления режущего инструмента и предъявляемые к ним требования.

цов, сверл, концевых фрез, протяжек, метчиков и других инструментов.

Особую группу составляют быстрорежущие стали, содержащие от 6 до 18% вольфрама. Стали P18, P12, P9 относятся к вольфрамовым быстрорежущим, P6M3 и P6M5 — к вольфрамо-молибденовым, P18Ф2, P14Ф4, P9Ф5 — к вольфрамованадиевым, P9K5 и P9K10 — к вольфрамокобальтовым, P18K5Ф2, P10K5Ф5 и др. — к сложнoleгированным быстрорежущим.

Быстрорежущие стали отличаются высокой теплостойкостью (до 700 °С), что позволяет вести обработку с высокими скоростями резания.

Твердые сплавы. Отечественная промышленность выпускает свыше 20 марок твердых сплавов для изготовления режущих частей инструментов. Эти материалы представляют собой сплавы карбидов тугоплавких металлов с кобальтом, являющимся своеобразной связкой. Их получают методом прессования металл-порошков и последующего спекания заготовок элементов режущего инструмента (пластин, зубьев и др.).

Однокарбидные сплавы получают на основе карбида вольфрама и называют вольфрамокобальтовыми (группа ВК). В марках ВК2, ВК4, ВК6, ВК8 цифра показывает процентное содержание кобальта (остальное — карбиды вольфрама). Твердые сплавы этой группы наиболее прочные, их предельная теплостойкость — 950—1000 °С. Они применяются для обработки чугунов и цветных металлов точением и фрезерованием.

Двухкарбидные сплавы, помимо компонентов группы ВК, содержат карбиды титана и называются титановольфрамокобальтовыми (группа ТВК или ТК). В марках Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т30К4 число после буквы Т показывает процентное содержание карбидов титана, после К — содержание металлического кобальта (остальное — карбиды вольфрама). Сплавы этой группы более износостойки и менее прочны, чем сплавы группы ВК. Они применяются при обработке углеродистых и легированных конструкционных сталей точением и фрезерованием.

Трехкарбидные твердые сплавы по сравнению со сплавами группы ТВК включают еще и карбиды тантала и называются титанотанталовольфрамокобальтовыми (группа ТТК). В марках ТТ7К12, ТТ8К6 число перед К показывает суммарное процентное содержание карбидов титана и тантала, после К — содержание кобальта (остальное — карбиды вольфрама). Сплавы этой группы имеют высокую прочность и применяются при обработке жаропрочных сталей и сплавов, а также титановых сплавов.

Вольфрам является относительно дорогим и дефицитным металлом. В связи с этим в результате отечественных научно-исследовательских разработок были созданы безвольфрамовые твердые сплавы ТМ1, ТМ3, ТН-30, КНТ-16 и др. на основе карбидов

и других соединений титана с добавками молибдена, никеля и прочих тугоплавких металлов.

Часто режущие пластины сплавов покрывают тончайшим (5—10 мкм) слоем износостойкого материала (карбида, нитрида, карбонитрида титана и др.), что увеличивает стойкость пластин в 2—5 раз. В этом случае повышается производительность точения, фрезерования, сокращаются затраты на восстановление (перетачивание) инструмента.

Следует иметь в виду, что твердые сплавы значительно дороже инструментальных сталей. Твердосплавный инструмент требует тщательного соблюдения режимов обработки, бережного обращения (пластины хрупки, боятся ударов), правильной заточки и доводки.

Минералокерамика, композиты, алмазы. Поиски инструментальных материалов, не содержащих дефицитных элементов, привели к созданию минералокерамических режущих пластин на основе окиси алюминия. Улучшение свойств минералокерамики достигается уменьшением размеров зерен структуры и добавлением карбидов тугоплавких металлов.

Перспективными материалами для изготовления режущих частей инструментов являются композиты, представляющие собой поликристаллы, выращенные различными способами. Поликристаллы кубического нитрида бора известны под названиями эльбор-Р, композит, исмит и гексанит-Р. Резцы и фрезы оснащаются режущими элементами из поликристаллов, имеющими диаметр до 4 мм и длину до 6 мм. При заключительной обработке таким инструментом заготовок из чугуна и закаленных сталей высокой твердости достигается шероховатость поверхности, соответствующая шлифованию. Скорость резания при этом более 25 м/с.

Для чистового точения деталей из цветных металлов и сплавов, пластмасс и других неметаллических материалов применяют резцы из природных алмазов массой 0,20—0,85 карата, закрепляемых механическим способом или напайкой в переходных державках. Для обработки твердых сплавов, высококремнистых материалов, стеклопластиков и некоторых видов пластмасс используют синтетические (искусственные) алмазы типа карбонадо и баласс.

Контрольные вопросы

1. Почему режущий инструмент не изготавливается из конструкционных сталей?
2. Какие свойства инструментальных материалов находятся в противоречии?
3. Каким образом в металловедении добиваются требуемых свойств инструментальных сталей?
4. Как различаются по химическому составу сталь 10 и сталь У10А?
- 5*. Какими преимуществами обладают инструменты, режущие кромки которых изготовлены из твердых сплавов, по сравнению со стальными инструментами?

6*. Почему при обработке твердосплавными резцами добиваются более высоких чистоты и точности поверхности?

7. Почему твердосплавный инструмент требует высокой культуры труда при работе на токарных и фрезерных станках?

8*. Почему долбежные резцы не оснащают пластинами из твердого сплава?

9. Какими недостатками обладают твердые сплавы?

10. В чем преимущества минералокерамических режущих пластин перед твердосплавными?

11*. Что является сырьем для получения минералокерамических режущих материалов?

Лабораторно-практическая работа № 3. **Испытание металлов на твердость**

Цель: ознакомление с практикой определения твердости металлов, с устройством и принципом работы прибора и методикой испытаний металлов на твердость по Бринеллю.

Оснащение: прибор ТШ-2, лупа для измерения диаметра отпечатка шарика, образцы металлов для испытания на твердость.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство прибора.

2. Определить диаметр шарика и нагрузку в зависимости от материала и толщины образца (по таблице в справочной литературе, рекомендованной учителем).

3. Подготовить прибор к измерению твердости, установить требуемый набор грузов и длительность выдержки (по справочной литературе).

4. Установить образец на столике прибора и произвести измерение твердости в соответствии с рекомендациями инструкции и объяснениями учителя.

5. Измерить диаметр отпечатка шарика с помощью специальной лупы.

6. В соответствии с полученным размером диаметра отпечатка шарика вычислить (по формуле) или определить (по таблице в справочной литературе) число твердости по Бринеллю (*НВ*).

7. Испытать образец трижды и определить среднее арифметическое значение результата. Данные записать в таблицу:

Материал образца	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, Н	Диаметр отпечатка, мм	Число твердости <i>НВ</i>

Лабораторно-практическая работа № 4.

Испытание металлов на растяжение

Цель: ознакомление с методикой проведения испытаний и закрепление знаний о механических свойствах металлов.

Оснащение: школьный гидравлический пресс с приспособлением для испытаний образцов на растяжение, образцы из мягкой стали, алюминия или латуни, штангенциркуль.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с устройством и работой школьного гидравлического прессы, измерить диаметр плунжера большого цилиндра ($D_{\text{пл}}$), вычислить площадь диаметра плунжера большого цилиндра ($S_{\text{пл}}$).

2. Измерить длину (l_0) и диаметр (d_0) образца, подсчитать площадь его поперечного сечения (S_0).

3. Закрепить образец в приспособлении; установить приспособление на пресс для испытания.

4. Осторожно нагружать образец и следить за значением давления по манометру прессы; заметить, при каком значении давления (p) произошло разрушение образца.

5. Сомкнуть обе части разорванного образца, вторично измерить его длину (l_1), вычислить значение изменения длины $\Delta l = l_1 - l_0$.

6. Вычислить значение нагрузки (P), при которой произошел разрыв образца, как произведение давления на площадь плунжера.

7. Определить предел прочности образца на растяжение (временное сопротивление металла разрыву) $\sigma_b = P/S_0$.

8. Определить относительное удлинение образца как $\delta = \Delta l/l_0 \cdot 100\%$.

9. Разработать таблицу для записи значений измерений и вычислений.

10. Произвести испытания на растяжение образцов из стали и алюминия (латуни) одного диаметра, полученные данные записать в таблицу, сравнить результаты, сделать выводы.

Лабораторно-практическая работа № 5.

Закалка и отпуск углеродистой стали

Цель: ознакомление с приемами термической обработки стали, закрепление знаний о механических свойствах металлов.

Оснащение: муфельная печь, бачки с охлаждающей жидкостью (маслом, водой), клещи, прибор для измерения твердости ТШ-2, напильник, образцы (или детали), подлежащие термической обработке, лупа.

Порядок выполнения работы:

1. По справочной литературе определить температуру нагрева стали данной марки перед закалкой, время выдержки в печи при отпуске.

2. Нагреть муфельную электрическую печь до выбранной температуры, поместить в нее закаливаемую деталь и выдержать деталь в печи.

3. Вынуть деталь из печи (соблюдая правила безопасности), быстро погрузить в бак с водой.

4. После охлаждения вынуть деталь из воды и измерить ее твердость твердомером (или напильником).

5. Предварительно закаленную деталь выдержать в печи при определенной температуре, а затем охладить в масле или на воздухе.

6. Сравнить твердость детали до термической обработки, после закалки и после отпуска. Сделать выводы.

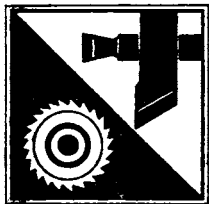
7. Произвести полировку поверхности исходной заготовки и детали после закалки; с помощью лупы (или микроскопа) наблюдать структуру металла до и после закалки, охарактеризовать изменения структуры металла. Сделать выводы.

Часть вторая.

Основные сведения, необходимые для выполнения токарных и фрезерных работ

ГЛАВА 4.

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ И ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ



12. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Для изготовления любой детали в современном машиностроении применяется несколько видов обработки металлов резанием. Токарная и фрезерная обработка составляет лишь часть их. Многообразие видов обработки резанием отражает классификация (рис. 22). Как показывает классификация, схемы резания различаются по применяемому инструменту и по характеру его движения. Но виды обработки металлов резанием различаются также применительно к изготовлению каждой конкретной детали по производительности, сложности и стоимости станков, стойкости и сложности изготовления инструмента, требуемой квалификации рабочего. Вот почему знание основных видов обработки и их схем является важным практическим вопросом, без решения которого невозможна разработка технологического процесса изготовления детали.

В таблице 1 дан обзор наиболее употребительных видов обработки металлов резанием.

Для всех видов обработки резанием (за исключением физико-химической) общим является внедрение клиновидной режущей кромки инструмента в материал заготовки, образование стружки и формирование обработанной поверхности.

Параметры процесса обработки. Для того чтобы охватить резанием всю поверхность обрабатываемой детали, инструменту или детали, помимо главного движения (см. табл. 1), нужно сообщить еще и движение подачи. Скорость этого движения называется подачей. Так, для токарных станков, где главным движением является вращение заготовки, подача — это путь, пройденный инструментом (резцом) за один оборот шпинделя. Подача на оборот (рис. 23) измеряется обычно в мм/об.

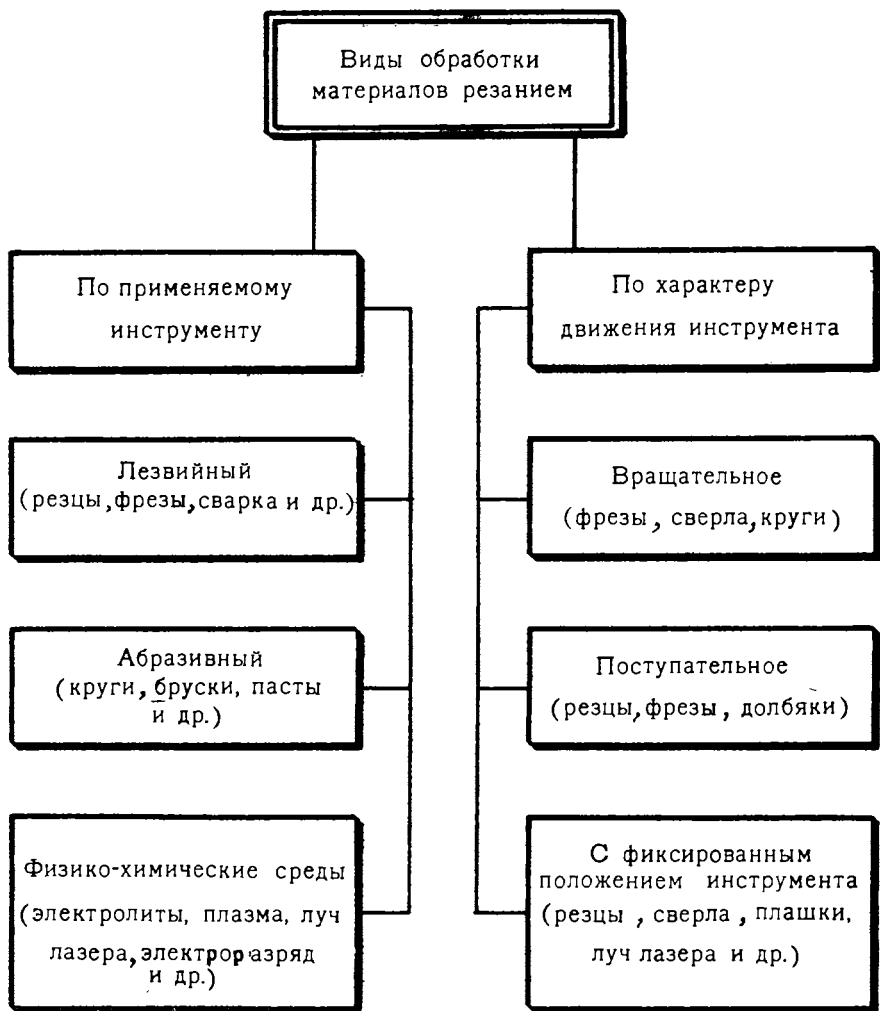


Рис. 22. Классификация видов обработки резанием.

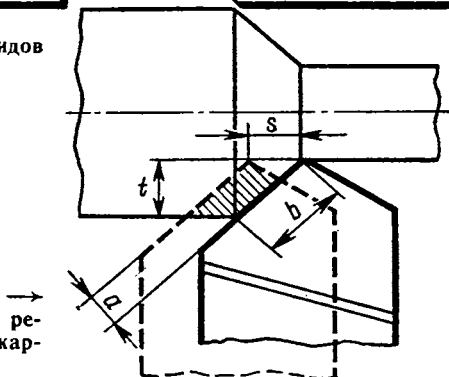
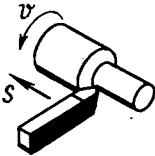
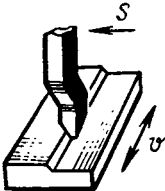
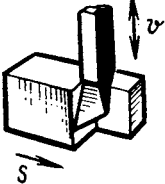
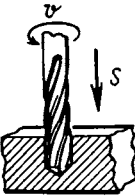
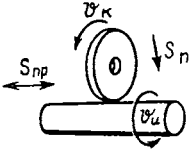


Рис. 23. Подача и глубина резания при точении на токарном станке.

Таблица 1. Основные виды обработки металлов резанием

Вид обработки	Схема обработки	Главное движение	Движение подачи
Точение на станках токарной группы		Вращение заготовки	Перемещение резца вдоль оси
Строгание на продольно-строгальных и поперечно-строгальных станках		Возвратно-поступательное движение заготовки или резца	Прерывистое перемещение резца или заготовки перпендикулярно к главному движению
Долбление на долбежных станках		Возвратно-поступательное движение долбежного резца	То же
Сверление на сверлильных станках		Вращательное движение сверла	Поступательное перемещение сверла в осевом направлении
Фрезерование на горизонтально-фрезерных станках		Вращательное движение фрезы	Поступательное прямолинейное перемещение заготовки
Шлифование на круглошлифовальных станках		Вращательное движение шлифовального круга	Вращательное перемещение заготовки

Различают также минутную подачу s_m — путь, проходимый инструментом (или изделием) за одну минуту. Минутная подача измеряется в мм/мин. Очевидно, что

$$s_m = sn,$$

где s — подача на оборот, мм/об;

n — частота вращения, мин⁻¹.

Для снятия припуска инструмент необходимо углубить в заготовку на некоторое расстояние, определяемое глубиной резания. Глубиной резания t называется кратчайшее расстояние между обрабатываемой поверхностью и поверхностью, обработанной за один проход (см. рис. 23).

Главное движение характеризуется скоростью резания. Скоростью резания v называется скорость перемещения точки обрабатываемой поверхности относительно режущей кромки инструмента.

Для станков с вращательным главным движением скорость резания — это окружная скорость заготовки (например, при токарной обработке) или инструмента (например, при фрезеровании):

$$v = \pi Dn / 1000,$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности или инструмента, мм;

n — частота вращения обрабатываемой детали или инструмента, мин⁻¹.

Для станков с возвратно-поступательным главным движением скорость резания — скорость рабочего хода v_p :

$$v_p = L_p / 1000 T_p,$$

где L_p — длина хода рабочего органа станка, мм;

T_p — время рабочего хода, мин.

Скорость резания измеряется в м/мин (для шлифования — в м/с).

Правильный выбор режимов обработки (скорости резания, подачи, глубины резания) — важная практическая задача. На выбор влияют прочностные свойства обрабатываемого материала, материал режущего инструмента, стойкость инструмента, заданные производительность, точность и шероховатость поверхности.

Сила и мощность резания. Обрабатываемый материал оказывает сопротивление резанию, и на инструмент действует сила R , значение которой зависит от прочности и вязкости обрабатываемого материала, сечения стружки, геометрии инструмента, режимов обработки, состояния поверхности обрабатываемой заготовки, применяемой смазочно-охлаждающей жидкости и других факторов. Указанная сила направлена в пространстве под определенным углом. Ее принято раскладывать по трем взаимно

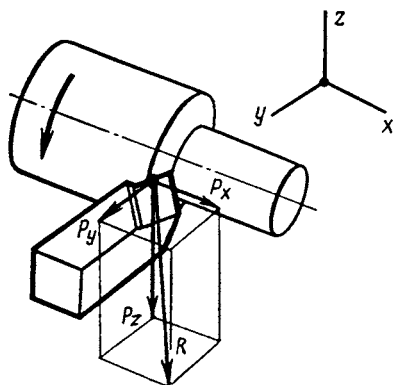


Рис. 24. Пример разложения силы резания на составляющие.

перпендикулярным направлениям на составляющие P_x , P_y и P_z (рис. 24).

Наибольшее значение имеет сила P_z , действующая в направлении скорости резания. Она определяет мощность, потребную для осуществления главного движения, и потому называется силой резания.

Сила P_x — сила подачи — действует противоположно направлению подачи. Она определяет мощность, расходуемую на подачу.

Сила P_y — радиальная сила, или усилие отталкивания, — действует перпендикулярно к направлению подачи. Существенного влияния на мощность, расходуемую на резание, она не оказывает, но вызывает деформации инструмента и обрабатываемой детали, что сказывается на точности обработки.

Применительно к схеме обтачивания соотношения составляющих силы резания могут быть приняты примерно такими:

$$\begin{aligned} P_y &= (0,4 \dots 0,5) P_z; \\ P_x &= (0,25 \dots 0,30) P_z; \\ R &= (1,10 \dots 1,15) P_z. \end{aligned}$$

Все эти силы зависят, как указывалось, от многих факторов и рассчитываются по эмпирическим формулам вида:

$$P_z = c_p t^{x_{P_z}} S^{y_{P_z}} v^{n_{P_z}} k_{P_z},$$

где c_p — постоянный коэффициент, характеризующий свойства обрабатываемого материала и другие факторы:

x_{P_z} , y_{P_z} , n_{P_z} — показатели степеней, характеризующие закон изменения силы резания в зависимости от глубины подачи и скорости резания;

k_{P_z} — поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия резания.

При решении практических задач по вычислению сил резания (необходимых для расчетов потребных мощностей, расчетов инструмента на прочность и жесткости СПИД) поправочные коэффициенты и показатели степеней следует назначать по справочникам или другой специальной литературе.

Мощность, расходуемая на резание и называемая эффективной мощностью N_z , определяется (кВт):

$$N_z = P_z v / 60 \cdot 102.$$

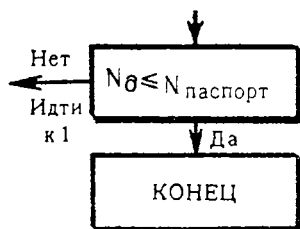
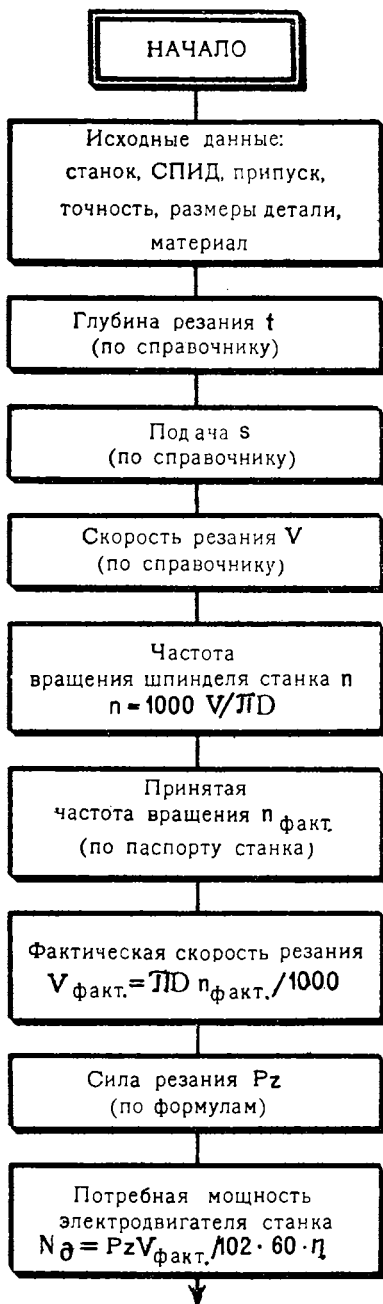


Рис. 25. Блок-схема (алгоритм) практического расчета режимов резания при точении, сверлении, фрезеровании.

Потребная мощность электродвигателя N_d будет больше эффективной мощности на величину потерь в механизмах станка, определяемых коэффициентом полезного действия (κBt):

$$N_d = N_s / \eta.$$

Зная потребную мощность и сравнив ее с мощностью электродвигателя конкретного станка, можно судить о возможности использования его для выполнения заданной работы: мощность электродвигателя, указанная в паспорте станка, должна быть равна или больше потребной мощности N_d .

На рис. 25 представлена блок-схема (алгоритм) расчета режимов резания, который выполняется квалифицированными рабочими и инженерами-технологами при токарной, фрезерной и другой обработке деталей. Степень подробности расчета зависит от необходимой точности решения поставленной технологической задачи.

Контрольные вопросы

1. Какие виды обработки металлов резанием находят применение при изготовлении различных машиностроительных деталей?
2. Какое движение называется главным?
3. Как различаются главные движения и движения подачи при сверлении на токарном станке и фрезеровании на горизонтально-фрезерном станке?
4. Какие параметры процесса обработки резанием имеют важное практическое значение?
5. Какая подача называется минутной?
6. Какова зависимость скорости резания при обтачивании от диаметра заготовки?
7. Что называется силой резания?
8. Что называется потребной мощностью электродвигателя станка и как она определяется?
9. Какие этапы (какой алгоритм) включает выбор режимов резания и станка для обработки конкретных деталей в цеховой практике?
10. Как определяются глубина резания, подача, скорость резания для обработки конкретной детали?
11. Какие исходные данные необходимы для выбора режимов резания и мощности электродвигателя станка?
- 12*. Что следует предпринять, если потребная мощность оказалась больше мощности электродвигателя, выбранного рабочим (или инженером-технологом) станка?

Задания

1. Оцените радиальную силу, действующую на механизм поперечной подачи токарного станка при обтачивании, если мощность резания при обработке детали из стали 20ХН оказалась равной 3,0 кВт; частота вращения шпинделя 150 мин^{-1} ; диаметр обтачиваемой детали — 75 мм.

2*. Используя знания о физике процесса резания, перечислите факторы, которые, по вашему мнению, влияют на изменение усилия резания при замене стальных резцов резцами из твердых сплавов.

3*. Оцените, как изменится эффективная мощность резания при фрезеровании с постоянной силой резания, если частота вращения фрезы изменилась с 150 мин^{-1} на 250 мин^{-1} . Дайте алгоритм решения этой задачи, необходимые пояснения и расчеты.

4. На выключенном токарном станке внимательно осмотрите устройство для закрепления резца. Назовите, какие силы пытаются согнуть резец, вытолкнуть его из резцедержателя, оттолкнуть от поверхности обрабатываемой детали.

13. ПОНЯТИЕ О КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА. ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОМ

При работе на станках применяются различные режущие инструменты: резцы, сверла, развертки, метчики, плашки, фрезы и др. Резцы — наиболее распространенный инструмент для обработки плоскостей, цилиндрических и фасонных поверхностей, нарезания резьбы и т. д. Рассмотрим конструкцию режущего инструмента на примере токарного резца (рис. 26).

Резец состоит из головки (рабочей части) и стержня (тела), служащего для закрепления резца. На головке резца различают переднюю поверхность, по которой сходит стружка, и две зад-

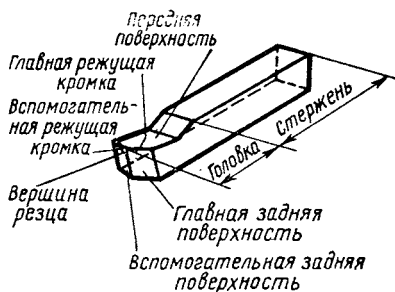


Рис. 26. Части и элементы резца.

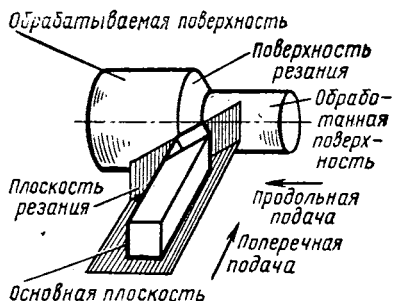


Рис. 27. Основные плоскости резца и поверхности заготовки.

ние (главную, обращенную к обрабатываемой детали, и вспомогательную).

Главная режущая кромка выполняет основную работу резания. Она образуется пересечением передней и главной задней поверхностей резца.

Вспомогательная режущая кромка — это линия пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей.

Вершиной резца является точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок.

Для определения углов резца установлены понятия условных плоскостей (рис. 27). Плоскостью резания называют плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через режущую кромку.

Основная плоскость параллельна направлению продольной и поперечной подач и совпадает с опорной поверхностью резца. Главная секущая плоскость перпендикулярна проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

С помощью этих плоскостей можно охарактеризовать основные углы резца (рис. 28).

Главный задний угол α — это угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Угол заострения β — угол между передней и главной задней поверхностями.

Передний угол γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку.

Угол резания δ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Главный угол в плане φ — угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане φ_1 — угол меж-

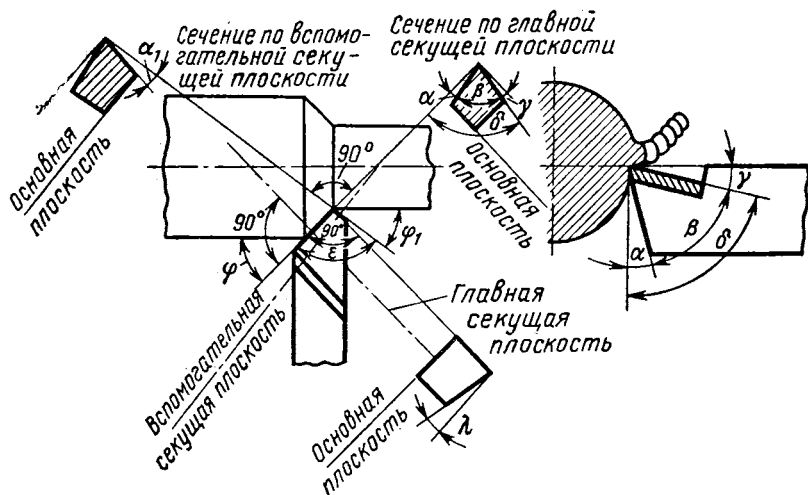


Рис. 28. Геометрия резца.

ду проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Угол при вершине в плане ϵ — угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

Вспомогательный задний угол α_1 — угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Угол наклона главной режущей кромки λ — угол между режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости.

Передний угол γ , главный угол в плане φ и форма передней поверхности оказывают влияние на процесс резания, на легкость схода стружки, качество обработанной поверхности и стойкость резца. Изменяя углы заточки и форму передней поверхности, можно добиться значительного повышения стойкости резцов и производительности обработки.

По направлению подачи резцы разделяются на правые и левые. Правые резцы на токарном станке работают при подаче справа налево, т. е. перемещаются к передней бабке станка.

При использовании дорогостоящих режущих материалов резцы изготавливают составными: головку — из инструментального материала, а стержень — из конструкционной углеродистой стали. Наибольшее распространение получили составные резцы (и фрезы) с пластинками из твердого сплава или быстрорежущей стали. Пластины из твердого сплава припаиваются или крепятся механически, а пластины из быстрорежущей стали привариваются.

При работе твердосплавным инструментом на высоких скоростях в зону резания необходимо подавать смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), что благоприятно влияет на процесс резания металлов, значительно уменьшает износ режущего инструмента, повышает качество обработанной поверхности и снижает затраты энергии. Струя жидкости должна быть обильной и непрерывной, так как прерывистое охлаждение может привести к образованию трещин в пластинах твердого сплава и быстрому выходу из строя инструмента.

При пользовании режущими инструментами необходимо выполнять следующие требования:

перед выключением подачи отводить режущий инструмент от заготовки — это предохраняет режущую кромку от выкрашивания;

не допускать значительного затупления инструмента по задней поверхности; перетачивать его надо до того, как начнется разрушение режущей кромки, т. е. при ширине изношенной площади на главной задней поверхности 1—1,5 мм;

периодически выполнять доводку режущей кромки инструмента мелкозернистым абразивным или алмазным бруском;

не допускать хранения режущего инструмента «навалом»; следить, чтобы режущие кромки не касались стенок инструментального шкафчика и не ударялись о твердые предметы.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных частей состоит резец?
2. Из каких элементов состоит головка резца?
3. Какое назначение имеют передний и задний углы резца?
4. Какие вы знаете резцы для различных видов обработки?
5. Что такое стойкость инструмента?
6. Какие факторы влияют на стойкость инструмента?
7. Как зависит стойкость инструмента от скорости резания?
8. Какие углы режущего инструмента не влияют на его стойкость?
9. С какой целью применяют при резании металлов охлаждающие жидкости?
10. Какие правила пользования режущим инструментом должен соблюдать станочник?

Задания

1. Покажите на резце переднюю и заднюю поверхности; передний и задние углы; угол заострения.
2. Покажите на резце главную режущую кромку и дайте ее определение.

14. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Металлорежущие станки в СССР выпускаются предприятиями Министерства станкоинструментальной промышленности и ряда других ведомств. В зависимости от номенклатуры обра-

батоуаемых заготовок различают универсальные, специализированные и специальные станки. Например, токарные станки, установленные в школьных мастерских, являются универсальными, так как на них можно выполнять типовые виды обработки (точение, отрезание, нарезание наружной резьбы). Для обработки некоторых деталей (например, автомобильных) часто применяют специальные станки.

Для обработки заготовок с различной точностью выпускаются станки пяти классов: нормальной точности (Н), повышенной (П), высокой (В) и особо высокой (А). Особо точные станки (С) обеспечивают самые высокие требования к точности обработки.

Во всем многообразии станков можно выделить следующие группы: 1) токарные станки (составляют до 30% парка станков в СССР); 2) сверлильные и расточные (до 20%); 3) шлифовальные различного назначения (до 20%); 4) комбинированные; 5) станки для обработки зубчатых колес (до 6%); 6) фрезерные для обработки плоскостей (до 15%); 7) протяжные, строгальные, долбежные с прямолинейным главным рабочим движением (до 4%); 8) станки для разрезания проката; 9) станки для балансировки, правки.

Каждая группа включает девять типов станков. В обозначении станка первая цифра означает группу, а вторая — тип. Например, в токарной группе различным типам станков соответствуют цифры: 1 — одношпиндельным автоматам; 3 — токарно-револьверным; 5 — токарно-карусельным; 6 — токарным, токарно-винторезным и т. п. Улучшения и изменения конструкции станка отражены в буквенных обозначениях после первой, второй цифр или в конце. Последующие цифры характеризуют какой-либо важный технологический параметр станка: наибольший диаметр обработки (высоту центров над станиной), размеры стола, диаметр фрезы и т. п.

Движения в станках. Для того чтобы обработать деталь на станке, необходимо определенное сочетание взаимных перемещений режущего инструмента и заготовки. Основную роль при этом играют рабочие движения: резания и подачи. Для обработки очередной заготовки инструмент или стол станка возвращают в исходное положение, производя одно или несколько холостых движений, при которых резания нет. Сочетание рабочих и холостых движений образует цикл обработки.

Главное движение (движение резания) может быть поступательным (строгание, протягивание, долбление и др.) или вращательным (точение, фрезерование, сверление, шлифование и др.), движение подачи — прямолинейным или вращательным.

Для иллюстрации интересно сравнить сверление на токарном и сверлильном станках. В первом случае главное движение — вращение заготовки: резание обеспечивается сочетанием этого движения с поступательным прямолинейным движением сверла.

Во втором случае главное движение — вращение сверла; резание обеспечивается сочетанием этого движения с поступательным движением сверла (или стола станка). При фрезеровании вращение фрезы (главное движение) сочетается с подъемом-опусканием стола станка и перемещением стола в горизонтальной плоскости.

Обобщенная структура станка. Комбинации рабочих движений, необходимые для обработки резанием на станках, весьма разнообразны. Источником движения (и мощности) в станках, как правило, являются электродвигатели, валы якорей которых вращаются с большей частотой ($750\text{—}3000\text{ мин}^{-1}$). Чтобы получить определенный режим работы станка, необходимо преобразование движения.

Для управления станком служат системы управления и блокировки, обеспечивающие согласованность и последовательность движений, а также отключение станка в случае каких-либо отклонений или нарушений требований безопасности. В некоторых случаях управление осуществляется по программе с минимальным участием рабочего-оператора. Программонесителями могут быть как простой шаблон, модель, так и магнитные ленты или диски.

Обобщенная структура станка дана на рис. 29. Для нормальной работы станки должны иметь системы подачи СОЖ, смазки, системы автоматического измерения размеров обрабатываемой детали и др.

Особенности применения в станках электродвигателей переменного тока. Для осуществления процесса обработки (например, точения на токарном станке) необходимо преодолеть крутящий момент, возникающий при резании ($M_{\text{рез}} = P_{\text{рез}} D_{\text{заг}}$). Так

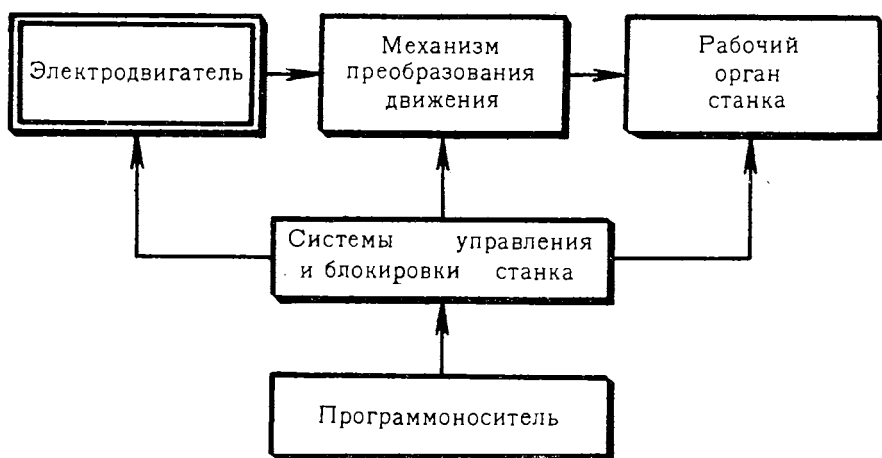


Рис. 29. Обобщенная структура станка (например, токарного или фрезерного).

как при точении заготовка должна вращаться с заданной частотой $n_{\text{заг}}$, то мощность, потребная для резания в минуту, будет равна ($\text{Н} \cdot \text{м}/\text{мин}$):

$$N_{\text{рез}} = M_{\text{рез}} n_{\text{заг}} / 9550.$$

Однако двигатель станка должен развивать мощность в 1,2—1,8 раз больше, так как имеются потери в механизмах преобразования движения, необходимы затраты мощности на осуществление подачи, работу различных систем станка. Поэтому мощность главного двигателя станка будет равна ($\text{Н} \cdot \text{м}/\text{мин}$):

$$N_{\text{дв}} = M_{\text{дв}} n_{\text{дв}} / 9550.$$

Очевидно, что $N_{\text{дв}} > N_{\text{рез}}$.

Частота вращения ротора электродвигателя переменного тока при возрастании нагрузки не должна падать ниже определенного значения — это приводит к перегреву и выходу двигателя из строя. Для обеспечения нормальной работы электродвигателя при изменении силового режима резания (усилия и момента резания) в станке предусматриваются механизмы преобразования движения, в частности коробка переменных передач (аналогично — назначение коробки передач автомобиля, мотоцикла), позволяющая уменьшать частоту вращения шпинделя, а следовательно, увеличивать момент, развиваемый в зоне резания.

Электродвигатели постоянного тока менее чувствительны к вынужденному падению частоты вращения, так как ее можно регулировать электрически в довольно широких пределах.

Механизмы преобразования движения. Представление о механизмах преобразования движения дает их упрощенная классификация (рис. 30).

Для изменения частоты вращения в станках широко применяются зубчатые механизмы. Однако они имеют существенный недостаток — их действия дискретны. Этого недостатка лишены вариаторы — механизмы, обеспечивающие плавное изменение передаточного числа, а следовательно, частоты вращения ведомого звена.

Направление движения в станках изменяют с помощью реверсивных механизмов (аналогия — задний ход в коробке передач автомобиля, трактора). Возможность остановки главного движения обеспечивается механизмами периодического движения — муфтами (аналогия — сцепление автомобиля, мотоцикла), храповым, мальтийским и другими механизмами.

Исполнительные механизмы станков. Двигатель и механизмы преобразования движения служат для приведения в действие исполнительного механизма, который обеспечивает закрепление и взаимное перемещение режущего инструмента и заготовки.

К исполнительным механизмам (рабочим органам) токарного станка относятся шпиндель (служит для закрепления заготовки

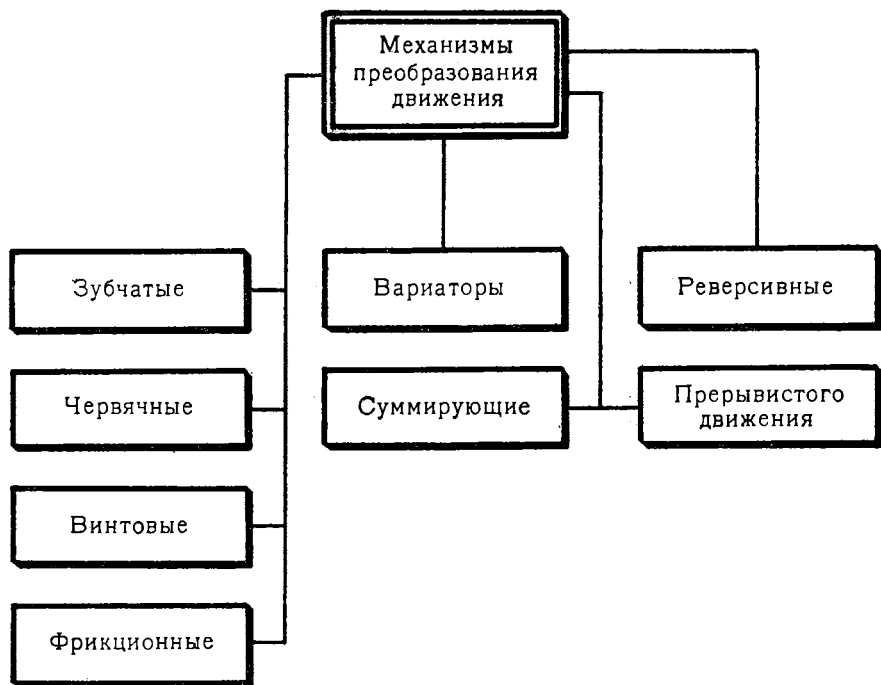


Рис. 30. Классификация механизмов преобразования движения, применяемых в станках.

и передачи движения) и суппорт (для закрепления и перемещения резцов).

К исполнительным механизмам фрезерного станка относятся шпиндель (для закрепления фрезы и передачи ей движения) и стол (для закрепления и перемещения обрабатываемой заготовки).

Управление механизмами станка. В универсальных станках используется значительное число органов управления в виде рукояток, маховиков, кнопок и кнопочных станций, воздействующих непосредственно на соответствующий орган станка или на специальный управляющий механизм. Управление станком позволяет, например, при выполнении заданных технологических операций изменить частоту и направление вращения шпинделя или заготовки, произвести включение и выключение шпинделя и движений подачи, перемещение инструментов, подачу СОЖ и др.

Различают ручное и автоматическое управление станком. Автоматическое управление предусматривает выполнение всех управляющих воздействий во время технологической операции без вмешательства оператора, по заданной программе (в том числе автоматическое изменение ориентации обрабатываемой заготовки и инструмента в пространстве). Магазин инструмен-

тов может содержать несколько десятков наименований. Такие станки с программным управлением, осуществляемым с помощью ЭВМ, принято называть обрабатывающими центрами.

Паспорт станка. Каждый станок, находящийся в цехе или мастерской, имеет паспорт, выданный заводом-изготовителем и хранящийся в отделе главного механика завода. Паспорт является основным техническим документом, содержащим полную характеристику станка. В паспорте даны сведения о типе станка, модели, указан завод-изготовитель, год выпуска, заводской номер, помещена фотография станка и спецификация органов управления.

В разделе паспорта «Основные данные станка» приведены сведения о габарите и массе станка, принадлежностях и приспособлениях для настройки и обслуживания станка, о ремонте и др.

В разделе «Механика станка» содержатся данные о механике главного движения (частота вращения шпинделя, мощность на шпинделе) и о механике подачи (продольная, поперечная, вертикальная, ускоренные подачи стола).

Кроме паспорта, к каждому станку прилагается руководство по эксплуатации, в котором имеются кинематическая схема станка со спецификацией зубчатых и червячных колес, червяков и реек, описание конструкции станка и его узлов; рекомендации по настройке, наладке и режимам работы, регулированию и эксплуатации электрооборудования и др.

Контрольные вопросы

1. Какие движения необходимы в станках для осуществления процесса резания?
2. Какое дополнительное движение характерно для фрезерного станка по сравнению со сверлильным?
3. Какое движение совершает сверло при сверлении отверстия на токарном станке?
- 4*. Каково будет главное движение станка для строгания крупных заготовок на продольно-строгальном станке?
5. Какова конкретная структура школьного станка?
6. Какие механизмы преобразования движения применяются в станке и с какой целью?
7. Что произойдет, если увеличение усилия резания приведет к продолжительной остановке шпинделя станка? Почему?
- 8*. Как принципиально изменится структура станков при замене двигателя переменного тока двигателем постоянного тока?
9. Какие механизмы необходимы для управления станком?
10. Как принципиально изменить частоту вращения шпинделя с помощью коробки переменных передач?
- 11*. Какую вы можете предложить принципиальную схему вариатора — механизма с плавной регулировкой передаточного числа?
- 12*. Какой вы можете предложить принцип реверсирования движения? Как, в частности, это делается в коробке передач автомобиля?
13. Каким образом отключить вращение шпинделя станка?

15. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ СТАНОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

В нашей стране уделяется большое внимание созданию наилучших и безопасных условий труда, что нашло отражение во многих партийных решениях и документах, а также в Основном Законе нашей страны — Конституции СССР.

В СССР действует система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Производственные опасности при работе на станках создаются движущимися частями механизмов, электрическим оборудованием, сильно нагретыми предметами и т. д.

При несоблюдении требований безопасности труда опасные производственные факторы могут привести к травмам: механическим (ушибы, засорение глаз, порезы); термическим (ожоги, обморожения); электрическим (электрические удары, ожоги); химическим (ожоги, отравления); лучевым (вызванным радиоактивными или рентгеновскими лучами).

В результате систематического воздействия на организм вредных условий труда могут возникать профессиональные заболевания.

Поражение электрическим током является результатом непосредственного соприкосновения с токоведущими частями установок, которые в рабочем состоянии находятся под напряжением, или контакта с металлическими конструкциями, случайно оказавшимися под напряжением.

Исход поражения электрическим током зависит от силы тока, продолжительности действия, частоты, пути его прохождения, а также от индивидуальных свойств организма человека. Безопасным для человека считается переменный ток силой до 0,01 А при напряжении до 12 В и постоянный ток силой до 0,05 А, а наиболее опасным — переменный ток частотой 15 Гц, силой 0,1 А и напряжением свыше 250 В. Сопротивление внутренних органов человека принимается равным 1000 Ом.

К основным защитным мероприятиям от поражения электрическим током следует отнести: применение тока безопасного напряжения; введение защитных заземления или зануления; установка механических ограждений; применение специальных индивидуальных защитных средств (резиновые коврики, перчатки, галоши, плоскогубцы с надетыми на рукоятке резиновыми трубками); изолирование проводов; применение напряжения до 36 В при выполнении опасных операций при работе в сырых помещениях и др.

Защитное заземление предназначено для устранения опас-

ности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т. е. при замыкании на корпус. Заземлению подлежат корпуса электрических машин, приводы станков и другие устройства.

Наибольшая опасность получения механической травмы возникает в зоне движущихся частей и механизмов, режущего инструмента, обрабатываемых деталей, планшайб, зубчатых, ременных и цепных передач, рабочих столов станков и т. д. Особая опасность создается в случаях, когда возможен захват одежды или волос работающего движущимися частями оборудования.

Основными причинами несчастных случаев при механической обработке металлов являются:

непрочное закрепление обрабатываемых заготовок, отсутствие оградительных устройств, защищающих работающих от отлетающих частиц обрабатываемой заготовки или сломанного инструмента;

использование неисправного инструмента;

уборка стружки голыми руками или сдувание их ртом;

неравномерный подвод режущего инструмента, ведущий к его поломке или отлетанию осколков;

измерение деталей при работающем станке;

прикосновение к движущимся или вращающимся частям станка.

До начала работы на станке необходимо:

правильно надеть спецодежду (фартук с нарукавниками или халат); спрятать волосы под головной убор (берет или косынку, завязанную без свисающих концов);

проверить наличие и надежность крепления защитных ограждений и соединения защитного заземления (зануления) с корпусом станка;

расположить инструменты и заготовки в определенном порядке на приставной тумбочке или на особом приспособлении;

прочно закрепить резец и обрабатываемую деталь, вынуть ключ из патрона и положить на установленное место;

проверить работу станка на холостом ходу и исправность пусковой кнопки путем включения кнопок и рычагов управления.

Во время работы на станке надо инструмент плавно подводить к обрабатываемой детали.

Во избежание травм запрещается:

наклонять голову близко к патрону или режущему инструменту; передавать или принимать предметы через вращающиеся части станка;

облокачиваться или опираться на станок, класть на него инструменты или заготовки;

измерять изготавливаемую деталь, смазывать, чистить станок и убирать стружку до полной его остановки;

охлаждать режущий инструмент или обрабатываемую деталь с помощью тряпки или обтирочных концов;

допускать выход из-под резца длинной стружки;
останавливать станок путем торможения рукой патрона;
отходить от станка, не выключив его;
поддерживать или ловить рукой отрезанную деталь.
После окончания работы на станке необходимо:
отвести суппорт или фрезерную головку, выключить электро-
двигатель;

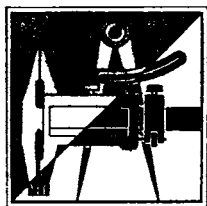
удалить стружку со станка щеткой, а из пазов станины —
крючками;

смазать и протереть станок, привести в порядок инструмент
и рабочее место; сдать станок дежурному учителю или учеб-
ному мастеру.

Контрольные вопросы

1. К каким травмам может привести несоблюдение требований безопас-
ности труда?
2. В какой зоне существует наибольшая опасность получения механической
травмы?
3. Какие вы знаете средства индивидуальной защиты?
4. В каких случаях деталь, обрабатываемая на станке, может быть при-
чиной травмы?
- 5*. Какое напряжение электрической сети допускается для питания све-
тильников местного освещения металлорежущих станков?
6. Какие существуют средства защиты глаз от травм отлетающей струж-
кой и пылью обрабатываемого материала?
7. Какие причины вызывают поражение человека электрическим током?
- 8*. Для чего устраивается защитное заземление станков?
9. Какие правила безопасности необходимо выполнять при работе на то-
карном и фрезерном станках?

ГЛАВА 5.



ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ ТОКАРНЫХ И ФРЕЗЕРНЫХ РАБОТАХ

16. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Качеством продукции называется совокупность характери-
стик, обуславливающих ее пригодность удовлетворять опреде-
ленные потребности в соответствии с назначением. Качество про-
дукции определяется ее свойствами, химическим составом, раз-
мерами и другими параметрами, установленными с учетом на-
дежности и стоимости. Оценивать и гарантировать качество из-
делий можно только в том случае, если их качественные характе-
ристики четко определены и узаконены. Документами, в которых
установлены необходимые качественные характеристики и пока-
затели различной продукции, являются *стандарты*.

В промышленности СССР применяются стандарты следующих категорий: государственные стандарты Союза ССР (ГОСТ); отраслевые (ОСТ); республиканские (РСТ); стандарты предприятия или объединения (СТП).

ГОСТы разрабатывают на продукцию массового и крупносерийного производства, прошедшую государственную аттестацию, а также на нормы, правила, обозначения, проектную, конструкторскую, технологическую и прочую документацию межотраслевого и межреспубликанского значения.

Стандартизация способствует повышению технического уровня производства, ускорению технического прогресса, повышению эффективности общественного производства и производительности труда, улучшению качества продукции и обеспечению его оптимального уровня, рациональному использованию производственных фондов и экономии материальных и трудовых ресурсов, безопасности труда и охране здоровья трудящихся, развитию международного сотрудничества, включая развитие экспорта и импорта товаров.

Взаимозаменяемость выражается в том, что соединяющие детали и комплектующие изделия при сборке не требуют подгонки, а конечная продукция имеет заданные технические характеристики. Например, станки обеспечивают установленную точность обработки, электродвигатели развивают заданную мощность при указанных частотах вращения, детали, изготовленные из стали одной марки, имеют одинаковую прочность и т. п.

Вместе с тем при обработке невозможно получить абсолютно точно один и тот же заданный размер не только у нескольких обработанных деталей, но даже и у одной детали в разных сечениях. Это объясняется влиянием различных погрешностей, вызывающих отклонения от заданных размеров и форм. Источники появления отклонений весьма многочисленны: неточности изготовления оборудования, приспособлений, инструментов, неоднородность свойств заготовки, колебания припусков у заготовок, упругие деформации деталей оборудования и многие другие, в том числе погрешности измерения. Следовательно, для осуществления взаимозаменяемости необходимо изготовление изделий с нормированной точностью, т. е. с установленными отклонениями.

Учитывая возможность появления погрешности обработки и измерения, на чертежах указывают два размера — наибольший предельный и наименьший предельный, представляя их по особой гостированной системе. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется *допуском* на обработку.

Поверхности деталей бывают цилиндрические, плоские, конические, эвольвентные, сложные (шлицевые, винтовые) и др. Поверхности любой детали могут быть классифицированы как сопрягаемые и несопрягаемые. *Сопрягаемые* — это поверхности,

по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы, *несопрягаемые* или *свободные* — это конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей.

Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями являются *охватываемыми*. Их условно называют отверстиями; диаметры отверстий обозначают *D*. Наружные поверхности (валов, боковых граней шпонок, резьбы, болтов и др.) являются *охватываемыми*. Их условно называют валами и обозначают *d*.

Размеры выражают числовые значения линейных величин (диаметров, длин и т. д.) и делятся на номинальные, действительные и предельные. В машино- и приборостроении все размеры в технической документации задают и указывают в миллиметрах.

Технико-экономическая эффективность стандартизации и взаимозаменяемости. Взаимозаменяемость деталей, сборочных единиц машин, материалов, обеспечиваемая стандартами, гарантирует нам, что, к примеру, электролампочка ввернется в патрон, сверло будет надежно закреплено в задней бабке токарного станка, клетка в тетради будет одного размера и т. п.

Все действующие в нашей стране стандарты можно разделить на две большие группы: направленные на повышение качества продукции и устанавливающие оптимальное разнообразие видов, марок и типоразмеров различной продукции.

Стандартизация обеспечивает экономию независимо от отрасли промышленности на всех стадиях так называемого жизненного цикла изделия, т. е. в процессе проектирования, производства и эксплуатации.

Экономия в процессе проектирования обуславливается широким использованием в новых конструкциях стандартных, унифицированных и покупных изделий, сокращением объема работ по проектированию, а также по разработке и размножению рабочих чертежей и другой технической документации.

В процессе производства себестоимость изготовления продукции снижается благодаря уменьшению затрат на материалы, изготовление оснастки, приспособлений и специального оборудования (по возможности используются стандартные, т. е. освоенные производством), более низкой стоимости покупных изделий по сравнению со стоимостью таких же изделий собственного производства.

Экономия в процессе эксплуатации обуславливается повышением надежности изделий и снижением затрат на ремонт (например, стандарт устанавливает величину пробега автомобиля до капитального ремонта, ориентировочный срок службы фрезы или резца, допустимое количество восстанавливаемых ремонтов штампов и т. п.).

Нарушения стандартов и технологической дисциплины при-

водят к существенным дополнительным затратам на всех этапах жизненного цикла изделия, тормозят повышение качества продукции, в то время как проблема существенного и систематического повышения качества продукции имеет большое политическое, социальное, экономическое и научно-техническое значение — для удовлетворения растущих общественных потребностей и создания материально-технической базы коммунизма необходим количественный рост выпуска высококачественной продукции.

Задание. Рассмотрите конструкцию обыкновенной перьевой авторучки. Найдите и перечислите сопрягаемые и несопрягаемые поверхности, а также поверхности, которые могут быть условно названы валами и отверстиями.

Какие поверхности спичечной коробки могут быть условно названы валами и отверстиями? Какие ее поверхности могут считаться свободными?

17. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ТОЧНОСТИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

Номинальным размером называется размер, относительно которого определяют предельные размеры и отсчитывают отклонения. Его назначают в результате расчетов деталей на прочность, износостойкость, по другим критериям работоспособности или исходя из конструктивных, технологических и эксплуатационных соображений (так, например, выбраны диаметр карандаша, размеры токарного резца или ходового винта привода суппорта токарного станка). Сопрягаемые поверхности имеют общий номинальный размер, который обычно округляют до стандартного.

Действительный размер устанавливается измерением с допустимой погрешностью. Погрешность измерения, а следовательно, выбор измерительных средств необходимо согласовывать с точностью, которая требуется для данного размера.

Предельные размеры — это два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер (на рис. 31 — D_{\max} и D_{\min} , d_{\max} и d_{\min}).

Отклонением называют алгебраическую разность между размером действительным (предельным) и соответствующим номинальным. Действительное отклонение равно алгебраической разности действительного и номинального размеров, предельное — алгебраической разности предельного и номинального размеров.

Верхнее отклонение равно алгебраической разности наибольшего предельного и номинального размеров, нижнее — алгебраической разности наименьшего предельного и номинального размеров, среднее отклонение равно полусумме верхнего и нижнего отклонений.

Допуск равен разности наибольшего и наименьшего предель-

ных размеров или абсолютной величине алгебраической разности верхнего и нижнего отклонений размеров.

Для обработки деталей и оценки точности их изготовления должны быть заданы или предельные размеры, или предельные отклонения. При составлении стандартных таблиц по допускам и посадкам, при выполнении ряда расчетов и проведении многих измерений гораздо удобнее пользоваться предельными отклонениями, чем предельными размерами, поэтому в стандартных таблицах допусков и посадок приведены числовые значения верхних и нижних отклонений (как правило, в микрометрах и обязательно со знаками). При разработке чертежей, при изготовлении изделий по чертежам приходится определять размеры, их отклонения и допуски.

Понятие о квалитетах. Точность размеров определяется допуском — с уменьшением допуска точность повышается и наоборот. Однако абсолютное значение допуска не может служить мерой точности, так как оно не учитывает абсолютного размера детали, ее назначения и условий работы. Более того, практика показывает, что по мере увеличения размеров деталей, обрабатываемых с малыми допусками, возрастают технологические трудности. Чтобы учесть это положение, вводится условная величина, называемая *единицей допуска* и определяемая как функция диаметра обрабатываемой детали.

За меру точности изготовления детали принимаются квалитеты. *Квалитетом* называют совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Различные способы обработки деталей обладают определенной экономически достижимой точностью: черновое точение позволяет обрабатывать детали с грубыми допусками; для обработки с весьма малыми допусками применяют тонкое шлифование и т. д., поэтому квалитеты фактически предопределяют технологию обработки детали.

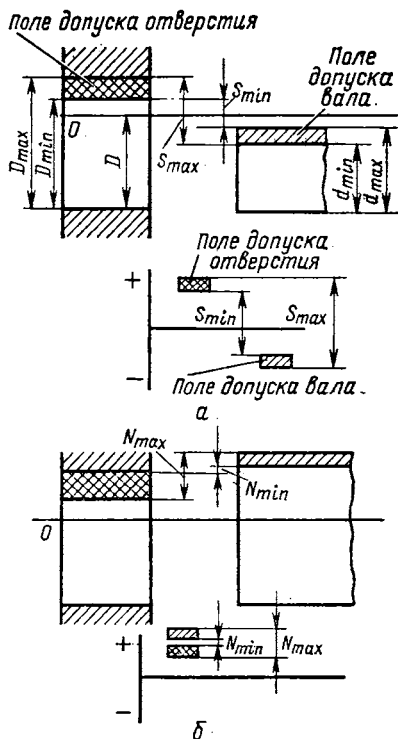


Рис. 31. Примеры графического изображения допусков, отклонений, размеров:

а — для посадок с зазором; б — для посадок с натягом.

Общие сведения о посадках. *Посадкой* называется характер соединения деталей. Посадки характеризуют свободу относительного перемещения соединенных деталей или их способность сопротивляться взаимному смещению. Посадки бывают с зазором (например, посадка поршня в цилиндре двигателя), с натягом (например, посадка сверла в заднюю бабку станка) и переходные, дающие возможность получать соединение как с зазором, так и с натягом (например, посадка движка логарифмической линейки).

Зазором называют разность размеров сопрягаемых отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

Натягом называют разность размера сопрягаемых вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

Так как валы и отверстия имеют отклонения в размерах, можно говорить о наибольшем и наименьшем зазоре (натяге).

Наибольший зазор равен разности наибольшего предельного размера отверстия и наименьшего предельного размера вала (S_{\max} на рис. 31, а).

Наименьший зазор равен разности наименьшего предельного размера отверстия и наибольшего предельного размера вала (S_{\min} на рис. 31, а).

Аналогично можно определить наибольший и наименьший натяги (N_{\max} и N_{\min} на рис. 31, б).

Переходные посадки характеризуются наибольшими зазорами и наибольшими натягами (наименьшие зазоры и натяги равны нулю).

Посадки в системах вала и отверстия. Посадки с различными зазорами и натягами можно получать, изменяя поле допуска обеих сопрягаемых деталей (т. е. и вала, и отверстия). Однако по технологическим и эксплуатационным соображениям для этой цели удобно изменять поле допуска только вала или только отверстия. Деталь, у которой положение поля допуска не зависит от вида посадки, называют основной деталью системы. Основной деталью могут быть как отверстия, так и валы, следовательно, существуют системы вала и отверстия.

Посадки в системе отверстия получают соединением различных валов (больше или меньше отверстия) с основным (неизменным) отверстием. В системе вала различные зазоры и натяги получают соединением различных отверстий с основным (неизменным) валом.

Изготовление точных отверстий технологически более сложно по сравнению с изготовлением валов тех же номинальных размеров. По этой причине в машиностроении преимущественное применение имеет система отверстия.

Пример-иллюстрация. Если взять несколько авторучек, снять с них колпачки, а потом надевать их на одну выбранную ручку, можно легко убедиться в том, что посадки будут разными. Такой случай является аналогом использования системы вала. Если же взять один колпачок и плотность посадки обеспечивать подбором ручек, то будет применена система отверстия.

Графическое изображение допусков и отклонений. Графический способ изображения допусков и отклонений весьма нагляден и существенно облегчает выполнение расчетов, связанных с определением предельных размеров деталей, зазоров и натягов при конструировании и изготовлении деталей.

Примем номинальный размер за нуль отсчета; тогда отклонения (с учетом знака) могут быть отложены по оси ординат соответственно для вала (рис. 31, *а*) и отверстия (рис. 31, *б*). Наложение этих изображений дает наглядное представление о полях допусков и значениях натягов.

Обозначения допусков и посадок. В Единой системе допусков и посадок СЭВ (ЕСДП СЭВ) посадки не имеют специальных названий и обозначаются комбинациями условных обозначений полей допусков, которыми они образованы. Например, соединение отверстия и вала, имеющих номинальные диаметры 60 мм и обработанных по полям допусков *H7* и *u6*, дает посадку в системе отверстия, которую обозначают на чертеже одним из следующих способов: $\varnothing 60 \frac{H7}{u6}$, $\varnothing 60 H7/u6$ или $\varnothing 60 H7-u6$.

Независимо от способа записи в числителе дроби или на первом месте строки помещают условное обозначение поля допусков отверстия, а в знаменателе или на втором месте строки — условное обозначение поля допуска вала. Если основное отклонение вала обозначено символом основного вала — буквой *h*, то посадка выполнена в системе вала. Например, посадки *F7/h7* и *F6/h6* относятся к системе вала.

Условные обозначения показывают принятую систему посадок, качества (арабские цифры) дают представление об относительной величине зазоров или натягов.

Квалитетов по СТ СЭВ 144—75 всего 19. Они обозначаются 0,1; 0; 1... 17. Наиболее точными являются квалитеты, обозначенные малыми числами. В машиностроении (массовое и крупносерийное производство) применяют квалитет 7, реже 8.

Большие латинские буквы в обозначениях относятся к отверстиям, малые — к валам. Начальные буквы латинского алфавита (*A*, *B*, *C*, ..., *H* и соответствующие строчные) обозначают отклонения, увеличивающие размер отверстия или уменьшающие размер вала против номинального размера. Обозначенные этими буквами поля допусков используются в основном для образования посадок с зазором. Буквы *I*, *K*, *M*, *N* используются для обозначения различных переходных посадок. Буквы *P*, *R*, *S*, *T* и другие обозначают поля допусков, уменьшающие размеры отверстий или увеличивающие размер вала. Такие поля допусков используются в основном для образования посадок с натягом.

Для определения полей допусков в микрометрах используют таблицы (СТ СЭВ 145—75), приведенные в специальной и справочной литературе. Часть таких таблиц дана в приложениях.

Задания. 1. На чертеже детали, которую предстоит выточить на токарном станке, конструктор поставил размер вала $\varnothing 60^{+0,106}_{+0,087}$. Необходимо определить номинальный размер, предельные размеры, отклонения (верхнее, нижнее, среднее) и допуск (в мм и мкм).

2. Заданы диаметры отверстия $35^{+0,025}$ и вала $35^{+0,020}_{-0,036}$ мм. Необходимо определить, с зазором или с натягом будет посадка вала в отверстие и чему равны максимальный и минимальный натяги (зазоры) в таком соединении.

3. Изобразите поле допусков и отклонения и определите графически значение зазора (натяга), если вал имеет размер $\varnothing 35^{+0,025}$, отверстие $\varnothing 35^{+0,020}_{-0,036}$ мм. Желательно выполнить графическое изображение в масштабе (например, на миллиметровке, приняв 10 мкм за 10 мм).

4. С помощью таблиц постройте поля допусков и определите максимальный и минимальный зазоры (натяги) при посадке отверстия на вал, обозначенный на чертеже обтачиваемых сопрягаемых деталей как $\varnothing 23 H7-e8$.

18. ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Каждая поверхность характеризуется шероховатостью, т. е. совокупностью неровностей. Большую шероховатость имеют отливки и полученные горячей объемной штамповкой поковки, заметные следы остаются на поверхности после фрезерования. Шероховатость поверхности уменьшают чистовым точением, шлифованием, полированием.

Неровности, создающие шероховатость поверхности, имеют выступы и впадины (рис. 32).

Шероховатость поверхностей оценивают главным образом одним или несколькими параметрами R_a , R_z , R_{\max} , значения которых приведены в СТ СЭВ 638—77.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a — это среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля от средней линии y_i в пределах базовой длины при n измерениях, т. е. приближенно

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i.$$

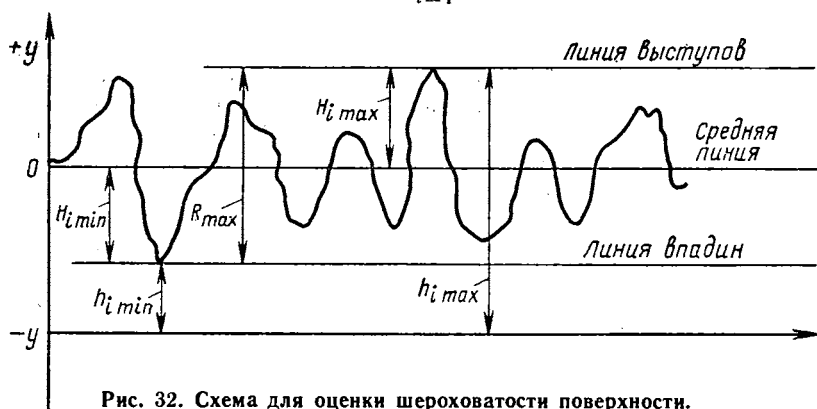


Рис. 32. Схема для оценки шероховатости поверхности.



Рис. 33. Направление неровностей при обработке и их условные обозначения на чертежах.

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z — это сумма средних абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов $H_{i_{\min}}$ и пяти наибольших максимумов $H_{i_{\max}}$ профиля в пределах базовой длины. Для средней линии, имеющей форму отрезка прямой, получаем

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 h_{i_{\max}} - \sum_{i=1}^5 h_{i_{\min}} \right),$$

где $h_{i_{\max}}$ и $h_{i_{\min}}$ — расстояния до указанных точек профиля от прямой, параллельной средней линии и не пересекающей профиль.

Наибольшая высота неровностей профиля R_{\max} — расстояние между линиями выступов и впадин профиля в пределах базовой длины.

Износ, герметичность, характер посадки и другие параметры соединения зависят от направления неровностей, образованных на поверхности режущими элементами инструмента в процессе обработки. Для основных типов направления неровностей ГОСТ 2789—73 устанавливает наименования, условные обозначения на чертежах и схематическое изображение (рис. 33).

Контроль шероховатости осуществляют сравнением обрабатываемых поверхностей с образцами контактным методом с помощью шуповых приборов (профилометров и профилографов) или бесконтактным методом с помощью оптических приборов (микроскопы, лазерные устройства).

Обозначения шероховатости поверхности на чертежах. Знак, обозначающий шероховатость поверхности, а также месторасположение значения параметра шероховатости и данных, содержащих дополнительные требования, показан на рис. 34. Если в обозначении содержится только значение параметра, то знак не имеет полки. Если вид обработки поверхности конструктором не устанавливается, то ставится соответствующий знак. Такой же знак ставится в правом верхнем углу чертежа детали, если все поверхности или часть их (т. е. на которые не нанесены другие обозначения шероховатости) должны иметь одинаковую шероховатость.

Параметр шероховатости указывают в обозначении без символа, если используется среднее арифметическое отклонение профиля R_a , например 0,63; для обозначения R_z , R_{\max} параметр

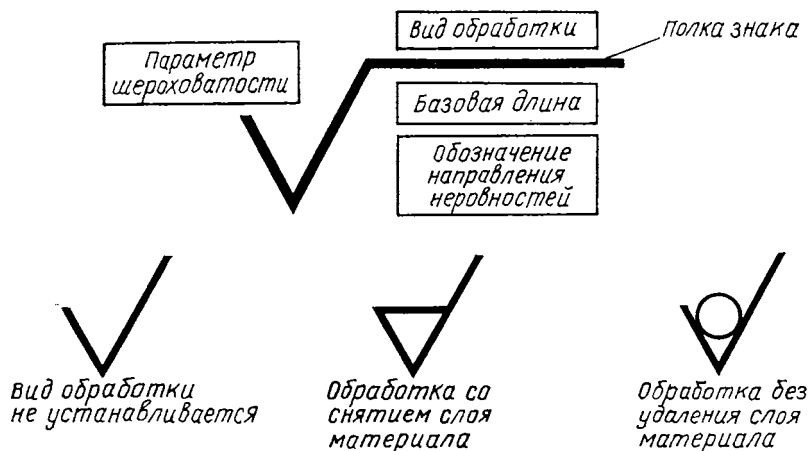


Рис. 34. Знаки, обозначающие шероховатость поверхности на чертежах.

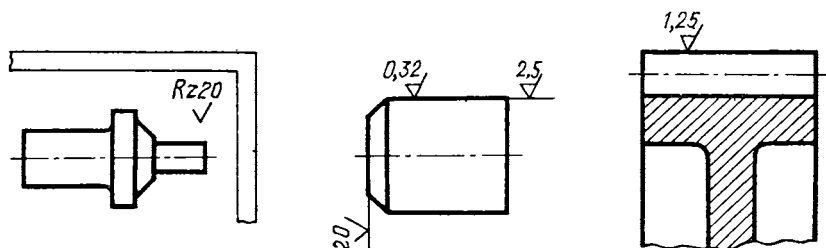


Рис. 35. Примеры обозначения шероховатости поверхности на чертежах.

указывается после соответствующего символа, например R_z40 , $R_{\max}80$ (рис. 35).

Шероховатость поверхностей после обработки различных видов. Для практических целей необходимо представление о достигаемых различной обработкой шероховатостях поверхностей. Неровности, остающиеся, например, после чернового точения, легко различимы невооруженным глазом; риски после чистового точения и грубого шлифования плохо видны, но хорошо ощутимы, если по обработанной поверхности провести ногтем; отделочное точение, растачивание, тонкое шлифование не оставляют неровностей, определяемых невооруженным глазом или на ощупь. Для примера можно указать, что поверхность обычной долгоиграющей пластинки имеет шероховатость R_a от 2,0 до 1,25 мкм.

19. ЧЕРТЕЖ КАК ОСНОВА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Чертеж изделия (заготовки) представляет собой его графическое изображение, выполненное в определенном масштабе, с

указанием размеров и технических условий, соблюдение которых должно быть обеспечено при изготовлении изделия. Чертежи выполняют по правилам, установленным стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

С некоторыми требованиями ЕСКД вы уже знакомы или знакомитесь при изучении машиностроительного черчения, в трудовом обучении. К таким требованиям относятся: размеры форматов, правила размещения проекций, толщина линий, выполнение чертежей деталей с применением разрезов, сечений, дополнительных и местных видов, выносных элементов, рациональный выбор количества изображений на чертеже, условные обозначения резьбовых, шпоночных, штифтовых и других соединений, изображения на сборочных чертежах типовых устройств — винтовых, храповых и прочих механизмов, зубчатых передач, пружин, подшипников, уплотнительных и смазочных устройств.

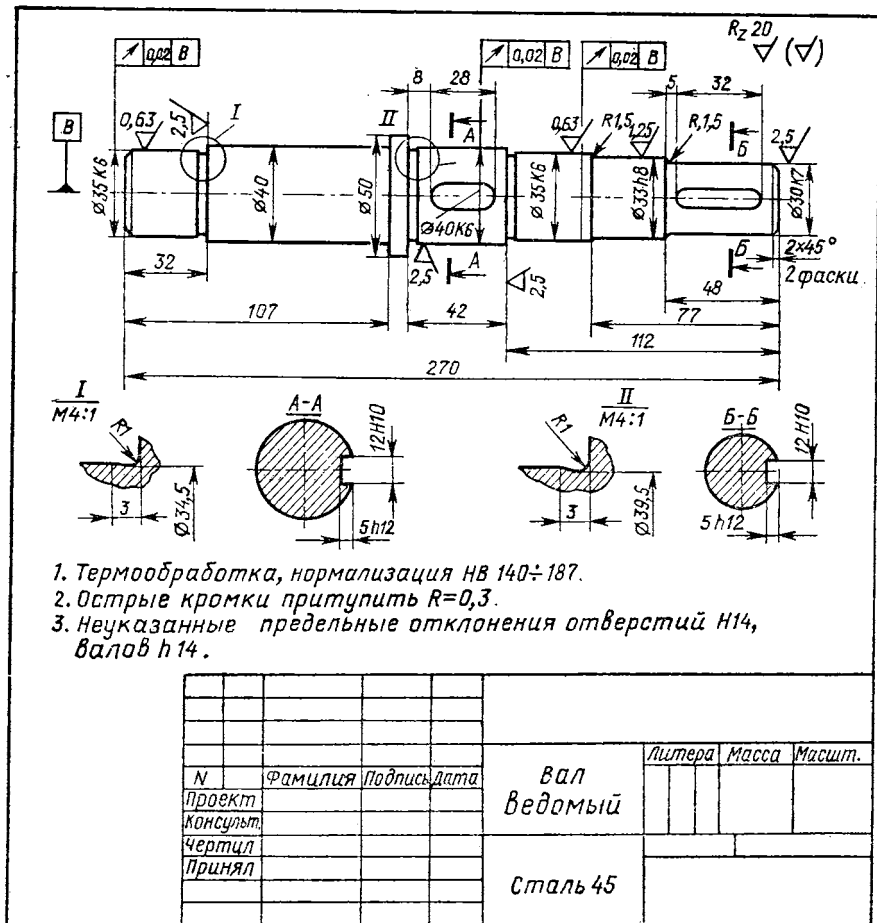
Разрешенные условности и упрощения, применяемые на детализировочных и сборочных чертежах, облегчают и ускоряют их выполнение, что сокращает проектный этап.

Для выполняющих токарные и фрезерные работы важна *информативность чертежей*, т. е. тот объем информации, который необходим для практического изготовления деталей или изделия в целом..

Сборочный чертеж позволяет (при наличии навыков чтения чертежей) определить: устройство и составные элементы конструкции сборочной единицы либо изделия в целом (по надписи в угловом штампе, надписям на поле чертежа, по декодированию условного графического изображения в физический объект); габаритные, монтажные, установочные, эксплуатационные размеры; технические характеристики. Спецификация дает возможность оценить общее количество деталей, долю среди них стандартизованных или нормализованных покупных и оригинальных деталей и по их конфигурации степень сложности изготовления изделия в условиях конкретного производства.

Чертеж детали (например, рис. 36) позволяет определить: габаритные размеры детали и по ним ориентировочные размеры заготовки; материал для изготовления детали и вероятную термическую обработку; характер химико-термической обработки — по надписям (техническим условиям); точность изготовления и связанные с ней возможные технологические трудности — по условным обозначениям отклонений размеров; возможность достижения точности в конкретных условиях производства — по условным обозначениям отклонений формы и расположения поверхностей (прямолинейность, цилиндричность, круглость, радиальное биение, перпендикулярность и др.); заданную шероховатость поверхностей, подлежащих обработке; величину припуска, подлежащего снятию в стружку при обработке, и др.

Опытный рабочий-станочник или инженер-технолог, получив чертеж детали, начинает мысленно формировать технологический



Эскиз детали является разновидностью рабочего чертежа, но выполняется часто от руки, без специальных чертежных принадлежностей, с приблизительным сохранением пропорций между частями изображаемого предмета. К эскизированию деталей часто прибегают в процессе ремонтных, опытно-конструкторских и других работ. Предложения о рационализации инструмента, приспособлений, приемов работы, рабочего места или технологического процесса, предлагаемые рабочими, также включают эскизы. Если предложение находит инженерную поддержку, по этим эскизам изготавливаются рабочие чертежи. Наиболее опытные рабочие-рационализаторы сами делают рабочие чертежи для практического освоения предлагаемых новшеств.

При выполнении эскизов с натуры соблюдение основных требований ЕСКД является обязательным.

На производстве токарю или фрезеровщику для изготовления деталей могут быть даны эскизы конструктора — они считаются официальным техническим документом при соответствующем оформлении и утверждении.

20. ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Понятие о метрологии. Слово «метрология» образовано от двух греческих слов: «метрон» — мера и «логос» — учение, следовательно, метрология — учение о мерах.

Метрология в современном понимании — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Измерение — это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Измерения могут быть прямыми и косвенными:

При прямом измерении искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (например, измерение массы на циферблатных весах, температуры термометром, размера штангенциркулем и др.);

При косвенном измерении искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (например, для определения диаметра D большого вала измеряют длину его окружности l и находят: $D = l/\pi$).

Абсолютное измерение основано на прямых измерениях одной или нескольких основных величин.

Относительное измерение — это нахождение отношения величины к одноименной, играющей роль единицы или принимаемой за исходную.

При выборе измерительных средств пользуются метрологическими показателями. К основным показателям относятся: цена деления шкалы, интервал деления шкалы, допускаемая по-

грешность измерительного средства, пределы измерения и измерительные усилия.

Ценой деления шкалы называется разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Например, у индикатора часового типа цена деления равна 0,01 мм; если стрелка прибора переместится от одного деления шкалы до другого, это значит, что измерительный наконечник переместился на 0,01 мм.

Интервал деления шкалы — это расстояние между двумя соседними ее отметками. У большинства измерительных средств интервал деления составляет от 1 до 2,5 мм. Чем больше интервал деления шкалы, тем удобнее отсчет.

Допускаемой погрешностью измерительного средства называется наибольшая погрешность, при которой оно может быть допущено к применению.

Пределы измерений измерительного средства — это наибольшее и наименьшее значения величины, которые можно измерить данным средством.

Измерительное усилие — усилие, возникающее в процессе измерений при контакте измерительных поверхностей с контролируемым изделием.

Измерительное средство и приемы его использования в совокупности образуют метод измерения.

Основные измерительные инструменты, используемые при токарных и фрезерных работах. Среди *штангенинструментов* наибольшее распространение имеют штангенциркули.

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 37) служит для определения размеров деталей при черновой и получистовой обработке. Губки *C* и *D* предназначены для измерения наружных, а губки *A* и *B* — внутренних поверхностей, глубиномер *4* — для измерения уступов и углублений. Этим инструментом можно определить размер с погрешностью до 0,1 мм.

Размер в миллиметрах отсчитывается по штанге *3* до левого

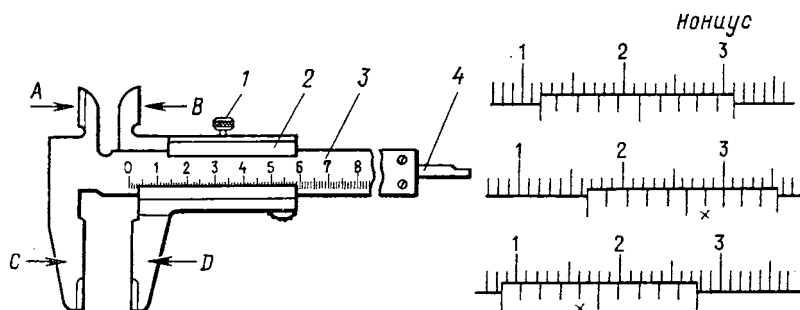


Рис. 37. Штангенциркуль ШЦ-1:

1 — зажимной винт; 2 — рамка; 3 — штанга; 4 — глубиномер.

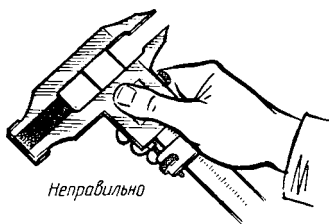
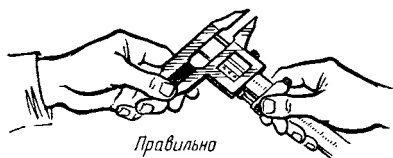
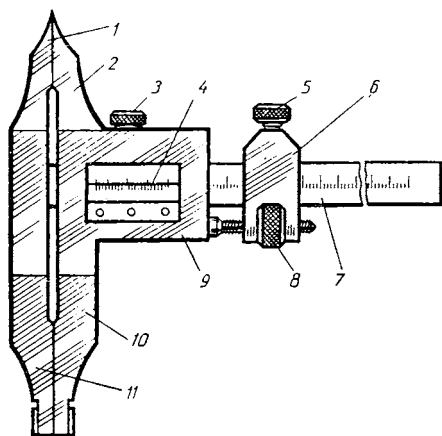


Рис. 38. Штангенциркуль ШЦ-II:

1, 2, 10, 11 — губки; 3, 5 — стопорные винты; 4 — нониус; 6 — движок; 7 — штанга; 8 — гайка; 9 — рамка.

нулевого штриха нониуса, нанесенного на рамке 2. Если нулевой штрих нониуса не совместился с делением на штанге, то по шкале нониуса отсчитывают количество делений до штриха, совместившегося со штрихом на шкале штанги. Так определяют десятые доли миллиметра. Для фиксирования положения губок после измерения служит винт 1. Длина шкалы нониуса разделена на 10 равных частей и соответствует 9 делениям шкалы штанги, что составляет 9 мм. Следовательно, одно деление нониуса равно 0,9 мм, т. е. короче каждого деления штанги на 0,1 мм.

Для более точных измерений используется штангенциркуль ШЦ-II (рис. 38). На штанге 7 через 1 мм нанесены деления. С левой стороны штанги расположены губки 1 и 11. По штанге может передвигаться рамка 9 с губками 2 и 10, на которой находится вспомогательная шкала — нониус 4. Нониус дает возможность производить отсчет размеров с погрешностью до 0,05 мм.

При установке штангенциркуля на заданный размер стопорные винты 3 и 5 должны быть ослаблены. Перемещая рамку 9 и вместе с ней движок 6, штангенциркуль устанавливают по возможности точно на заданный размер и закрепляют движок винтом 3, называемым микрометрическим устройством. Вращая гайку 8, перемещают рамку и нониус в том или другом направлении, добиваясь точного совпадения соответствующего деления нониуса с делением штанги. После совмещения заворачивают стопорный винт рамки. Шкала нониуса длиной 39 мм разделена на 20 равных частей, т. е. каждое деление нониуса равно 1,95 мм.

Если сдвинуть рамку до совпадения первого штриха нониуса со вторым штрихом штанги, то между измерительными поверх-

ностями губок штангенциркуля получится зазор: $(2 - 1,95) \text{ мм} = 0,05 \text{ мм}$. При совпадении второго штриха нониуса с четвертым штрихом штанги зазор между измерительными поверхностями губок будет равен $(4 - 2 \times 1,95) \text{ мм} = 0,1 \text{ мм}$. При совпадении третьего штриха нониуса со следующим штрихом штанги зазор составит уже $0,15 \text{ мм}$ и т. д.

К *микрометрическим инструментам* относятся микрометры, глубиномеры и нутромеры (рис. 39).

В их принципиальной схеме используется микрометрическая пара, состоящая из винта и гайки, изготовленных с высокой точностью. Если при неподвижной гайке повернуть винт на один полный оборот, то он переместится вдоль оси на расстояние l , равное шагу резьбы. Так как в микрометрических измерительных инструментах чаще всего используется резьба с шагом $0,5$ или $0,1 \text{ мм}$, то при одном обороте винта он перемещается вдоль оси соответственно на $0,5$ или 1 мм . Для отсчета этого перемещения на стебле 1 (рис. 39, а) имеется расположенная вдоль оси шкала с делениями через $0,5 \text{ мм}$. К микровинту прикреплен барабан 2 , имеющий на торце 50 равных делений, что позволяет определять, на какую часть оборота переместился микровинт. При измерении микрометром деталь помещают между измерительными поверхностями и, вращая трещотку, прижимают деталь винтом к пятке. После того как трещотка начинает провертываться, издавая треск, закрепляют стопор микрометра и отсчитывают показания.

Микрометрический нутромер (рис. 39, б) предназначен для измерения внутренних размеров с погрешностью до $0,01 \text{ мм}$. Он состоит из стебля 1 , в резьбовое отверстие которого вставлен микрометрический винт 2 . Концы стебля и винта имеют сферические измерительные поверхности. Барабан 3 жестко связан с гайкой винтом. В установленном положении микрометрический винт фиксируется стопором.

Микрометрический глубиномер (рис. 39, в) применяется для измерения размеров уступов и впадин с погрешностью до $0,01 \text{ мм}$. Отсчет производится так же, как в обычных микрометрах.

При работе микрометрическими инструментами следует прекращать вращение барабана незадолго до соприкосновения измерительных поверхностей с деталью, далее пользоваться трещоткой. Нельзя измерять вращающиеся детали.

Микрометрические инструменты нужно предохранять от нагрева, загрязнения, вовремя протирать и смазывать. Хранить их необходимо в футляре.

В массовом или серийном производстве для проверки размеров сопрягаемых поверхностей применяют *предельные калибры*, имеющие наибольший и наименьший предельные размеры. Калибры имеют две измерительные поверхности — проходную и непроходную стороны. Для проверки отверстий используются калибры-пробки, а для валов — калибры-скобы.

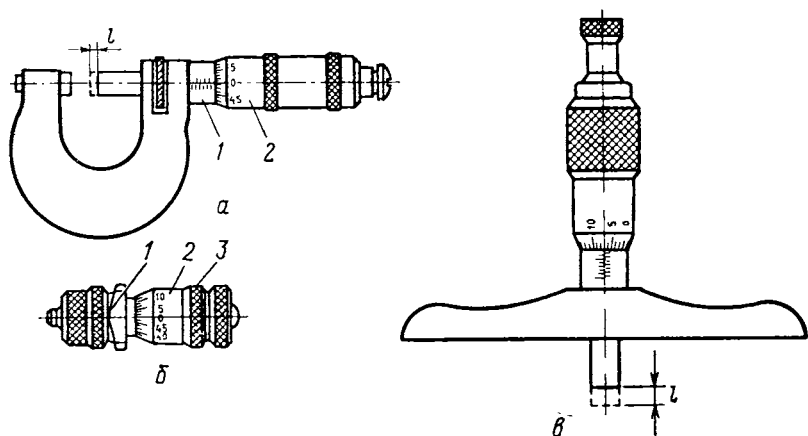


Рис. 39. Микрометрические инструменты:

а — микрометр (*1* — стель; *2* — барабан); *б* — нутромер (*1* — стель; *2* — микрометрический винт; *3* — барабан); *в* — глубиномер.

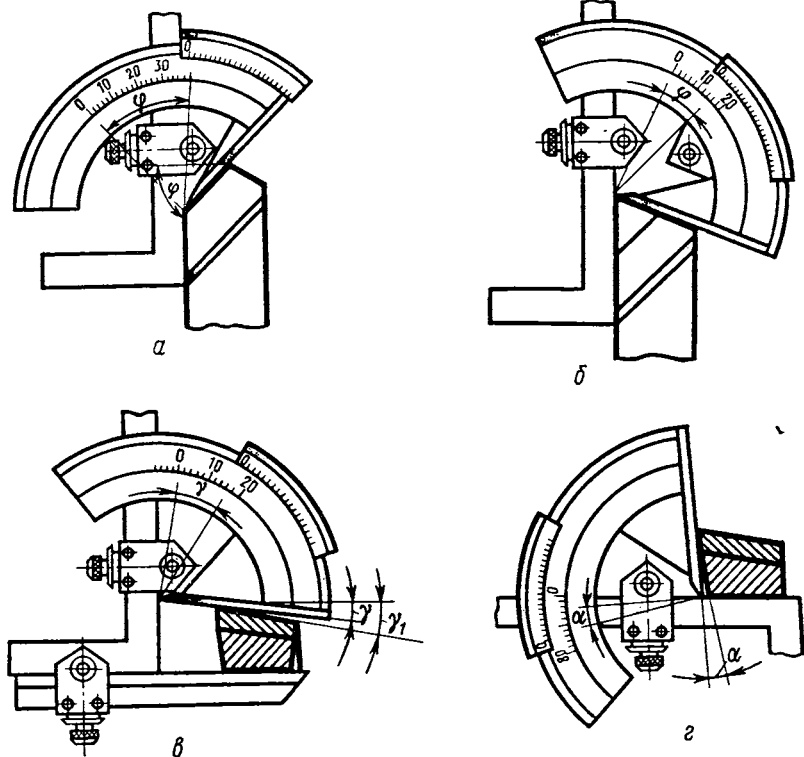


Рис. 40. Универсальный угломер и его применение для измерения углов режущего инструмента:

а — главного угла в плане; *б* — вспомогательного угла в плане; *в* — переднего угла; *г* — заднего угла.

Шаблоны используют для проверки сложных профилей деталей. Их изготавливают из высокоуглеродистой листовой или полосовой стали.

Для проверки и измерения углов предназначены *угломеры*. Принцип работы универсальным угломером показан на рис. 40.

Контроль шероховатости обработанных поверхностей. Наиболее распространенным способом оценки качества обработанных поверхностей является визуальное их сравнение с поверхностями рабочих образцов.

Стандартизованные рабочие образцы выпускаются с различными шероховатостями поверхностей, полученных точением, фрезерованием, строганием, шлифованием, растачиванием, развешиванием, протягиванием, полированием и доводкой.

По видам обработки образцы комплектуются в оправах, и составленные наборы помещаются в различные футляры в зависимости от материала.

При сравнении поверхностей с шероховатостью от $R_a 2,5$ рекомендуется пользоваться лупой.

Для более точной оценки шероховатости поверхностей применяют микроскопы сравнения, а для определения значения шероховатости в микрометрах — различные микроскопы и контактные щуповые приборы (профилометры и профилографы). Профилометры отражают среднее арифметическое отклонение профиля поверхности R_a , а профилографы — профиль поверхности в виде профилограммы.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены измерительные инструменты?
2. Сколько делений имеет нониус штангенциркуля с погрешностью до 0,05 мм? Чему равен интервал одного деления нониуса?
3. Как прочитать показания нониуса на штангенциркулях ШЦ-I и ШЦ-II?
4. Как установить на штангенциркуле ШЦ-II размеры 25,88; 76,55; 100,05 мм?
5. Чему равен шаг винта микрометра?
6. Как установить на микрометре размеры 5,35; 18,75; 22,95 мм?
7. Для чего применяется нутромер?
- 8*. В чем особенности технических измерений в массовом производстве? Каким образом можно автоматизировать технические измерения?
9. Каково назначение проходной и непроходной сторон предельных калибров?
10. Как и когда применяют измерительные скобы?
- 11*. Какие факторы оказывают влияние на точность технических измерений?
12. Каковы правила пользования измерительными приборами, в частности микрометрическими?

Лабораторно-практическая работа № 6.

Подсчет значений предельных размеров по данным чертежа и определение годности фактических размеров

Цель: ознакомление с практикой определения численных значений предельных размеров по условным обозначениям на чертежах.

Оснащение: чертежи изделий с условными обозначениями предельных размеров; образцы деталей, выполненных по этим чертежам; измерительный инструмент; таблицы допусков, основных отклонений и посадок (по СТ СЭВ 145—75).

Порядок выполнения работы:

1. По условному обозначению отклонений от номинального размера определить наибольший и наименьший предельные размеры и допуск размера. Результаты вычислений записать в таблицу:

Условное обозначение размера	Предельные размеры		Допуск размера
	наибольший	наименьший	

2. По условному обозначению посадки определить: а) предельные размеры отверстия и вала; б) допуски размеров отверстия и вала; в) наибольший и наименьший зазоры или натяги; г) характер посадки (подвижная, неподвижная, переходная) и систему (отверстия или вала), к которой она относится. Результаты записать в таблицу:

Условное обозначение посадки	Предельные размеры				Допуск размера		Зазор или натяг		Характер посадки
	наибольший		наименьший						
	отверстия	вала	отверстия	вала	отверстия	вала	наибольший	наименьший	

3. Измерить на образце изделия действительные размеры и сравнить их с соответствующими размерами, указанными на чертеже. Сделать выводы о годности фактических размеров.

Лабораторно-практическая работа № 7.

Чтение чертежей с обозначением допустимых погрешностей формы, расположения поверхностей, их шероховатости

Цель: ознакомление с практикой чтения на чертежах условных обозначений, допустимых погрешностей формы, расположения и шероховатости поверхностей.

Оснащение: рабочие чертежи деталей с условными обозначениями; таблицы условных обозначений, таблицы зависимости шероховатости поверхностей от вида обработки; образцы для определения шероховатости.

Порядок выполнения работы:

1. По условным обозначениям предельных отклонений от геометрической формы и расположения поверхностей, указанным на чертеже, определить вид и предельное значение этих отклонений. Данные записать в таблицу:

Условные обозначения	Вид и значение допустимого отклонения

2. По условным обозначениям шероховатости поверхностей, указанным на чертеже, определить (с помощью справочных таблиц) вид обработки и размер шероховатости. Данные записать в таблицу:

Условные обозначения шероховатости поверхности	Вид обработки	Размер шероховатости, мкм

3. Сопоставить шероховатость данных обработанных поверхностей (наблюдаемую визуально) с размером шероховатости, условно обозначенным на чертеже. Сделать выводы.

Лабораторно-практическая работа № 8.

Выбор средств измерения в зависимости от точности изготовления деталей.

Измерение штангенциркулем и микрометром

Цель: ознакомление с практикой выбора измерительного инструмента для контроля размеров, полученных токарной и фрезерной обработкой; формирование навыков измерения штангенциркулем и микрометром.

Оснащение: рабочие чертежи деталей, подлежащих токарной и фрезерной обработке; штангенциркуль, микрометры, образцы для измерений.

Порядок выполнения работы:

1. По рабочему чертежу определить основные токарные и фрезерные операции, а также перечислить контрольные операции, выполняемые измерительным инструментом.

2. Выбрать измерительный инструмент, необходимый для проверки правильности выполнения операций токарной и фрезерной обработки. Обосновать мотивы выбора того или иного инструмента. Определить, какова погрешность при измерении предложенным инструментом.

3. Изучить устройство штангенциркуля.
4. Измерить (трижды) указанные учителем наружный и внутренний диаметры образца; составить таблицу измерений, определить среднее арифметическое значение размера.
5. Изучить устройство микрометра.
6. Измерить (трижды) указанные учителем размеры образца; составить таблицу измерений; определить среднее арифметическое значение измеренного размера.
7. Сделать выводы о применимости штангенциркуля и микрометра для проверки правильности выполнения различных токарных и фрезерных операций.

Лабораторно-практическая работа № 9. Составление эскизов по образцам деталей

Цель: формирование навыков графического изображения деталей.

Оснащение: образцы деталей, измерительные инструменты (штангенциркули, измерительные линейки), бумага, карандаши.

Порядок выполнения работы:

1. Осмотреть образец детали и определить ее наименование (валик, палец, втулка и др.), материал, основные поверхности, образующие форму детали.
2. Определить главное изображение и достаточное количество других видов (разрезов, сечений), необходимых для полного отображения формы детали.
3. Выбрать масштаб изображения детали на эскизе, определить на глаз ее основные пропорции.
4. Выполнить все проекции детали, необходимые разрезы и сечения с соблюдением требований к оформлению чертежей.
5. Определить, какие размеры следует указать; нанести выносные и размерные линии.
6. Измерить элементы детали и поставить размеры на эскизе. Нанести обозначения и размеры стандартизованных элементов детали: резьб, конусностей, фасок и др. Поставить на эскизе условные обозначения допустимых погрешностей формы, расположения поверхностей и их шероховатости.
7. Проверить правильность выполнения эскиза (в том числе сравнением оформления чертежа, эскизов товарищей).

Лабораторно-практическая работа № 10. Составление технического описания детали

Цель: изучение геометрических форм деталей и технических требований к их изготовлению по чертежам; формирование навыков чтения чертежей.

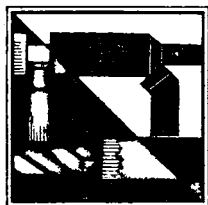
Оснащение: рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи; таблицы допусков и посадок; карандаши, калька.

Порядок выполнения работы:

1. Внимательно изучить чертеж детали, сделать эскизы геометрических форм ее основных элементов.
2. Охарактеризовать требования к точности выполнения размеров (определить предельные размеры и допуски размеров).
3. Описать требования к шероховатости поверхностей детали.
4. Охарактеризовать другие технические требования (термообработка, покрытие и др.).
5. На сборочном чертеже выделить две сопрягаемые детали; определить предельные размеры отверстия и вала, значения зазоров или натягов.
6. С помощью кальки выполнить копировку двух сопрягаемых деталей со сборочного чертежа.
7. Полученные кальки использовать для разработки эскизов двух сопрягаемых деталей.
8. Сделать выводы об особенностях сборки эскизированных деталей.

ГЛАВА 6.

ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ



21. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОТРЕЗАНИЕ

Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей включает операции обтачивания, подрезания, прорезания канавок и отрезания заготовок.

Обтачиванием можно получить гладкие и ступенчатые цилиндрические, а также конические и фасонные наружные поверхности.

При обработке цилиндрических поверхностей заготовка крепится либо в патроне (рис. 41, а), либо в центрах (рис. 41, б) и получает вращательное движение. На деталь, установленную в центрах, надевается хомут, вращаемый поводковой планшайбой. Чтобы заготовка большой длины не прогибалась под действием сил резания, применяются люнеты: подвижный, устанавливаемый на каретке суппорта и движущийся вместе с ней, и неподвижный, крепящийся на направляющих станины станка.

В технологии машиностроения приняты следующие условные графические изображения опор, зажимов и установочных устройств:

- ▽ — неподвижная опора;
- ▽ — цилиндрическая оправка;
- ▽ — патрон и цанговая оправка.

Подрезанием обрабатывают торцовые поверхности валов и втулок, плоскости в корпусных деталях. Оно выполняется подрезными резцами, получающими поперечную подачу. Прорезание канавок и отрезание заготовок (или готовых изделий) от прутка, трубы производится также только при поперечной подаче.

Резцы для обработки наружных и торцовых поверхностей. Качество обработки деталей существенно зависит от правильности выбора резцов, конструкции которых определены назначением. Квалифицированный токарь, увидев конфигурацию детали, может определить, какие резцы понадобятся для ее обработки. Выбор резцов — важная задача при токарной обработке.

Рекомендуем вспомнить геометрические параметры токарных резцов, общие сведения об их конструкциях, факторы, влияющие на стойкость и износ инструмента. Для этого следует повторить § 14.

По форме головки резцы для обточки разделяются на прямые — с прямолинейным стержнем (рис. 42, а) и отогнутые — со стержнем, отогнутым вправо или влево.

По расположению режущей кромки различают правые (рис. 42, г) и левые (рис. 42, в) резцы. Правые при обработке перемещаются в продольном направлении от задней бабки к передней, левые — от передней бабки к задней.

Проходные резцы (рис. 42, а — в) предназначены для обточки, образования фасок, проходные упорные резцы (рис. 42, г) — для обточки и обработки образуемого торца ступени.

Подрезные резцы (рис. 42, д) служат для образования ступени на торце обрабатываемой заготовки, для обработки плоскости торца.

Канавки на наружной и внутренней поверхностях детали могут быть получены с помощью канавочных резцов (рис. 42, е, з). Аналогичные по конструкции резцы применяются для отрезки и называются отрезными (рис. 42, ж). Фасонные резцы (рис. 42, к) заточены по форме обрабатываемой детали и, так же как подрезные, канавочные и отрезные, имеют лишь поперечную подачу.

Приемы работы на токарных станках. Для правильной и безопасной работы на токарных станках при обработке наружных

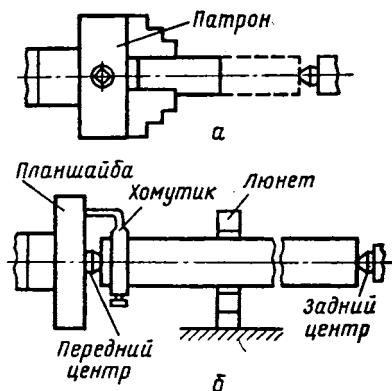


Рис. 41. Способы закрепления заготовок на токарном станке.

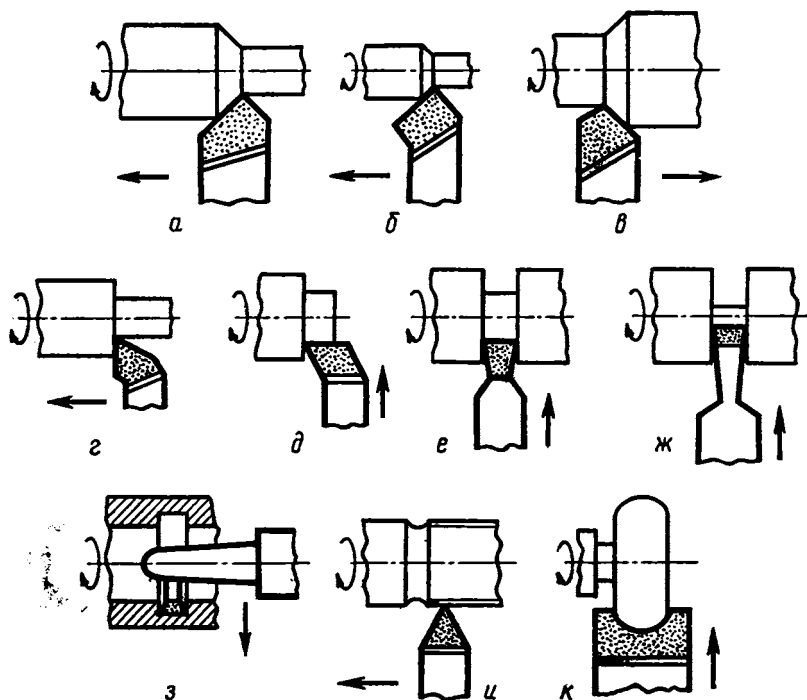


Рис. 42. Основные виды токарных резцов.

и торцовых поверхностей необходимо выполнение следующих основных приемов работы:

заготовка при установке в патроне или в центрах не должна иметь недопустимого вылета из патрона, биений и перекосов;

установка резца в резцедержателе должна обеспечивать их надежное закрепление; не допускается вылет резца из резцедержателя, превышающий удвоенную высоту головки резца;

проходной резец устанавливают так, чтобы его вершина совпадала с вершиной центра, закрепленного в задней бабке станка;

подрезной резец для обработки деталей диаметром более 15 мм устанавливают так, чтобы угол между обрабатываемым торцом и главной режущей кромкой резца составлял 3—5°; при установке резца пользуются лимбом;

для того чтобы судить о правильности процесса резания, выбирают такие ориентиры, как, например, кривизна стружки, шероховатость обтачиваемой поверхности, равномерность шума отделения стружки и шума в приводе станка, цвет стружки и др.

Работая на токарном станке, следует выполнять все требования безопасности труда при обработке металлов резанием (повторите § 16).

Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняют при обработке наружных и торцовых поверхностей?
2. Как закрепляют детали при обтачивании?
3. При каких операциях обработки применяют люнеты?
- 4*. Какими способами обрабатывают конические наружные поверхности?
5. Чем объясняется многообразие резцов для обработки наружных и торцовых поверхностей?
- 6*. В каких случаях применяют отогнутые головки резцов?
- 7*. В чем отличие проходного упорного резца от подрезного?
8. Используется ли продольная подача фартука станка при точении канавок?
9. Как выбирают параметры резания при обработке наружных поверхностей?
- 10*. Как выбирают частоту вращения шпинделя станка? Какими данными необходимо располагать для этого?
11. Какие усилия будут действовать на проходной токарный резец при наружном обтачивании?
12. Можно ли на токарном станке задать автоматическое продольное перемещение (подачу) проходного резца при наружном обтачивании?

Задания

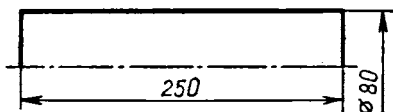
1. Определите, какие резцы понадобятся для обработки изображенных здесь деталей:



2. При обточке цилиндрической детали диаметром 125 мм частота вращения шпинделя $n=300 \text{ мин}^{-1}$; сила резания 300 Н; коэффициент полезного действия механизмов главного движения станка 0,85. Достаточно ли будет мощность электродвигателя 8 кВт для выполнения на станке процесса резания?

3*. Определите, во сколько раз изменится частота вращения шпинделя, рассчитанная на обработку детали диаметром 150 мм из стали 20, если деталь сделать из стали 65Г.

4*. Определите время, необходимое на обточку наружной поверхности детали из стали 40Х, изображенной на рисунке, за один проход. Составьте алгоритм решения этой технической задачи.



22. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПРИ ОБТАЧИВАНИИ, ПОДРЕЗАНИИ И ОТРЕЗАНИИ ЗАГОТОВОК

Обтачивание гладких наружных цилиндрических поверхностей. Перед началом обтачивания на основании изучения чертежа и обмера заготовки определяют, какой толщины слой металла необходимо срезать и за сколько рабочих ходов (проходов) можно это сделать. Обычно цилиндрические поверхности обтачивают за два прохода: сначала снимают начерно большую часть припуска (3—7 мм на диаметр), а затем оставшуюся часть (1—2 мм на диаметр).

При обтачивании детали до заданного диаметра резец устанавливают на требуемую глубину резания следующим образом: сообщают детали вращательное движение;

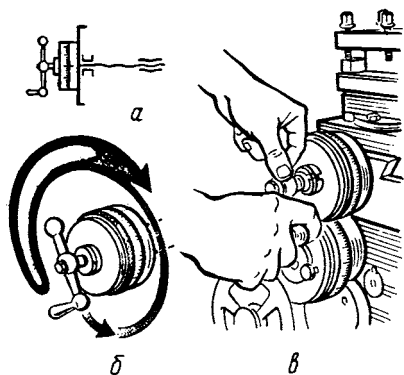


Рис. 43. Лимб поперечной подачи токарного станка:

а — схема лимба; б — вращение рукоятки для устранения зазора; в — установка размера.

диаметр превышает требуемый размер, резец устанавливают на несколько большую глубину, снова производят обтачивание и измерение. Таким образом деталь обрабатывают до тех пор, пока не будет получен заданный размер.

Для установки резца на глубину резания у токарных станков имеется специальное приспособление — лимб.

Лимб поперечной подачи расположен около рукоятки винта поперечной подачи. Он представляет собой втулку или кольцо, на окружности которого нанесены деления (рис. 43). Приступая к работе, нужно определить величину перемещения, соответствующую на данной станке одному делению лимба. Пользуясь лимбом, следует помнить, что при перемещении резца вперед в поперечном направлении на какую-либо величину радиус детали после прохода уменьшится на такую же величину, а диаметр детали — на удвоенную. Для того чтобы уменьшить диаметр детали, например, с 30,2 до 28,4 мм, т. е. на 1,8 мм, необходимо переместить резец вперед на 0,9 мм. При цене деления лимба 0,05 мм на диаметр лимб следует повернуть на 18 делений ($0,9:0,05=18$).

Устанавливая резец на глубину резания с помощью лимба поперечной подачи, необходимо учитывать, что зазор между винтом и гайкой создает так называемый мертвый ход.

Лимб продольной подачи представляет собой вращающийся диск большого диаметра, расположенный на передней стенке фартука за маховичком продольной подачи. На окружности диска нанесены равные деления (цена каждого деления 0,1—1 мм). При вращении маховичка поворачивается и лимб, связанный зубчатой передачей с колесом продольной подачи. Таким образом, если в начале резания лимб установить на нулевое деление, то определенному продольному перемещению суппорта с

вращением маховичка продольной подачи и рукоятки винта поперечной подачи вручную подводят резец к правому торцу детали так, чтобы его вершина коснулась поверхности детали;

ручную отводят резец вправо от детали и вращением рукоятки винта поперечной подачи устанавливают его на нужную глубину резания.

После этого деталь обтачивают с ручной подачей на длине 3—5 мм, отводят резец, отводят станок и измеряют диаметр обточенной поверхности штангенциркулем. Если ди-

резцом будет соответствовать поворот лимба на определенное число делений относительно неподвижной риски.

После установки глубины резания выбирают подачу, которая зависит главным образом от допускаемой шероховатости обработанной поверхности. Для черновых рабочих ходов подачу принимают равной 0,5—1,2 мм/об, для чистовых — 0,2—0,4 мм/об.

Далее определяют допустимую скорость резания. Она зависит в основном от стойкости резца. Средние значения допустимой скорости резания для наружного точения приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2. Средние значения скорости резания для наружного точения, м/мин

Материал резца	Обрабатываемый материал	Вид обработки	
		черновая	чистовая
Быстрорежущая сталь Р6М5	Сталь	20—30	30—45
Твердый сплав ВК8	Чугун	60—80	80—100
Твердый сплав Т15К6	Сталь	100—140	150—220

Зная скорость резания и диаметр заготовки, можно определить частоту вращения шпинделя станка. Фактическую частоту вращения, ближайшую к расчетной (не превышающую ее), выбирают из ряда частот вращения шпинделя, которые обеспечивает коробка скоростей станка.

Обработка плоских торцовых поверхностей и уступов. К плоским торцовым поверхностям и уступам предъявляются следующие основные требования: плоскостность, т. е. отсутствие выпуклости или вогнутости; перпендикулярность оси; параллельность плоскостей уступов или торцов между собой.

Невысокие уступы подрезают проходным упорным резцом, обычно совмещая эту операцию с обтачиванием наружной поверхности. Режущая кромка резца в таком случае должна располагаться перпендикулярно оси заготовки. Положение режущей кромки контролируют угольником.

При закреплении заготовки в патроне вылет ее должен быть по возможности минимальным. Торец можно подрезать упорным резцом, используя поперечную подачу. При этом главную режущую кромку устанавливают под небольшим углом (5—10°) к торцовой поверхности.

Плоскостность торца после подрезания проверяют, прикладывая к нему ребро линейки или угольника; перпендикулярность торца к наружной поверхности определяют угольником.

При подрезании торцов и уступов рекомендуется применять следующие поперечные подачи: для черновой обработки от 0,3 до

0,7 мм/об при глубине резания от 2 до 5 мм; для чистовой — от 0 до 0,3 мм/об при глубине резания 0,7—1,0 мм.

Основные причины брака при обтачивании цилиндрических поверхностей и подрезании торцов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Основные виды, причины и меры предупреждения брака при обтачивании наружных цилиндрических поверхностей и подрезании торцов

Причина брака	Меры предупреждения
<i>Часть поверхности осталась необработанной</i>	
Недостаточный припуск на обработку	Контролировать размеры заготовок, сопоставляя их с размерами на чертеже
Неправильно выполненное центрование: центровые отверстия смещены от оси заготовки	Проверять в сомнительных случаях расстояние от оси центрального отверстия до периферии торца заготовки
Закрепление заготовки в патроне с недопустимым биением или перекосом	При закреплении добиваться минимального биения заготовки по наружной поверхности и по торцу
<i>Не выдержаны размеры диаметров обточенных поверхностей</i>	
Ошибка измерения при снятии пробной стружки	Тщательно измерять заготовку при пробных проходах
Неустранимый зазор перед установкой размера по лимбу	Устранять зазор при пользовании лимбом
<i>Не выдержаны линейные размеры обточенных поверхностей</i>	
Ненадежное закрепление упоров	Надежно закреплять винты упоров
Разное положение заготовок в патроне	Устанавливать шпиндельный упор и надежно закреплять заготовку, не допуская ее смещения
Несвоевременное выключение автоматической подачи	Выключать автоматическую подачу за 2—3 мин до того, как резец дойдет до контрольной риски, и далее доводить его до риски ручной подачей суппорта
Неодинаковые линейные размеры ступеней в партии деталей	Применять «плавающий» передний центр
<i>Конусность</i>	
Смещение оси центра бабки относительно оси шпиндельного центра	Своевременно устранять смещение оси центра задней бабки
Неустранимый зазор в поперечных салазках суппорта (отжим салазок)	Не допускать зазора в поперечных салазках
Ненадежное закрепление резца в резцедержателе (отжим резца)	Надежно закреплять резец при установке
<i>Неперпендикулярность торцевой поверхности к оси детали</i>	
Отжим резца из-за люфтов в направляющих поперечных салазок суппорта	Подтягивать клинья поперечных салазок суппорта
Отжим резца вследствие большого вылета	Не допускать большого вылета резца

Причина брака	Меры предупреждения
Отжим упорного резца вследствие большого припуска	Снимать припуск сначала при черновом, затем при чистовом проходах; чистовой проход выполнять подачей от центра
<i>Бочкообразность</i>	
Прогиб заготовки под действием отжимающего усилия резца	Не превышать необходимую глубину резания и подачу; использовать проходной упорный резец
Расположение резца ниже центра средней части направляющих станины	Своевременно ремонтировать станок (шабрить направляющие станины)
<i>Седлообразность (большой диаметр со стороны задней бабки)</i>	
Ненадежное закрепление резца в резцедержателе	Затягивать болты резцедержателя для надежного закрепления резца
Отжим заготовки резцом	Не превышать необходимую глубину резания и подачи; при закреплении заготовки в центрах не допускать слишком большого вылета пиноли задней бабки; надежно закреплять пиноль
<i>Повышенная шероховатость обработанной поверхности</i>	
Плохая заточка резца	При заточке резца тщательно выполнять доводку режущей кромки
Низкая обрабатываемость (вязкая сталь, закаленная сталь)	Обратить внимание технолога и ОТК на необходимость термообработки заготовок в целях улучшения обрабатываемости
Неправильная установка резца относительно оси центров станка	Устанавливать резец точно по оси центров
Неправильный выбор режима резания	Внимательно выбирать режим резания, пользуясь справочником

Вытачивание наружных канавок и отрезание. При вытачивании канавок и отрезании необходимо соблюдать следующие правила:

резец устанавливают как можно точнее относительно оси центров станка: если режущая кромка ниже оси центров, то при приближении резца к оси на отрезаемой детали образуется стерженек; при установке выше оси центров резец, приближаясь к оси заготовки, может упереться задней поверхностью в оставшийся стерженек;

державку прямого отрезного резца устанавливают строго перпендикулярно оси заготовки, чтобы боковая поверхность головки резца не терлась о стенки прорезаемой канавки;

отрезание выполняют на расстоянии 3—5 мм от кулачков патрона;

при отрезании заготовок большого диаметра резец не доводят до оси заготовки на 2—3 мм и, остановив станок, отламывают отрезаемую часть.

Диаметр выточенной канавки можно измерить штангенциркулем в том случае, если канавка шире его ножек. Часто определяют не диаметр канавки, а ее глубину, пользуясь для этого шаблоном. Ширину канавки измеряют линейкой, штангенциркулем или шаблоном.

Контрольные вопросы

1. Какова последовательность обработки гладких наружных цилиндрических поверхностей?
2. Каким образом выбирают нуль для установки глубины резания по лимбу?
3. Почему обтачивание обычно производят в два прохода?
4. Какую цену деления имеют лимбы продольной и поперечной подачи?
5. Какие требования, предъявляемые к цилиндрическим поверхностям, должны быть удовлетворены при токарной обработке?
6. Какие измерительные инструменты должны быть применены при обработке гладких наружных цилиндрических поверхностей?
7. (Для повторения.) Чему равна скорость резания при обработке цилиндрической поверхности диаметром 100 мм при частоте вращения шпинделя 510 мин^{-1} ?
8. Почему скорость резания при чистовой обработке может быть больше, чем при черновой?
9. Почему резцы из твердых сплавов допускают более высокие скорости резания?
10. К каким последствиям может привести неправильный выбор скорости резания при обтачивании наружных поверхностей?
11. Каким образом производят вытачивание наружных канавок и отрезание готовой детали от прутка?
12. Какая подача применяется при отрезании?
13. Как учитывается ширина резца при отрезании?

23. СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Обработку отверстий на токарном станке производят различными режущими инструментами в зависимости от вида заготовки, требуемой точности и шероховатости поверхности. Наиболее распространенным методом получения отверстия в сплошном материале является *сверление*.

Иногда сверление производят в несколько приемов, т. е. отверстие рассверливают. *Рассверливание* позволяет получить более точные отверстия и уменьшить уход сверла от оси детали.

С п и р а л ь н о е с в е р л о состоит из рабочей части, шейки и хвостовика (рис. 44). Торец рабочей части, на котором расположены две режущие кромки, называется режущей частью сверла. Угол между режущими кромками 2ϕ (угол при вершине) при обработке стали и чугуна должен составлять $118-120^\circ$.

На рабочей части сверла имеется два спиральных пера, связанных перемычкой. По наружной поверхности перьев прошлифованы узкие направляющие ленточки. Между перьями расположены две спиральные канавки: одна из стенок канавки образует переднюю поверхность режущего клина сверла. По канавкам ох-

лаждающая жидкость подается к режущим кромкам, а стружка выводится из отверстия.

Хвостовик сверла служит для закрепления его в пиноли задней бабки или в специальной державке суппорта. Хвостовик может иметь коническую или цилиндрическую форму. Конические хвостовики выполняются по стандарту (конус Морзе № 1, 2, 3, 4, 5 с углом конуса $1^\circ 26'$). Конус хвостовика обеспечивает надежное центрирование сверла и удерживает его от проворачивания. Если конус хвостовика сверла отличается по размеру (номеру) от конусного отверстия пиноли задней бабки или державки, то применяют переходные втулки. Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в пиноли при помощи сверлильного патрона.

Спиральные сверла затачивают на специальных заточных станках. Однако токарю часто приходится затачивать сверла вручную на обычном заточном станке. При затачивании следует помнить, что режущие кромки сверла должны быть симметричны (т. е. расположены под определенными равными углами к оси сверла и иметь одинаковую длину), поперечная кромка (перемычка) должна быть расположена под углом 55° к режущей кромке.

Задним поверхностям сверла придают криволинейную форму, что обеспечивает получение задних углов на режущих клиньях. Для этого затачиваемое сверло прижимают к шлифовальному кругу и одновременно вращают. При одинаковой длине режущих кромок диаметр отверстия будет равен диаметру сверла; если же одна кромка длиннее другой, то диаметр отверстия получится больше диаметра сверла, что может привести к браку и выходу из строя сверла ввиду неравномерной нагрузки на режущие кромки. В процессе затачивания контролю подлежит угол 2φ , угол 60° на режущем клине, угол наклона поперечной кромки 55° и длина режущих кромок.

При сверлении на токарном станке сверло, установленное в пиноли задней бабки, подают к детали вручную — вращением маховичка (рис. 45). Применение каких-либо дополнительных рычагов не допускается. Обрабатываемая деталь должна быть прочно закреплена в патроне, иначе при сверлении она будет вибрировать или смещаться, что может повлечь за собой поломку сверла.

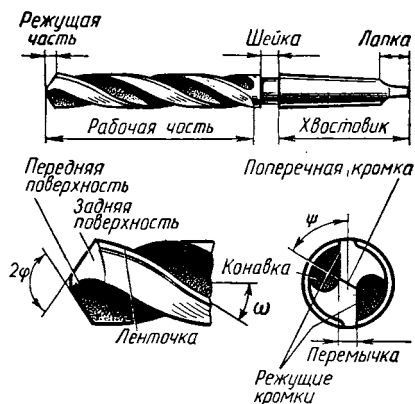


Рис. 44. Части и элементы спирального сверла:

2φ — угол при вершине; ω — угол наклона винтовой канавки; ψ — угол наклона поперечной кромки.

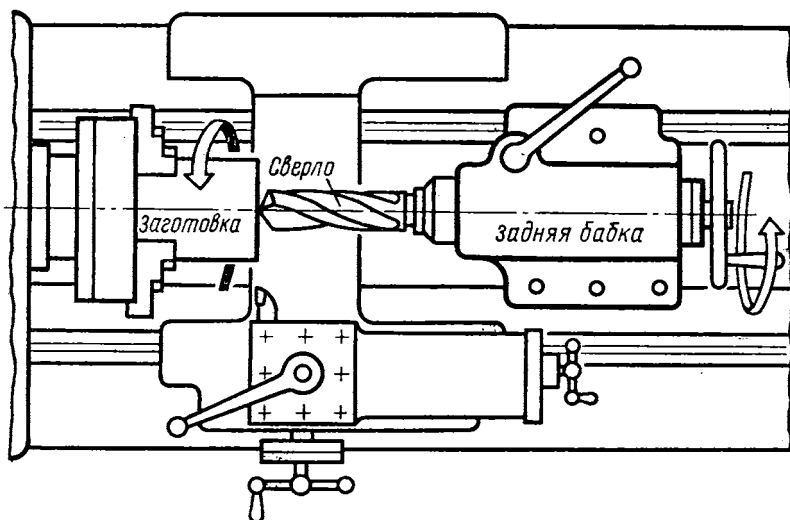


Рис. 45. Сверление на токарном станке подачи вручную.

Максимальный диаметр отверстий, получаемых на станках 1К62 и 16К20,— 25 мм для деталей из стали и 28 мм для деталей из чугуна.

Сверление с подачей сверла вручную малопроизводительно и утомительно для токаря (особенно отверстий большого диаметра и глубоких). Некоторые токарные станки (например, 1К62) имеют устройство для подсоединения задней бабки к каретке суппорта, с помощью которого сверление выполняется механической подачей.

Для сверления глухих отверстий заданной длины удобно пользоваться рисками с делениями на пиноли задней бабки. Вращением маховичка сверло вытягивают до тех пор, пока оно не коснется вершиной торца детали, и замечают соответствующую риску на пиноли. Затем, вращая маховичок задней бабки, перемещают пиноль до тех пор, пока она не выйдет из корпуса на нужное число делений.

Прежде чем подвести сверло к обрабатываемой детали, необходимо включить станок. Подводить сверло следует плавно, без удара, иначе его режущие кромки могут затупиться и даже выкрошиться.

Для того чтобы сверло не сместилось относительно оси отверстия, в начале сверления производят центровку заготовки коротким спиральным сверлом большого диаметра или специальным центровочным сверлом. Важно, чтобы перед сверлением торец заготовки был подрезан для обеспечения его перпендикулярности оси.

Иногда при сверлении слышится характерный металлический визг. Обычно это является признаком перекоса отверстия или за-

тупления сверла. В таком случае надо немедленно прекратить подачу, вывести сверло, остановить станок и выяснить причину нарушения режима. Останавливать станок в то время, когда сверло находится в отверстии, нельзя — это может привести к заеданию сверла и его поломке.

Цилиндрические отверстия могут быть гладкие, ступенчатые или с канавкой, сквозные или глухие. К отверстиям предъявляются различные требования по точности, прямолинейности оси, правильности геометрической формы, шероховатости поверхности. Диаметры отверстий контролируют штангенциркулем.

Основные виды брака при сверлении отверстий, их причины и способы устранения приведены в табл. 4.

Таблица 4. Основные виды брака при сверлении отверстий, их причины и способы устранения

Причина брака	Способ устранения
<i>Отклонение оси отверстия от заданного направления</i>	
Неправильная заточка сверла	Переточить сверло, контролируя заточку по шаблону
Неперпендикулярность оси торцовой поверхности заготовки	Обеспечить перпендикулярность торца к оси подрезанием
Работа длинным сверлом	Произвести предварительное центрирование коротким сверлом
Наличие в заготовке раковин или твердых включений	Вести сверление с пониженной подачей
<i>«Разбивка» диаметра отверстия</i>	
Неправильная заточка сверла: одна режущая кромка больше другой, неодинаковые углы 2ϕ	Переточить сверло, контролируя заточку по шаблону
Биеение шпинделя станка	Отрегулировать подшипники шпинделя
Установка сверла с перекосом по отношению к оси отверстия:	
а) ось пиноли задней бабки не совпадает с осью шпинделя;	Добиться соосности пиноли задней бабки и шпинделя
б) посадочный конус пиноли или хвостовик сверла загрязнены	Протереть конус пиноли и хвостовик сверла
<i>Отклонение глубины отверстия от заданной</i>	
Ошибка при контроле глубины сверления	Тщательно контролировать глубину сверления; при сверлении с автоматической подачей сверла установить упор
<i>Превышение допустимой шероховатости обработанной поверхности</i>	
Затупление сверла	Заточить сверло
Попадание стружки на ленточки сверла	Периодически выводить сверло из отверстия и очищать его щеткой
Недостаточное охлаждение	Увеличить интенсивность охлаждения
Завышена подача	Уменьшить подачу

Выбор режима резания при сверлении. Глубина резания при сверлении считается равной половине диаметра сверла, при рассверливании — полуразности диаметров до и после обработки (мм):

$$t_{\text{сверл}} = D/2; \quad t_{\text{рассверл}} = (D - d)/2.$$

Подача при сверлении — это расстояние, пройденное сверлом за один оборот заготовки (S , мм/об).

При резании сверлом диаметром от 6 до 25 мм с механической подачей ее значение принимают равным: для углеродистой стали средней твердости — от 0,1 до 0,35 мм/об; для чугуна — от 0,15 до 0,50 мм/об.

Скорость резания при сверлении углеродистой стали средней твердости, серого чугуна и бронзы сверлами из быстрорежущей стали можно принимать в пределах от 20 до 40 м/мин, а при сверлении сверлами, оснащенными пластинками твердого сплава, — от 60 до 80 м/мин.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях производится сверление?
2. Какие типы сверл используют при работе на токарных станках?
3. Из каких основных частей и элементов состоит спиральное сверло?
4. Как определить скорость резания при сверлении?
5. В каких случаях производится рассверливание?
6. Как закрепляется сверло в отверстии пиноли задней бабки, если размер конического хвостовика сверла меньше размера отверстия?
7. Как получить заданную глубину сверления?
8. Какие виды контрольно-измерительного инструмента применяют для измерения отверстий?
9. Какие виды брака возможны при сверлении? Как устранить причины брака?

24. ЗЕНКЕРОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ И РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Зенкерование производится для увеличения диаметра отверстия, полученного сверлением или образованного в литых или штампованных заготовках при их изготовлении. В связи с более благоприятными условиями резания и большей жесткостью режущего инструмента зенкерованием получают отверстия с точностью до 10-го квалитета и шероховатостью R_z 2,5.

Зенкеры отличаются от спиральных сверл тем, что имеют не две, а три или четыре режущие кромки, расположенные на заборном конусе, и не имеют перемычки (рис. 46). Зенкер, подобно сверлу, закрепляют в коническом отверстии пиноли задней бабки и подают к заготовке вручную, вращая маховичок задней бабки.

Припуск под зенкерование составляет 0,5—2 мм на сторону в зависимости от диаметра отверстия.

Подача при работе зенкерами из быстрорежущей стали сос-

тавляет 0,3—1,2 мм/об, твердосплавными зенкерами—0,4—1,5 мм/об; скорость резания соответственно 20—30 и 60—180 м/мин.

Развертывание — это точная чистовая обработка отверстий. Развертывание обеспечивает получение отверстий с точностью до 7-го качества и шероховатостью $R_a 0,25$, а обработка последовательно двумя развертками позволяет получить шероховатость поверхности $R_a 0,080$. Развертыванием нельзя устранить биение или перекос отверстия, если они остались после предыдущей обработки.

Операция развертывания выполняется многолезвийным инструментом — **разверткой**. Различают развертки: ручные и машинные (рис. 47), хвостовые и насадные, цельные и сборные (со вставными ножами).

Применяют также регулируемые (установочные) развертки, размер которых можно изменять в небольших пределах.

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

Перед развертыванием отверстие и инструмент очищают от грязи, стружки и протирают. Если хвостовик развертки закреплен непосредственно в пинноли задней бабки, то даже незначительная несоосность

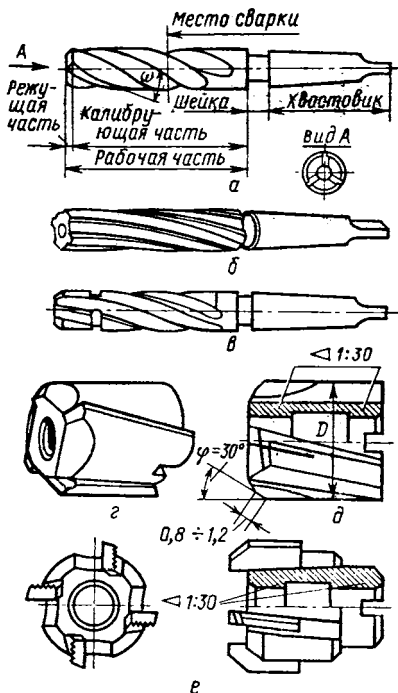


Рис. 46. Зенкеры:

а — устройство; б — четырехперый цедный быстрорежущий; в — твердосплавный; г — насадной быстрорежущий; д — насадной твердосплавный; е — насадной со вставными ножами.

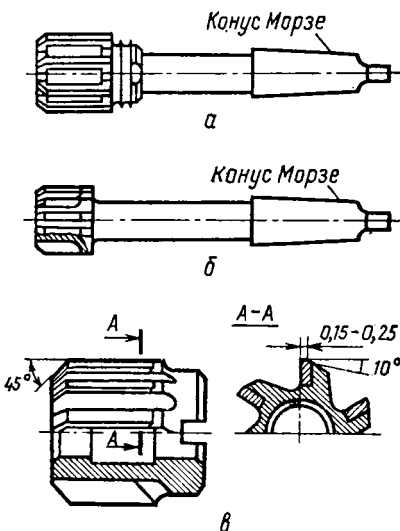


Рис. 47. Машинные развертки:

а — хвостовая регулируемая со вставными ножами; б — хвостовая твердосплавная; в — насадная твердосплавная.

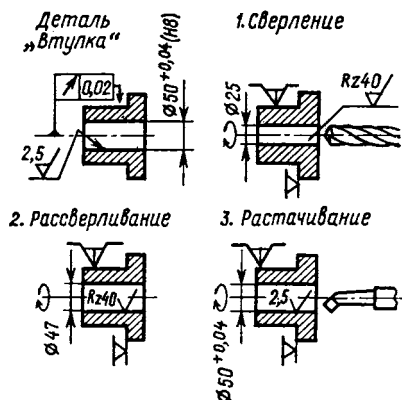


Рис. 48. Технологический процесс обработки отверстия $\phi 50H8$.

меньше. Значение подачи не влияет на шероховатость обработанного отверстия, так как она зависит только от состояния кромки на калибрующей части инструмента. Низкая скорость резания при развертывании объясняется тем, что в этом случае на режущей кромке не образуется нарост (налипание металла).

Развертывание производится с применением СОЖ (минеральное масло при обработке стали, керосин при обработке чугуна).

Растачивание производится в целях увеличения диаметра, а также для обеспечения высокой точности и качества поверхности отверстий, полученных сверлением либо образованных в литых или штампованных заготовках. Растачивание обеспечивает получение отверстий с точностью до 7-го качества шероховатостью $Rz 2,5$. Растачиванием можно исправить положение оси отверстия.

При повышенных требованиях к точности отверстие после предварительного сверления рассверливают, а затем растачивают (рис. 48). Растачивание является наиболее универсальным способом обработки отверстий, не требующим специальных инструментов.

Глубину растачиваемого отверстия измеряют линейкой, штангенглубомером, проверяют шаблоном или с помощью лимба продольной подачи. Размер диаметра контролируют штангенциркулем, с помощью лимба поперечной подачи и другими способами.

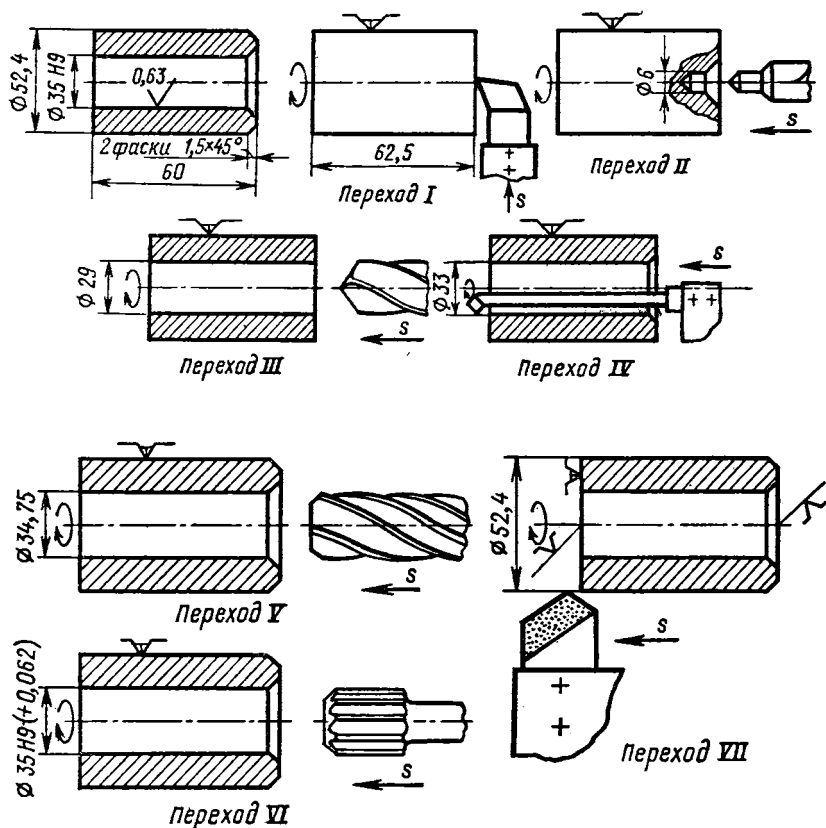
Внутренние торцы и уступы подрезают расточным упорным резцом при поперечной подаче к оси заготовки.

Рассмотрим изученные операции обработки металлов на токарном станке на примере технологического процесса изготовления втулки (см. схему).

хвостовика и рабочей части развертки, перекося пиноли или загрязнение посадочного конуса вызовут неравномерное срезаание припуска: отверстие будет иметь больший диаметр у торцов и меньший — в середине детали. Припуск на развертывание зависит от диаметра отверстия и от обрабатываемого материала и составляет 0,08—0,20 мм на сторону.

Подача при развертывании принимается в 2—3 раза большей, чем при сверлении отверстия такого же диаметра, а скорость резания в 2—3 раза

Схема технологического процесса изготовления втулки из прутка в единичном производстве



Контрольные вопросы

1. Чем принципиально отличаются зенкерование и развертывание отверстий от сверления?
2. Какие неточности отверстия имеют место при сверлении?
- 3*. Почему при зенкерровании удается достичь большей точности обработки, чем при сверлении отверстий?
4. Чем принципиально отличается по конструкции зенкер от сверла?
- 5*. Чем принципиально отличается по конструкции развертка от зенкера?
- 6*. Почему зенкер имеет большую жесткость по сравнению со сверлом того же диаметра?
7. Какие отверстия растачивают на токарных (и расточных) станках?
- 8*. Сверла каких размеров могут быть использованы на токарных станках?
9. Чем принципиально отличаются расточные резцы от проходных?
10. Как устанавливают резец при растачивании отверстия?
- 11*. В чем принципиальное отличие схем растачивания на расточном станке и на токарном станке?

25. НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Общие сведения о резьбах. Резьбу широко применяют в современном машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности. Резьба служит для соединения деталей между собой (крепежная) и для передачи движения. Например, резьба на конце шпинделя токарного станка предназначена для крепления патрона, а резьба ходового винта служит для передачи движения маточной гайке фартука.

Процесс получения резьбы можно представить так: если острую вершину резца подвести к цилиндрическому валику и затем одновременно придать вращение валику и равномерное продольное перемещение резцу, то на поверхности валика образуется винтовая линия, а при неоднократном повторении этой операции — винтовая канавка, называемая резьбой. Профиль полученной резьбы будет соответствовать форме режущей части инструмента.

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью, проходящей через ось цилиндра (или конуса), на котором выполнена резьба.

Шаг резьбы P — это расстояние между двумя одноименными точками соседних витков, измеренное параллельно оси.

Средний диаметр d_{cp} — расстояние между двумя противоположащими параллельными боковыми сторонами профиля резьбы, измеренное перпендикулярно к ее оси (рис. 49).

Угол профиля ϵ — это угол между двумя боковыми сторонами профиля, измеренный в осевом сечении.

Глубина профиля t определяется как половина разности наружного и внутреннего диаметров: $t = (d - d_1)/2$.

В зависимости от формы профиля резьбы разделяются на треугольные (метрическая, дюймовая и трубная), трапецеидальные, прямоугольные, упорные, круглые; по направлению витков — на правые и левые (рис. 50).

Основным типом резьбы, применяемой в СССР для резьбовых соединений, является *метрическая резьба*. Она имеет треугольный профиль с плоско срезанными вершинами; угол профиля равен 60° , диаметр и шаг исчисляются в миллиметрах. Кроме того, в машиностроении при изготовлении червячных винтов удобно выражать шаг в миллиметрах кратно числу π (модульный шаг), например, шаг червячного винта может быть 3,14, 6,28 мм и т. д.

В зависимости от назначения резьбового соединения используют 6 видов метрических резьб: основную и мелкие (от первой до пятой), которые отличаются между собой размерами шага и других элементов. На чертежах метрическая резьба обозначается буквой **М** (метрическая) и цифрами (размер диаметра резьбы), затем приводится класс точности резьбы (на-

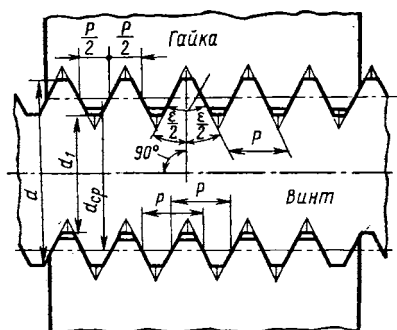


Рис. 49. Элементы резьбы.

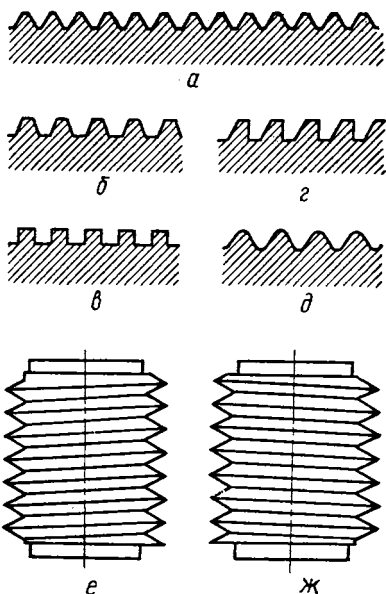


Рис. 50. Классификация резьб (нарезаемых и фрезеруемых):

по профилю: а — треугольная; б — трапецидальная; в — прямоугольная (ленточная); г — упорная; д — круглая; по направлению витков; е — правая; ж — левая.

пример, М36-8h); если резьба левая, то рядом с классом точности указывается: «левая» (Л). Для основной резьбы шаг часто не проставляют (например, М36).

Дюймовая резьба имеет треугольный профиль с углом 55° , диаметр ее измеряется в долях дюйма (1 дюйм = 25,4 мм), а вместо шага указывается число ниток на длине в 1 дюйм. Дюймовую резьбу в СССР применяют только при ремонте импортных машин с соответствующими резьбовыми соединениями.

Трубная резьба, как и дюймовая, имеет профиль с углом 55° . Она применяется главным образом в газовых и водопроводных трубах, а также в муфтах, служащих для плотного соединения этих труб.

Размер шага резьбы можно определить с помощью масштабной линейки, измерив длину определенного участка и разделив полученное значение на количество витков на этом участке.

Для контроля шага и угла профиля резьбы пользуются набором шаблонов-резьбомеров. На каждом шаблоне имеется гребенка определенного шага и угла профиля и соответствующее обозначение (например, 60° , 2 мм или 55° , 11 витков).

Гребенку прикладывают к проверяемой резьбе параллельно ее оси и определяют на просвет, совпадают ли они.

Средний диаметр метрических и дюймовых резьб измеряют резьбовым микрометром. Он отличается от микрометра для гладких деталей только тем, что вместо постоянных измерительных поверхностей имеет особые сменные измерительные наконечники. При контроле резьбовой микрометр устанавливают

так, чтобы конус входил в канавку резьбы, а призматический наконечник с вырезом охватывал выступ резьбы. Отсчет по шкале микрометра показывает размер среднего диаметра резьбы.

Для проверки резьб в массовом производстве используют предельные калибры: наружную резьбу контролируют резьбовыми кольцами, а внутреннюю — резьбовыми пробками.

Нарезание наружной резьбы плашками. Для нарезания наружной крепежной резьбы треугольного профиля с шагом до 2 мм применяют плашки. Иногда плашки используют для калибрования резьбы крупного шага, предварительно нарезанной резцом.

Плашка (рис. 51) имеет на внутренней стороне резьбу определенного профиля. В плашке в зависимости от ее размеров просверлено 3—8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении поверхностей отверстий и резьбы образуются гребенки, режущей частью которых и выполняется работа резания. На цилиндрическом участке резьбы образуется калибрующая часть плашки (5—6 витков) — она калибрует резьбу по размеру и обеспечивает требуемую шероховатость поверхности резьбы.

Резьбонарезные плашки изготавливаются из инструментальной стали. На торце плашки ставится маркировка в соответствии с размером нарезаемой резьбы.

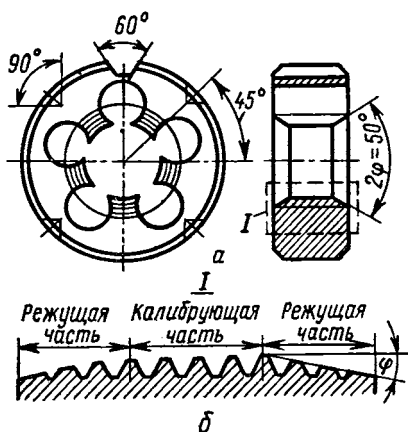


Рис. 51. Резьбонарезная плашка:

а — вид в плане; б — элементы резьбы плашки.

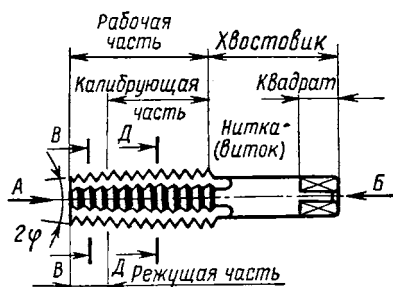


Рис. 52. Части и элементы метчика:

2φ — угол при вершине; α — задний угол; γ — передний угол.

Плашка крепится в ручном плашкодержателе — воротке. При нарезании резьбы плашку подводят к заготовке, поджимая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки; рукоятка плашкодержателя упирается в суппорт. При работе ручным плашкодержателем нужно соблюдать осторожность, следить, чтобы рука не попала между рукояткой плашкодержателя и опорой.)

Диаметр стержня под нарезание резьбы принимают по справочнику. Перед нарезанием резьбы на торце заготовки протачивают фаску для облегчения захода плашки. Скорость резания при нарезании на деталях из стали и чугуна — 2—4 м/мин, из цветных металлов до 10 м/мин. В качестве СОЖ используются эмульсия, минеральное масло или сульфохрезол для стали, керосин — для чугуна.

Нарезание внутренней резьбы метчиками. Внутренние резьбы диаметром до 20 мм нарезают на токарном станке метчиками. Метчик (рис. 52) представляет собой винт с резьбой определенного профиля и продольными стружечными канавками. На пересечениях канавок с витками резьбы образуются резьбовые гребенки. Работа резания выполняется режущей (заборной) частью метчика, высота режущих зубьев которой постепенно увеличивается. По мере ввинчивания метчика в отверстие режущая часть прорезает резьбовые канавки: каждый зуб срезает небольшую часть припуска, а после прохода всей режущей части получается резьба полного профиля. За режущей частью метчика расположена калибрующая часть, которая служит для направления метчика по резьбе и для зачистки (калибрования) профиля резьбы. После затупления метчик затачивают по передним поверхностям режущих гребенок, т. е. по дну стружечной канавки. Так как на калибрующей части не имеется заднего угла, то после переточек диаметр резьбы метчика не изменяется.

Метчики изготавливают из инструментальной стали.

При нарезании резьбы метчиком пользуются слесарным воротком, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Метчик поджимают центром, установленным в пиноли задней бабки; рукоятка воротка упирается в суппорт. Такой способ подачи метчика допускается только для нарезания резьб небольшого диаметра (до 8 мм). В других случаях используют дополнительный держатель с центром и упорную планку: метчик поджимается центром, а вороток упирается в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не возникает и таким образом предотвращается опасность брака резьбы и поломки метчика. При нарезании глухой резьбы нужно следить за тем, чтобы не произошло упора метчика в дно отверстия: это неизбежно приведет к поломке метчика и срыву резьбы.)

При работе метчик выдавливает некоторый слой металла из впадины резьбы и уменьшает диаметр отверстия, что затрудняет

нарезание. Поэтому диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы. Диаметр отверстия под резьбу принимается по справочнику.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками составляет 5—15 м/мин. Применение СОЖ обязательно.

В таблице 5 приведены основные виды брака при нарезании резьбы плашками и метчиками, их причины и меры предупреждения.

Таблица 5. Основные виды брака при нарезании резьбы плашками и метчиками, их причины и меры предупреждения

Причина брака	Меры предупреждения
<i>Неполная высота резьбы</i>	
Неправильный выбор заготовки: занижен диаметр стержня или завышен диаметр отверстия	Размеры стержня или отверстия под резьбу принимать по справочнику и тщательно контролировать
<i>Неодинаковая высота резьбы по всей длине</i>	
Конусность стержня или отверстия под резьбу	Тщательно контролировать заготовку; крепить инструмент в качающейся оправке
Перекося плашки или метчика в процессе нарезания	Контролировать положение плашки или метчика в момент врезания
<i>Нечистая («рваная») поверхность резьбы</i>	
Работа затупленным инструментом	Использовать заточенный инструмент
Завышение скорости резания	Корректировать скорость резания по первой детали
Неправильный выбор смазочного материала	Подбирать смазочный материал по справочнику

Нарезание резьбы резцами. При высоких требованиях к соосности с другими поверхностями и к точности шага резьбу нарезают резьбовыми резцами на токарном станке, настроенном на подачу, соответствующую шагу резьбы.

При предварительном обтачивании заготовки следует учитывать, что в процессе нарезания резьбы происходит выдавливание металла из впадин. Поэтому диаметр вала под резьбу должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы, а диаметр отверстия — больше внутреннего. Выбор диаметра вала и отверстия под резьбу зависит от обрабатываемого материала и шага резьбы. Необходимые диаметры вала и отверстия определяют по справочникам.

В конце резьбового участка протачивают канавку (проточку) для выхода резца. Ширина канавки должна быть не менее шага резьбы (при скоростном нарезании резьбы твердосплавными резцами — 2—3 шага), глубина канавки — больше глубины резьбы на 0,1—0,2 мм. Иногда на чертеже детали указывается не канавка в конце резьбы, а длина «сбега», т. е. участка, на

котором выводится резец (резьба на этом участке получается неполной).

Резьбовой резец устанавливают точно по центру заготовки: установка ниже центра приводит к искажению профиля, выше центра — к «затиранию» резца. Для получения правильного профиля резьбы резец устанавливают по шаблону: прикладывают шаблон к заготовке (детали) на уровне оси и вводят резец в профильный вырез, проверяют правильность положения режущих кромок резца на просвет; закрепляют резец и убирают шаблон.

Резьбу нарезают за несколько рабочих ходов. Их число и глубина врезания при каждом рабочем ходе зависят от шага резьбы и материала резца. Число рабочих ходов определяют по справочнику.

Резьбу большого шага (2 мм и более) нарезают не с поперечным, а с боковым врезанием резца, при котором работает только одна режущая кромка. При этом облегчается процесс резания и повышается качество резьбы. При боковом врезании верхние салазки суппорта разворачивают под определенным углом (для метрической резьбы под углом 30°) относительно нормального положения. Врезание осуществляют рукояткой верхних салазок суппорта. Последние 1—2 чистовых рабочих хода выполняют с поперечной подачей.

Скорость резания зависит от материала обрабатываемой заготовки и резьбового резца: при обработке стали быстрорежущими резцами она составляет 20—35 м/мин, при обработке чугуна быстрорежущими резцами — 10—15 м/мин, при нарезании резьбы твердосплавными резцами соответственно 100—150 и 40—60 м/мин. Для чистовых рабочих ходов скорость резания увеличивают в 1,5—2 раза, при нарезании внутренних резьб — снижают на 20—30%.

Контрольные вопросы

1. Как образуется винтовая линия при нарезании резьбы на токарном станке?
2. Какие основные элементы резьбы вы знаете?
3. Что называется шагом резьбы?
4. Какие существуют виды резьбы и чем они отличаются друг от друга?
5. Какими инструментами можно нарезать резьбу?
6. Из каких частей состоит метчик?
7. Как нарезать резьбу плашкой?
8. Какие измерительные инструменты применяют для контроля элементов резьбы?
9. Чем определяются режимы резания при нарезании резьбы плашками и метчиками?
10. Какие существуют способы нарезания резцом треугольной резьбы?

26. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ И ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

В технике часто используются детали с наружными и внутренними коническими поверхностями, например конические зубчатые колеса и втулки, ролики конических подшипников. Многие инструменты (сверла, зенкеры, развертки) имеют конические хвостовики, а шпиндели станков — конические центральные отверстия под эти хвостовики и пр.

Конические поверхности характеризуются следующими элементами (рис. 53): углом конуса 2α — между двумя образующими, лежащими в одной плоскости, проходящей через ось; углом уклона конуса α — между осью и образующей конуса; уклоном U — тангенсом угла уклона ($U = \operatorname{tg} \alpha = (D - d)/2l$); конусностью, или удвоенным уклоном ($K = (D - d)/l$).

Для получения конической поверхности необходимо, чтобы при вращении заготовки вершина резца перемещалась не параллельно, а под некоторым углом к оси центров. Этот угол должен быть равен углу уклона конуса α . Перемещение вершины резца под углом к оси заготовки можно осуществить одним из следующих способов: применением широкого резца; поворотом верхней части суппорта; смещением задней бабки; с помощью конусной линейки.

Наружные и внутренние конические поверхности длиной до 20 мм обрабатывают широким резцом, у которого главный угол в плане равен углу уклона конической поверхности. Для установки резца применяют установочный шаблон.

Универсальный способ получения конических поверхностей — обработка при повернутых верхних салазках суппорта (рис. 54). Поворотную плиту суппорта вместе с верхними салазками перемещают относительно поперечных салазок, ослабив гайки винтов крепления плиты. Угол поворота контролируют по делениям на плите:

При обработке сопрягаемых конических поверхностей вала и втулки применяют расточной резец с головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю сообщают обратное вращение. Положение поворотной плиты в этом случае не изменяется.

Длинные наружные конические поверхности (с углом уклона не более 10°) обрабатывают способом смещения корпуса задней бабки относительно ее плиты (рис. 55). Заготовка, установленная в центры, вращается с помощью поводковой планшайбы и хомутка. Корпус задней бабки смещают в поперечном направлении так, чтобы ось заготовки располагалась под углом α к оси центров. При включении подачи каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность. Смещение корпуса задней бабки H опреде-

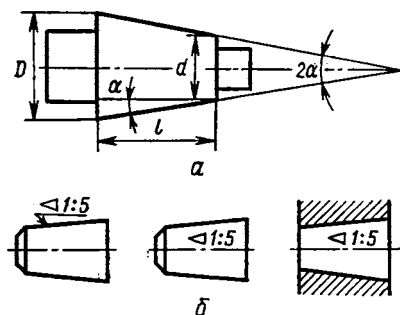
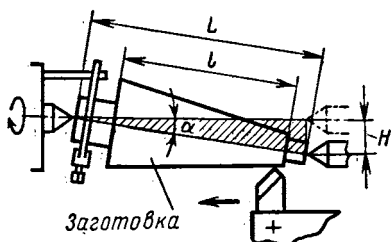


Рис. 53. Элементы конической поверхности (а), условные обозначения конусности на чертежах (б).



ляется как $H = L \sin \alpha$ (см. заштрихованный треугольник на рис. 55).

Известно, что для малых углов (до 10°) синус практически равен тангенсу. Например, для угла 7° синус равен 0,120, а тангенс — 0,123. Способом смещения корпуса задней бабки обрабатывают, как правило, заготовки с малыми углами уклона, поэтому можно считать, что $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$, тогда

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

Допускается смещение корпуса задней бабки на ± 15 мм. Величину смещения корпуса задней бабки относительно плиты контролируют по делениям на торце плиты или при помощи лимба поперечной подачи.

Основные виды брака при обработке конических поверхностей, их причины и меры предупреждения отражены в табл. 6.

Фасонной называется поверхность, полученная вращением криволинейной образующей вокруг оси. На различных деталях машины встречаются радиусные переходы (галтели), радиусные канавки, сочетание выпуклых и вогнутых фасонных поверхностей (например, у рукояток), сферические поверхности (например, шаровые опоры) и т. д.

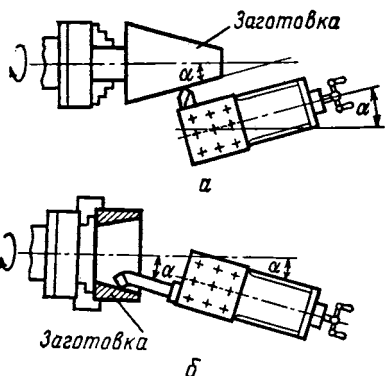
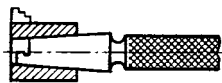
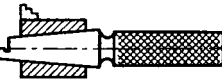
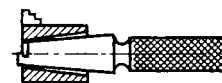
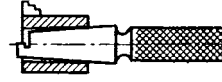


Рис. 54. Обработка конической поверхности при повернутых верхних салазках суппорта:

а — обтачивание наружной поверхности; б — растачивание внутренней поверхности.

Рис. 55. Обработка наружной конической поверхности способом смещения корпуса задней бабки.

Таблица 6. Основные виды брака при обработке конических поверхностей, их причины и меры предупреждения

Вид брака	Причина брака	Меры предупреждения
<p>Угол конуса правильный, но неточны размеры большого и малого оснований</p>  	<p>Неточность установки резца по лимбу поперечной подачи</p> <p>Неточность продольного перемещения конической развертки или двухперого зенкера</p>	<p>Тщательно устанавливать размер по лимбу при окончательном проходе резцом</p> <p>Фиксировать риску на лимбе продольной подачи при обработке первой детали и не смещать ее в процессе обработки всей партии</p> <p>Тщательно контролировать заготовку по длине</p>
<p>Угол конуса не соответствует указанному в чертеже</p>  	<p>Отклонение длины заготовки от заданной</p> <p>Отклонение угла поворота плиты верхних салазок от заданного</p> <p>Отжим плиты в процессе обработки</p> <p>Отклонение смещения корпуса задней бабки от расчетного значения</p> <p>Неточность установки конусной линейки</p> <p>Погрешность угла заточки резца или угла конической развертки</p> <p>Установка резца выше или ниже оси центров</p>	<p>Тщательно устанавливать угол поворота плиты</p> <p>Надежно закреплять плиту</p> <p>Тщательно устанавливать смещение корпуса задней бабки</p> <p>Тщательно устанавливать конусную линейку</p> <p>Точно выдерживать угол заточки инструмента</p> <p>Устанавливать резец точно по оси центров</p>

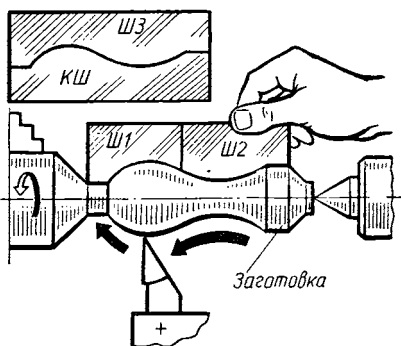


Рис. 56. Контроль фасонной поверхности шаблонами:

Ш1 — для контроля выпуклой поверхности; Ш2 — для контроля вогнутой поверхности; Ш3 — комплексный шаблон; КШ — контролшаблон.

Контроль фасонных поверхностей осуществляют шаблонами. Контур измерительной поверхности шаблона соответствует контролируемому профилю. Шаблон прикладывают к детали так, чтобы его плоскость совпадала с плоскостью, проходящей через ось детали, и ведут контроль «на просвет» (рис. 56).

Любую фасонную поверхность тела вращения можно получить сочетанием ручных продольной и поперечной подачи (рис. 57). При определенном навыке, периодически контро-

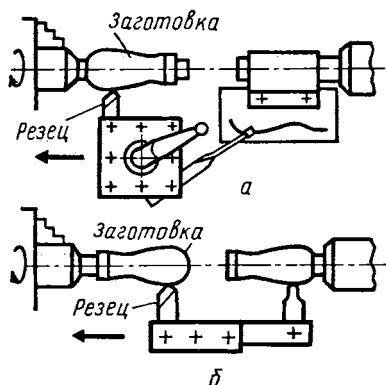


Рис. 57. Обработка фасонных поверхностей способом сочетания двух подач:

а — контроль по чертежу; б — контроль по эталонной детали.

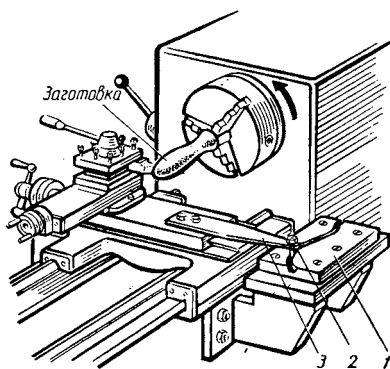


Рис. 58. Обработка фасонной поверхности при помощи копировального приспособления:

1 — копир; 2 — ролик; 3 — тяга.

лируя обрабатываемую деталь шаблоном, токарь довольно точно может выточить фасонную рукоятку, шар и другие фасонные детали. Предварительно заготовку обрабатывают проходным резцом, придавая ей форму, близкую к заданной. Способ обработки сочетанием двух ручных подач непроизводителен и применяется при единичном изготовлении деталей.

При серийном изготовлении деталей для обработки фасонных поверхностей применяют копировальное приспособление (аналогичное конусной линейке). На плите приспособления закрепляют копир 1 с фасонным пазом, в котором находится ролик 2, связанный с тягой 3 суппорта (рис. 58). Как и при обработке конусов, гайку поперечного суппорта отсоединяют от винта. При продольной подаче каретки поперечная подача суппорта будет подчинена движению ролика по пазу копира и резец воспроизведет на заготовке профиль установленного на линейке копира.

Короткие фасонные поверхности длиной до 60 мм в серийном и массовом производстве обрабатывают фасонными резцами. Профиль режущей кромки фасонного резца соответствует профилю обрабатываемой поверхности.

Фасонный резец подводят к заготовке плавно с подачей 0,02—0,1 мм/об, причем к концу прохода подачу уменьшают. Для получения малой шероховатости поверхности скорость резания при точении фасонными резцами не должна превышать 30 м/мин.

Современные токарные станки оснащаются гидравлическим копировальным суппортом, который целесообразно применять при обработке партии более 30 деталей.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете конические поверхности?
2. Как определяют конусность?
3. Какие способы применяют для обработки конических поверхностей на токарных станках?
4. В каких случаях рекомендуется поворачивать верхнюю часть суппорта?
5. Каковы преимущества и недостатки способов обработки конусов при поворнутом верхнем салазке суппорта и при смещении корпуса задней бабки?
- 6*. Как рассчитать смещение корпуса задней бабки для обтачивания наружной конической поверхности?
7. Как контролируют конические поверхности?
- 8*. Какими способами можно обработать фасонные поверхности на токарных станках?
9. Какие типы резцов применяют при фасонном обтачивании детали?
10. Почему фасонными резцами обрабатывают только фасонные поверхности небольшой длины?
- 11*. В чем заключается способ обтачивания фасонной поверхности по копиру?
12. Как обрабатывают фасонные поверхности сочетанием двух подач?
13. Какие существуют способы обработки сферических (шаровых) поверхностей?

27. ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Полирование позволяет получить малую шероховатость поверхности. Эту операцию выполняют на токарном станке шлифовальной шкуркой. Шкурку закрепляют между жимками — двумя шарнирно связанными деревянными колодками. При внутреннем полировании шкурку наматывают на деревянную оправку и закрепляют ее конец в прорези оправки. Как при внешнем, так и при внутреннем полировании не допускается прижимать шкурку к детали вручную. Окружная скорость при полировании шкуркой 60—70 м/мин.

Притирка — окончательная чистовая обработка (отделка) поверхностей для получения высокой точности и малой шероховатости. Припуски под притирку принимают 0,01—0,03 мм на сторону. Инструментом для выполнения этой операции служит чугунный или медный притир, представляющий собой втулку с одной или несколькими прорезями. При обработке наружной поверхности детали рабочей частью притира является его внутренняя поверхность, а при обработке внутренней поверхности детали — его наружная поверхность. Рабочую поверхность притира покрывают пастой, состоящей из мелкозернистого абразивного порошка и масла.

На рис. 59 показана притирка наружной цилиндрической поверхности. В процессе обработки притир периодически сжимают с помощью винта, который стягивает хомут.

Некоторые детали (рукоятки, головки винтов, калибров и т. д.) имеют наружную рифленую поверхность с различным узором: линейчатым (прямым или косым), елочным, сетчатым, точечным и др. Рифление получают *накатыванием* поверхности

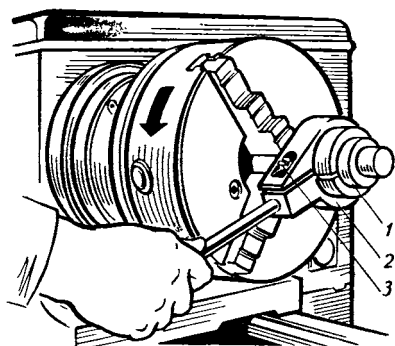
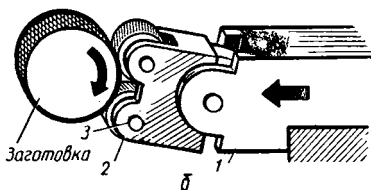
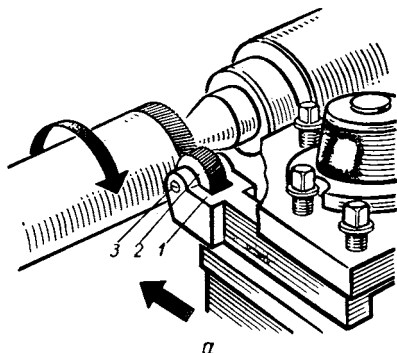


Рис. 59. Притирка наружной цилиндрической поверхности на токарном станке:

1 — разрезной притир; 2 — хомут; 3 — регулировочный винт.

Рис. 60. Накатывание рифлений:

а — процесс накатывания; б — двухроликковый накатник: 1 — державка; 2 — ролик; 3 — ось ролика.



роликами из закаленной инструментальной стали с соответствующим узором (рис. 60). В державке закрепляют один или два (для получения сетчатых рифлений) накатных ролика. При накатывании сетчатых рифлений обойма с роликами свободно крепится в державке и самоустанавливается на накатываемой поверхности. Ролики должны располагаться строго параллельно обрабатываемой поверхности.

Накатывание осуществляют за 2—3 рабочих хода. Нежесткие детали могут отжиматься под действием большого радиального усилия. Поэтому для получения на них рифлений выполняют 5—10 рабочих ходов (в зависимости от шага рифлений). Накатывание ведут с подачей в обе стороны. Поперечную подачу роликов (вдавливание в поверхность) производят в конце каждого рабочего хода без выхода роликов за пределы детали.

Одним из способов упрочнения поверхностного слоя детали, предварительно обработанной резанием, например чистовым точением, является *обкатывание* роликом. Приспособление для обкатывания отличается от приспособления для накатывания тем, что в державке взамен ролика с насеченными зубчиками устанавливают гладкий, закаленный ролик с полированной поверхностью.

Обкатывание роликом вызывает пластическое деформирование неровностей, которые сглаживаются или вминаются в микроскопические впадины поверхности, в результате чего обеспечивается высокое качество поверхностного слоя детали. Обкатывание ведут с небольшим нажимом ролика на поверхность за 2—3 прохода ролика. Для уменьшения износа ролика применяют

обильную смазку поверхностей ролика и детали веретенным или машинным маслом, смешанным в равных количествах с керосином.

Контрольные вопросы

1. Какими способами производят отделку поверхности на токарных станках?
2. Как выполняют полирование, притирку?
3. Как осуществляют накатывание на деталях? Какой инструмент используют при накатывании?
4. Для чего применяют обкатывание поверхности роликом?
5. Как производят обкатывание роликом?

Лабораторно-практическая работа № 11. Разработка технологического процесса изготовления детали токарной обработкой

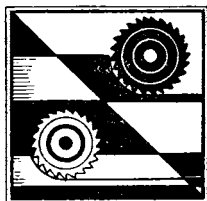
Цель: ознакомление с этапами разработки процесса изготовления детали; формирование навыков подготовки производства.

Исходные данные: рабочий чертеж детали, размер партии, наличие оборудования, инструментов и приспособлений.

Оснащение: формы операционных карт, нормативные и справочные данные, счетные устройства (микрокалькуляторы, логарифмические линейки).

Порядок выполнения работы:

1. Изучить рабочий чертеж детали и технические требования к ее изготовлению.
2. Определить припуски на обработку и выбрать заготовку.
3. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
4. Выбрать оборудование (токарный станок) и приспособления для каждой операции.
5. Произвести необходимые расчеты для определения режимов резания на каждой операции.
6. Выбрать рабочий режущий инструмент для выполнения каждой операции с учетом его стойкости.
7. Выбрать измерительный инструмент и определить перечень контрольных операций.
8. Выбрать смазочно-охлаждающую жидкость.
9. Изучить содержание формы операционной карты, заполнить карту полученными в ходе выполнения работы необходимыми данными.
10. Дать рекомендации по совершенствованию разработанного технологического процесса в целях уменьшения расхода материала, повышения производительности (например, использовать прогрессивную заготовку, применить многорезцовую головку, интенсифицировать режимы резания и др.). Оформить предложение письменно.



28. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФРЕЗЕРОВАНИИ

Детали машин часто имеют сложные поверхности, представляющие собой комбинации плоских и фасонных. Фрезерование применяется для получения поверхностей таких деталей, как гравюры штампов и пресс-форм (для литья под давлением, изготовления изделий из пластмасс), крепления типа «ласточкин хвост», сложные направляющие, шпоночные пазы, резьбы и зубчатые колеса. С помощью фрезерования производят также разрезание металла. На рис. 61 показаны примеры поверхностей, получаемых фрезерованием.

Шпиндель фрезерного станка вместе с установленной на нем фрезой получает вращательное (главное) движение. Заготовка крепится на столе станка и получает прямолинейное перемещение — движение подачи.

Фреза — многолезвийный инструмент. Каждый ее зуб представляет собой резец, снимающий стружку, имеющую форму запятой. В работе одновременно участвует один или несколько зубьев, остальные зубья в это время успевают несколько охладиться. Таким образом, процесс резания при фрезеровании отличается от непрерывного резания при точении и сверлении тем, что зубья фрезы работают периодически. Это повышает стойкость

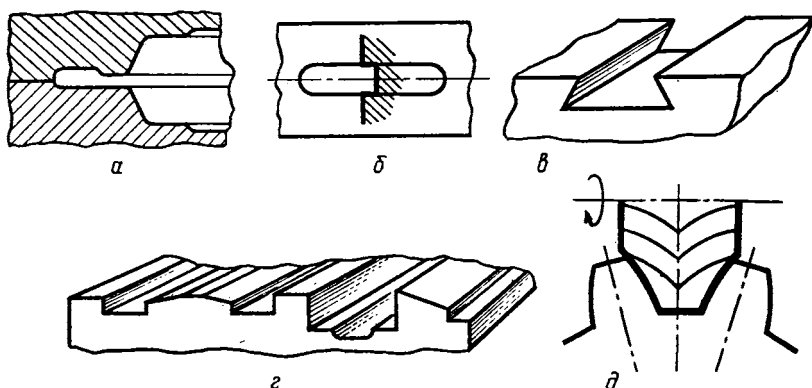


Рис. 61. Поверхности, обрабатываемые фрезерованием:

а — гравюры штампов и пресс-форм; *б* — шпоночные пазы; *в* — направляющие типа «ласточкин хвост»; *г* — поверхность сложного профиля; *д* — поверхности зубчатых колес, червяков, резьб.

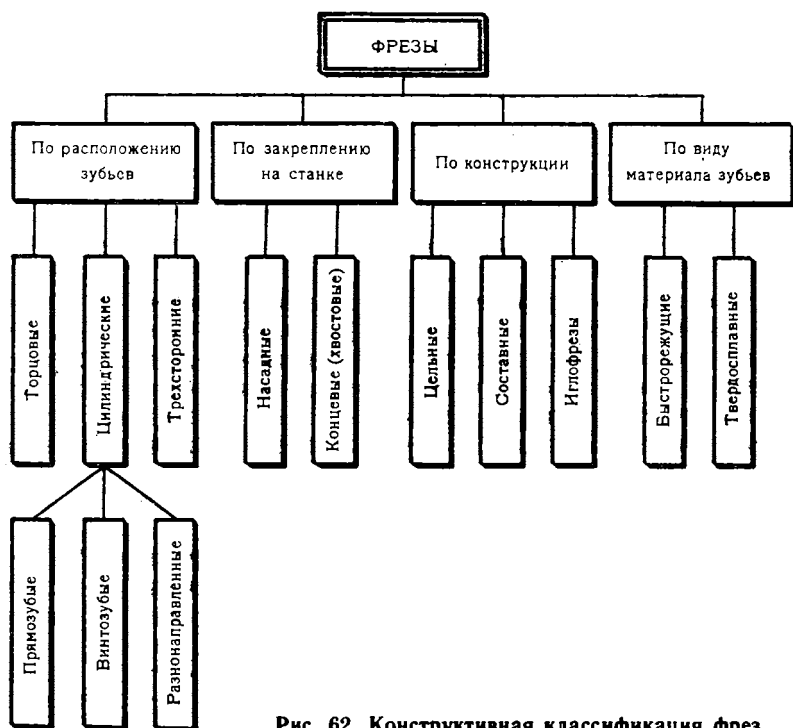


Рис. 62. Конструктивная классификация фрез.

фрез: наличие у фрезы большого количества зубьев обеспечивает высокую производительность обработки.

Среди всех видов лезвийного инструмента фрезы отличаются наибольшим разнообразием и имеют много конструктивных вариантов (рис. 62).

Сборные фрезы изготавливаются из разных материалов. Материал ножей — быстрорежущая сталь марок Р6М5, Р6М5К5, Р14Ф4 и др., твердые сплавы Т5К10, Т14К8, ВК6, ВК8, материал корпуса фрез — обычно сталь 40Х, прошедшая термообработку.

По аналогии с резцами поверхности и режущие кромки зубьев фрез имеют следующие названия: передняя поверхность зуба (по которой сходит стружка), задняя поверхность зуба, спинка зуба, торцовая плоскость, осевая плоскость, режущая кромка (линия, образованная пересечением передней и задней поверхностей зуба).

В зависимости от поверхности, по которой производится затачивание фрезы, различают зубья двух конструкций: остrokонечные, затачиваемые по задней поверхности зуба, и затылованные, затачиваемые по передней поверхности.

Фрезы (как и зубчатые колеса) характеризуются окружным шагом зубьев — расстоянием между одноименными точками ре-

жущих кромок двух смежных зубьев, измеренным по дуге окружности с центром на оси фрезы. Окружной шаг зубьев фрезы может быть равномерным и неравномерным.

Для отвода стружки служит канавка, т. е. выемка, ограниченная передней поверхностью одного зуба и задней поверхностью и спинкой соседнего зуба. Канавки бывают прямые и винтовые.

Фрезерование осуществляют в вертикальной плоскости (когда ось фрезы перпендикулярна горизонтально расположенной обрабатываемой поверхности), в горизонтальной плоскости (когда ось фрезы параллельна горизонтально расположенной обрабатываемой поверхности) и в наклонной. Эти различия и многообразие фрез определяют области применения горизонтально-фрезерных, вертикально-фрезерных и продольно-фрезерных станков.

Для фрезерования сложных фасонных поверхностей (например, гравюры пресс-формы для изготовления корпуса детского пластмассового автомобиля, сферических поверхностей и пр.) необходимо создать, помимо главного вращательного движения фрезы, сложное перемещение стола или шпиндельной головки станка. Ручной наладкой станка такое перемещение получить трудно, поэтому фрезерование производится по копиру (рис. 63). Копир в этом случае служит простейшим программносителем. Более современные фрезерные станки могут «запоминать» про-

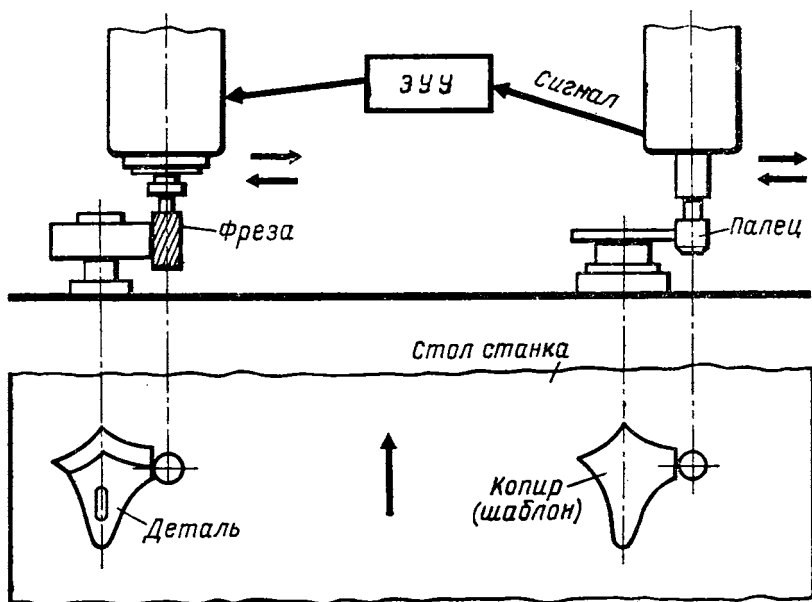


Рис. 63. Принципиальная схема фрезерования по копиру с помощью электрического усилительного устройства (ЭУУ).

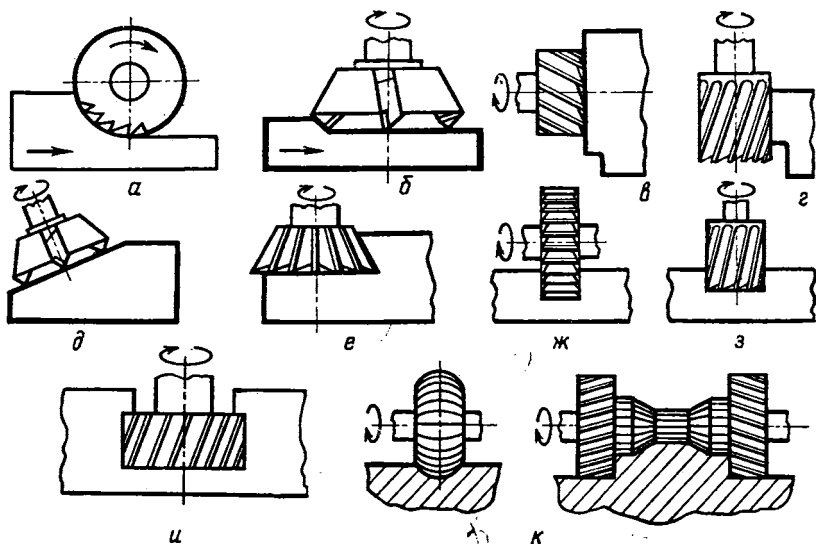


Рис. 64. Основные операции, выполняемые на фрезерных станках.

грамму и выполнять ее команды с помощью встроенных ЭВМ и микропроцессоров, систем числового программного управления (ЧПУ). Более того, на некоторых станках по программе автоматически производится смена режущего инструмента. Такие станки называются обрабатывающими центрами.

Основные операции, выполняемые на фрезерных станках, показаны на рис. 64. Фрезерные работы, включающие эти операции, можно производить на различных станках фрезами разных конструкций (табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Работы, выполняемые на фрезерных станках

Вид работ	Инструмент и способ выполнения работ	
	на горизонтально-фрезерном станке	на вертикально-фрезерном станке
Фрезерование горизонтальных плоскостей	Цилиндрическими фрезами на оправке (рис. 64, а)	Торцовыми фрезами, фрезерными головками (рис. 64, б)
Фрезерование вертикальных плоскостей	Торцовыми фрезами, установленными на концевой оправке, либо дисковыми двух- и трехсторонними фрезами на центральной оправке (рис. 64, в)	Концевыми (рис. 64, г) и торцовыми фрезами
Фрезерование наклонных плоскостей	Одноугловыми и двухугловыми фрезами, установленными на оправке	Торцовыми и концевыми фрезами с поворотом шпиндельной го-

Вид работ	Инструмент и способ выполнения работ	
	на горизонтально-фрезерной станке	на вертикально-фрезерной станке
Фрезерование пазов и канавок	Прямоугольные пазы — дисковыми трехсторонними фрезами (рис. 64, ж), пазы с наклонными плоскостями — угловыми фрезами	ловки (рис. 64, д), одноугловыми и двугловыми фрезами (рис. 64, е) Прямоугольные пазы — концевыми фрезами (рис. 64 з), Т-образные пазы — пазовыми Т-образными фрезами (рис. 64, и)
Фрезерование фасонных поверхностей	Фасонными фрезами или набором фрез на цилиндрической оправке (рис. 64, к)	Криволинейные канавки и детали криволинейного очертания — пальцевыми фрезами; деталь устанавливается на поворотном столе

Разновидностью фрезерования можно считать обработку *протягиванием*. Инструментом для протягивания служит **п р о т я ж - к а**. Ее можно представить себе как плоскую развертку дисковой фрезы, каждый следующий зуб которой на определенную величину (доли миллиметра) выше предыдущего.

Протягиванием обрабатывают как наружные, так и внутренние поверхности. Например, протягиванием можно изменить конфигурацию круглого отверстия, преобразовав его в отверстие сложного профиля (шестигранного, несимметричного и др.). Протяжки совершают поступательное (рабочее) движение.

Контрольные вопросы

1. Какое движение при фрезеровании является главным?
2. Какое движение имеет фреза при фрезеровании?
3. Какие перемещения имеет стол станка при фрезеровании?
- 4*. Чем отличаются процессы обработки плоскости на фрезерном и на токарном станках?
5. Какой инструмент применяется при фрезеровании?
6. Чем принципиально отличается фреза от сверла?
- 7*. Какой инструмент необходим для обработки Т-образного паза (например, стола сверлильного станка)?
8. Какие основные типы фрез применяются для фрезерования?
9. С какой целью и в каких случаях применяются сборные фрезы?
- 10*. Почему в напайных фрезах корпус выполняется из конструкционной стали, а в сборных — из легированной?
11. Какие поверхности обрабатывают фрезерованием?
12. Какова последовательность обработки Т-образного паза фрезерованием?
- 13*. Какие ограничения должен учесть конструктор при конструировании пазов с наклонными плоскостями, получаемыми фрезерованием?
- 14*. Какую форму должен иметь зуб фрезы, применяемой для фрезерования зубьев зубчатого колеса?

Задания

1. Охарактеризуйте химический состав сталей и твердых сплавов, применяемых для изготовления фрез, по их маркам.

2. Составьте таблицу «Основные типы фрез» по следующей форме:

Тип фрезы (название)	Основные особенности (описание, эскизы)	Назначение (описание, эскизы, схемы)

29. СИЛЫ И МОЩНОСТЬ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Силы при фрезеровании действуют как на фрезу (они определяют ее прочность и стойкость), так и на обрабатываемую заготовку (они определяют необходимость закрепления заготовки в приспособлениях). Причиной появления сил сопротивления при фрезеровании является сопротивление материала заготовки резанию, а также трение.

При фрезеровании цилиндрическими и дисковыми фрезами различают встречное (против подачи) и попутное (по подаче) фрезерование. *Встречное фрезерование* осуществляется при противоположных направлениях движения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта (рис. 65, а). *Попутное фрезерование* производится при совпадающих направлениях движения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта (рис. 65, б).

При встречном фрезеровании толщина срезаемого слоя изменяется от нуля (при входе зуба в материал заготовки) до максимального значения (при выходе зуба из контакта с обрабатываемым материалом); при попутном фрезеровании наоборот: от максимального значения в момент входа зуба в материал до нуля при выходе зуба из контакта с обрабатываемой заготовкой. Таким образом, при встречном фрезеровании процесс резания происходит спокойнее, и, следовательно, нагрузки на станок, на зуб фрезы возрастают постепенно.

При попутном фрезеровании в момент входа зуба в контакт с обрабатываемой заготовкой нагрузки возрастают резко, наблюдается явление удара. Поэтому попутное фрезерование можно производить на станках, обладающих достаточной жесткостью и виброустойчивостью. Более того, не все инструментальные материалы и конструкции фрез рассчитаны на выдерживание ударных нагрузок. Однако при попутном фрезеровании заготовка действующими силами прижимается к столу станка, а стол — к направляющим, что обеспечивает лучшее качество обработанной поверхности. При попутном фрезеровании необходимо, чтобы в работе находилось не менее двух зубьев фрезы.

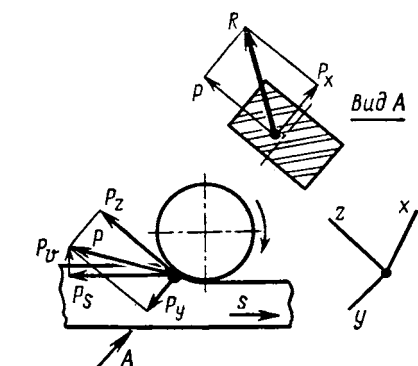
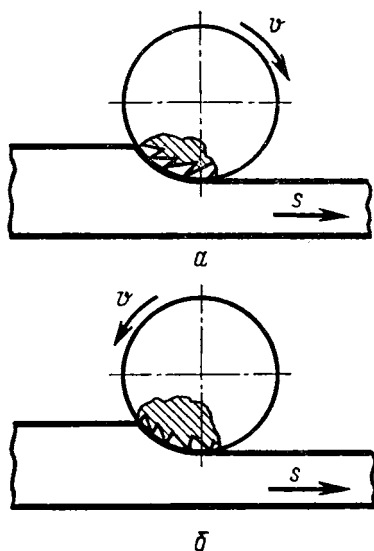


Рис. 66. Силы сопротивления резанию при встречном фрезеровании.

Рис. 65. Схемы встречного (а) и попутного (б) фрезерования.

Для осуществления процесса фрезерования необходима мощность N_n , затрачиваемая на вращение фрезы (на преодоление сил сопротивления резанию и потерь в приводе главного движения станка), и N_s — на перемещение заготовки со столом. Суммарная мощность будет равна (кВт):

$$N = N_n + N_s.$$

Для вращения фрезы необходима мощность (кВт):

$$N_n = Mn / 975 \eta,$$

где M — крутящий момент от сил сопротивления резанию при фрезеровании;

n — частота вращения фрезы;

η — коэффициент полезного действия привода вращения фрезы.

Для нахождения крутящего момента рассмотрим силы сопротивления фрезерованию цилиндрической фрезой при встречном фрезеровании (рис. 66). Силу сопротивления резанию, условно приложенную в одной точке контакта режущего лезвия и заготовки, можно разложить на три взаимно перпендикулярные составляющие: радиальную P_y , окружную P_z и осевую P_x (последняя в данном примере равна нулю, отлична от нуля она будет в случае применения фрез с наклонным или спиральным зубом). Крутящий момент относительно оси фрезы будет

$$M = P_z D_{\text{фр}} / 2.$$

Векторное сложение сил показано на рисунке. Векторную сумму радиальной и окружной составляющих P можно разло-

жить на вертикальную P_v и горизонтальную P_s составляющие. Очевидно, что P_v стремится оторвать заготовку от стола. Составляющая P_s определяет мощность N_s , необходимую для перемещения заготовки со столом станка.

При фрезеровании прямозубой фрезой осевая сила P_x не возникает. При наклонном или спиральном зубе появляется осевая составляющая усилия резания, которая стремится сдвинуть фрезу вдоль оси и нагружает осевой силой подшипники шпинделя стола. Это учитывается при использовании лево- и праворежущих фрез с правой и левой винтовой линией. В случае значительных осевых сил их уравнивают, применяя комплект из двух фрез с правой и левой винтовой линией (сравните с шевронными зубчатыми колесами).

Как и при токарной обработке, для определения составляющих силы резания R (полная векторная сумма) используют в качестве меры окружную силу P_z , а все другие составляющие определяют в ее долях. В свою очередь сила P_z зависит от глубины резания, подачи на зуб, диаметра фрезы и частоты ее вращения и, конечно, от механических свойств обрабатываемого материала.

При расчетах режимов резания используются эмпирические и аналитические формулы (включающие показательные и другие математические функции), справочные данные и специальные номограммы (т. е. система графиков).

Алгоритм (блок-схема) расчета режимов резания при фрезеровании имеет много общего с алгоритмом, приведенным на рис. 25, применительно к токарной обработке, т. е. в конечном счете задача сводится к сравнению потребной мощности резания с мощностью, развиваемой электрическим двигателем фрезерного станка.

Контрольные вопросы

1. Для чего и как определяются силы при фрезеровании?
2. Как изменится потребная мощность фрезерования, если радиус фрезы увеличить в 2 раза?
3. В чем принципиальное отличие встречного фрезерования от попутного?
4. Как связана потребная мощность станка с силой резания при фрезеровании?
5. Какие силы стремятся сдвинуть фрезу вдоль оси шпинделя горизонтально-фрезерного станка?
6. Какие силы действуют на фрезу и заготовку при фрезеровании?
7. Какая сила стремится оторвать заготовку от стола станка при фрезеровании?
- 8*. В чем преимущества применения фрез с наклонным и спиральным зубом?
- 9*. В какой плоскости и как действует результирующая сила резания при фрезеровании цилиндрической фрезой с наклонным зубом?

Задания

1. Изобразите схему попутного фрезерования и покажите составляющие силы резания. Определите значение и направление силы, прижимающей заготовку к столу станка.

2. Определите основное (технологическое) время, необходимое для фрезерования торцовой фрезой поверхности длиной l за один проход. Выясните, зависит ли это время от скорости вращения фрезы.

3*. Сформулируйте требования к выбору конструкции подшипников шпинделя горизонтально-фрезерного станка в случаях применения фрез с наклонным зубом, а также определите силы, действующие на шпиндель этого станка.

30. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Классификация фрезерных станков. Фрезерные станки в принятой классификации (разработанной Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков) составляют шестую группу, поэтому обозначение (шифр) любого фрезерного станка (кроме зубообрабатывающих) начинается с цифры 6. Обозначение моделей зубообрабатывающих станков (в том числе зубофрезерных) начинается с цифры 5.

В основу классификации станков фрезерной группы положены следующие признаки: положение оси шпинделя, выполняемая работа, конструктивные особенности стола, наличие программного управления и некоторые другие. Станки имеют много разновидностей: вертикальные и горизонтальные консольные, непрерывные, копировальные, бесконсольные вертикальные, широкоуниверсальные, продольные и др. Конструкция станка определяет выбор и применение фрез и приспособлений.

Вертикально-фрезерные консольные станки предназначены для выполнения широкого круга фрезерных работ, выполняемых торцовыми, концевыми и другими фрезами, которые крепятся в цанговых патронах, оставляющих свободными цилиндрическую и торцовую поверхности фрезы. Отличительной чертой этих станков является вертикальное расположение шпинделя и наличие консоли — выступающей корпусной детали, поддерживающей стол с приспособлениями и заготовкой и осуществляющей их подъем и спуск. Заготовки устанавливаются на прямоугольные столы размером от 200×800 до 630×1600 мм или на круглый накладной стол диаметром 320 мм и более.

На ряде этих станков возможно как встречное, так и попутное фрезерование, что обеспечивается специальным механизмом, поддерживающим постоянный натяг между винтом и гайкой механизма продольной подачи. Некоторые типы станков имеют преселективные устройства для включения новой подачи или новой частоты вращения шпинделя (непосредственно во время обработки детали), что существенно сокращает вспомогательное время, а также для поворота шпинделя в пределах $\pm 45^\circ$ относительно вертикальной оси станка.

На базе вертикально-фрезерных станков выпускают копировально-фрезерные станки.

Горизонтально-фрезерные консольные станки отличаются наличием консоли и горизонтальным расположением шпинделя

при обработке цилиндрическими, угловыми и фасонными фрезами плоских и фасонных поверхностей заготовок из различных материалов. На них могут также использоваться торцовые и концевые фрезы. Универсальные станки этого вида отличаются тем, что их стол может поворачиваться относительно вертикальной оси на $\pm 45^\circ$, что позволяет вести обработку винтовых канавок на цилиндрических поверхностях.

Широкоуниверсальные фрезерные станки могут работать с горизонтальным, наклонным или вертикальным расположением одного или двух шпинделей при обработке средних по размеру деталей различной формы цилиндрическими, дисковыми, торцовыми фрезами или набором фрез. Эти станки оснащаются комплектом принадлежностей: угловыми и круглыми столами, тисками, делительными головками. Широкоуниверсальные станки используются для выполнения различных фрезерных, сверлильных и несложных расточных работ, главным образом в условиях единичного производства (в экспериментальных, инструментальных, ремонтных и других цехах).

Станки непрерывного фрезерования бывают карусельно-фрезерные, у которых стол с заготовками (карусель) поворачивается относительно вертикальной оси, и барабанно-фрезерные с горизонтальной осью поворота барабана (вертикального стола). Такие станки применяются в условиях серийного и массового производств, причем часто загрузка-выгрузка заготовок на карусель или барабан осуществляется вручную или промышленными роботами по совмещенному циклу, т. е. в то время, когда фрезеруется другая заготовка.

Копировально-фрезерные станки выполняются универсальными и специализированными. Последние используются для обработки конкретных деталей (шинных пресс-форм, лонжеронов, лопаток турбин и т. п.). Универсальные копировальные станки позволяют делать гравюры штампов, матрицы, пресс-формы для изготовления пластмассовых деталей, литья под давлением и другие детали с рельефными поверхностями и контурами. Копирование осуществляется по разметке с ручным управлением, по плоскому шаблону, по объемной модели (из гипса, дерева, пластмассы, металла), по программе, записанной на магнитной пленке, перфоленте. Задающее устройство (копир, шаблон, эталонная деталь, чертеж, модель и др.) связано через копировальное устройство (щуп, копировальный палец, ролик, фотоэлемент) с исполнительным органом, который повторяет движение копировального устройства для воспроизведения фрезой формы задающего устройства.

Часто станки имеют следящую систему, позволяющую сравнивать заданную программу с выполненной и при их расхождении подавать команду исполнительному устройству (шпинделю, подвижному столу) для корректирования траектории режущего инструмента. Копировальные станки со следящей системой ха-

рактизуются также наличием усилительных устройств, которых нет в станках с жесткой связью. В отличие от механических копировальных устройств, в которых сила резания воспринимается коприм, в следящих системах следящий орган, передвигаясь по копиру, только подает команду исполнительным органам. Наибольшее применение получили копировально-фрезерные станки с электромеханической и гидравлической копировальными системами.

Продольно-фрезерные станки, одностоечные и двухстоечные, с одним или несколькими шпинделями, позволяют фрезеровать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы и т. п. на длинных и крупных заготовках (массой до 30 т) или одновременно обрабатывать группы заготовок в условиях серийного производства.

Вертикально-фрезерные бесконсольные станки имеют стол, расположенный на неподвижной станине и перемещаемый в продольном и поперечном направлениях. На этих станках можно обрабатывать крупные заготовки в условиях единичного и серийного производств. Как и на других тяжелых станках, продольные и поперечные подачи стола осуществляются отдельными электродвигателями постоянного тока с бесступенчатым регулированием частот вращения, позволяющим выбрать оптимальный режим обработки.

Для удобства управления и сокращения вспомогательного времени на станках предусматривают: управление всеми движениями станка с подвесного пульта; возможность изменения частот вращения шпинделя одной рукояткой с помощью гидравлического привода; бесступенчатое изменение подач; наличие быстрых перемещений стола в продольном и поперечном направлениях и шпиндельной бабки в вертикальном направлении; электрическое торможение шпинделя. Для точных перемещений стола используются замедленные подачи. Станки могут работать по полуавтоматическому циклу, включающему быстрый прямой и обратный ход, рабочий ход и остановку стола в требуемых положениях.

Кинематические схемы фрезерных станков. Схема передачи движения от электродвигателя к исполнительным органам станка (шпинделям, столам) выполняется с применением условных графических обозначений в соответствии с ГОСТами. На кинематической схеме изображают всю совокупность элементов и их соединений, все кинематические связи (ременные, зубчатые, винтовые и другие передачи), показывают валы, подшипники скольжения и качения, муфты. На рис. 67 приведена в качестве примера кинематическая схема фрезерного станка, на которой можно легко определить цепи привода вращения шпинделя и подач.

Управление фрезерными станками. Управление фрезерными станками, как и большинством металлорежущих станков, осу-

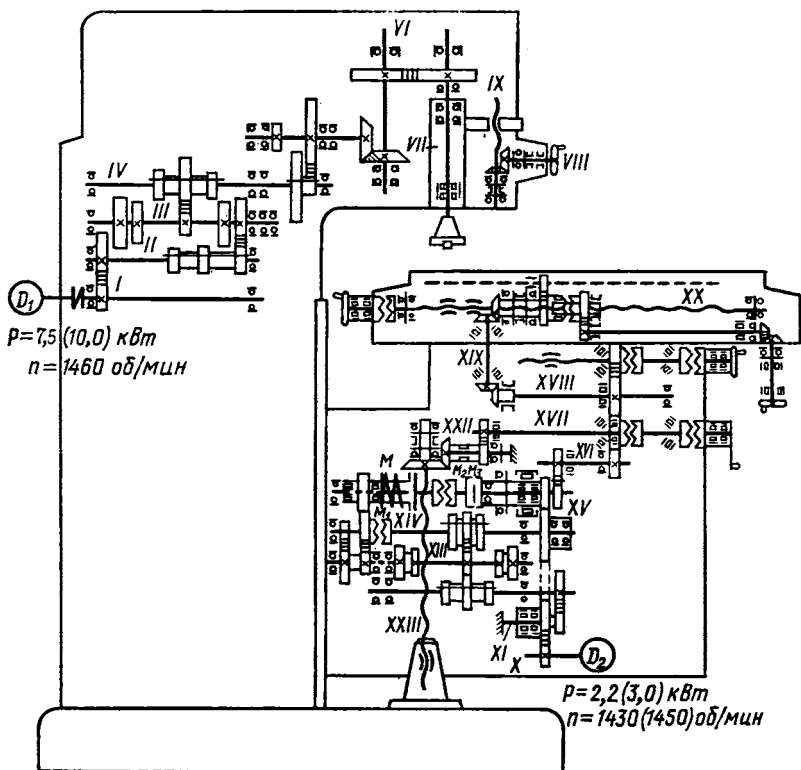


Рис. 67. Кинематическая схема фрезерных станков 6Р12 и 6Р13.

ществляется с помощью различных рукояток, маховичков и рычагов, а также кнопочных станций электрического включения.

Механизмы подачи снабжены лимбами, имеющими различные цены делений и позволяющими с достаточной точностью перемещать столы, обеспечивая поперечную, продольную и вертикальную подачи.

В современных станках используются системы цифровой индикации перемещений, что существенно облегчает управление, повышает точность обработки, уменьшает возможность брака.

Фрезерные станки (особенно вертикально-фрезерные) могут иметь системы числового программного управления (ЧПУ), позволяющие автоматизировать управление станком, высвободить рабочих, организовать многостаночное обслуживание.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется конструктивное разнообразие фрезерных станков?
2. В чем принципиальное отличие вертикально-фрезерного станка от сверлильного?

3. С какой целью применяется в конструкции горизонтально-фрезерного станка серьга?

4. Как расширяются технологические возможности вертикально-фрезерного станка при обеспечении поворота стола относительно вертикальной оси?

5*. От каких конструктивных параметров фрезерных станков зависит размерная точность при фрезеровании?

6*. Почему в станках стремятся использовать бесступенчатый привод главного движения?

7. Каковы основные конструктивные особенности фрезерных и зубофрезерных станков?

8*. Какие передачи используются в механизме подъема стола вертикально-фрезерного станка?

9. Как обеспечивается направление консоли по станине горизонтально-фрезерного консольного станка?

10*. Сколько возможных значений частот вращения шпинделя может иметь станок, кинематическая схема которого представлена на рис. 67?

11*. С какой целью в кинематической цепи привода главного движения вертикально-фрезерного станка (см. кинематическую схему на рис. 67) применена коническая зубчатая передача?

12*. Как изменится конструкция фрезерного станка в случае использования электродвигателя постоянного тока?

31. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ

Приспособления для установки и закрепления заготовок. Установленная на фрезерный станок заготовка должна быть закреплена надежно и занимать определенное положение по отношению к фрезе. От установки заготовки зависит прежде всего точность формы и расположения поверхностей обрабатываемых деталей.

В простейшем случае заготовку закрепляют непосредственно на столе станка с помощью различных приспособлений. Это возможно в том случае, если она имеет хорошую опорную поверхность. При правильном закреплении опорная поверхность заготовки должна плотно соприкасаться с плоскостью стола.

Универсальные приспособления для закрепления заготовок (прихваты, угловые плиты, призмы, машинные тиски и др.) применяют главным образом в единичном и мелкосерийном производстве.

Прихваты используют для закрепления непосредственно на столе станка заготовок сложной формы или больших размеров. На рис. 68 показаны прихваты различных типов. Все прихваты имеют овальные отверстия или выемки для перемещения относительно крепежного элемента и обрабатываемой заготовки. На рис. 68, а показано закрепление обрабатываемой заготовки на столе станка плиточным прихватом, который одним концом опирается на заготовку, а другим — на подставку. Головка болта вводится в Т-образный паз стола через отверстие прихвата. При заворачивании ключом гайки прихват прижимается к заготовке, закрепляя ее. В качестве подкладки под прихваты используют ступенчатые подставки (рис. 68, б, в), бруски различной высоты или специальные опоры. Заготовки небольшой высоты могут

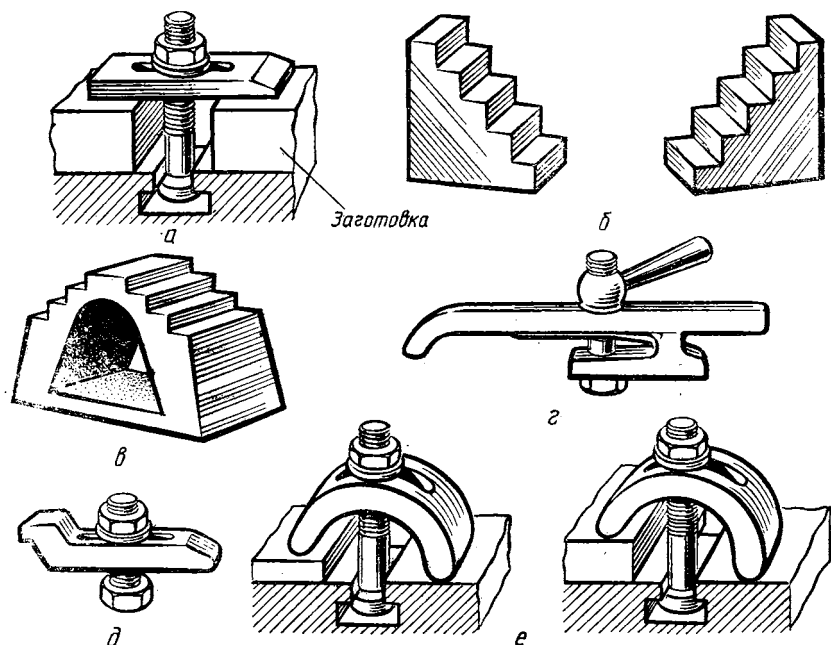


Рис. 68. Приспособления для закрепления заготовок на столе фрезерного станка:

а — закрепление плитным прихватом с использованием подкладки; *б, в*, — ступенчатые подставки; *г* — вилокобразный прихват; *д* — универсальный прихват; *е* — закрепление корытообразными прихватами без подкладок.

быть закреплены прихватами непосредственно на столе станка (рис. 68, *г, д, е*).

Угловые плиты применяют для установки и крепления заготовок, имеющих две плоскости, расположенные под углом 90° (рис. 69). Угловая плита имеет одно или два ребра жесткости и две полки (равнобокие или неравнобокие, широкие или узкие), расположенные под углом 90° . На рис. 70 показаны различные

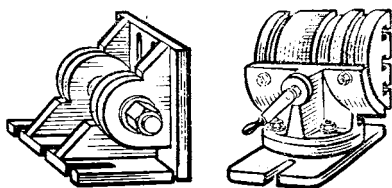
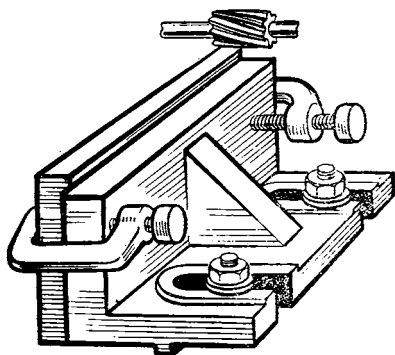


Рис. 70. Угловые плиты.

Рис. 69. Закрепление заготовок на угловой плите при фрезеровании.

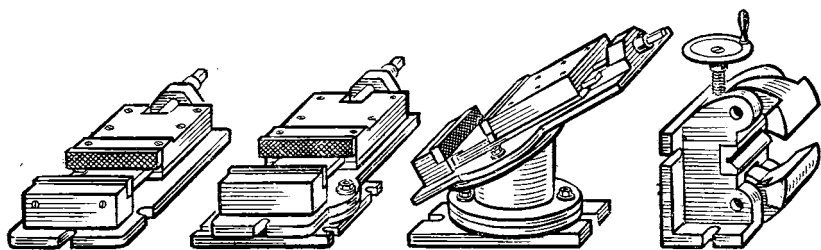
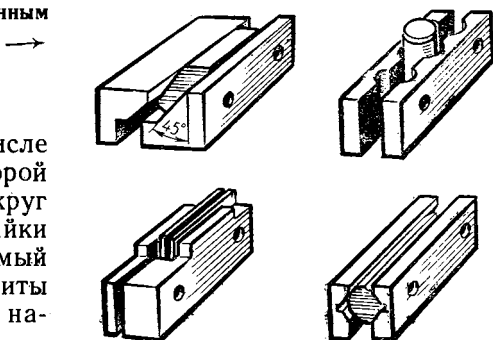


Рис. 71. Машинные тиски для фрезерных станков.

Рис. 72. Съемные губки к машинным тискам.



угловые плиты, в том числе поворотная, полку которой можно поворачивать вокруг оси после освобождения гайки и устанавливать на требуемый угол по шкале. Такие плиты применяют при обработке наклонных плоскостей.

Прежде чем закреплять заготовку на угловой плите, надо тщательно выверить правильность установки самой плиты на столе станка рейсмусом или индикатором.

В *призмах* устанавливают и закрепляют круглые заготовки. Призмы крепят к столу станка болтами.

Машинные тиски подразделяют на простые, поворотные и универсальные. На рис. 71 показаны машинные тиски с ручным зажимом.

Применение специальных съемных губок и подкладок (рис. 72) приводит к значительной экономии времени на установку заготовок.

Для привода машинных тисков часто используется пневмогидропреобразователь, работающий от заводской пневмосети.

Гидравлические тиски обеспечивают более сильный зажим, чем тиски с пневматическим приводом. Их особенностью является одновременное перемещение обеих губок, обеспечивающее центрирование детали. Закрепление заготовок осуществляется под давлением масла 5 МПа (50 кгс/см²), поступающего из гидравлической системы станка или от отдельного насосного агрегата.

В последнее время начали применять приспособления с оксидно-бариевыми магнитами для закрепления стальных и чугунных заготовок с плоской опорной поверхностью. Приспособления с оксидно-бариевыми магнитами имеют ряд преимуществ по сравнению с ранее применявшимися устройствами, а именно: в

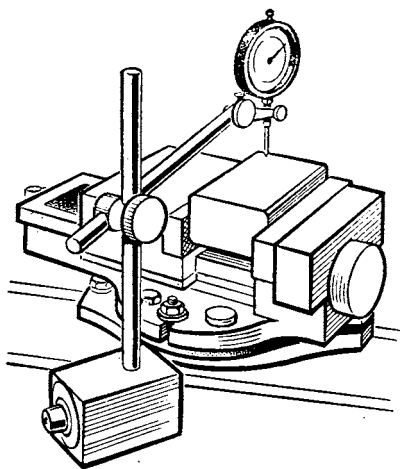


Рис. 73. Выверка заготовки при ее установке в тисках перед фрезерованием.

закрепленных заготовках отсутствует остаточный магнетизм, металлорежущий инструмент не намагничивается, для изготовления таких приспособлений используются недефицитные материалы.

В процессе закрепления обрабатываемой заготовки в тисках проверяют правильность ее положения и исправляют погрешности установки. Правильность положения заготовки в тисках по отношению к столу станка контролируют рейсмусом; для более точной установки используют индикатор со стойкой (рис. 73).

Перед закреплением в тисках заготовок с уже обработанными поверхностями надо обя-

зательно снять заусенцы, образовавшиеся во время предыдущего перехода, если они могут помешать правильной установке или закреплению заготовки. На губки тисков следует надеть накладки из листовой меди, латуни или алюминия для предохранения обработанных поверхностей от вмятин. Кроме того, перед установкой заготовки и ее обработкой необходимо сметать стружку со стола, опорных поверхностей заготовки, зажимных приспособлений, тисков, подкладок.

Специальные приспособления для установки и закрепления определенной детали широко используются в крупносерийном и массовом производстве. Закрепление заготовок в специальных приспособлениях позволяет не только сократить время на их установку и выверку, но и обеспечивает более высокую точность обработки.

Столы для установки и закрепления деталей бывают неповоротными и поворотными, с ручным, пневматическим, гидравлическим и электрическим приводами.

Поворотные столы используются при обработке фасонных поверхностей деталей, а также при непрерывном фрезеровании (когда во время обработки одной детали другие, готовые, снимаются и на их место устанавливаются новые заготовки). Непрерывное вращение может сообщаться столу от отдельного привода или от привода станка.

При обработке фасонных поверхностей на фрезерных станках часто применяют круглые поворотные столы. Заготовка, закрепленная на столе, непрерывно или периодически вращается, получая движение от ручного, механического, гидравлического,

пневматического или электрического привода. Иногда стол снабжают встроенным пневматическим или гидравлическим устройством для зажима заготовки.

На фрезерных станках для закрепления заготовок, имеющих цилиндрические поверхности, часто используют *кулачковые* и *поводковые патроны*, а также *цанговые зажимы*. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон показан на рис. 74, а. В корпусе 2 патрона смонтированы кулачки 1 и два конических зубчатых колеса 3 и 4. Зубчатое колесо 4 имеет на торце спиральную резьбу, которая входит своими выступами в соответствующие впадины кулачков. При вращении торцовым ключом зубчатого колеса 3 движение передается зубчатому колесу 4, которое своей торцевой резьбой перемещает одновременно все три кулачка в радиальных пазах корпуса, зажимая или освобождая заготовку.

Крепление заготовки в центрах с использованием поводкового патрона показано на рис. 74, б. На шпиндель 4, например, делительной головки надевают поводок 3, в паз которого вставляют и закрепляют винтами 2 отогнутый конец хомутика 1. Хомутик надет на конец заготовки 6 и закреплен винтом 5. Таким образом, при вращении шпинделя движение передается через поводок и хомутик заготовке.

Значительное сокращение вспомогательного времени и повышение производительности труда при фрезеровании достигают применением механизированных и автоматизированных зажимных приспособлений.

Приспособления для закрепления фрез. Фрезы закрепляют на оправках и в патронах, которые, в свою очередь, различными способами крепят на шпинделе станка. На рис. 75 показана установка цилиндрической насадной фрезы на оправке. Положение фрезы 6 на оправке 3 регулируется простановочными кольцами 5. Фреза и оправка связаны шпонкой 7. Конический хвостовик оправки, имеющий внутреннюю резьбу, вставляют в отверстие шпинделя 2 станка и затягивают шомполом 1. Чтобы оправка не поворачивалась, в шпиндель устанавливают сухари 4, которые

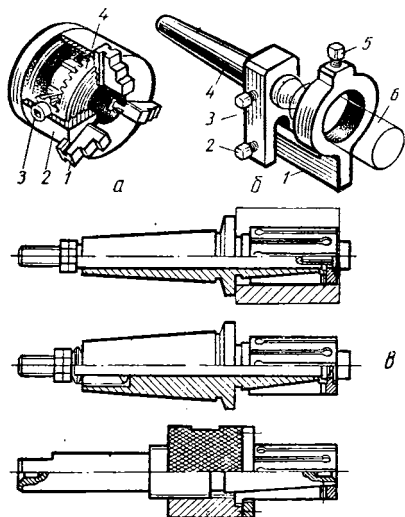


Рис. 74. Патроны для закрепления заготовок:

а — кулачковый (1 — кулачок; 2 — корпус; 3, 4 — зубчатые колеса); б — поводковый (1 — хомут; 2, 5 — винты; 3 — поводок; 4 — шпиндель; 6 — заготовка); в — цанговые.

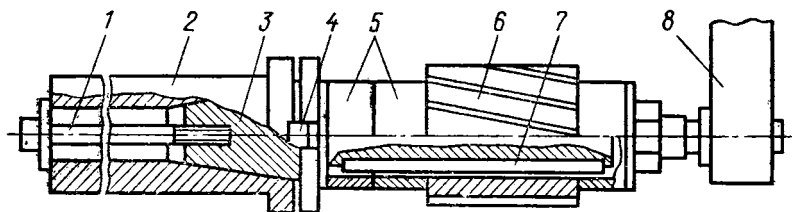


Рис. 75. Установка цилиндрической фрезы на оправке:

1 — шомпол; 2 — шпиндель станка; 3 — оправка; 4 — сухарь; 5 — простановочное кольцо; 6 — фреза; 7 — шпонка; 8 — подвеска.

входят в пазы шпинделя и фланца оправки. Если оправка длинная, то другой ее конец поддерживается подвеской 8, установленной на хоботе станка.

Торцовые насадные фрезы можно установить на оправках или непосредственно на шпинделе станка (рис. 76). При установке на оправке посадочное отверстие фрезы может быть цилиндрическим, тогда фрезу 1 крепят на оправке 5 шпонкой 3 и винтом 2 (рис. 76, а) или переходным фланцем 8 и винтом 2 (рис. 76, б); коническим, тогда для крепления используют вкладыш 9 и винт 2 (рис. 76, в). Оправку закрепляют в шпинделе 6 станка шомполом 7. Непосредственная установка торцовой фрезы на шпиндель показана на рис. 76, г. Фрезу цилиндрическим пояском надевают на шпиндель 6 станка и притягивают винтами 10. Крутящий момент от шпинделя к фрезе передается торцовой шпонкой 4.

Концевые фрезы выпускают с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Фрезы с коническим хвостовиком устанавливают в

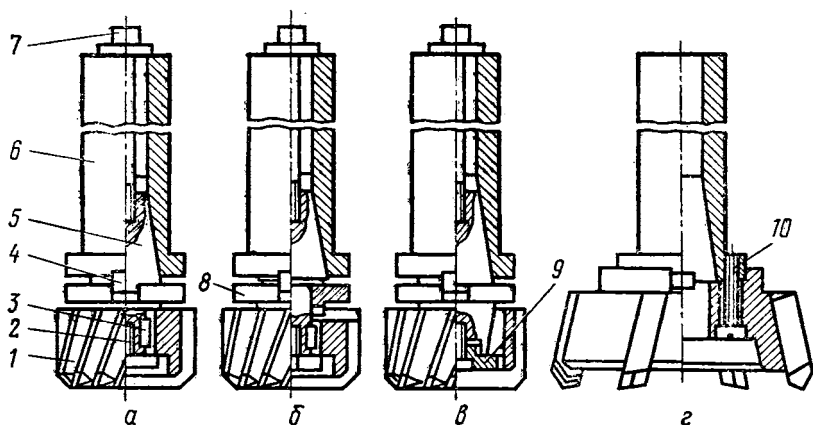


Рис. 76. Установка торцовых насадных фрез:

а, б — с цилиндрическим посадочным отверстием; в — с коническим посадочным отверстием; г — непосредственно на шпиндель; 1 — фреза; 2, 10 — винты; 3, 4 — шпонки; 5 — оправка; 6 — шпиндель станка; 7 — шомпол; 8 — фланец; 9 — вкладыш.

шпиндель станка (рис. 77),¹ используя переходные втулки, внутренний конус которых соответствует конусу хвостовика фрезы, а наружный конус — конусу шпинделя.

Делительные головки. Делительные головки предназначены для деления окружности заготовки на равные и неравные части, нарезания винтовых поверхностей различной крутизны и обработки кулачков некоторых типов. Крепление заготовки осуществляется в патроне, цанге или центрах. Делительные головки бывают одно- и многшпиндельные, механические и оптические.

Механические делительные головки по конструкции разделяют на лимбовые и безлимбовые, а по принципу действия — на головки непосредственного, простого и дифференциального деления.

Головки непосредственного деления имеют на одном шпинделе патрон или центр для закрепления заготовки и делительный диск с нужным числом пазов или отверстий, в которые входит фиксатор (защелка). Все погрешности делительного диска (по углу) передаются фрезеруемым поверхностям, поэтому головки этого вида применяют при широком поле допуска на угол.

Универсальные делительные головки позволяют осуществить наиболее сложные фрезерные операции, включая обработку кулачков. Они обеспечивают поворот заготовки на любой угол; шпиндель такой головки может занимать положения от горизонтального до вертикального, что позволяет нарезать канавки (пазы, зубья, шлицы) как на цилиндрической, так и на конической и торцевой поверхностях.

Простое деление на универсальной делительной головке (рис. 78) отличается от непосредственного тем, что передача движения между заготовкой и делительным диском осуществляется через червячную пару, т. е. через червяк с k заходами и червячное колесо с $z_{\text{ч.к}}$ зубьями. Червячное колесо расположено на шпинделе головки, а червяк — на валу с рукояткой, имеющей два движения: одно позволяет переставлять рукоятку по радиусу делительного диска с концентрическими окружностями отверстий (делений), а другое — вводить и выводить фиксатор (защелку) рукоятки из отверстий диска.

На концентрических окружностях диска находится определенное количество отверстий, например 16, 17, 19, 21, 23, 29 и т. д.

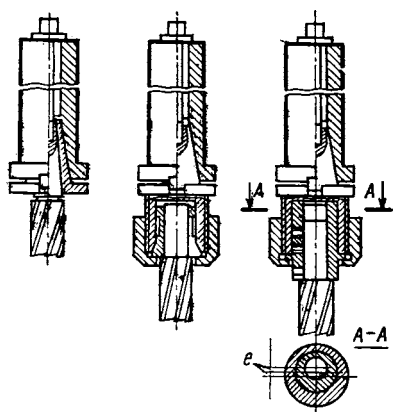


Рис. 77. Установка концевых фрез.

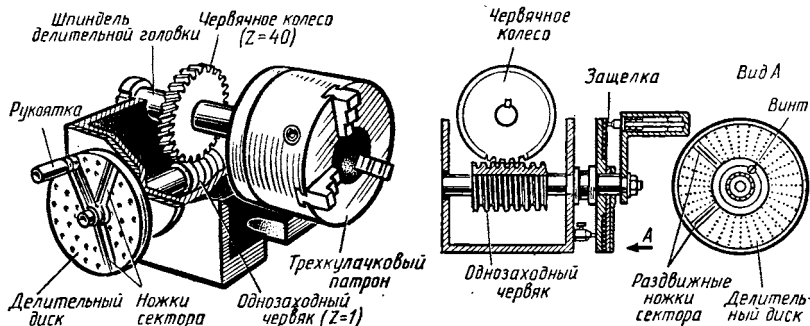


Рис. 78. Пространственная кинематическая схема делительной головки простого деления.

В делительных головках червяк всегда однозаходный, т. к. $k=1$, а $z_{ч.к.}=40, 80, 120$. Отношение $N=z_{ч.к.}/k$ называют характеристикой делительной головки; это угол поворота рукоятки (в оборотах), необходимый для поворота шпинделя делительной головки на один оборот.

Угол поворота n_p рукоятки головки, необходимый для получения требуемого деления фрезеруемой заготовки на z частей, находят по формуле $n_p=N/z$. Обычно n_p не является целым числом. Так, при $N=40, z=15$ получим: $n_p=40/15=2\frac{2}{3}$ оборота. Если настроить рукоятку на окружность с 30 отверстиями (делениями), то для поворота заготовки на $1/15$ часть окружности потребуется сделать два полных оборота головки и повернуть ее еще на $2/3$ оборота, т. е. на 20 делений.

Дифференциальное деление применяется тогда, когда из-за ограниченного числа концентрических кругов с различным числом отверстий в них невозможно получить необходимый поворот фрезеруемой заготовки способом простого деления. Так, например, методом простого деления нельзя разделить окружность на 61, 79, 83 частей, т. е. на такое число, которое не имеет множителей, равных или кратных числу отверстий в делительном диске (лимбе).

На рис. 79 показана кинематическая схема универсальных делительных головок при настройке на дифференциальное деление. Дифференциальная настройка головки проводится при выключенном стопоре,

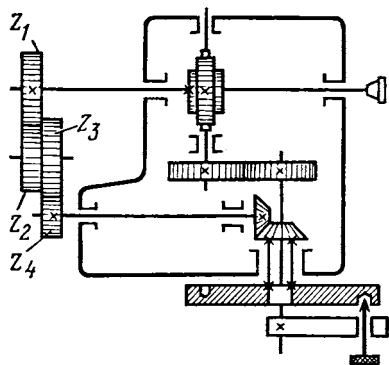


Рис. 79. Кинематическая схема делительной головки при настройке на дифференциальное деление.

ограничивающем подвижность лимба вместе с соединенной с ним конической шестерней. Вращение рукоятки будет передаваться шпинделю головки через червячную пару (как при простом делении) и фиксироваться по лимбу, имеющему привод через коническую передачу и гитару сменных шестерен. Настройка головки заключается в определении числа оборотов рукоятки (как и при простом делении) и отношения зубьев колес гитары.

Универсальные делительные головки применяются при нарезании винтовых канавок, косозубых колес и т. п. Настройка головки в этом случае заключается в осуществлении поворота заготовок, согласованного с продольной подачей стола. С этой целью вращение ходового винта продольной подачи стола фрезерного станка используют для вращения шпинделя делительной головки путем соединения вала конической шестерни набором сменных колес с ходовым винтом продольной подачи. Таким образом, вращение рукоятки (как при простом делении) заменяется вращением ходового винта.

При нарезании винтовых канавок заготовка должна быть повернута на угол наклона винтовой линии. Это достигается поворотом стола на тот же угол, что возможно только на фрезерных станках, имеющих поворотный стол.

Оптические делительные головки применяют для контрольных операций и выполнения особо точных работ. По принципу устройства они мало отличаются от механических. Внутри корпуса головки (на валу шпинделя) находится шкала, разделенная на 360°. Сверху головки расположен окуляр микроскопа, в оптической системе которого имеется неподвижная шкала, разделенная на 60 частей. Эти деления видны в окуляре настолько крупно и четко, что по ним можно вести отсчет с погрешностью до четверти минуты.

С помощью делительных головок выполняют следующие виды фрезерных работ: фрезерование многогранников; фрезерование прямых канавок на цилиндрических поверхностях; фрезерование пазов на торцовых поверхностях; деление заготовки по окружности на неравные части; фрезерование зубьев прямозубых цилиндрических и конических зубчатых колес (методом копирования); фрезерование винтовых канавок и спиралей; фрезерование зубчатых реек и др.

Для установки на столе фрезерного станка делительной головки и задней бабки (если она необходима) следует:

очистить стол и пазы от стружки, смазать тонким слоем смазки плоскости стола и основания делительной головки; установить делительную головку и заднюю бабку фиксирующими сухарями в средний паз стола;

закрепить делительную головку и заднюю бабку на столе станка; проверить совпадение центров передней и задней бабок и головки с помощью контрольного валика или горизонтальность

(вертикальность) расположения заготовки, закрепленной в кулачковом патроне делительной головки;

если заготовка устанавливается в центрах, надеть на нее хомутик, загнутый конец которого вставить в вырез (отверстие) шпинделя головки;

при фрезеровании пазов на торце вала и при вертикальном положении шпинделя делительной головки проверить перпендикулярность фрезы поверхности обрабатываемого торца заготовки.

В зависимости от размера и конструкции заготовки могут быть установлены и закреплены в делительных головках одним из следующих способов: в центрах делительной головки и задней бабки; на оправке, установленной в коническом гнезде шпинделя; в трехкулачковом патроне, накрученном на резьбовой конец шпинделя делительной головки; в цанговых патронах и др. Заготовки типа дисков и втулок надевают на оправки, которые устанавливают в центрах делительной головки и задней бабки.

К универсальным делительным головкам прилагается комплект сменных зубчатых колес, используемых при дифференциальном делении и фрезеровании винтовых канавок, задняя бабка, две гитары, патрон с планшайбой, оправки и др.✓

Для удобства отсчета промежутков между отверстиями лимба служит раздвижной сектор, состоящий из двух ножек, которые могут вращаться одна относительно другой. Пользование раздвижным сектором существенно снижает возможность появления брака в результате неточного отсчета угла поворота (числа отверстий) при фрезеровании многогранников, зубчатых колес и др.

Контрольные вопросы

1. Какие приспособления применяются при работе на фрезерных станках?
2. Какие универсальные приспособления предназначены для закрепления заготовок?
3. С какой целью в столах фрезерных станков делают Т-образные пазы?
4. Каково назначение сменных губок к машинным тискам?
5. Каким образом проверяют правильность положения заготовки в тисках?
- 6*. Как создается давление в приводе пневматических машинных тисков и чему оно равно?
- 7*. Какие заготовки могут быть закреплены на магнитных призмах?
8. Какие детали обрабатываются фрезерованием с применением делительных головок?
9. В чем принципиальное отличие конструкции делительных головок дифференциального деления от головок простого деления?
10. На какой угол повернется шпиндель головки простого деления, если рукоятку повернуть на один оборот?
11. Каково назначение раздвижного сектора лимба делительной головки?
- 12*. С какой целью делительную головку кинематически соединяют с приводом подачи стола фрезерного станка?

32. ФРЕЗЕРОВНИЕ РЕЗЬБ И ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Образование резьб методами резания или пластического деформирования (то есть без снятия стружки) осуществляется на станках многих типов с применением разнообразных инструментов и приспособлений. Это позволяет получить цилиндрическую и коническую, внутреннюю и наружную резьбы различного профиля, однозаходные и многозаходные (рис. 80).

В современном машиностроении применяются резьбовые соединения диаметром от нескольких миллиметров до нескольких сот миллиметров (например, стяжные шпильки станин прессов или прокатных станов). Кроме того, резьбы различного назначения отличаются друг от друга профилем. Так, если крепежная резьба обычно имеет треугольный профиль (метрическая с углом при вершине 60° , дюймовая — 55°), то для передвижения резьба выполняется прямоугольного или трапецеидального профиля.

Разнообразие профилей и размеров резьб определяет разнообразие методов их формообразования. Помимо точения (с использованием специальных резцов), для образования резьбы

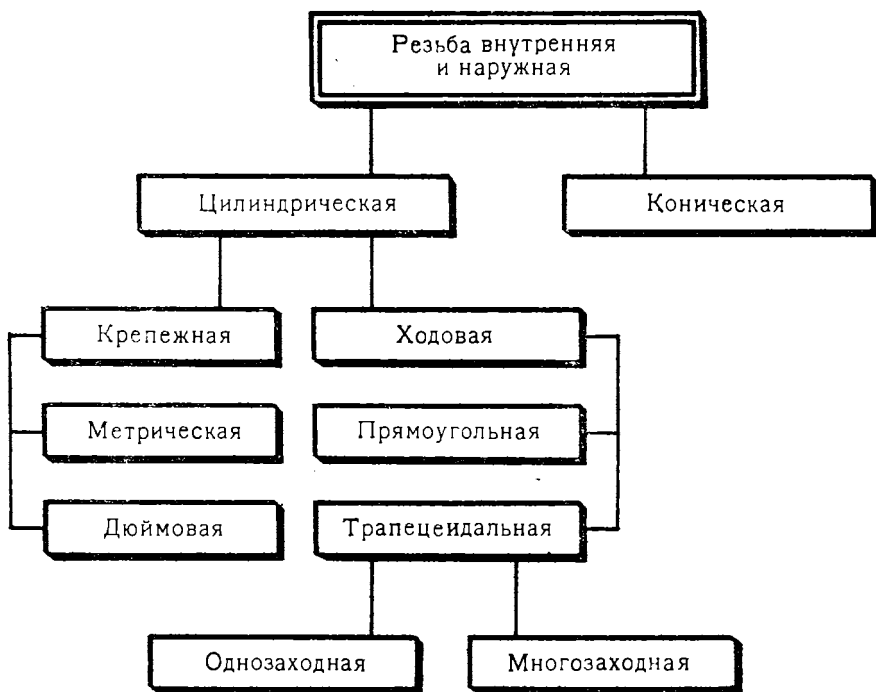


Рис. 80. Классификация фрезеруемых резьб.

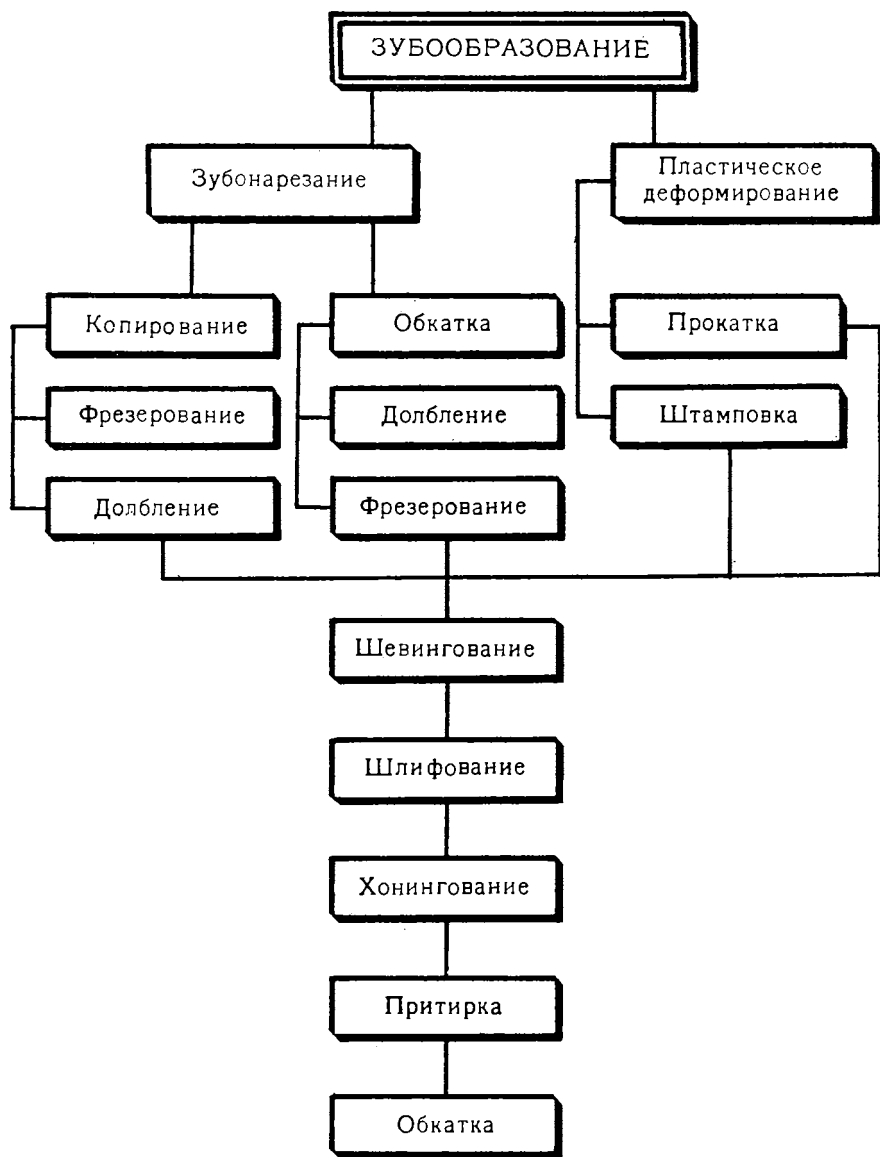


Рис. 81. Классификация методов зубообразования.

используют такие известные технологические виды обработки, как фрезерование и шлифование, а также накатку резьб на наружных поверхностях (например, болтов) без образования стружки. Резьбы нарезают, как известно, и с помощью машинно-ручных метчиков и плашек.

Зубчатые колеса широко применяются в различных механизмах, машинах и приборах. В конструкции токарного станка, автомобиля, механического пресса, средств автоматизации и механизации (например, промышленного робота) можно насчитать несколько видов зубчатых зацеплений — цилиндрических прямозубых и косозубых, конических прямозубых и косозубых, червячных и др. Профиль зуба, необходимая точность его изготовления, а также такие факторы, как заданная производительность, экономия металла и обрабатывающего инструмента, конструкция универсальных и специальных станков, потребовали создания достаточно сложной технологии зубообразования, в которой значительное место занимает фрезерование.

В целях экономии металла, трудозатрат, энергии, производственных площадей, повышения уровня автоматизации зубчатые колеса изготавливают из заготовок, полученных прокаткой, штамповкой или накаткой зубьев. Таким образом, процессы обработки резанием становятся окончательными, доделочными. Представление о современной технологии изготовления зубчатых колес дает обобщенная схема (рис. 81).

Получение резьб фрезерованием. Фрезерование коротких резьб осуществляется на резьбофрезерных станках многониточными (гребенчатыми) фрезами с кольцевыми канавками (рис. 82, а, б). Движение резания совершает фреза. Резьба нарезается одновременно по всей длине примерно за 1,2 оборота заготовки.

Фрезерование длинных резьб, однозаходных и многозаходных с крупным шагом и большим углом подъема винтовой линии, осуществляют дисковой резьбовой фрезой (рис. 82, в). Весьма близким к формообразованию резьб дисковыми фрезами является фрезерование червяков (ведущее звено червячного механизма), шнеков и других аналогичных деталей.

Фрезерование винтовых поверхностей особенно больших диаметров требует высокой квалификации фрезеровщика — уме-

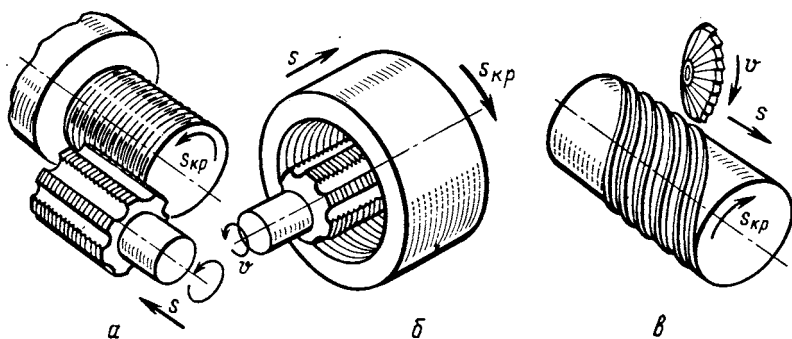


Рис. 82. Схемы фрезерования резьб:

а — короткой наружной; б — короткой внутренней; в — винтовой канавки.

ния наладить станок и инструмент, рассчитать режимы обработки и соблюдать их в процессе резания.

Изготовление зубчатых колес. Нарезание зубьев на зубчатых колесах обычно ограничивается обработкой впадины, наружный же диаметр колеса остается неизменным; впадина обрабатывается по всей ширине зубчатого колеса.

Удаление материала из впадины может производиться инструментом, имеющим профиль, соответствующий форме впадины. В этом случае используются резцы (если профиль получают на долбежных станках), фрезы и другие инструменты, передающие впадине в процессе обработки профиль своей рабочей части. Такой метод называется *методом копирования*.

При нарезании зубчатых колес по методу копирования используют дисковые и концевые модульные фрезы. Пальцевые модульные фрезы применяют для обработки крупномодульных колес с косыми и прямыми зубьями. В массовом производстве зубчатых колес могут быть использованы зубодолбежные (многолезцовые) головки и протяжки. Специальный многозубовый инструмент, работающий по методу копирования, позволяет обеспечить высокие производительность и качество обработки.

Зубодолбежные головки имеют число резцов, равное числу впадин нарезаемого колеса. Профиль рабочей части резцов соответствует профилю впадин. Резцы расположены в радиальных пазах и при зубодолблении постепенно подаются к центру заготовки. Зубодолбежные (многолезцовые) головки и протяжки предназначены для нарезания зубьев лишь на одном определенном колесе; их применяют на специальных станках при использовании соответствующих приспособлений.

Другой метод обработки впадин зубчатого колеса — *метод обкатывания* (огибания) — более универсален, так как позволяет одним и тем же инструментом производить обработку зубчатых колес одного модуля (с одним расстоянием между зубьями), но с разным числом зубьев.

При нарезании прямых и винтовых зубьев цилиндрических колес методом обкатывания используют зуборезные долбяки, зуборезные гребенки и червячные модульные фрезы.

Червячная зуборезная фреза представляет собой червяк, превращенный в режущий инструмент путем перерезания канавками и затылования его витков. При этом на каждом зубе фрезы образуются соответственно передний и задний углы. Инструмент состоит как бы из ряда зуборезных гребенок,

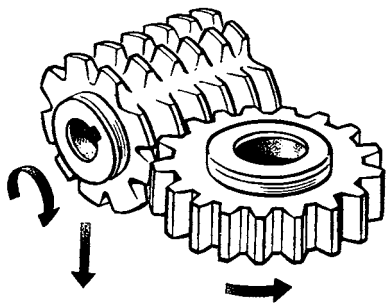


Рис. 83. Схема фрезерования зубчатого колеса червячной фрезой.

расположенных по цилиндру с осевым смещением.

Косозубые цилиндрические колеса могут быть получены фрезерованием червячной фрезой (рис. 83).

Колесо червячного зацепления можно нарезать только методом обкатывания. Колесо зацепляется с червяком, который преобразуется в червячную фрезу строго определенного диаметра.

Конические колеса с прямыми зубьями могут обрабатываться дисковыми зуборезными фрезами, а также фрезой-протяжкой (рис. 84).

Приведенные примеры лишь частично отражают методы зубообразования, так как потребности конструирования современных машин определяют появление новых прогрессивных зубчатых передач, отличающихся сложной геометрией зуба.

Для осуществления зубофрезерования нужны не только станки с весьма сложной кинематикой и набором рабочих и вспомогательных движений инструмента и столов. Предварительно необходимо выполнить большие по объему расчеты технологических параметров и геометрии фрез. Эти расчеты требуют применения ЭВМ и разработки программ на соответствующем языке программирования.

Работа на зубофрезерных станках требует высокой квалификации рабочих: знания станков и технологии, умения пользоваться измерительными приборами, управлять станком, навыков установки заготовок и инструмента, использования различных приспособлений.

Конструкции станков и технология зубофрезерования непрерывно совершенствуются. Кроме того, появляются принципиально новые технологические схемы и инструменты. В таких условиях от рабочего требуется творческое освоение новой техники, возможное лишь при глубоких технических знаниях, приближающихся к инженерным.

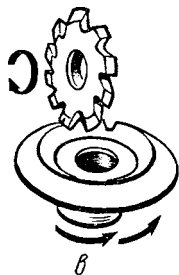
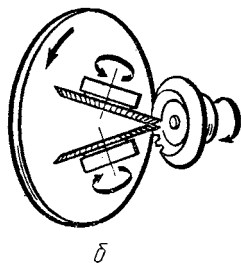
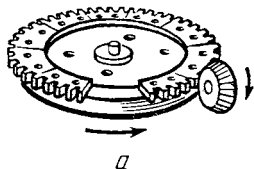


Рис. 84. Фрезерование конических колес:

а — фрезой-протяжкой; б — спаренными дисковыми фрезами; в — дисковой модульной фрезой.

Контрольные вопросы

1. Какие виды резб применяются в машиностроении?
2. В чем принципиальное отличие резьбы, предназначенной для передачи движения, от крепежной?

3. Какие вы можете привести примеры резьб, передающих движение, в конструкциях токарного и фрезерного станков?

4*. Какой профиль имеет резьба, применяемая в различных немашиностроительных изделиях (пробка пузырька с чернилами, тюбик зубной пасты; винтовая крышка консервной банки; электролампочка)? Каковы ее особенности? Какими способами сделана эта резьба?

5. Какие зубчатые зацепления (или передачи) используются в машиностроении?

6*. Какие вы можете привести примеры зубчатых передач, применяемых в конструкциях токарного и фрезерного станков?

7*. Какие вы знаете примеры применения червячной передачи в конструкции современного автомобиля?

8*. Какие технологические методы применяются для формообразования резьб и зубьев?

9*. В чем преимущества пластического формообразования резьб и зубьев перед их изготовлением фрезерованием?

10. Какую форму должна иметь рабочая часть фрез для формообразования резьб и зубьев по методу копирования?

11*. Какие ограничения имеет процесс нарезания резьб метчиками и плашками?

33. ПРИМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Практически для осуществления процесса фрезерования необходимо выполнить в заданной последовательности (по алгоритму) определенные мыслительные и физические действия. Правильность и точность этих действий обеспечивает достижение необходимых точности и качества обработки в соответствии с чертежом.

Для выполнения фрезерных работ необходимо произвести: базирование обрабатываемых деталей на станке;

определение последовательности и характера операций обработки, определяемых конфигурацией, точностью и шероховатостью обрабатываемых поверхностей;

выбор станка, приспособлений, режущего и вспомогательного инструмента;

выбор измерительного инструмента и определение последовательности измерительных операций;

выбор режимов резания (частоты вращения шпинделя, величины подач);

нормирование основного и вспомогательного времени на обработку;

изыскание возможности интенсификации технологического процесса, например путем концентрации операций, т. е. соединения нескольких операций в одну, более сложную (обработка набором фрез, одновременная обработка нескольких заготовок и др.);

определение необходимых замен и восстановлений режущего инструмента;

выбор режимов охлаждения инструмента.

Конечно, детальная разработка технологического процесса

фрезерования является достаточно сложной инженерной задачей, однако необходимое представление о ней должно быть сформировано уже у начинающего фрезеровщика.

Базирование обрабатываемых деталей. Базирование — это придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. Базой может быть поверхность или сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащие заготовке или изделию и используемые для базирования. Различают базы проектные и действительные. Погрешностью базирования называют отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого.

Установка — процесс базирования и закрепления заготовки или изделия.

Из курса физики известно, что твердое тело в пространстве имеет шесть степеней свободы, т. е. оно может перемещаться в трех взаимно перпендикулярных направлениях (декартова прямоугольная система координат) по трем осям и поворачиваться вокруг этих осей. Чтобы закрепить тело (заготовку, изделие) в пространстве в заданном положении, надо лишить его этих шести степеней свободы.

При установке заготовки на станке необходимо обеспечить вполне определенное ее положение относительно режущего инструмента, так как от этого в значительной мере зависит точность обработанной детали и рациональность выбранного режима резания.

Таким образом, для получения вполне определенной установки заготовки в приспособлении необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, из которых три находятся в установочной плоскости (предотвращают повороты вокруг двух осей и перемещение в направлении третьей оси), две — в направляющей плоскости (предотвращают поворот вокруг еще одной оси, перемещение в направлении оси) и одна в опорной (лишающей перемещения в направлении последней оси координат). Это правило в технологии машиностроения носит название «правила шести точек».

Однако не всегда требуется обеспечить вполне определенное положение заготовки. Например, при фрезеровании паза в бруске, закрепленном в тисках, его, как правило, устанавливают на две подкладки, что дает три опорные точки в установочной плоскости, и прижимают к неподвижной губке тисков, получая две опорные точки в направляющей плоскости. Шестая точка в опорной плоскости отсутствует, так как в данном случае не требуется обеспечить вполне определенное положение опорной плоскости бруска (не следует путать базирование с закреплением!).

Иногда при фрезеровании заготовки, имеющие точные отверстия и плоскости (шатуны, блоки цилиндров и др.), базируют по плоскости и двум отверстиям, перпендикулярным к ней, или по плоскости и параллельному ей отверстию.

Необходимо соблюдать принцип постоянства баз, т. е. использовать в качестве установочных баз одни и те же поверхности. Если постоянство базы не может быть выдержано, то в качестве установочной базы можно выбрать какую-либо обработанную поверхность.

Припуски на обработку. Очевидно, что без припуска на обработку изменить размеры и форму заготовки резанием в соответствии с заданными требованиями невозможно. Общим припуском на обработку называется слой металла, удаляемый в процессе выполнения всех операций обработки данной поверхности детали. Он равен разности размеров заготовки и готовой детали.

Межпереходным припуском на обработку называется слой металла, оставленный после данного перехода обработки для выполнения последующего.

Важным направлением снижения отходов металла в стружку, затрат электроэнергии, расхода инструментов является уменьшение общих и межоперационных припусков. Заготовки по своим размерам и форме должны максимально приближаться к готовой детали, что возможно, если они получены литьем, штамповкой, порошковой металлургией, прокаткой (фасонной) и другими прогрессивными технологическими методами заготовительного производства.

Однако обработка заготовок с небольшими припусками требует более высокой квалификации фрезеровщика, тщательной наладки станка и инструмента, высокой производственной и технологической культуры.

Выбор режимов резания. Выбор режимов резания является довольно сложной технологической задачей, трудности решения которой при фрезеровании связаны с многими факторами. Действительно, можно фрезеровать быстро, но при этом будет повышенный износ инструмента; от частоты вращения шпинделя зависит не только степень шероховатости обработанной поверхности, но и точность. Обычно, как и при других процессах металлообработки, при фрезеровании пользуются справочными рекомендациями, обобщающими статистические данные и позволяющими выбрать приемлемые режимы резания в зависимости от конкретных условий обработки (материал заготовки и фрезы, схема обработки, тип фрезы и ее геометрия, условия охлаждения и др.). При этом, конечно, учитывают технологические возможности выбранного или имеющегося в наличии фрезерного станка.

Однако фрезеровщик может встретиться с нестандартной технологической задачей, для решения которой потребуются довольно обширные научно-технические сведения, содержащиеся в специальной литературе.

Точность обработки при фрезеровании. Чтобы оценить степень точности обработки детали, необходимо установить точ-

ность размеров, отклонения формы и расположения поверхностей, их шероховатость.

Основными причинами, влияющими на точность обработки при фрезеровании, являются:

1. Погрешности, вызванные неточной установкой обрабатываемой заготовки на станке; погрешности обработки: а) возникающие в результате упругой деформации в системе «станок — приспособление — инструмент — деталь» (СПИД) под действием сил резания; б) вызванные размерным износом инструмента; в) связанные с температурными деформациями СПИД; г) вызванные погрешностями наладки станка.

2. Погрешности, обусловленные неточностью станка (биение шпинделя, погрешности перемещения стола, погрешности поворота заготовки и т. д.); погрешности, связанные с действием остаточных напряжений в материале заготовок и готовых изделий.

В условиях единичного производства точность обработки обеспечивается индивидуальной выверкой устанавливаемых на станок заготовок и последовательным снятием стружки пробными рабочими ходами, которые сопровождаются пробными промерами. Заданный размер достигается методом последовательных приближений. Точность обработки в этом случае в значительной мере зависит от квалификации рабочего.

В условиях серийного и массового производства точность обеспечивается методом автоматического получения размеров на предварительно настроенном станке. Установку производят в специальном приспособлении на заранее выбранные базовые поверхности (без выверки). Точность обработки в этом случае в значительной мере зависит от квалификации наладчика и точности исходной заготовки.

Основы наладки фрезерного станка. Наладка — это подготовка станка и оснастки к выполнению определенной технологической операции. В наладку входят: установка приспособления; установка фрезы; проверка биения фрезы; выверка заготовки относительно инструмента; расстановка упоров, ограничивающих ход стола и обеспечивающих автоматический режим работы; переключение частот вращения шпинделя и минутных подач; установка глубины фрезерования и др.

Подналадка — это дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) оснастки в процессе работы для восстановления достигнутых при наладке значений технологических параметров обработки.

Фрезерование плоских поверхностей. Фрезерование плоскостей осуществляется цилиндрическими, торцовыми фрезами и набором фрез.

При фрезеровании *цилиндрическими фрезами* (обычно на горизонтально-фрезерных станках) правильность установки заготовки в тисках по отношению к столу станка проверяется

рейсмусом или при более точной установке индикатором со стойкой (см. рис. 73).

Для выбора оптимального размера цельных цилиндрических фрез с мелкими и крупными зубьями можно воспользоваться номограммой (рис. 85). При этом учитываются особенности обрабатываемого материала: труднообрабатываемые — Т, материалы средней трудности обработки — С, легкообрабатываемые материалы — Л, черновая (I) или чистовая (II) обработка.

Сначала по ширине фрезерования определяется длина фрезы L , затем диаметр посадочного отверстия фрезы d , диаметр фрезы D и число зубьев фрезы z .

При фрезеровании наклонных плоскостей и скосов (наклонных плоскостей небольших размеров) цилиндрическими фрезами заготовки устанавливают под требуемым углом к оси фрезы и закрепляют либо в универсальных тисках, либо на универсальной поворотной плите (рис. 86). Подлежащая обработке наклонная плоскость должна быть расположена горизонтально, т. е. параллельно плоскости стола станка.

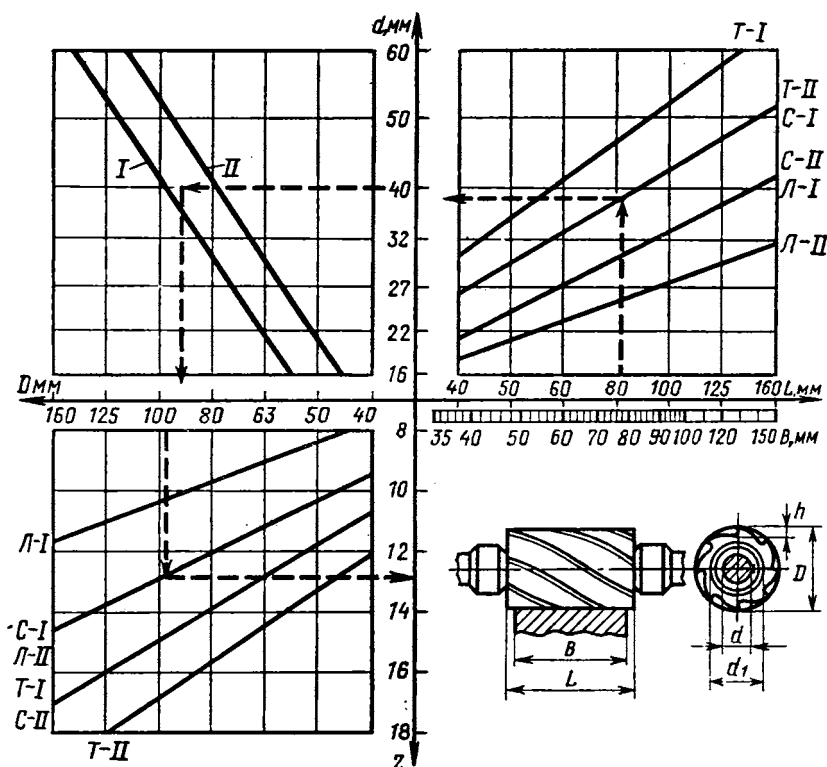


Рис. 85. Номограмма для выбора размеров цельных цилиндрических фрез.

Торцовыми фрезами фрезеруют плоские поверхности на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках. Торцовые фрезы по сравнению с цилиндрическими имеют ряд преимуществ: более жесткое крепление, более плавное движение большого числа одновременно работающих зубьев.

Диаметр торцовой фрезы выбирается в зависимости от ширины фрезерования B по формуле $D = (1,2 \dots 1,6) B$.

Наклонные плоскости и скосы можно фрезеровать торцовыми фрезами на вертикально-фрезерных станках, устанавливая заготовки под требуемым углом с помощью универсальных тисков, поворотных столов и специальных приспособлений (рис. 87) или же поворачивая шпиндель станка по отношению к вертикальной оси.

Наклонные плоскости можно фрезеровать торцовыми фрезами с помощью накладной вертикальной головки, которая является специальной принадлежностью горизонтально-фрезерного станка.

В целях повышения производительности и точности фрезерование плоских поверхностей производят *набором фрез*, установленных и закрепленных на одной общей оправке горизонтально-фрезерного станка для одновременной обработки одной или нескольких поверхностей. Наборы составляют из стандартных, специальных фрез и их комбинаций.

При составлении наборов фрез и регулировке расстояний между фрезами на оправке используют жесткие кольца.

В процессе фрезерования оправка работает на растяжение и изгиб. Устанавливая на оправке одну или несколько фрез, желательно располагать их ближе к шпинделю станка, так как в результате уменьшения изгибающего момента от силы резания при таком расположении прогиб оправки будет минимальным. Если невозможно установить фрезу вблизи шпинделя, рекомендуется применять дополнительную подвесную серьгу (рис. 88).

Упругая деформация оправки и заготовки приводит к появ-

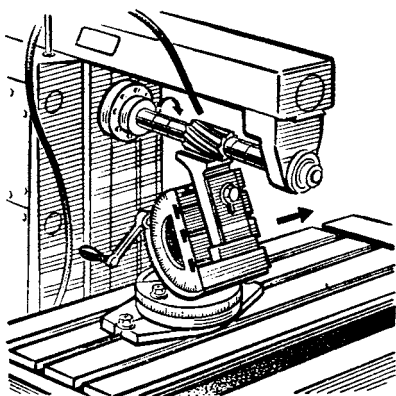


Рис. 86. Фрезерование наклонной плоскости на универсальной поворотной (угловой) плите.

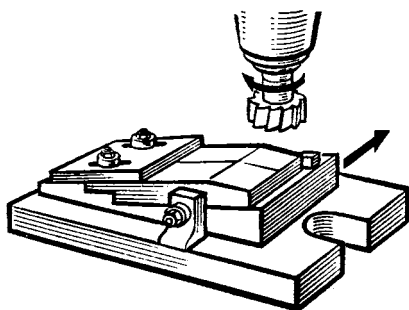


Рис. 87. Фрезерование наклонной плоскости торцовой фрезой.

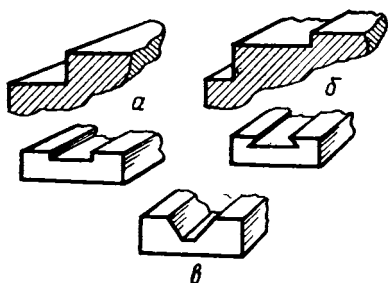
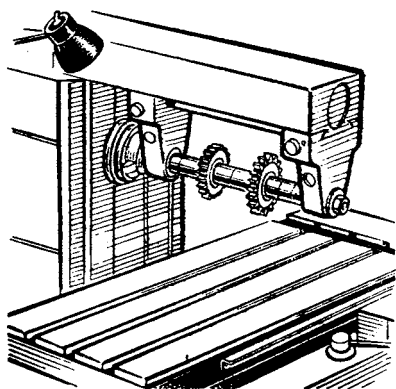


Рис. 89. Уступы (а), выступы (б) и пазы (в).

← Рис. 88. Установка дополнительной серьги на фрезерном станке.

лению подрезания и подхватывания, если приходится выключать подачу, когда рабочий ход еще не закончен.

Фрезерование уступов, выступов и пазов. Уступом называют выемку, ограниченную двумя взаимно перпендикулярными плоскостями. Выступ — выступающая часть поверхности, также образованная двумя взаимно перпендикулярными плоскостями. Паз — это выемка в детали, ограниченная плоскими или фасонными поверхностями. В зависимости от формы выемки пазы делятся на прямоугольные, Т-образные и фасонные. Пазы любого профиля могут быть сквозными, открытыми (с выходом) и закрытыми. Уступы, выступы и пазы показаны на рис. 89.

Фрезерование уступов, выступов и пазов осуществляется дисковыми и концевыми фрезами, а также набором дисковых фрез. Уступы можно фрезеровать и торцовыми фрезами.

Дисковыми фрезами (главным образом трехсторонними), имеющими зубья на цилиндрической поверхности и на обоих торцах, обрабатывают уступы и глубокие пазы. Для улучшения условий резания дисковые трехсторонние фрезы снабжены наклонными зубьями с переменным чередующимися направлениями канавок, т. е. один зуб имеет правое направление, а другой, смежный с ним — левое, что обеспечивает уравнивание сил резания. Диаметр фрезы стремятся выбирать минимально возможным — чем меньше диаметр фрезы, тем выше ее жесткость и виброустойчивость.

Точность размера уступа по ширине не зависит от ширины фрезы. Ширина фрезы должна быть на 3...5 мм шире полки уступа. При фрезеровании прямоугольных пазов ширина дисковой фрезы должна быть равна ширине паза (с точностью до биения торцовых зубьев).

При наладке станка на обработку пазов важно правильно установить фрезу относительно заготовки.

Уступы и пазы могут быть обработаны концевыми фрезами на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках.

Точность пазов по ширине при обработке их мерным инструментом, каким являются концевые (и дисковые) фрезы, в значительной степени зависит от точности применяемых фрез, от точности и жесткости СПИД, а также от биения фрезы в шпинделе. Номинальный размер мерного инструмента может изменяться из-за износа и переточки.

Точный размер по ширине паза можно получить при обработке в два перехода — черновой и чистовой.

Работая концевой фрезой, стружку необходимо отводить вверх по винтовой канавке, чтобы она не портила обработанной поверхности и не вызывала поломки зуба фрезы. При этом важно правильно выбрать направление вращения фрезы.

Фрезерование шпоночных пазов на валах. Шпоночные пазы могут быть разделены на сквозные, открытые (с выходом) и закрытые. К ним предъявляются высокие требования в отношении точности и шероховатости поверхности. Боковые грани шпоночного паза должны быть расположены симметрично относительно плоскости, проходящей через ось вала; шероховатость поверхности боковых поверхностей должна находиться в пределах 5 мкм и выше.

Заготовки валов для фрезерования в них шпоночных пазов и лысок удобно закреплять в призмах (рис. 90). Правильность расположения призмы на столе станка обеспечивается с помощью шипа в основании призмы, входящего в паз стола.

Удобно использование магнитных призм с постоянным магнитом. Сила зажима вполне достаточна для того, чтобы фрезеровать на валиках шпоночные пазы и лыски. Одновременно с закреплением призма притягивается к опорной поверхности стола станка.

Сквозные и открытые пазы с выходом канавки по окружности, радиус которой равен радиусу фрезы, обрабатывают дисковыми фрезами (рис. 91). Заготовку закрепляют в машинных тисках с медными или латунными накладками на губках.

Фрезу устанавливать следует так, чтобы она была расположена симметрично относительно

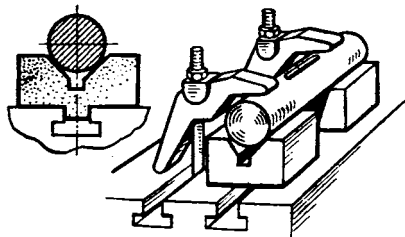


Рис. 90. Закрепление вала в призмах для фрезерования паза.

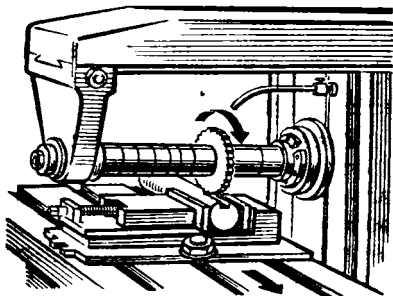


Рис. 91. Фрезерование сквозного паза дисковой фрезой.

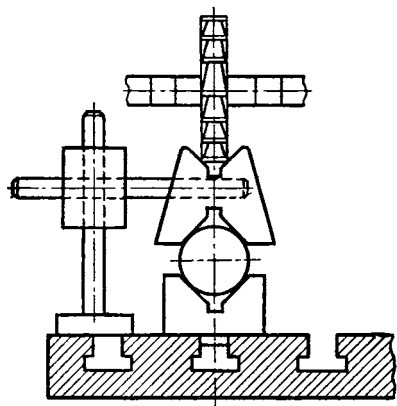


Рис. 92. Приспособление для установки дисковой фрезы при фрезеровании паза на валу.

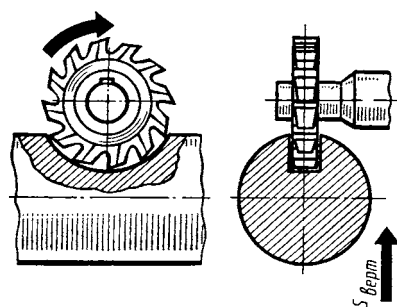


Рис. 93. Фрезерование шпоночных пазов под сегментные шпонки.

фрезы), то это значит, что фреза расположена в диаметральной плоскости вала. Если след имеет форму неполного круга, то необходимо сместить стол.

Сегментные шпоночные пазы фрезеруют *хвостовыми (насадными) фрезами* под сегментные шпонки. Диаметр этих фрез должен быть равен удвоенному радиусу канавки. Подача производится подъемом стола (рис. 93).

Фрезерование фасонных канавок, Т-образных и других пазов. К фасонным относятся канавки с непрямоугольным профилем: полукруглые, вогнутые, угловые, треугольные, трапециевидные, сложного профиля и др. Для фрезерования фасонных канавок применяют полукруглые (выпуклые и вогнутые), а также угловые фрезы.

Т-образные пазы фрезеруют обычно за три перехода: сначала концевой или дисковой фрезой обрабатывают паз прямо-

но диаметральной плоскости, проходящей через ось вала. Для точной и быстрой установки дисковой фрезы в диаметральной плоскости используют приспособление (рис. 92). Фрезу устанавливают по вырезу двусторонней призмы, которая ориентирована по цилиндрической поверхности обрабатываемого вала. Правильность изготовления паза проверяют по шаблону.

Закрытые шпоночные пазы можно фрезеровать *концевыми (шпоночными) фрезами* на вертикально- и горизонтально-фрезерных станках. Для закрепления валов пользуются призмами. После установки, закрепления и выверки вала устанавливают фрезу. Установка фрезы в диаметральной плоскости вала производится по лимбу винта поперечной подачи от положения, в котором фреза касается образующей вала.

Другой способ установки («по яблочку») состоит в получении пробного следа фрезы на поверхности вала. Если этот след имеет форму полного круга (равного диаметру концевой

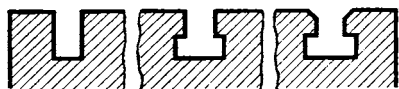
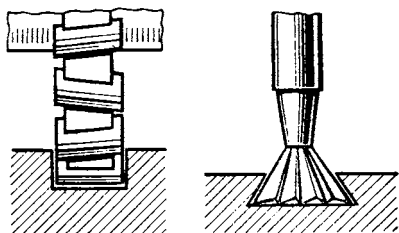


Рис. 94. Последовательность фрезерования Т-образных пазов.

Рис. 95. Последовательность фрезерования паза типа «ласточкин хвост».



угольного профиля, затем фрезой для Т-образных пазов фрезеруют нижнюю часть паза, затем угловой концевой фрезой — фаски (рис. 94).

Пазы типа «ласточкин хвост» фрезеруют как на горизонтально-фрезерных, так и на вертикально-фрезерных станках. В обоих случаях заготовка закрепляется в машинных тисках или непосредственно на столе фрезерного станка с помощью различных прихватов. Правильность установки заготовки выверяется угольниками, рейсмусом или индикатором. Фрезерование паза производят за два перехода: сначала фрезеруют прямоугольный паз концевой или дисковой фрезой, затем обрабатывают его концевой одноугловой фрезой (рис. 95).

Фрезерование фасонных поверхностей. В технике находят широкое применение детали с фасонными поверхностями — достаточно вспомнить такие детали, как шаровые пальцы и сферические опоры, кулачки различного профиля, шатуны, коленчатые валы, рельефные полости штампов и пресс-форм. Все многообразие фасонных поверхностей можно разделить на следующие типы:

1. Фасонные поверхности вращения.
2. Фасонные поверхности замкнутого криволинейного контура с прямолинейной образующей. Эти поверхности являются цилиндрическими и ограничены двумя плоскостями (основаниями). От цилиндрических поверхностей тел вращения они отличаются тем, что их направляющей является замкнутая кривая, а не окружность. Эти поверхности имеются на многих плоских кулачках (например, распределительного вала автомобильного двигателя).
3. Фасонные поверхности незамкнутого контура с криволинейной направляющей и прямолинейной образующей или, наоборот, с прямолинейной направляющей и криволинейной образующей, например фасонный зуб фрезы, зуб шестерни и др.
4. Пространственно-сложные фасонные поверхности, к которым можно отнести, например, поверхности лопаток и дисков турбин, гребных валов, штампов для листовой штамповки кузовных автомобильных деталей, пресс-форм и литейных форм, произведений прикладного искусства и др.

Внутренние и наружные сферические поверхности, как пра-

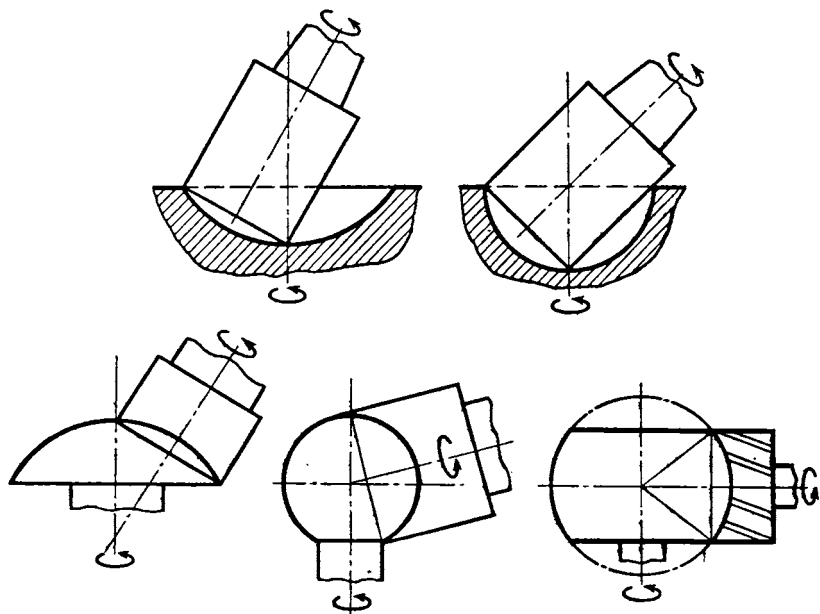


Рис. 96. Схемы фрезерования внутренних и наружных сферических поверхностей.

вило, обрабатывают на сферотокарных и токарных станках с ЧПУ. Однако в условиях единичного и мелкосерийного производства такие поверхности целесообразно обрабатывать фрезерованием, учитывая, что сечение сферы плоскостью представляет собой круг. Фрезерование сферических поверхностей чаще всего осуществляется концевыми фрезами (рис. 96).

Фасонные поверхности замкнутого контура можно обрабатывать фрезерованием на вертикально-фрезерных станках: с ручным управлением по разметке, с использованием круглого поворотного стола по разметке, с помощью накладного копира.

Фрезерование фасонной поверхности замкнутого контура по разметке осуществляется концевой фрезой при одновременном перемещении стола в продольном и поперечном направлениях так, чтобы снять лишний металл в соответствии с размеченным контуром. Такой метод фрезерования применяется лишь в условиях единичного или мелкосерийного производства и требует высокой квалификации рабочего. Обычно припуск снимают последовательно черновым и чистовым фрезерованием.

При фрезеровании фасонных поверхностей на вертикально-фрезерных станках применяют накладные круглые поворотные столы, которые могут иметь ручной привод, привод от станка или от индивидуального электродвигателя. На поворотных столах заготовки закрепляют либо вручную (с помощью прихватов и др.), либо пневмо- или гидropriхватами.

При фрезеровании круговых пазов необходимо совместить центр окружности кругового паза с центром поворотного стола. При вращении (вручную или с приводом от станка) круглого поворотного стола вокруг вертикальной оси каждая точка заготовки будет перемещаться по окружности радиуса, равного расстоянию этой точки от центра стола. Расстояние между центром поворотного стола и центром (осью) концевой фрезы должно быть равно радиусу окружности кругового паза.

Правильность установки заготовки можно проверить легким касанием заготовки вращающейся фрезой в двух диаметрально противоположных положениях, т. е. при повороте стола на 180° .

Фрезерование по накладным копиям применяется в условиях единичного и мелкосерийного производства при обработке фасонных поверхностей замкнутого криволинейного контура на вертикально-фрезерных станках с применением поворотного круглого стола (рис. 97).

Обработка по замкнутому контуру осуществляется концевой фрезой, имеющей заданную траекторию движения. В шпиндель станка соосно устанавливают ролик и концевую фрезу. Одновременным вращением стола и ручным управлением продольной и поперечной подачами стола станка добиваются постоянного контакта ролика с копиром, который наложен на заготовку и имеет профиль обрабатываемой поверхности.

Фасонные поверхности незамкнутого контура могут быть обработаны фрезерованием фасонными фрезами или цилиндрическими фрезами с применением копировальных приспособлений, а также на копировально-фрезерных станках и на станках с программным управлением.

Фасонные фрезы применяют при обработке самых разнообразных фасонных поверхностей незамкнутого контура с криволи-

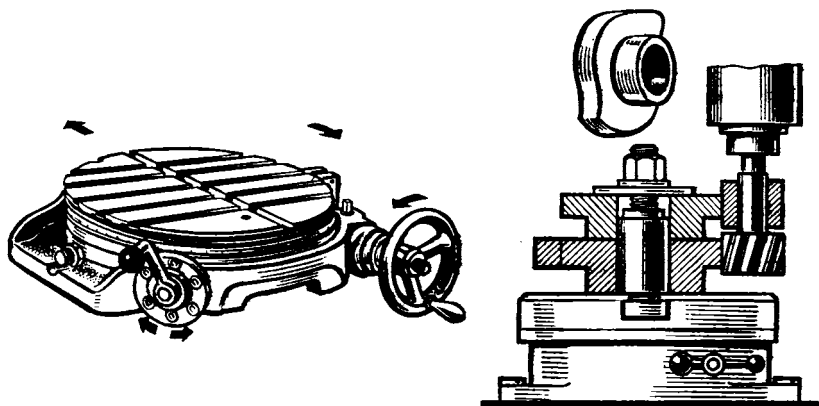


Рис. 97. Круглый поворотный стол и его применение при фрезеровании по накладному копиру.

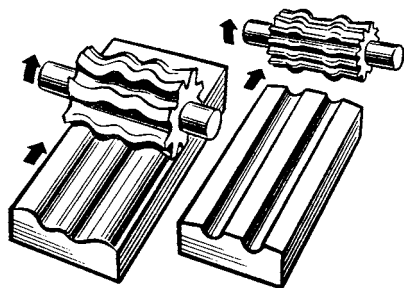


Рис. 98. Фрезерование фасонных поверхностей незамкнутого контура.

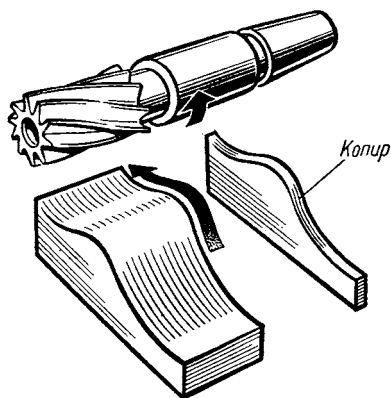


Рис. 99. Схема фрезерования фасонной поверхности незамкнутого контура по копиру.

нейной образующей и прямой направляющей, а также для образования винтовых канавок. В ряде случаев фасонная фреза является единственным инструментом, с помощью которого может быть образован сложный фасонный профиль детали (рис. 98).

Фасонный профиль обработанной поверхности контролируют шаблоном. Для проверки фрез служит контршаблон, изготовленный (как и шаблон) из листового металла в соответствии с чертежом профиля детали.

Фасонные поверхности незамкнутого контура с прямой образующей и криволинейной направляющей (например, развернутый плоский кулачок) могут быть обработаны цилиндрической фрезой. При этом ширина обрабатываемой детали должна перекрываться длиной цилиндрической фрезы, а криволинейная направляющая (контур) в этом случае должна быть образована плавной кривой с достаточно большими радиусами закругления.

Фасонные детали незамкнутого контура можно весьма производительно обрабатывать на горизонтально-фрезерных станках с помощью копировального приспособления (рис. 99). При этом обеспечивается траектория цилиндрической фрезы, соосной с роликом. Ролик обкатывает поверхность копира (шаблона) в результате продольного и вертикального перемещений стола станка.

Фрезерование *пространственно-сложных фасонных поверхностей* производят на копировально-фрезерных станках или на станках с числовым программным управлением копирными (концевыми) фрезами.

Основным видом брака при обработке фасонных поверхностей является несоответствие профиля обработанной поверхности профилю, заданному чертежом. Погрешности профиля возникают по следующим причинам: при обработке концевыми фрезами по разметке с ручным управлением — из-за низкой квалифика-

ции рабочего, неточностей разметки; при обработке по копиру — из-за погрешности изготовления копира или изменения размера фрезы после ее переточки; при обработке фасонными фрезами — из-за погрешностей профиля фрезы или изменения ее геометрических параметров после переточки.

Исправление дефектов при фрезеровании фасонных поверхностей весьма трудоемко и сложно, во многих случаях практически невозможно, поэтому в процессе фрезерования не следует превышать величину подачи на зуб, указанную в операционных картах, допускать значительное затупление фрезы, не осуществлять обработку фасонными фрезами на станках пониженной жесткости и виброустойчивости.

Фрезерные станки с ЧПУ применяют для обработки средних и мелких отливок (поковок) для таких деталей, как рычаги, кронштейны, крышки, корпуса приборов и др. Процесс обработки происходит по автоматическому циклу, станочник только устанавливает заготовку и снимает обработанную деталь, а также производит настройку программы, на что затрачивает 0,5—2,0 ч в зависимости от сложности профиля и требуемой точности.

Лабораторно-практическая работа № 12.

Разработка технологического процесса изготовления детали фрезерной обработкой

Цель: ознакомление с этапами разработки процесса изготовления детали; формирование навыков подготовки производства.

Исходные данные: рабочий чертеж детали, размер партии, наличие оборудования, инструментов и приспособлений.

Оснащение: формы операционных карт, нормативные и справочные данные, счетные устройства (микрокалькуляторы, логарифмические линейки).

Порядок выполнения работы:

1. Изучить рабочий чертеж детали и технические требования к ее изготовлению.
2. Определить припуски на обработку и выбрать заготовку.
3. Выбрать технологические базы и определить необходимые технологические операции и их последовательность.
4. Выбрать оборудование (фрезерный и другие станки) и приспособления для каждой операции.
5. Произвести необходимые расчеты для определения режимов резания на каждой операции фрезерной обработки.
6. Выбрать рабочий режущий инструмент с учетом его стойкости для выполнения каждой фрезерной операции.
7. Выбрать измерительный инструмент и определить перечень контрольных операций.
8. Выбрать смазочно-охлаждающую жидкость.

9. Изучить форму операционной карты, заполнить карту полученными в ходе выполнения работы необходимыми данными.

10. Дать рекомендации по совершенствованию разработанного технологического процесса в целях уменьшения расхода металла, повышения производительности (например, использовать прогрессивную заготовку, дополнительные приспособления, интенсифицировать режимы резания и др.). Оформить предложение письменно.

Контрольные вопросы

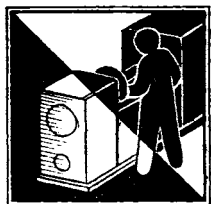
1. Какие действия необходимо произвести при выполнении фрезерных работ?
2. Какие факторы должны быть учтены при выборе режимов фрезерования?
- 3*. Какими преимуществами обладает фрезерование набором фрез?
4. С какой целью при закреплении заготовок в машинных тисках на губки устанавливают накладки из мягких металлов?
5. Как фрезеруют пазы типа «ласточкин хвост»?
6. Какая деталь является своеобразным программносителем при фрезеровании фасонных поверхностей замкнутого криволинейного контура?
- 7*. Как размещают копир на копировально-фрезерных станках — выше или ниже обрабатываемой фрезерованием детали?
8. По каким причинам возникают погрешности фрезеруемого профиля фасонных поверхностей?
- 9*. Какие функции оператора выполняют системы управления станков с ЧПУ?
10. Какой измерительный инструмент используют для контроля точности изготовления фрезерованных деталей?

Часть третья.

Экономика и организация машиностроительного производства

ГЛАВА 8.

ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ, ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВА



34. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Для производства любой детали необходимы материалы, оборудование, производственные площади, труд рабочих. Показателем текущих затрат на производство продукции является себестоимость.

Себестоимость есть денежное выражение затрат предприятия (отрасли) на производство и реализацию продукции. В себестоимость включаются затраты на используемые в процессе производства сырье, материалы, топливо, энергию, заработную плату, отчисления на социальное страхование, амортизационные и прочие отчисления, а также затраты, не относящиеся непосредственно к процессу производства, например затраты на сбыт продукции, отчисления в централизованные фонды, расходы на подготовку производства новых видов продукции.

Чем ниже себестоимость, тем при прочих равных условиях лучше работает предприятие.

Основные производственные фонды — это те средства производства, которые многократно участвуют в производственном процессе, сохраняют при этом свою натуральную форму и переносят по частям (по мере снашивания) свою стоимость на выработанную с их помощью продукцию. К основным фондам относятся орудия производства и средства труда, т. е. здания, сооружения, устройства для передачи энергии различных видов, машины и оборудование, транспортные средства, инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь. Одна из важных задач совершенствования производства — значительное повышение уровня использования основных фондов. И решается эта задача улучшением качества труда на каждом рабочем месте.

Процесс постепенного (по частям) перенесения стоимости основных производственных фондов на стоимость (и себестоимость) произведенной с их помощью продукции называется амортизацией.

Оборотные производственные фонды (в основном предметы труда) участвуют только в одном цикле производства и полностью переносят свою стоимость на выработанную продукцию.

Не следует путать себестоимость и цену продукции. Цена — это денежное выражение стоимости товара. В условиях планового социалистического производства цена максимально приближается к стоимости товаров и включает общественно необходимые затраты живого и овеществленного труда на их производство, а также долю чистого дохода предприятий (объединений) и общества в форме прибыли, налога с оборота и других платежей. Цена должна обеспечивать каждому эффективно и рентабельно работающему предприятию возмещение издержек производства и прибыль, достаточную для создания фондов экономического стимулирования и внесения необходимых платежей. Она должна также стимулировать научно-технический прогресс, повышение качества продукции и эффективности производства, снижение фондо-, материало- и трудоемкости производства.

Соотношения отдельных видов затрат в общих затратах образуют структуру себестоимости, которая, конечно, имеет различия в зависимости от вида изделия, уровня технической оснащенности и организации труда, особенностей отраслей промышленности. В качестве примера можно привести сведения о структуре себестоимости производства грузовых автомобилей.

**Примерная структура себестоимости грузовых автомобилей
(в % к полной себестоимости)**

Сырье, основные и вспомогательные материалы	23,9
Покупные изделия и полуфабрикаты	49,2
Топливо и энергия со стороны	3,4
Зарплата основная и дополнительная	14,9
Отчисления на социальное страхование	1,2
Амортизация основных фондов	4,2
Прочие затраты	3,2

В каждом цехе, на каждом производственном участке регулярно производится экономический анализ себестоимости продукции. Цель анализа — выявление и мобилизация имеющихся резервов снижения затрат на производство продукции.

Важнейшими направлениями снижения себестоимости продукции являются: более широкое использование достижений научно-технического прогресса, улучшение организации производства, сокращение расходов на его обслуживание и управление, укрепление внутрихозяйственного расчета, усиление специализации, концентрации, кооперирования и комбинирования

производства, оптимизация размещения заказов между предприятиями, усиление режима экономии.

Перерасход материальных затрат может быть вызван производственно-техническими и организационными факторами. К производственно-техническим факторам относятся: несовершенство технологии, необеспеченность технологического процесса технической документацией, отсутствие надлежащего технического контроля, низкое качество исходных заготовок и инструмента, плохое состояние станка и, как следствие, большой процент брака. К организационным факторам могут быть отнесены: поставка неподходящих заготовок, несоблюдение технологической дисциплины, неправильные приемы работы и др.

Причиной повышения себестоимости продукции может быть и перерасход заработной платы производственных рабочих, произошедший как за счет увеличения трудоемкости изделий, так и за счет превышения средней заработной платы за час работы. Устранение перерасхода осуществляется более тщательным нормированием, улучшением обучения работающих прогрессивным приемам, совершенствованием видов оплаты труда и соблюдением принятых норм и расценок.

Снижению себестоимости продукции способствуют: сокращение расхода смазочных, обтирочных и других материалов, уменьшение затрат электроэнергии за счет правильного выбора режимов работы станков и оборудования, уменьшения времени простоя станков по организационным причинам (невыдача задания, несвоевременная поставка заготовок, задержки с получением необходимых документации и инструмента и др.) и по вине рабочего (потери времени, нарушения технологической и трудовой дисциплины).

Велики затраты на содержание оборудования, зданий, сооружений, дорог и производственных площадей. Вот почему так важно создание более производительных машин и технологических процессов. Например, внедрение в производство холодной объемной штамповки взамен резания из прутковой заготовки при обработке 1000 т стали высвобождает 20 рабочих-станочников, 15 металлорежущих станков и позволяет сэкономить около 250 т стали. Таким образом, себестоимость изделий, полученных из точных штампованных заготовок с незначительной доводкой резанием, будет существенно ниже себестоимости изделий, полученных методами резания на токарных, фрезерных и других станках из сплошной прутковой заготовки.

С использованием дорогостоящего высокопроизводительного автоматизированного оборудования (оснащенного современными средствами автоматизации, например промышленными роботами) цена минуты рабочего времени значительно повышается. Утрата только одной минуты рабочего времени в масштабах страны наносит существенный ущерб народному хозяйству.

Укрепление трудовой дисциплины, устранение потерь рабо-

чего времени на производстве, борьба за снижение себестоимости и повышение качества продукции, формирование стабильных трудовых коллективов — важная цель социалистического соревнования. Соревнование способствует опережающему росту производительности труда по сравнению с заработной платой, увеличению выпуска продукции высокого качества.

Поиск внутрихозяйственных резервов позволил многим трудовым коллективам выступить с инициативой встречных планов, превышающих задания соответствующего года пятилетки. Встречные планы и обязательства, основанные на экономических и инженерных расчетах, увязываются с материальными ресурсами предприятий и становятся частью общегосударственного плана. Характерно, что промышленные коллективы берут встречные планы по увеличению выпуска и улучшению качества продукции за счет сэкономленных против плановых норм ресурсов. Именно поэтому встречное планирование становится все более действенной формой воспитания бережливости и социалистической рачительности. На предприятиях создаются рабочие группы по проверке использования энергетических и других ресурсов, выявлению имеющихся резервов снижения себестоимости продукции. Активную помощь рабочим группам оказывают общественные конструкторские и технологические бюро, бюро экономического анализа.

Важно и то, что с народнохозяйственной точки зрения обеспечить экономию сырья и энергии за счет совершенствования производства в обрабатывающей промышленности (например, при изготовлении автомобилей, станков, холодильников) намного дешевле (по дополнительным капитальным затратам), чем такое же количество сырья или энергии дополнительно произвести. Экономисты подсчитали, что без ущерба для производства и производительности труда реально сократить расход энерго-ресурсов на 10—15%.

Ориентация хозяйственной и научно-технической политики в СССР на эффективное использование и максимальное сокращение потерь всех видов материальных и трудовых ресурсов — явление объективное. Здесь учтены реально складывающиеся условия освоения природных богатств страны, возможности и перспективы научно-технического прогресса. Однако самое необходимое для успеха в борьбе за экономию, повышение производительности и качество продукции — это вклад каждого человека на своем рабочем месте. Наибольший эффект при этом дает введение лицевых счетов экономии. Лицевые счета экономии открываются по инициативе самих работающих. Усилия всех соревнующихся направлены на получение дополнительного эффекта за счет ускорения внедрения новейших достижений науки и техники.

35. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Научная организация труда — это стройная, научно обоснованная система методов и форм организации труда в целях обеспечения его высокой производительности при наименьшей затрате сил и времени, рациональном использовании времени и создании благоприятных условий, обеспечивающих сохранение здоровья трудящихся.

Научная организация труда решает экономические, социальные и психофизиологические задачи.

Экономические задачи заключаются в обеспечении наиболее рационального использования сырья и материалов, денежных ресурсов и рабочей силы, роста производительности труда и общего повышения эффективности производства. Социальные задачи ставят целью повышение культурно-технического уровня работников, их всестороннее и гармоническое развитие, превращение труда в жизненную необходимость и потребность каждого гражданина. Психофизиологические задачи — это создание на производстве наиболее благоприятных условий труда с целью сохранения здоровья и работоспособности трудящихся.

Правильная организация рабочего места, наиболее компактное размещение инструмента и деталей, применение рациональных трудовых приемов, уплотнение трудовых движений — все эти методы высококультурной работы передовиков производства составляют неотъемлемую принадлежность новой, социалистической организации труда, основанной на повышении коммунистической сознательности и технического уровня работников социалистических предприятий.

Вот основные правила рациональной организации рабочего места станочника:

прежде чем приступить к работе, станок проверяют и смазывают;

все предметы, не нужные для выполнения данной работы, убирают, а необходимые раскладывают так, чтобы во время работы не делать лишних движений;

измерительные инструменты размещают на деревянных подставках или щитках, чтобы не повредить их, укладывая на место после каждого измерения;

в течение смены рабочее место периодически очищают от стружки, грязи и эмульсии;

в конце рабочего дня станок тщательно очищают и протирают масляной тряпкой;

все инструменты и приспособления, применяемые в процессе работы, также тщательно протирают и укладывают на предназначенные для них места.

Научная организация труда предусматривает создание гигиенических и культурных условий работы, в частности рацио-

нальное освещение, борьбу с производственным шумом, создание нормальной температуры, влажности и чистоты воздуха, обеспечение безопасности труда.

36. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

Основными принципами управления социалистическим производством являются: единство политического и хозяйственного руководства, демократический централизм, единоначалие, материальная и моральная заинтересованность трудящихся в развитии производства.

Высший государственный орган по руководству народным хозяйством в нашей стране — Совет Министров СССР. В непосредственном подчинении Совету Министров СССР находятся общесоюзные промышленные министерства, которые осуществляют планирование и руководство производством, решают вопросы технической политики, материально-технического снабжения, финансирования, труда и заработной платы.

В каждой союзной республике общее руководство промышленностью осуществляет Совет Министров республики через подчиненные ему республиканские министерства.

Организационная структура управления производством — это совокупность различных взаимосвязанных управленческих органов и звеньев. К объектам управления производством относятся рабочие места, бригады, участки, цехи, предприятия, производственные объединения (комбинаты).

Социалистическое промышленное предприятие представляет собой первичное основное звено промышленности. Во главе каждого социалистического промышленного предприятия стоит директор.

Директор отвечает за производственно-хозяйственную деятельность предприятия, за выполнение работниками должностных обязанностей. Он определяет пути и методы решения поставленных партией и правительством задач, обеспечивает своевременное выполнение государственного плана, организует безопасный труд на производстве, постоянно заботится о выпуске качественной продукции в заданном ассортименте.

Главный инженер является первым заместителем директора и руководит технической и производственной работой. Непосредственный его помощник в оперативной работе — начальник производства (заместитель директора по производству).

Начальник цеха отвечает за производственную и хозяйственную деятельность цеха. Цех состоит из нескольких участков. Кроме того, в структуру цеха входят планово-распорядительное, планово-диспетчерское, планово-экономическое и технологическое бюро.

Производственный участок возглавляет *начальник участка* (старший мастер или мастер). Если на участке несколько мастеров, то за участок отвечает старший мастер.

37. ПЛАНИРОВАНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА

Планирование. Планирование осуществляется на всех уровнях управления, начиная от Госплана СССР и кончая органами управления цехом или участком, а также на каждом рабочем месте.

Основной формой планирования является пятилетний план. Пять лет — срок, достаточный для строительства и освоения проектных мощностей промышленных предприятий, для осуществления крупных технических решений по механизации и автоматизации производства, по разработке новых видов техники и реконструкции предприятий.

Государственный план — это закон, регламентирующий деятельность каждого предприятия, отрасли промышленности и народного хозяйства в целом, это государственное задание, выраженное системой показателей. Принцип демократического централизма в планировании предполагает не только директивность плана, но и активное участие трудящихся в его разработке.

Проекты государственных заданий каждому предприятию до их утверждения широко обсуждаются рабочими, инженерами, техниками. Изучаются производственно-технические возможности участков и цехов предприятия, вскрываются резервы производства, намечаются новые пути экономии средств.

Планирование охватывает все стороны деятельности предприятия: производство и сбыт продукции, материально-техническое обеспечение и использование производственных фондов, труд и заработную плату, деятельность вспомогательных служб и подразделений, производство строительных работ, социальные процессы в коллективе и т. д. Планирование каждого из этих элементов является самостоятельным разделом плана.

Основными задачами планирования на предприятии являются: обеспечение своевременного, равномерного и комплектного выпуска продукции в заданном ассортименте: определение минимально необходимых для выпуска продукции средств производства, рабочей силы и денежных ресурсов с учетом их наиболее эффективного использования, систематическое выявление резервов производства, постоянное совершенствование технологии, организации и управления производством, социальное развитие производственных коллективов.

Техническое нормирование. Нормирование труда на предприятии включает разработку и утверждение различных типов трудовых норм. Любой вид труда прежде всего может быть измерен его продолжительностью, т. е. рабочим временем. Поэтому основным видом трудовой нормы является *норма времени*,

т. е. количество времени, необходимое для выполнения какой-либо операции для изготовления единицы продукции.

Норма может быть выражена в виде объема работы, которую нужно выполнить за определенную единицу времени (час или смену). Такая норма называется *нормой выработки*. Она устанавливается в натуральных величинах (штуках, метрах, килограммах и т. д.).

Трудовые нормы должны быть научно обоснованы с учетом конкретных организационно-технических условий их применения.

Для вспомогательных рабочих затраты труда наиболее правильно выражаются в виде *нормы обслуживания*, показывающей, сколько единиц оборудования или какую производственную площадь должен обслуживать работник за определенное время.

Задачам совершенствования организации труда соответствует широкое применение аналитических методов нормирования. К ним относятся: метод расчета норм по нормативам; метод, основанный на изучении затрат рабочего времени наблюдением; расчетно-сравнительный метод.

Норма времени, или так называемое штучно-калькуляционное время, состоит из подготовительно-заключительного и штучного времени, т. е. (мин):

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{пз}} + T_{\text{шт}}.$$

Подготовительно-заключительное время ($T_{\text{пз}}$) учитывает затраты времени рабочего на ознакомление с заданием, чертежом и операционной картой, подготовку рабочего места, наладку станка (включая установку и съём приспособлений и инструмента), пробную обработку детали, настройку скоростей и подач, оформление и сдачу готовой продукции и др. Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим один раз для выполнения всего производственного задания, и продолжительность его не зависит от размеров партии (количества деталей).

Штучное время состоит из основного (технологического), вспомогательного, времени обслуживания рабочего места, времени перерывов на отдых и личные надобности (мин):

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}}.$$

Основное время при выполнении токарных и фрезерных работ — это время, в течение которого с детали снимается стружка.

Вспомогательное время затрачивается на действия подсобного характера (установка заготовки и снятие детали, измерение, подвод и отвод инструмента, пуск и остановка станка и др.).

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время (мин):

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}}.$$

Время обслуживания расходуется на уход за рабочим местом и поддержание его в рабочем состоянии. Кроме того, оно вклю-

чает затраты времени на смену затупившегося инструмента, его регулирование и подналадку на станке в процессе работы, сметание стружки, смазку и чистку станка, раскладку и уборку инструмента в начале и в конце работы.

Время на обслуживание составляет около 4%, а время на отдых и личные надобности — 24% от оперативного времени.

Произведя анализ технической нормы времени на обработку детали или рассматривая каждую ее составляющую в отдельности, можно разработать план мероприятий по рационализации процесса обработки в целях сокращения продолжительности каждой составляющей и тем самым общего времени обработки, т. е. увеличения производительности труда.

Освоение токарями и фрезеровщиками теории и практики токарно-фрезерных работ является главным средством для повышения производительности труда на основе совершенствования технологического процесса и улучшения организации труда.

38. РОЛЬ И ФОРМЫ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ

Социалистическое соревнование выражает коммунистическое отношение работников к труду. В. И. Ленин показал огромную роль социалистического соревнования в преобразовании различных сторон общественной жизни на социалистических началах.

Практика строительства социализма и коммунизма полностью подтвердила ленинское положение о том, что социалистическое соревнование является могучим средством подъема производительных сил, совершенствования производственных отношений, развития народной инициативы, формирования социалистического коллективизма и воспитания нового человека.

Задачи соревнования в новых условиях хозяйствования заключаются в том, чтобы направить трудовую активность работников на выполнение производственных планов повышения производительности труда, улучшения качества продукции, экономии сырья, топлива и других трудовых ресурсов.

К числу важнейших задач соревнования на современном этапе относятся разносторонние задачи социального характера по развитию инициативы трудящихся, по формированию коммунистического отношения к труду, росту образования, культуры и квалификации работников. Широко распространить передовой опыт, сделать его достоянием всех, подтянуть отстающих — одна из важнейших целей соревнования, вытекающая из существа социалистических производственных отношений. Действенность соревнования обеспечивается повседневной организаторской и воспитательной работой партийных, советских, профсоюзных, комсомольских организаций и хозяйственных руководителей.

Под руководством профсоюзных и комсомольских организаций проводятся смотры-конкурсы по профессиям, которые являются

ся массовыми демонстрациями мастерства рабочих. В конкурсах на звание лучшего токаря, фрезеровщика цеха, завода, ведомства, отрасли промышленности принимают участие и многие выпускники учебно-производственных комбинатов.

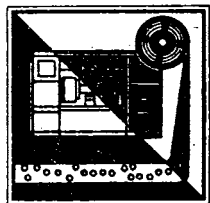
К наиболее эффективным формам социалистического соревнования относятся индивидуальная и бригадная формы, передача передовых методов по профессиям, школы прогрессивных трудовых методов как внутри предприятий, так и в масштабе отрасли, а также обмен опытом между родственными и смежными предприятиями и организациями.

Индивидуальное и бригадное соревнования выступают в виде планов-обязательств повышения производительности труда на каждом рабочем месте, качества, надежности и долговечности изделий, борьбы за высокую культуру производства, за звание лучшего по профессии, за выполнение личных планов рабочих, ИТР и др. Девиз соревнования в любой его форме сейчас состоит в том, чтобы дать продукции больше, лучшего качества, с меньшими затратами.

Контрольные вопросы

1. Как влияет сменность работы на полноту использования основных фондов?
- 2*. Почему важной задачей совершенствования производства является повышение оборачиваемости оборотных фондов производства? Какую роль при этом играет повышение производительности труда?
3. Каковы основные направления снижения себестоимости продукции?
4. Каковы основные направления социального развития производства (на примере завода, цеха)?
5. Каковы основные принципы управления социалистическим производством?
- 6*. Как осуществляется нормирование труда в промышленности?
7. Какие знания и умения необходимы для целенаправленного снижения штучного времени при токарной и фрезерной обработке?
8. Каковы важнейшие задачи участия рабочих и инженеров в социалистическом соревновании?

ГЛАВА 9.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

39. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕХАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТАЛЛОБРАБОТКИ

Современное машиностроительное производство характеризуется в первую очередь энерговооруженностью — для производства изделий используется электроэнергия, энергия сжатого воздуха и газов. В частности, на некоторых металлорежущих

станках установлено несколько электродвигателей различной мощности; используются пневматические и гидравлические силовые цилиндры.

Энерговооруженность машиностроения позволяет увеличить уровень механизации технологических процессов — все большее число операций выполняется рабочими органами и системами современных станков и машин. Нажатием кнопки электропривода рабочий-оператор может заставить вращаться или двигаться поступательно многотонные детали, произвести смену тяжелого инструмента, снять или установить тяжелую заготовку. Таким образом, механизация технологических процессов позволяет заменить ручной труд при выполнении тяжелых, монотонных операций машинным.

Автоматизация — основное техническое направление повышения эффективности производства. Степень автоматизации характеризует уровень развития современной науки и техники, поскольку именно она отражает сущность научно-технической революции: замену человека в производственных условиях и процессах техническими средствами.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года определена в качестве одного из главных направлений повышения технического уровня производства широкая автоматизация технологических процессов на основе применения автоматизированного оборудования, роботизированных комплексов и вычислительной техники.

Развитие числового программного управления и робототехники позволяет автоматизировать каждую операцию в любом производстве. Однако остаются ограничения экономического характера. Они связаны с наличием ресурсов, возможностью обеспечить эффективность уже созданных средств и способов автоматизации, подготовленностью отраслей промышленности и производств к внедрению автоматической техники. Преодоление ограничений — длительный в этих областях экономики и сложный процесс. Его темпы, этапы и сроки завершения различны в разных производствах. Однако уже теперь в основных отраслях промышленности ни одно новое производство или новое технологическое оборудование не должны проектироваться и создаваться без учета требований современного этапа автоматизации.

Автоматизация технологических процессов с самого начала развивалась по двум основным направлениям. Первое возникло в 50-х годах и было связано с появлением станков-автоматов и автоматических линий для механической обработки. Сферой его действия была сначала автомобильная промышленность, затем тракторостроение и некоторые другие отрасли машиностроения, выпускающие массовую и крупносерийную продукцию, т. е. работающие с минимальной переналадкой технологического оборудования. При этом автоматизировались отдельные однородные

операции или изготовление крупных партий одинаковых изделий, а на автоматических линиях — также межоперационные перемещения заготовок и полуфабрикатов. Позднее часть этого оборудования переналаживалась, хотя и ограниченно, на выпуск других, схожих изделий.

Второе направление (с 60-х годов) получило развитие с переводом автоматизации на базу современной электронно-вычислительной техники. Машиностроение осваивало станки и автоматические линии с числовым программным управлением (ЧПУ), способные обрабатывать широкую номенклатуру деталей. Затем появились промышленные роботы (ПР) и гибкие производственные системы — автоматизированные и роботизированные ячейки и отдельные производственные участки. В дальнейшем появляются целые предприятия, где будут автоматизированы как основные, так и вспомогательные производственные процессы, проектирование и технологическая подготовка производства.

Развитие новых форм автоматизации сделало возможным ее применение в отраслях не только массового и крупносерийного производства.

Широкомасштабная программа создания и внедрения промышленных роботов открывает новые возможности сокращения численности работников, прежде всего занятых во вредных условиях, выполняющих тяжелые или однообразные операции.

Следующий этап автоматизации — гибкие производственные системы. Так, на Днепропетровском электростроительном заводе введен цех, оснащенный станками с ЧПУ, роботами-манипуляторами, устройствами для уборки стружки, автоматизированы складские операции и внутрицеховой транспорт. Оперативное планирование и управление, а также подготовка программ для станков с ЧПУ осуществляются с помощью ЭВМ. Такого рода системы, созданные или разрабатываемые в ряде отраслей, открывают путь к автоматизированным предприятиям с высоким уровнем гибкости (переналаживаемости) производства.

Между автоматизацией и принципиально новой технологией существует исключительно тесная зависимость. Электрофизические, электрохимические, лучевые, плазменные, радиационные и другие новейшие методы металлообработки, как правило, связаны с протеканием технологических процессов в условиях высоких температур, химически агрессивных и других вредных для человека сред, где управление процессом возможно лишь с помощью автоматики. Часто новая технология требует столь точного соблюдения параметров процессов, которого не достигнуть без автоматического регулирования.

В сущности автоматизация — новый тип производства, а не простая замена ручного труда машинным. Автоматизация металлообработки предполагает не только использование автоматизированного оборудования, но и применение более совершенных методов проектирования изделий, технологических процессов

обработки, инструментов и приспособлений, научной организации труда, принципов эстетизации производственной среды с учетом экологических требований.

Таблица 8 дает представление об основных путях, методах и средствах автоматизации технологических процессов металлообработки от этапов их создания до этапов станочной реализации.

Таблица 8. Автоматизация этапов реализации технологических процессов металлообработки

Этапы	Пути, методы и средства автоматизации
Разработка технологического процесса металлообработки	Использование ЭВМ для разработки вариантов технологических процессов обработки; автоматизация проектирования и создания технологической документации; разработка с помощью ЭВМ программ для станков с ЧПУ
Подача к станку и установка заготовок	Транспортные системы, промышленные роботы; использование устройств для автоматического удерживания и закрепления заготовок; автоматизация контроля положения заготовок в рабочей зоне станка
Подача, закрепление и установка инструмента на станке	Магазины инструмента, манипуляторы для замены инструментов; устройства для закрепления и установки инструмента без участия человека; устройства диагностирования состояния режущих кромок инструмента
Управление станком	Автоматическое программирование перемещения инструментов и обрабатываемых деталей; автоматическая коррекция режимов резания и точности обработки
Удаление обработанной детали из рабочей зоны станка, транспортировка между станками	Манипуляторы, промышленные роботы, транспортные устройства
Проектирование нестандартного металлорежущего инструмента	Расчеты на ЭВМ, вычерчивание на графопостроителях; автоматическое рабочее место конструктора (АРМК)

Целью автоматизации является достижение максимальной эффективности данного производственного процесса с учетом создания комфортных условий труда для работающих. Человек остается в производственной среде, однако он уже имеет дело с некоторой совокупностью автоматизированного оборудования и аппаратуры управления, т. е. становится оператором данной автоматизированной системы. При этом для человека-оператора необходимо создать условия труда на основе знаний его психофизических возможностей.

В последние годы быстро развивается эргономика — наука, разрабатывающая вопрос оптимальной с точки зрения соответствия психофизиологии работающего человека организации производственной среды и конструирования орудий труда, в том числе и

средств отображения информации. Оптимальный синтез систем «человек — машина — среда» является одной из важнейших проблем инженерной психологии.

Автоматизация прежде всего отторгает от человека-оператора простейшие функции. В его работе происходит сдвиг в сторону усложнения, нарушается привычное чередование сложных и простых операций. Простые операции, не требуя от человека большой сосредоточенности и напряжения, помогают ему постоянно быть в курсе изменяющихся в производственной среде событий. При управлении автоматизированной системой (например, роботизированным участком, состоящим из нескольких станков с ЧПУ) оператор значительную часть времени свободен от нагрузок, а при возникновении сложной ситуации — задачи, с которой не может справиться автоматика, — он должен немедленно сосредоточиться и решить ее. Такой быстрый переход очень труден. Поэтому в специальной литературе по инженерной психологии серьезное внимание стало уделяться проблеме так называемого «оперативного покоя».

Привлечение в современное и перспективное автоматизированное производство всесторонне отобранных рабочих кадров, ориентированных на работу в системе «человек — машина» соответствующего уровня и технического оснащения, будет способствовать совершенствованию производства, существенному повышению трудовой и технологической дисциплины, производственной культуры.

40. ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Поиск путей снижения себестоимости продукции начинается еще на этапе проектирования изделий. Показателями оценки качества труда всех работников материального производства, и особенно проектировщиков, конструкторов и инженеров, являются: высокая производительность изделия (станка, пресса, машины и др.), надежность, достижимая точность и качество выполняемой операции; удобство пользования машиной, прибором; соответствие применяемых материалов данному конструктивному и функциональному назначению; характер и качество художественно-конструкторской проработки.

За технико-экономической эффективностью, простотой и функциональной надежностью как их следствие появляется совершенство и красота проекта, машины, прибора, орудия. Именно этим обстоятельством объясняется развитие в различных отраслях промышленного проектирования и конструирования такой профессии, как художник-конструктор, который включается в работу не на стадии отделки, придания формы готовому изделию, а на стадии ее первоначальных поисков.

Каждое новое изделие должно быть технологичным, т. е.

его изготовление должно требовать минимальных затрат в условиях автоматизированного производства.

Использование прогрессивных заготовок (полученных точным литьем, прокаткой, горячей и холодной объемной штамповкой, порошковой металлургией) дает экономию не только металла, но и трудозатрат при обработке, а также электроэнергии, производственных площадей — все это существенно сказывается на возможности снижения себестоимости продукции машиностроения. Дальнейшее развитие прогрессивных методов получения заготовок позволяет получать столь точные заготовки, которые будут требовать лишь абразивной обработки при минимальном объеме работы лезвийным инструментом (резцами, фрезами, сверлами и др.).

Известно, что велики затраты на производство инструментов. Повышение стойкости инструментов в результате создания новых инструментальных материалов, применения износостойких покрытий, правильного выбора режимов резания также способствует снижению себестоимости продукции.

Снижение себестоимости обеспечивается проведением на промышленных предприятиях мероприятий по новой технике, включающих внедрение передовой технологии, механизацию и автоматизацию производства, внедрение вычислительной техники, модернизацию действующего оборудования, создание новых видов промышленной продукции.

Конечно, внедрение принципиально новой технологии или автоматизированного оборудования требует немалых материальных затрат. Эффективность вложения капитальных затрат в целях осуществления мероприятий по снижению себестоимости продукции обычно оценивается в рублях. Важным показателем эффективности предлагаемых технических новшеств является срок окупаемости дополнительных капитальных затрат, определяемый в годах.

Очевидно, что более производительное автоматизированное оборудование рационально использовать в массовом и крупносерийном производствах. В целях снижения себестоимости продукции производство специализируется по виду изделий и технологическим признакам — создаются специализированные цехи и заводы точных отливок или поковок, зубчатых колес, задних мостов, редукторов и т. д., что способствует повышению технического уровня производства, внедрению современных автоматизированных станков, кузнечно-прессовых машин, установок.

Снижение себестоимости продукции, обеспечение технико-экономического эффекта в наши дни возможны лишь в том случае, если они опираются на научные знания, достижения научно-технического прогресса.

41. ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕТАЛЛОБРАБОТКИ И МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ

Важным направлением совершенствования промышленного производства является создание безотходных и малоотходных технологических процессов. Сейчас технологические процессы, при которых в стружку уходит 20% материала заготовки, считаются хорошими. А в ряде случаев отходы составляют 70—80% исходного материала, иначе многие детали невозможно изготовить. Но вот появился технологический процесс, который практически исключает потери металла. Речь идет о порошковой металлургии, основанной на прессовании, спекании и калибровочном формообразовании металлических порошков. По этой технологии в ряде случаев можно в доли секунды изготовить детали весьма точной формы и размеров, на обработку которых прежде уходили минуты, а то и часы.

Оборудование для изготовления деталей порошковой металлургией в отдельных случаях оказывается даже проще и дешевле обычных металлорежущих станков. По данным Института проблем материаловедения АН УССР, изготовление изделий массой 10 тыс. т из железного порошка высвобождает около 2 тыс. рабочих, 1 тыс. металлорежущих станков, экономит 20 тыс. т стального проката и сберегает стране 15 млн. руб. При этом порошковая металлургия позволяет получать материалы с уникальными свойствами — жаропрочные, коррозионностойкие, с повышенными фрикционными качествами.

Известно, что обработка металлов давлением гораздо экономичнее обработки деталей резанием на металлорежущих (токарных, сверлильных, фрезерных и др.) станках: меньше расход металла на изготовление детали и трудозатраты. На смену механической штамповке постепенно приходит штамповка гидроударом, магнитным полем, взрывом. К примеру, импульсный гидропресс «Сибирь» всего за один переход — «с одного удара» — штампует весьма сложные металлические детали. На установке МИОМ (магнитная импульсная обработка металлов) детали штампуют с помощью электромагнитного поля. Этим же методом удастся соединить детали очень сложной формы, причем из металлов, которые традиционными методами, например с помощью сварки, соединить невозможно.

Чрезвычайно экономичны применяемые все шире электрохимические и электроэрозионные методы обработки, физическая сущность процессов которых такова: на станках для электроэрозионной обработки деталей в рабочую зону между положительно заряженной обрабатываемой деталью и отрицательно заряженным инструментом под давлением подается электролит. Высокочастотный пульсирующий ток вызывает тысячи крошечных разрядов; их тепловая энергия скалывает с обрабатываемой

детали частицы вещества, которые смываются электролитом. По мере удаления излишков материалов на изделия воспроизводится точная форма инструмента. Для электрохимических методов характерна высокая точность обработки. Инструмент при этом практически не изнашивается, производственные площади цехов используются весьма эффективно — обработку каждой детали можно вести одновременно с двух сторон. Электрохимическим фрезерованием обрабатываются, например, детали фюзеляжа сверхзвуковых самолетов.

При электроэрозионных методах обработки, включающих четыре разновидности — электроискровую, электроимпульсную, электроконтактную и анодно-механическую, форма детали изменяется под воздействием электрического тока. Роль реза при электроискровой обработке выполняет электрическая искра, расплавляющая на поверхности обрабатываемой детали очень маленькую порцию металла, которая тут же испаряется. Непосредственно в месте возникновения искры температура достигает 10—20 тыс. градусов. Электроэрозионные методы позволяют резко повысить производительность труда рабочих. Так, металлическая форма (пресс-форма) для изготовления протектора автомобильной покрышки обрабатывается в 30 раз быстрее, чем на фрезерном станке.

Ряд принципиально новых технологий стал возможен благодаря внедрению принципиально новых материалов, например синтетических алмазов. Применение металлосберегающей алмазобрабатывающей технологии позволяет, например, направлять детали на шлифовку сразу после прокатки или горячей штамповки, минуя вроде бы обязательную в таких случаях токарную обработку.

Важным резервом экономии дорогостоящих инструментальных и штамповых сталей, трудовых ресурсов и повышения стойкости деталей инструмента (режущего, штампов, пресс-форм) является развитие прогрессивной технологии инструментального производства. Прогрессивная технология включает изыскания эффективных способов получения точных заготовок инструментов и оснастки, внедрение совершенных методов обработки лезвийным и абразивным инструментами, электрохимических и электроэрозионных методов, термической и химико-термической обработки.

Для выполнения операций наружного точения, обработки торцов заготовок из твердых сплавов, закаленных сталей все шире применяются режущие инструменты из поликристаллических сверхтвердых инструментальных материалов: эльбора-Р, гексаниита-Р, композита, исмита. При заключительной обработке таким инструментом заготовок из закаленных сталей достигается шероховатость поверхности, соответствующая шлифованию.

Широкое распространение получают работы по нанесению на инструментальные материалы различных по составу покрытий:

карбидов, нитридов и карбонитридов титана, карбидов и нитридов молибдена, циркония, гафния, ниобия и др.

Для упрочнения инструмента, в первую очередь в автомобильной промышленности, применяются установки «Булат» для нанесения покрытий, состоящих из соединений тугоплавких металлов, методом конденсации вещества с ионной бомбардировкой (КИБ). Принцип действия этих установок основан на электродуговом испарении тугоплавких металлов. При упрочнении инструментов методом КИБ на рабочей поверхности получают износостойкие покрытия на основе химических соединений тугоплавких металлов с азотом и углеродом.

Важным резервом экономии дорогостоящих инструментальных сталей, повышения производительности труда, совершенствования инструментального производства является дальнейшее развитие технологии изготовления деталей инструмента (режущего, штампового, пресс-форм) методами пластического деформирования. В промышленности накоплен достаточно большой опыт холодного и полугорячего выдавливания формообразующих полостей матриц пресс-форм, гравюр штампов, а также точных заготовок режущего инструмента. Выдавливание рельефных полостей технологической оснастки заключается в получении различными способами четкого оттиска от рельефной части мастер-инструмента в заготовке из инструментальных или штамповых сталей, обладающих малой пластичностью.

Найдены способы выдавливания глубоких рельефных полостей с использованием эффекта сверхпластичности. Сверхпластичностью называют способность металлов и сплавов в определенных условиях (температура, скорость нагружения и др.) к снижению сопротивления деформированию, к большим пластическим деформациям без разрушения.

Перспективным является применение ультразвука, а также электрического тока при различных видах металлообработки.

42. РОЛЬ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА В УСКОРЕНИИ ВНЕДРЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ПРОИЗВОДСТВО

На каждом рабочем месте есть возможность для улучшения приемов труда и режимов обработки, совершенствования конструкции станков и инструментов, создания приспособлений и др. Такой творческой деятельностью заняты миллионы рабочих и инженерно-технических работников, подающих рационализаторские предложения и заявки на изобретения.

В СССР существует Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР). В союзных республиках установлены почетные звания заслуженного изобретателя и заслуженного ра-

ционализатора республики. Существует система конкурсов на создание лучших конструкций механизмов и машин. В последние годы на предприятиях страны появились новые разнообразные формы массового технического творчества: бригады рационализаторов, общественные конструкторские бюро, общественные группы и бюро экономического анализа, институты передового опыта, школы коммунистического труда и др.

Ежегодная экономия в общественном производстве от внедрения изобретений и рационализаторских предложений очень значительна.

С прогрессом науки и техники деятельность рационализаторов и изобретателей приобретает новый характер. Работа со сложной техникой расширяет их кругозор, новаторы производства уже не довольствуются мелкими разработками, а берутся за решение сложных проблем, требующих объединенных усилий квалифицированных рабочих и инженеров. Рационализация и изобретательство поднимаются на высоту научных изысканий и невозможны уже как без повышения общеобразовательного уровня работающих, так и без отличного знания предмета, подлежащего совершенствованию. Практика показывает, что преобладающая часть рационализаторских предложений, технических усовершенствований и изобретений, поступающих от рабочих и приносящих значительный экономический эффект, принадлежит тем авторам, которые имеют хорошую общеобразовательную подготовку и продолжают учиться в вечерних институтах и техникумах.

Исключительно важна психологическая готовность молодого рабочего к творческой деятельности, к постоянной критической оценке выполняемой работы (все ли в ней хорошо? нельзя ли работать быстрее, лучше, меньше затрачивать материала на заготовку, полнее использовать мощность станка?). Естественно, что постоянная готовность к совершенствованию техники, технологии и методов труда может базироваться только на высокой образовательной подготовке и творческом отношении к порученной работе.

43. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В материалах XXVII съезда КПСС подчеркивается, что современная система образования должна обеспечивать потребности народного хозяйства в специалистах, сочетающих высокую профессиональную подготовку, идейно-политическую зрелость, навыки организаторской, управленческой деятельности.

Ныне темпы общественного производства все заметнее зависят от интеллектуального потенциала социалистического общества, от развития культуры, науки и образования. Важная задача интенсификации производства может быть успешно выполнена

лишь при условии опережающего интеллектуального развития человека, при постоянном повышении уровня политехнических, производственных и научных знаний всех трудящихся.

Реализация научной идеи зависит не только от ее ценности, но и от глубины научных знаний рабочих, техников, инженеров, занятых внедрением ее в производство. При такой постановке вопросов ускорение научно-технического прогресса становится общенародным делом.

Эффективным стало создание во многих научно-производственных объединениях (НПО) особых комплексных творческих коллективов — творческих бригад, в которые входят ученые, инженеры, техники и рабочие. Такие коллективы выполняют огромную работу: выявление потребности в совершенствовании производства, выбор оптимальных вариантов и целей его совершенствования, разработку системы научных идей и их обоснование (вплоть до создания математических моделей и проведения имитационных экспериментов (на ЭВМ), разработку рабочего проекта, создание опытного образца или технологии, проведение экспериментальных исследований или испытаний, планирование и организацию внедрения новой технологии металлообработки, машины или изделия в производство.

Современная техника оказывает влияние на психологию восприятия работником объектов техники и технологии. Рост интенсификации трудовой деятельности и ее усложнение отражаются на внутреннем, психическом мире работающего человека.

Система «человек — автомат» представляет собой сложное функциональное целое. Но самым сложным элементом этой структуры является человек, непосредственно связанный с автоматом (станком с ЧПУ, промышленным роботом, системой автоматического контроля или управления). От уровня развития человека, его психологии, отношения к объекту труда во многом зависит качество работы даже самой совершенной системы.

Психологи установили, в частности, что существуют два типа отношений человека к автоматам и другим сложным техническим объектам. В первом случае человек воспринимает автомат равнодушно, бесстрастно — исключительно как набор неодушевленных деталей. Если машина ему чем-нибудь неудобна, он раздражается, отказывается на ней работать. Во втором случае человек относится к технике как к живому произведению других людей — инженеров и рабочих, пытается понять их замысел, использовать их опыт и приспособиться к машине. Конечно же, это не во всем удастся, он спорит с создателем автомата, размышляет о том, как надо бы переделать или «переучить» своего помощника.

Таким образом, существует необходимость приспособления друг к другу человека и автомата. В этом помогает обучение, воспитание рабочих и инженерно-технических кадров, специальные исследования инженерно-психологических и социологи-

ческих служб промышленного предприятия, разработка системы стимулов, уточнение трудовых функций человека, рекомендации по организации труда и его оплаты. Перспективное совершенствование конструкции машин, технологических процессов, средств автоматизации и механизации, их приспособление к человеку должно быть нацелено не только на повышение надежности систем управления и производительности труда, но и на обеспечение условий для развития творческих способностей человека с учетом его интересов и воспитания.

Изучением условий, в которых работающий человек сможет проявить себя наиболее полно, всесторонне развить свои способности, потребности и интересы, занимается индустриально-педагогическая психология, служащая целям гуманизации трудовой деятельности человека в современном материальном производстве.

В настоящее время человек лучше машины решает недостаточно алгоритмизированные задачи в условиях, когда трудно предугадать ход технологического процесса. Он лучше приспособлен к распознаванию сложных образов и принятию неоптимальных, но близких к ним решений. Человек — универсальная, весьма экономичная система (с точки зрения кибернетики), которая может приспосабливаться к изменяющейся в широких пределах обстановке и решать разнообразные, относительно редко повторяющиеся задачи. Он способен воспринимать и перерабатывать информацию, поступающую одновременно по различным параллельным каналам, — зрительную, слуховую, тактильную (связанную с осязанием) и др.

С другой стороны, человек во многом уступает вычислительным машинам и должен быть заменен автоматическими управляющими устройствами в тех случаях, когда это необходимо для повышения эффективности функционирования системы «человек — машина». Человек медленно воспринимает и перерабатывает информацию, относительно низки его «пропускная способность», помехоустойчивость и скорость реакции, невелики надежность при выполнении однообразных операций, на его деятельность оказывают сильное влияние внешние условия, а также собственное физиологическое и психическое состояние.

В промышленности различают несколько типов операторской деятельности: оператор-технолог, оператор-манипулятор, оператор-исследователь, оператор-руководитель; два первых весьма часто встречаются на участках токарной и фрезерной обработки, во многих цехах машиностроительных и других заводов.

Выделим некоторые психологические барьеры, под которыми понимают несоответствие прошлого опыта требованиям новых задач деятельности токаря, фрезеровщика, оператора, наладчика или ремонтника.

Познавательный психологический барьер возникает тогда, когда работник применяет способы действия и знания слепо,

не учитывая новой обстановки. Например, навыки, приобретенные в работе на одном токарном или фрезерном станке, могут отрицательно влиять на выполнение работы, производимой на другом оборудовании. Бывает, что работник переоценивает сложность задания и не может квалифицированно выполнить его, потому что ему известны случаи «сбоев» у других.

Эмоциональный барьер возникает при переживании новых условий деятельности. Состояние напряженности возникает, например, при первых опытах работы на станках с цифровой индикацией, с ЧПУ, освоении станков больших размеров и мощности, управлении промышленными роботами и т. п.

Возможности преодоления психологических барьеров заложены в интеллектуальной активности работников. Развитие познавательной потребности человека — оптимальный путь преодоления психологических барьеров при подготовке к трудовой деятельности на современном производстве.

Высвобождаясь от непосредственного участия в технологическом процессе металлообработки, современный перспективный работник и в функциональном, и во временном плане влияет на него все более опосредовано — через расчетно-аналитические, контрольные и другие функции, предполагающие затраты не столько физического, сколько умственного труда. С улучшением подготовки рабочих и инженерно-технических кадров решаются не только социально-экономические задачи — обеспечение роста производительности труда, повышение его качества, но и социальные, политико-воспитательные — стабилизация трудовых коллективов, повышение престижности рабочих и инженерных профессий, всестороннее развитие личности. При этом создаются реальные условия для творческого труда работников — наиболее важного направления развития социалистического образа жизни.

Контрольные вопросы

1. Почему автоматизация технологических процессов является одним из основных направлений совершенствования металлообработки?

2. Где и для чего применяют промышленные роботы?

3*. Каковы преимущества гибких автоматизированных производств?

4*. Каковы требования автоматизации к технологическим процессам, оборудованию и инструментам?

5. Какие трудовые функции выполняет человек в условиях автоматизированного производства? Какие требования предъявляет автоматизированное производство к квалификации рабочих и инженеров?

6*. Какие практические проблемы решают инженерная психология и эргономика?

7. В чем преимущества порошковой металлургии?

8*. Какие изделия получают электроэрозионной обработкой?

9. Каковы основные направления экономии инструментальных материалов при изготовлении и эксплуатации резцов и фрез?

10*. Каким образом удастся получить выдавливанием рельефную полость в заготовках из малопластичных инструментальных сталей?

11. Что такое изобретения и рационализаторские предложения? Кто и как может их разрабатывать и подавать?

12. В каких видах технического творчества может участвовать молодой рабочий на производстве?

НА ПУТИ ВЫБОРА ПРОФЕССИИ

Невозможно найти машиностроительный завод или любое другое промышленное предприятие, на котором не было бы токарей и фрезеровщиков. Станочники различных специальностей успешно работают в службе главного механика, участвуя в ремонте и модернизации различного производственного оборудования, в инструментальных цехах. В ближайшее время для этих служб будут нужны рабочие, обладающие универсальными умениями, одинаково успешно освоившие все металлорежущие станки.

В опытном и экспериментальном, единичном и серийном производстве машин и приборов требуется выполнять станочные операции, так как по технико-экономическим соображениям использовать более рациональные технологические процессы (прокатку, литье, штамповку, сварку, порошковую металлургию) в этих условиях пока нецелесообразно. Вместе с тем требования к квалификации рабочих-станочников будут возрастать.

Основное производство машиностроительных заводов также нуждается в рабочих-станочниках, которые вручную или с помощью ЧПУ изготавливают на станках детали из литых, штампованных или порошковых заготовок, идущие затем на сборку. Здесь достаточно часто совмещаются профессии: например, станочник берет на себя функции наладчика, электрика. Весьма распространено многостаночное обслуживание, которое находит все более широкое применение по мере внедрения промышленных роботов, средств автоматизации, систем автоматического управления.

С ростом производительности станков, скоростей резания и увеличением стоимости заготовок ответственность рабочего-станочника возрастает, а получение партий годных деталей требует от станочника или оператора автоматической линии, робототехнического комплекса, обрабатывающего центра (многооперационного станка) глубоких политехнических и специальных знаний, собранности и волевых качеств.

Станки, автоматические линии, промышленные роботы требуют наладки. По мере повышения уровня автоматизации металлообрабатывающего производства профессия станочника постепенно вытесняется профессией наладчика автоматизированного оборудования. При этом растет квалификация работающего, а в структуре труда происходят сдвиги от физического труда к умственному, к решению нестандартных задач инженерного уровня.

Чтобы наладить современный станок, надо достаточно хорошо знать механику, физику, гидравлику, электротехнику, промышленную электронику, а в отдельных случаях — программирование.

С расширением области применения станков с ЧПУ, обрабатывающих центров, робототехнических комплексов, гибких производственных модулей потребности в высококвалифицированных наладчиках будут увеличиваться. Вот почему уже сейчас в каждом ПТУ, во многих УПК расширяется подготовка таких рабочих специалистов.

Станки для электрофизической, электрохимической, ультразвуковой обработки, промышленные лазеры управляются операторами, имеющими прочные знания в области физики и химии, микропроцессорной техники, ясно понимающими процессы, происходящие при электрофизической и других видах современной обработки материалов, в том числе сверхтвердых.

Многие ПТУ, техникумы и вузы начали подготовку рабочих, техников и инженеров по новым перспективным специальностям, которые удачно дополняют традиционные специальности металлообработки. Однако путь к овладению новыми специальностями лежит через получение профессии токаря или фрезеровщика.

Единым тарифно-квалификационным справочником (ЕТКС) квалификация токаря 1-го разряда не предусмотрена. К токарю 2-го разряда предъявляют следующие требования.

Токарь 2-го разряда должен уметь: выполнять токарную обработку заготовок по 12...14-му квалитетам точности на универсальных токарных станках с применением стандартного режущего инструмента и универсальных приспособлений; обрабатывать заготовки по 8...11-му квалитетам точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных простых и средней сложности заготовок или выполнения отдельных операций; нарезать наружную и внутреннюю треугольную резьбы метчиками и плашками; устанавливать и выверять обрабатываемые заготовки в центрах, патронах, на оправках, планшайбах; пользоваться универсальными и специальными приспособлениями, многомерным и одномерным инструментом, затачивать и доводить его; определять качество и пригодность заготовок, материалов, инструмента, приспособлений; своевременно обнаруживать брак и определять его причину; соблюдать правила безопасности труда, промышленной санитарии и выполнять противопожарные мероприятия.

Токарь 2-го разряда должен знать: устройство, принцип работы, правила управления и эксплуатации одноступенчатых токарных станков; устройство, назначение и условия применения наиболее распространенных универсальных приспособлений необходимых в токарном деле; устройство и назначение простого и средней сложности контрольно-измерительного инструмента; назначение и правила применения стандартного и специального режущего инструмента, правила заточки и доводки резцов и сверл; правила чтения простых и средней сложности рабочих чертежей, пользования технологическими картами; основные сведения о допусках, посадках, квалитетах точности и шероховатости обработки; назначение и свойства охлаждающих и смазывающих жидкостей, сущность процесса резания и способы определения наиболее выгодных режимов при токарной обработке.

Примеры работ, выполняемых токарем 2-го разряда: полная токарная обработка гладких и ступенчатых валов диаметром свыше 10 мм и длиной до 200 мм; обдирка (предварительная обработка) валов длиной до 1500 мм; то-

карная обработка фланцев, маховиков, шкивов гладких и для клиноременных передач, пробок, шпилек; нарезание резьбы до М24 метчиками и плашками на болтах и в гайках.

Дополнительные требования для аттестации токаря 3-го разряда, предусмотренные ЕТКС, включают выполнение следующих работ.

Токарь 3-го разряда должен уметь: выполнять токарную обработку заготовок 8...11-го классов точности (3...4 классы точности) на универсальных токарных станках и сложных по конфигурации заготовок 12...14-го классов точности; обрабатывать заготовки 6...9-го классов точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных заготовок или для выполнения отдельных операций; обрабатывать тонкостенные заготовки с толщиной стенок до 1 мм и длиной до 200 мм; нарезать наружную и внутреннюю однозаходную треугольную, прямоугольную, трапецидальную резьбы резцами и вихревыми головками; выполнять необходимые расчеты для получения заданных конусных поверхностей.

Токарь 3-го разряда должен знать: устройство, правила подладки и проверки точности универсальных токарных станков; правила управления крупными станками, обслуживаемыми совместно с мастером или токарем более высокой квалификации; устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений; назначение и правила применения сложного контрольно-измерительного инструмента и приборов; геометрию и правила заточки режущего инструмента, изготовленного из инструментальных сталей или оснащенного пластинами из твердых сплавов или минералокерамических материалов; допуски и посадки, классы точности и параметры шероховатости обработанной поверхности; основные свойства обрабатываемых материалов; полный технологический процесс обработки конкретной детали, выданной для пробной работы и сдачи квалификационных испытаний.

Примеры работ, выполняемых токарем 3-го разряда: полная токарная обработка гладких и ступенчатых валиков; волная токарная обработка переходных втулок с конусом Морзе; полная токарная обработка суппортных винтов с длиной резьбовой части до 500 мм; обработка сферических поверхностей по шаблону; полная токарная обработка ручек и фигурных рукояток; обтачивание токарных центров под шлифование и др.

Единым тарифно-квалификационным справочником (ЕТКС) квалификация фрезеровщика 1-го разряда не предусмотрена. К фрезеровщику 2-го разряда предъявляют следующие требования.

Фрезеровщик 2-го разряда должен уметь: фрезеровать на горизонтальных, вертикальных и координатных фрезерных станках простые детали по 12...14-му классам точности с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений, соблюдая последовательность обработки и режимов резания в соответствии с технологической картой или указаниями мастера; фрезеровать грани, прорезы, шипы, радиусы и плоскости; обрабатывать простые детали по 8...11-му классам точности (3...4 классы точности) на специализированных станках, налаженных для обработки определенных заготовок и выполнения отдельных операций, или на универсальном оборудовании с применением мерного инструмента и специальных приспособлений; устанавливать заготовки в нормальных и специальных приспособлениях и на столе станка с несложной выверкой; наблюдать за работой многошпиндельных продольно-фрезерных станков с длиной стола до 10 000 мм под руководством фрезеровщика более высокой квалификации или мастера; настраивать станок на заданные режимы резания и вести обработку заготовок по технологической карте, несложным чертежам и эскизам; пользоваться измерительным инструментом и контрольными приспособлениями; предупреждать и устранять мелкие неполадки в работе станка и приспособлений; определять основные причины брака, предупреждать и устранять брак; определять качество и пригодность заготовок, материалов, инструментов и приспособлений; рационально организовывать рабочее место; соблюдать правила безопасности труда.

Фрезеровщик 2-го разряда должен знать: правила управления и ухода за обслуживаемым станком; устройство, принцип работы и назначение важнейших частей фрезерного станка; наименование, маркировку и основные свойства

обрабатываемых материалов; назначение и условия применения наиболее распространенных приспособлений и простого контрольно-измерительного инструмента; назначение, устройство, правила применения, заточки и хранения режущего инструмента при фрезерных работах; назначение и применение охлаждающих жидкостей, масел и вспомогательных материалов; правила пользования технической документацией, рабочими чертежами и эскизами; основные сведения о допусках и посадках, качествах точности, параметрах шероховатости поверхности; способы выполнения основных фрезерных операций, простейшие расчеты, необходимые для налаживания станка; определение наиболее выгодных режимов при фрезерной обработке; виды и причины брака при фрезерной обработке, меры его предупреждения и устранения; способы рациональной организации труда и рабочего места; инструкции по технике безопасности, противопожарные мероприятия и правила внутреннего распорядка на производственном участке.

Примеры работ, выполняемые фрезеровщиком 2-го разряда: фрезерование граней или квадратов под ключ — болтов, гаек, пробок; фрезерование сквозных и глухих шпоночных пазов на валах и осях; фрезерование гиезд под пластины твердого сплава на резцах; обработка других малогабаритных заготовок для деталей машины и металлоконструкций.

Дополнительные требования для аттестации фрезеровщика 3-го разряда, предусмотренные ЕТКС, включают выполнение следующих работ.

Фрезеровщик 3-го разряда должен уметь: фрезеровать заготовки средней сложности для деталей машины и инструментом 8...11-го квалитетов точности на одностипных горизонтальных и вертикальных консольно-фрезерных станках, простых продольно-фрезерных, копировальных и шпоночных станках с применением нормального режущего инструмента и универсальных приспособлений; устанавливать последовательность обработки и режимов резания по технологической карте; подналадивать фрезерный станок; обрабатывать заготовки средней сложности 9-го квалитета точности на специализированных станках, налаженных для обработки определенных деталей и выполнения отдельных операций, или на универсальном оборудовании с применением мерного режущего инструмента и специальных приспособлений; фрезеровать прямоугольные и радиальные наружные и внутренние поверхности, уступы, пазы, канавки, однозаходные резьбы и спирали; устанавливать заготовки в тисках различных конструкций, на поворотных столах, универсальных делительных головках и поворотных плитах; управлять многошпиндельными продольно-фрезерными станками под руководством фрезеровщика более высокой квалификации или мастера.

Фрезеровщик 3-го разряда должен знать: устройство и правила подналадки одностипных горизонтальных и вертикальных консольно-фрезерных станков, продольно-фрезерных, копировальных и шпоночных станков; правила управления многошпиндельными продольно-фрезерными станками; устройство и правила применения распространенных универсальных приспособлений; назначение и правила применения сложного контрольно-измерительного инструмента; назначение и условия применения нормального и специального режущего инструмента; конструкцию, правила заточки и установки фрез; допуски и посадки, качества точности и параметры шероховатости поверхности; основные свойства обрабатываемых материалов; полный технологический процесс обработки конкретной детали, выданной для пробной работы и сдачи квалификационных испытаний.

Примеры работ, выполняемых фрезеровщиком 3-го разряда: фрезерование сквозных и глухих шпоночных пазов на валах и осях длиной свыше 500 мм; фрезерование под шлифование звездочек, зубчатых реек; фрезерование пазов трехкулачковых патронов; фрезерование гравюры коловочных штампов, фрезерование зубьев зубчатых колес модулем до 8 мм; фрезерование шаблонов сложной конфигурации по разметке; фрезерование сложных деталей по копиру; фрезерование спиральных канавок сверл на универсальном оборудовании; фрезерование гравюры пресс-форм, подмодельных плит и др.

Часть четвертая.

Справочная информация

В процессе изучения теоретических сведений, выполнения лабораторно-практических и учебных работ, связанных с профессиями токаря и фрезеровщика, при технологической подготовке производительного труда возникает потребность в различного рода справочных данных. В практике при выполнении токарных и фрезерных работ приходится широко пользоваться таблицами, номограммами и другими справочными данными, обычно содержащимися в специальной литературе.

В настоящей части пособия приведены только самые необходимые справочные сведения, которые можно использовать в практической работе, а также полезно рассмотреть для расширения представлений о механических свойствах сталей разных марок, режимах резания, принятых условных обозначениях на чертежах и кинематических схемах. В приложении приведены также заполненные операционные карты токарной и фрезерной обработки.

В конце этой части книги приведен список литературы, с помощью которого можно начать поиск книг по специальным вопросам токарного и фрезерного дела, по актуальным проблемам развития металлообработки в машиностроении и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ

Таблица 1. Механические свойства качественной углеродистой горячекатаной стали

Марка стали	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i> , не более	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа
08	131	330
10	143	340
15	149	380
20	163	420
25	170	460
30	179	500
35	207	540
40	217	580
45	229	610
50	241	640
55	255	660
60	255	690
<i>С повышенным содержанием марганца</i>		
60Г	269	710
65Г	285	750
70Г	285	800

Таблица 2. Механические свойства конструкционной легированной стали в состоянии поставки

Марка стали	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i>	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа	Марка стали	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i>	Предел прочности при растяжении σ_b , МПа
15Х, 15ХА	179	640	45ХН, 50ХН	207	750
15ХР	187	670	13Н2ХА	207	750
20Х	179	640	12ХН2	207	750
30Х	187	670	12ХН3А	217	780
30ХРА	241	870	12Х2Н4А	269	970
35Х	197	710	20ХН3А	241	870
38Х	207	750	20Х2Н4А	269	970
40Х	217	780	30НХ3А	241	870
45Х, 40ХР	229	830	20ХГСА	207	750
50Х	229	830	25ХГСА	217	780

Таблица 3. Механические свойства инструментальных сталей

Марка стали	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i> в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу <i>HRC</i> после закалки	Марка стали	Твердость по Бринеллю <i>HВ</i> в состоянии поставки	Твердость по Роквеллу <i>HRC</i> после закалки
<i>Углеродистая сталь</i>			<i>Легированная сталь</i>		
У7, У7А			6Х6В3МФС	255	60
У8, У8А	187	62	7Х3	299	54
У8Г, У8ГА			8Х3	241	55
У9, У9А	192	62	5ХНМ	241	56
У10, У10А	197	62	5ХНВ	255	56
У11, У11А			5ХНВС	255	56
У12, У12А	207	62	5ХГМ	241	56
У13, У13А	217	62	4ХМФС	241	55
<i>Легированная сталь</i>			4Х5В2ФС	241	50
7ХФ	229	58	4Х5МФС	241	50
8ХФ	241	58	4Х5МФ1С	241	50
9ХФ	241	60	4Х3ВМФ	241	52
9ХВГ	241	62	4Х4ВМФС	241	55
ХВГ	255	62	3Х3М3Ф	241	47
ХВСГ	241	62	3Х2В8Ф	241	48
9Х5ВФ	241	58	<i>Быстрорежущая сталь</i>		
8Х6НФГ	241	58	Р6М5	Не более 255	63
8Х4В3М3Ф2	255	61	Р9К5 Р12Ф3 Р6М5Ф3 Р6М5К5	Не более 239	63
Х6ВФ	241	61			
Х12	255	60			

Таблица 4. Сравнение свойств инструментальных материалов

Материал	Микротвердость, МПа	Теплостойкость, К	Предел прочности на сжатие, МПа	Коэффициент относительной скорости резания
Твердые сплавы	27 500	1176	3900	4
Быстрорежущая сталь	13 200	888	3530	1
Минералокерамика	22 500	1473	1470	5—7
Углеродистая сталь	12 800	493	2940	0,4

П Р И Л О Ж Е Н И Е 2

РЕЖИМЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Таблица 5. Средние скорости (м/мин) резания при обтачивании резцами из быстрорежущей стали без охлаждения

Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Обрабатываемый материал				
		Сталь			Чугун	Бронза
		$\sigma_B=450$ МПа	$\sigma_B=650$ МПа	$\sigma_B=750$ МПа		
0,3	0,1	133	80	65	56	138
	0,2	128	76	63	50	118
0,5	0,1	125	76	61	50	128
	0,2	119	71	58	45	110
	0,3	109	67	54	39	92
1,0	0,2	111	67	54	39	98
	0,3	102	62	49	34	82
	0,5	84	51	42	28	64
1,5	0,3	98	58	47	31	77
	0,4	91	56	45	28	68
	0,65	80	49	39	26	59
2,0	0,3	94	57	46	29	74
	0,5	78	48	38	25	57
	0,6	69	42	34	23	50

Таблица 6. Скорости резания (м/мин) при обработке резцами с пластинками из твердого сплава при черновом обтачивании углеродистой, хромистой, хромоникелевой сталей и стального литья

Глубина резания, мм	Подача, мм/об						
	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3
3	198	166	157	140	127	—	—
4	190	160	150	134	122	117	—
6	178	150	141	126	113	112	98

Примечание. Значение скоростей резания даны для следующих условий обработки: стойкость резца — 60 мин; резец без дополнительной режущей кромки $\varphi_1=0$; обрабатываемый материал — сталь с пределом прочности $\sigma_B=750$ МПа; материал резца — твердый сплав Т15К6; главный угол в плане $\varphi=45$.

Таблица 7. Режимы резания при точении резцами с пластинками из сплава Т5К10 конструкционных углеродистых, хромистых и хромоникелевых сталей, $\sigma_b=650$ МПа, HB 185

Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Проходной прямой резец									Упорный резец			Проходной отогнутый резец		
		Главный угол в плане ϕ , град.														
		30			45			60			90			45		
		Вспомогательный угол в плане ϕ_1 , град.														
		10			10			30			10			45		
		v	P_z	N_3	v	P_z	N_3	v	P_z	N_3	v	P_z	N_3	v	P_z	N_3
1,0	0,15	230	34	1,2	203	31	1,0	186	29	0,9	164	28	0,7	186	32	1,0
	0,20	217	41	1,4	190	38	1,2	177	35	1,0	154	33	0,8	177	39	1,3
	0,30	198	58	1,9	175	34	1,5	161	50	1,3	141	47	1,1	161	55	1,4
	0,40	180	73	2,1	158	68	1,8	146	63	1,5	128	60	1,2	146	69	1,7
	0,50	167	88	2,4	147	81	2,0	136	76	1,7	119	72	1,4	136	83	1,9
	0,70	148	115	2,8	131	106	2,3	120	100	2,0	106	95	1,7	120	108	2,2
1,5	0,15	216	51	1,0	190	47	1,5	175	44	1,3	153	42	1,1	175	49	1,4
	0,20	204	64	2,1	179	59	1,7	165	55	1,5	145	53	1,3	165	61	1,6
	0,30	187	88	2,7	164	81	2,2	152	76	1,9	133	72	1,6	152	83	2,1
	0,40	169	110	3,1	149	102	2,5	137	96	2,2	120	91	1,8	137	104	2,4
	0,50	157	131	3,3	138	121	2,7	127	113	2,4	111	107	2,0	127	123	2,6
	0,70	139	177	4,0	122	163	3,3	113	153	2,8	99	144	2,4	113	166	3,1

v — скорость резания, м/мин;

P_z — сила, действующая в направлении силы резания, Н;

N_g — потребляемая мощность электродвигателя, кВт.

Таблица 8. Частота вращения шпинделя (мин^{-1}) в зависимости от диаметра детали и скорости резания при точении

Скорость резания, м/мин	Диаметр обрабатываемой детали, мм															
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35	40	45	50	60	80	100
3	96	80	64	53	48	44	38	34	32	27	24	21	19	16	12	9,6
4	128	106	85	71	64	58	51	46	42	36	32	28	25	21	16	13
5	159	133	106	88	80	72	64	57	53	46	40	35	32	27	20	16
6	191	160	127	106	96	87	76	68	65	55	48	43	38	32	24	19
7	223	186	148	124	112	101	89	80	74	64	56	50	44	37	28	22
8	255	213	170	141	128	116	102	91	85	73	64	57	51	42	32	26
9	287	239	191	159	143	130	114	103	96	82	72	64	58	48	36	29
10	318	265	213	177	159	145	127	114	106	91	80	71	64	53	40	32
12	382	318	255	212	191	174	153	136	127	109	96	85	76	64	52	38
18	478	400	318	265	239	217	191	170	159	136	120	106	96	80	60	48
15	574	478	382	318	287	260	229	205	191	164	143	128	115	95	72	57
20	636	530	425	354	318	290	254	227	212	182	160	142	127	106	80	64
25	796	665	531	442	399	362	318	285	265	227	199	177	159	133	100	80
30	955	797	636	530	478	434	382	340	318	272	239	212	191	159	120	96
35	1120	930	744	620	558	507	445	398	370	318	279	248	224	185	140	112
40	1275	1060	850	708	638	580	508	455	425	364	318	283	256	213	160	128
45	1435	1200	955	795	716	650	574	510	477	410	359	318	287	238	179	144
50	1590	1330	1060	883	795	723	635	570	530	454	398	354	318	265	199	159
55	1750	1460	1160	972	872	795	700	625	583	500	438	390	350	292	219	175
60	1910	1590	1270	1060	955	870	763	680	636	545	478	424	382	318	239	191
65	2060	1730	1375	1150	1030	940	826	738	690	590	518	460	414	344	259	206
70	—	1860	1480	1240	1115	1015	890	795	743	635	558	495	446	370	279	223
80	—	—	1700	1410	1280	1180	1020	910	850	730	640	570	510	420	318	255
100	—	—	—	1770	1590	1450	1270	1140	1060	910	793	710	633	530	393	318

Пример работы с таблицей: от цифры 55 (крайняя левая колонка — скорость резания) и от цифры 30 (верхняя строка — диаметр детали) проводим соответственно горизонтальную и вертикальную линии, пересечение которых укажет на число, обозначающее частоту вращения шпинделя; в данном случае оно будет равно 583 мин^{-1} .

Таблица 9. Подача при работе отрезными резцами

Диаметр заготовки не более, мм	Ширина резца, мм	Подача, мм/об		
		Сталь и стальное литье		Чугун и медные сплавы
		$\sigma_B < 800$ МПа	$\sigma_B > 800$ МПа	
20	3	0,08—0,10	0,06—0,08	0,11—0,14
30	3	0,10—0,12	0,08—0,10	0,13—0,16
40	3—4	0,12—0,14	0,10—0,12	0,16—0,19
60	4—5	0,15—0,18	0,13—0,16	0,20—0,22
80	5—6	0,18—0,20	0,16—0,18	0,22—0,25
100	6—7	0,20—0,25	0,18—0,20	0,25—0,30
125	7—8	0,25—0,30	0,20—0,22	0,30—0,35
150	8—10	0,30—0,35	0,22—0,25	0,35—0,40

Примечание. При отрезании сплошного материала (без центрального отверстия в обрабатываемой заготовке) после углубления резца приблизительно на половину радиуса заготовки следует уменьшить подачу вдвое.

Таблица 10. Подача при центровании мм/об

Характер работы	Диаметр центрального отверстия, мм						
	1,0—1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0—8,0
Сверление центрального отверстия центровочным сверлом	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Зенкование центрального отверстия центровочной зенковкой	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12
Сверление центрального отверстия центровочным комбинированным сверлом	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,08

Таблица 11. Поддачи (ручные) и скорости резания при сверлении сверлами из быстрорежущей стали

Диаметр сверла, мм	Обрабатываемый материал			
	Сталь, $\sigma_B = 750$ МПа		Чугун серый, HB 190	
	Поддача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Поддача, мм/об	Скорость резания, м/мин
5—10	0,05—0,15	50—30	0,10—0,20	45—30
10—15	0,10—0,20	40—25	0,15—0,35	35—25
15—20	0,15—0,30	35—23	0,30—0,60	27—21

Примечания: 1. В таблице приведены данные для сверления отверстий глубиной не более трех диаметров. При более глубоком сверлении поддачи и скорости резания следует уменьшить.

2. Отверстия в стали сверлят с охлаждением эмульсией, в чугуне — без охлаждения.

3. При работе сверлами из инструментальной углеродистой стали можно выбирать поддачи, указанные в таблице, а скорости резания — уменьшать приблизительно в 2 раза.

4. С увеличением или уменьшением твердости обрабатываемого материала следует уменьшать или увеличивать скорость резания, но не более чем вдвое.

Таблица 12. Припуски на развертывание и зенкерование, мм

Вид припуска	Диаметр отверстия при развертывании, мм				
	12—18	18—30	30—50	50—75	100
Общий на черновое и чистовое развертывание	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
На черновое развертывание	0,10—0,11	0,14	0,18	0,20—0,22	0,30
На чистовое развертывание	0,04—0,05	0,06	0,07	0,08—0,10	0,10
На одну сторону при зенкеровании	Диаметр зенкера, мм				
	15—20	25—30	40—45	50—60	70—80
	0,5	0,75	1,0	1,5	1,75—2,0

Т а б л и ц а 13. Диаметры отверстий при нарезании метрических резьб метчиком, мм

Диаметр резьбы, мм	Резьба с крупным шагом	Резьба с мелким шагом						
		S=3	S=2	S=1,5	S=1,25	S=1	S=0,75	S=0,5
Чугун, бронза								
6	4,9	—	—	—	—	—	5,2	5,5
7	5,9	—	—	—	—	—	6,2	6,1
8	6,6	—	—	—	—	6,8	7,1	7,4
9	7,6	—	—	—	—	7,8	8,1	8,4
10	8,3	—	—	—	8,8	9,1	9,4	9,6
11	9,3	—	—	—	9,8	10,1	10,4	10,6
12	10,0	—	—	10,5	10,8	11,2	11,5	11,5
14	11,7	—	—	12,3	12,8	13,2	13,5	13,5
16	13,7	—	—	14,3	—	14,8	15,2	15,5
18	15,1	—	16,3	16,3	—	17,2	17,5	—
20	17,1	—	18,3	18,3	—	19,2	19,5	—
Сталь, латунь								
6	5,0	—	—	—	—	—	5,2	5,5
7	6,0	—	—	—	—	—	6,2	6,2
8	6,7	—	—	—	—	6,9	7,2	7,5
9	7,7	—	—	—	—	7,9	8,2	8,5
10	8,4	—	—	—	8,9	9,2	9,5	9,6
11	9,4	—	—	—	9,9	10,2	10,5	10,6
12	10,1	—	—	10,6	10,9	11,2	11,5	11,5
14	11,8	—	—	12,4	12,9	13,2	13,5	13,5
16	13,8	—	—	14,4	—	14,9	15,2	15,5
18	15,3	—	16,4	16,4	—	17,2	17,5	—
20	17,3	—	18,4	18,4	—	19,2	19,5	—

Т а б л и ц а 14. Углы уклона инструментальных конусов

Название конуса	Угол уклона		Название конуса	Угол уклона	
	расчетный	приблизи- тельный		расчетный	приблизи- тельный
Морзе 0	1°29'27"	1 1/2°	Морзе 4	1°29'15,5"	1 1/2°
« » 1	1°25'43"	1 1/2°	« » 5	1°30'26,5"	1 1/2°
« » 2	1°25'50,5"	1 1/2°	« » 6	1°29'36"	1 1/2°
« » 3	1°26'16"	1 1/2°	Метрический	1°25'55,5"	1 1/2°

Т а б л и ц а 15. Диаметры стержней под резьбу при нарезании плашками

Резьба метрическая				Резьба дюймовая			Резьба трубная		
Диаметр резьбы, мм	Шаг, мм	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм		Диаметр резьбы, дюймы	Диаметр стержня, мм	
		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший		наименьший	наибольший
6	1,00	5,80	5,92	$1/4$	5,9	6,0	$1/8$	9,4	9,5
8	1,25	7,80	7,90	$5/16$	7,5	7,6	$1/4$	12,7	13,0
10	1,50	9,75	9,85	$3/8$	9,1	9,2	$3/8$	16,2	16,5
12	1,75	11,76	11,88	—	—	—	$1/2$	20,7	20,7
14	2,00	13,70	13,82	—	—	—	—	—	—
16	2,00	15,70	15,82	$1/2$	12,1	12,2	$5/8$	22,4	22,7
18	2,25	17,70	16,82	—	—	—	—	—	—
20	2,25	19,72	19,86	$5/8$	15,4	15,4	$3/4$	25,9	26,2
22	2,25	21,72	21,86	—	—	—	—	—	—
24	3,00	23,65	23,79	$3/4$	18,4	18,5	$7/8$	29,9	30,0
27	3,00	26,65	26,79	—	—	—	—	—	—
30	3,50	29,60	29,74	$7/8$	21,5	21,6	1	32,7	33,0
—	—	—	—	1	24,6	24,8	$1\frac{1}{8}$	37,3	37,8
—	—	—	—	—	—	—	$1\frac{1}{4}$	41,4	41,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	$1\frac{1}{4}$	30,8	31,0	—	—	—

Таблица 16. Режимы резания при фрезеровании цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали Р6М5; обрабатываемый материал — сталь конструкционная углеродистая и легированная

Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Стойкость, мин	Ширина фрезы, мм	Глубина резания, мм	Подача на зуб фрезы, мм																	
					0,05			0,10			0,13			0,18			0,24			0,33		
					v	л	s _м	v	л	s _м	v	л	s _м	v	л	s _м	v	л	s _м	v	л	s _м
Фрезы со вставными ножами																						
90	8	180	40—50	3,0	51	183	61	46	163	97	41	147	136	37	131	162	33	115	193	—	—	—
				5,0	44	157	44	40	140	84	36	128	118	32	113	140	28	99	167	—	—	—
				8,0	39	137	39	34	121	73	32	111	103	28	122	24	26	92	146	—	—	—
110	10	180	50—70	3,0	47	136	56	42	121	91	38	109	127	34	98	151	30	86	181	26	77	215
				5,0	42	117	49	36	104	78	33	95	109	29	84	131	26	74	156	23	66	185
				8,0	35	101	42	31	90	68	28	81	94	25	72	112	22	64	134	20	57	159
				13,0	31	89	37	27	79	59	25	71	83	22	63	99	20	56	118	17	50	141
Фрезы с мелким зубом																						
40	12	120	30—40	1,8	43	346	172	39	312	275	35	272	383	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				3,0	37	294	146	33	261	236	30	238	330	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				5,0	32	254	126	29	227	202	26	204	284	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	16	120	50—60	1,8	50	267	177	45	238	284	41	216	400	—	—	—	—	—	—	—	—	
				3,0	43	230	153	38	204	244	35	187	345	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				5,0	37	196	130	33	174	208	30	158	293	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				8,0	32	170	113	29	151	180	26	139	256	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	18	180	60—70	1,8	47	201	149	42	178	240	39	166	340	—	—	—	—	—	—	—	—	
				3,0	40	172	129	36	154	205	32	138	290	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				5,0	35	148	112	31	132	178	28	120	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				8,0	30	129	95	27	114	154	25	104	216	—	—	—	—	—	—	—	—	—

v — скорость резания, м/мин; *n* — частота вращения, мин⁻¹; *s_м* — минутная подача, мм/мин.

Таблица 17. Режимы резания при фрезеровании концевыми фрезами из быстрорежущей стали Р5М5; обрабатываемый материал — сталь конструкционная углеродистая и легированная

Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Стойкость, мин	Ширина фрезы не более, мм	Глубина резания не более, мм	Подача на зуб фрезы, мм											
					0,05			0,07			0,10			0,15		
					v	n	s_m	v	n	s_m	v	n	s_m	v	n	s_m
12	3—4	60	18	3	30	965	152	28	888	199	26	831	261	—	—	
				5	25	835	128	24	745	170	22	703	219	—	—	
				8	22	703	110	20	645	147	19	617	190	—	—	
				12	19	617	97	18	565	128	17	530	165	—	—	
20	3—4	60	30	3	35	620	100	32	580	131	30	540	169	22	489	230
				5	30	520	84	27	485	110	25	450	141	23	418	195
				8	26	445	72	24	420	95	22	394	123	20	360	169
				12	23	400	63	21	370	84	20	340	108	18	313	148

v — скорость резания, м/мин; n — частота вращения, мин⁻¹; s_m — минутная подача, мм/мин.





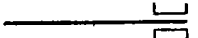
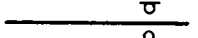



Таблица 18. Режимы резания при фрезеровании торцовыми фрезами с пластинками твердого сплава Т15К6. Обрабатываемый материал — сталь конструкционная углеродистая и легированная

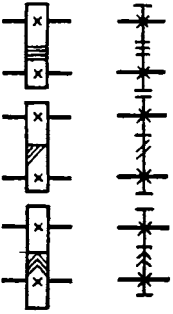
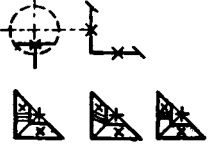
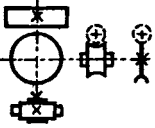
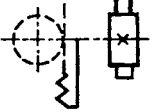
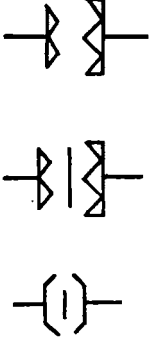
Диаметр фрезы, мм	Число зубьев	Стойкость, мин	Глубина резания не более, мм	Подача на зуб фрезы, мм																	
				0,05			0,07			0,10			0,13			0,18			0,14		
				<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>s_м</i>
80	5	180	1,5	311	1240	299	280	1120	360	253	1000	435	225	886	520	199	790	615	176	700	735
				278	1100	285	250	990	320	224	890	384	200	800	460	176	700	514	156	620	650
110	5	180	1,5	311	905	173	280	815	208	253	730	252	235	652	302	199	575	360	176	508	428
				278	900	153	250	720	184	224	650	223	200	575	268	176	510	318	155	450	378
150	6	180	5,0	278	595	173	250	535	208	224	480	248	200	424	296	176	352	348	157	332	420
			16,0																		

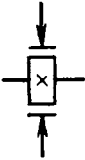
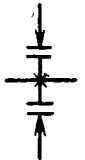

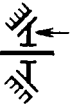




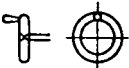

v — скорость резания, м/мин; n — частота вращения, мин⁻¹; s_m — минутная подача, мм/мин.

П Р И Л О Ж Е Н И Е 3
НЕКОТОРЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
НА ЧЕРТЕЖАХ И СХЕМАХ

Т а б л и ц а 19. Основные условные обозначения на кинематических схемах

Элемент схемы	Условное обозначение
Электродвигатель	
Вал, ось, стержень	
<i>Подшипники:</i> радиальный (общее назначение)	
радиально-упорный (общее обозначение)	
скольжения радиальный	
шариковый радиальный	
шариковый радиально-упорный	
шариковый упорный	
роликовый радиальный	
<i>Гайки на винте, передающем движение:</i> неразъемная	
разъемная	
<i>Ременные передачи:</i> плоскими ремнями	
клиновидными ремнями	

Элемент схемы	Условное обозначение
<p><i>Зубчатые зацепления:</i></p> <p>цилиндрическое с прямыми, косыми и шевронными зубьями</p>	
<p>коническое с прямыми, спиральными и круговыми зубьями</p>	
<p>червячное</p>	
<p>реечное</p>	
<p><i>Муфты:</i></p> <p>кулачковая односторонняя</p> <p>кулачковая двусторонняя</p> <p>конусная двусторонняя</p>	

Элемент схемы	Условное обозначение
Тормоза:	
ленточный	 
конусный	 
колодочный	 
Шкив ступенчатый, закрепленный на валу	
Рычаг переключения	
Маховичок	
Конец вала или винта под съемную рукоятку	

Т а б л и ц а 20. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей (по ГОСТу 2.308—68)

Наименование отклонений	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от прямолинейности		 Непрямолинейность поверхности <i>A</i> не более 0,25 мм по всей длине и не более 0,1 мм на длине 300 мм

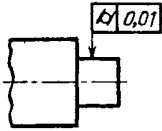
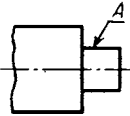
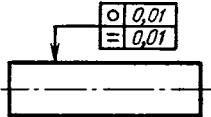
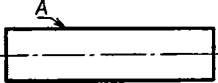
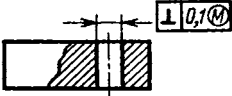
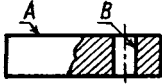
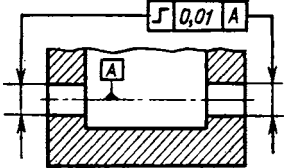
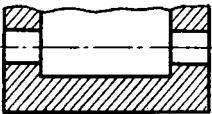
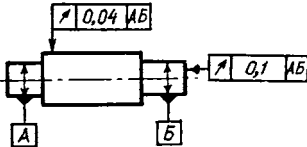
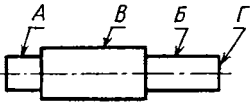













Наименование отклонений	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от цилиндричности		 Нецилиндричность поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм
Отклонение от круглости и отклонение продольного сечения цилиндрической поверхности		 Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхности <i>A</i> не более 0,01 мм
Отклонение от перпендикулярности		 Неперпендикулярность оси отверстия <i>B</i> относительно поверхности <i>A</i> не более 0,1 мм (допуск зависимый)
Отклонение от соосности		 Несоосность отверстий относительно общей оси не более 0,01 мм
Биеение		 Радиальное биеение поверхности <i>B</i> относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,04 мм. Торцовое биеение поверхности <i>Г</i> относительно общей оси поверхностей <i>A</i> и <i>B</i> не более 0,1 мм

Таблица 21. Шероховатость поверхности при различных видах обработки

Обозначение	
по действующему стандарту	встречающиеся в литературе до 1970 г.
80  $R_z 320$	$\nabla 1$
40  $R_z 160$	$\nabla 2$
20  $R_z 80$	$\nabla 3$
10,0  $R_z 40$	$\nabla 4$
5,0  $R_z 20$	$\nabla 5$
2,5  $R_z 10,0$	$\nabla 6$
1,25  $R_z 6,3$	$\nabla 7$
0,63  $R_z 3,2$	$\nabla 8$
0,32  $R_z 1,60$	$\nabla 9$
0,160  $R_z 0,80$	$\nabla 10$
0,080  $R_z 0,40$	$\nabla 11$
0,040  $R_z 0,20$	$\nabla 12$
	\sim

Вид обработки	Параметр шероховатости
Отрезание:	
приводной пилой	$R_z 80/$
резцом	$R_z 80/$
фрезой	$R_z 80/$
шлифовальным кругом	2,5/
подрезание торцов	2,5/
Строгание:	
черновое	$R_z 40/$
чистовое	2,5/
тонкое	0,63/
Долбление:	
черновое	$R_z 80/$
чистовое	2,5/
Фрезерование цилиндрической фрезой:	
черновое	$R_z 40/$
чистовое	2,5/
тонкое	1,25/
Фрезерование торцовой фрезой:	
черновое	$R_z 20/$
чистовое	2,5/
тонкое	1,25/
Слесарное опиление	
	$R_z 80/ 1,25/$

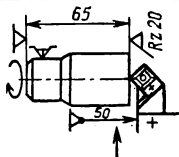
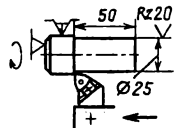
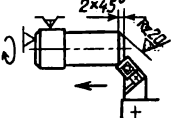
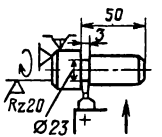
Вид обработки	Параметр шероховатости
Обтачивание продольной подачей:	
обдирочное	$R_z 80/$
получистовое	$R_z 20/$
чистовое	1,25/
тонкое	0,32/
Обтачивание поперечной подачей	
обдирочное	$R_z 80/$
получистовое	$R_z 20/$
чистовое	2,5/
тонкое	0,32/
Сверление отверстий:	
$\varnothing \leq 15$ мм	$R_z 20/$
$\varnothing > 15$ мм	$R_z 40/$
Рассверливание растачивание:	
черновое	$R_z 160/$
получистовое	$R_z 40/$
чистовое	1,25/
тонкое	0,32/
Развертывание	
получистовая	$R_z 20/$
чистовая	0,63/
тонкая	0,32/

Вид обработки	Параметр шероховатости
Шабрение:	
грубое	1,25/
тонкое	0,080/
Шлифование круглое:	
получистовое	2,5/
чистовое	0,63/
тонкое	0,160/
Полирование:	
обычное	0,160/
тонкое	0,040/
Нарезание резьбы:	
плашкой, метчиком	2,5/
резцом, гребенкой	2,5/
Обработка зубчатых колес:	
строганием	2,5/
фрезерованием	1,25/
Шлифование плоское:	
получистовое	2,5/
чистовое	0,63/
тонкое	0,160/

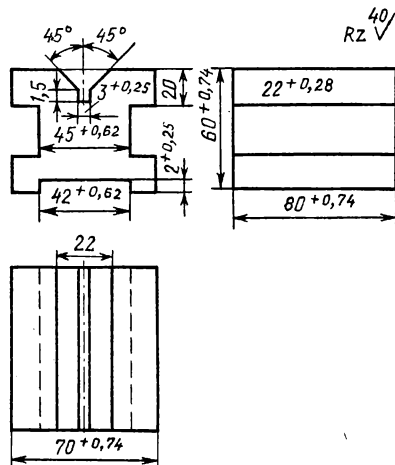
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ПРИМЕРЫ ОПЕРАЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Операционная карта токарной обработки детали «Палец»

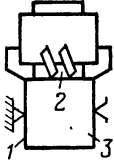
Н-ский механический з-д, цех 5	Операционная карта механической обработки	Ли		Палец	Наименование детали		
		O ₁			АБВГ.234342.015	Технологический шифр по ГОСТу	
		Наименование операции				№ операции	
		Токарная				11	
		Количество деталей в партии				100	
		Материал — сталь		Марка — сталь 30		$\sigma_B=600$ МПа (60 кгс/мм ²)	
		Станок		16К20	Профессия рабочего	Разряд	
		Технологические возможности станка: 1. Резцедержатель фиксирует точно. 2. Имеется однопозиционный продольный упор. 3. К патрону имеются сырые ку- лачки.		Токарь		3	

Установы	Переходы	Содержание установов и переходов	Схемы переходов	Приспособления	Инструмент		Режим резания			
					режущий	измерительный	глубина резания t , мм	подача s , мм/об	скорость резания v , м/мин	частота вращения шпинделя, мин ⁻¹
А	—	Установить заготовку в патрон с расточенными кулачками с вылетом 52 мм и закрепить за поверхность $\varnothing 32$		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, продольный упор, мерная плитка $l=50$ мм						
	1	Подрезать торец (поверхность 1) в размер 65 мм начисто			Подрезной резец T15K6	Штангенциркуль	1	0,3	120	305
	2	Точить поверхность (3) $\varnothing 25$ на длину 50 мм начисто		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, упор	Прходной упорный резец T15K6	»	3,5	0,3	120	305
	3	Точить фаску (6) 2×45 начисто		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками	Прходной резец T15K6	»	2	—	120	305
	4	Выточить канавку (4) шириной 3 мм, глубиной 1 мм начисто		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с сырыми кулачками, упор	Канавочный резец T15K6	Шаблон на канавку	3	0,1	120	305

Технологическая карта фрезерной обработки призмы



Наименование изделия	Лекальное приспособление	№ чертежа	
Наименование детали	Призма		
Количество штук на изделие	1	Оборудование	
Материал	Сталь 45	Наименование и тип	Вертикально-фрезерный станок 6М12П Горизонтально-фрезерный станок 6М82Г
Род и размер заготовок	Брусok 75×65×85 мм	Завод-изготовитель	Горьковский завод фрезерных станков
Количество штук в партии	200	Максимальное перемещение стола	В продольном направлении 700 мм В поперечном направлении 240 мм В вертикальном направлении 420 мм

Операции	Установы	Переходы	Содержание установов и переходов	Схемы переходов	Приспособления	Инструмент		Режим резания								
						режущий	измерительный	Расчетная длина обработки, мм	Число проходов	Количество одновременно обрабатываемых деталей	Ширина фрезерования, мм	Глубина резания t , мм	Подача s , мм/мин	Скорость резания v , м/мин	Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹	Основное время T_0 , мин/шт.
I	A	—	<p>Установить шесть заготовок в специальное приспособление поверхностью 1 к неподвижной губке и закрепить за поверхность 3</p> <p>Фрезеровать поверхность 2 до R_z 40</p>		Специальное приспособление А-1	Твердосплавная сборная фреза П-1; D -125 мм, B -8 мм, Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-1	88	1	6	75	2,5	400	157	400	0,23

II	A	—	<p>Установить шесть заготовок в специальное приспособление поверхностью 2 к неподвижной губке и закрепить за поверхность 4</p> <p>Фрезеровать сопряженные поверхности грани 3 набором фрез до R_z 40</p>		Специальное приспособление А-2	Набор твердосплавных дисковых фрез П-2	Шаблон Ш-1, штангенциркуль ШЦ-1	92,5	1	6	22	15	400	196	500	0,23
III	A	—	<p>Установить шесть заготовок в специальное приспособление поверхностью 2 к неподвижной губке и закрепить за поверхность 4</p> <p>Фрезеровать сопряженные поверхности грани 1 набором фрез до R_z 40</p>		Специальное приспособление А-2	Набор твердосплавных дисковых фрез П-2	Шаблон Ш-1, штангенциркуль ШЦ-1	92,5	1	6	22	15	400	196	500	0,23
IV	A	—	<p>Установить шесть заготовок в специальное приспособление поверхностью 3 к неподвижной губке и закрепить за поверхность 1</p> <p>Фрезеровать сопряженные поверхности грани 4 набором фрез до R_z 40</p>		Специальное приспособление А-3	Набор твердосплавных дисковых фрез П-3	Шаблон Ш-2, штангенциркуль ШЦ-1	92,5	1	6	42	4,5	400	162	400	0,23

(предназначена для самостоятельного избирательного изучения и ознакомления в порядке профессиональной консультации, для подготовки к конкурсам по профессиям и олимпиадам, для факультативных занятий и работы в кружках научно-технического творчества)

Трудовое обучение и воспитание

Н. К. Крупская о политехническом образовании, трудовом воспитании и обучении / Сост. Ф. С. Озерская. М., Просвещение, 1982.

Аксенов Д. Е. О трудовом воспитании. Хрестоматия. М., Просвещение, 1982.

Сахаров В. Ф., Сазонов А. Д. Профессиональная ориентация школьников. М., Просвещение, 1982.

Прошлое, настоящее и будущее металлургии

Беккерт М. Мир металла. М., Мир, 1980.

Венецкий С. И. Рассказы о металлах. М., Металлургия, 1975.

Гордон Дж. Конструкции, или почему не ломаются вещи. М., Мир, 1980.

Мезенин Н. А. Занимательно о железе. М., Металлургия, 1977.

Муслин Е. С. Металл меняет форму. М., Машиностроение, 1968.

Федоров А. С. Творцы науки о металле. М., Наука, 1980.

Черных Е. Н. Металл — человек — время. М., Наука, 1972.

Основные сведения об экономике, организации промышленного производства, о технологии машиностроения и конструкционных материалах

Антонов Л. П., Муравьев Е. М. Обработка конструкционных материалов. Практикум в учебных мастерских. М., Просвещение, 1982.

Алексеев Г. П. Профессия — конструктор. М., Молодая гвардия, 1973.

Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. М., Машиностроение, т. I, 1978.

Белов А. Н., Белов В. Н., Захарченко В. П. Основы экономики социалистической промышленности. М., Просвещение, 1983.

Бушмин Г. А., Розов В. К. Экономика и организация промышленного производства / Под ред. Е. К. Смирницкого. М., Просвещение, 1982.

Козловский Н. С., Виноградов А. Н. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. М., Машиностроение, 1982.

Кузьмин Б. А., Самохоцкий А. И. Металлургия, металловедение и конструкционные материалы. М., Высшая школа, 1984.

Куклин Н. Г., Куклина Г. С. Детали машин. М., Высшая школа, 1984.

Перов В. А. Лабораторно-практические работы по техническому труду. М., Просвещение, 1983.

Обработка металлов, инструмент и станки

Гинер П. Г. О чем молчат чертежи. М., Металлургия, 1983.

Горбунов Б. И. Обработка металлов резанием, металлорежущий инструмент и станки. М., Машиностроение, 1981.

Лурье Г. Б., Ковшов А. Н. Начальные сведения об обработке на станках с программным управлением. М., Машиностроение, 1978.

Муравьев Е. М. Слесарное дело. М., Просвещение, 1984.

Обшадко Б. И. Методика преподавания токарного дела. М., Высшая школа, 1970.

Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. Л., Машиностроение, 1979.

Холодная объемная штамповка. Справочник. М., Машиностроение, 1973.

Хыбемяги А. И. Холодное выдавливание рельефных полостей технологической оснастки. М., Машиностроение, 1981.

Токарное дело

Блюмберг В. А., Зазерский Е. И. Справочник токаря. Л., Машиностроение, 1981.

Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. М., Высшая школа, 1979.

Зайцев Б. Г., Шевченко А. С. Справочник молодого токаря. М., Высшая школа, 1979.

Мельников Н. Ф., Бристолю Б. Н., Дементьев В. И. Технология машиностроения. М., Машиностроение, 1981.

Оглобин А. Н. Основы токарного дела. Л., Машиностроение, 1974.

Слепинин В. А. Руководство для обучения токарей по металлу. М., Высшая школа, 1983.

Фрезерное дело

Барбашов Ф. А. Фрезерное дело. М., Высшая школа, 1980.

Барбашов Ф. А. Резьбофрезерные работы. М., Высшая школа, 1977.

Барбашов Ф. А., Сильвестров Б. Н. Фрезерные и зуборезные работы. М., Высшая школа, 1983.

Блюмберг В. А. Справочник фрезеровщика. М., Машиностроение, 1972.

Кувшинский В. В. Фрезерование. М., Машиностроение, 1977.

Ничков А. Г. Фрезерные станки. М., Машиностроение, 1977.

Научно-технический прогресс в машиностроении

Белянин П. Н. Промышленные роботы и их применение: Робототехника для машиностроения. М., Машиностроение, 1983.

Душков Б. А. Индустриально-педагогическая психология. М., Просвещение, 1981.

Иванов С. М. Человек среди автоматов. М., Знание, 1969.

Либенсон Г. А. Основы порошковой металлургии. М., Металлургия, 1975.

Линц В. П. Творцы научно-технического прогресса. Этапы. М., Знание, 1982.

Минервин Г. Б., Мунипов В. М. О красоте машин и вещей. М., Просвещение, 1981.

Попов Е. П., Медведев В. С. Роботы и ЭВМ. М., Знание, 1985.

Попов Е. П., Ющенко А. С. Роботы и человек. М., Наука, 1984.

Рубцов А. А., Воронин Ю. В. Механизация и автоматизация производства. М., Машиностроение, 1980.

Справочник по инженерной психологии / С. В. Борисов, В. А. Денисов, Б. А. Душков и др. М., Машиностроение, 1982.

Уинстон П. Искусственный интеллект. М., Мир, 1980.

Хилл П. Наука и искусство проектирования. М., Мир, 1973.

Художественное проектирование / Б. В. Нешумов, Е. Д. Щедрин, Г. Б. Минервин и др. М., Просвещение, 1979.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Введение	5

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ

Глава 1. Основные характеристики современного машиностроительного производства	10
--	----

1. Понятие о производственном и технологическом процессах и их элементах	—
2. Виды производства	13
3. Экологические вопросы машиностроительного производства. Охрана природы и окружающей среды	15
4. Требования современного производства к уровню знаний, умений и навыков, к качествам личности молодого рабочего	18
5. Характер современной подготовки производственных кадров	21

Глава 2. Основные виды металлообработки в машиностроении. Методы формообразования деталей	23
---	----

6. Производство заготовок для токарной и фрезерной обработки	—
7. Механическая обработка металлов со снятием стружки. . . .	33
Лабораторно-практическая работа № 1. Определение припуска на обработку	36
Лабораторно-практическая работа № 2. Выбор режущего инструмента по видам токарных и фрезерных работ	37

Глава 3. Машиностроительные конструкционные материалы	38
---	----

8. Металлы и их сплавы	—
9. Механические, физико-химические и технологические свойства металлов и сплавов (теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторно-практических работ)	47
10. Неметаллические машиностроительные материалы	53

11. Материалы для изготовления режущего инструмента.	54
Лабораторно-практическая работа № 3. Испытание металлов на твердость	59
Лабораторно-практическая работа № 4. Испытание металлов на растяжение	60
Лабораторно-практическая работа № 5. Закалка и отпуск углеродистой стали	—

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОКАРНЫХ И ФРЕЗЕРНЫХ РАБОТ

Глава 4. Технология металлообработки на токарных и фрезерных станках	62
--	----

12. Основные схемы и параметры обработки металлов резанием	—
13. Понятие о конструкции режущего инструмента. Правила пользования инструментом	68
14. Основные сведения о металлорежущих станках	71
15. Безопасность труда при станочной обработке металлов резанием	77

Глава 5. Точность обработки и технические измерения при токарных и фрезерных работах	79
--	----

16. Взаимозаменяемость в машиностроении	—
17. Основные понятия об обеспечении точности обрабатываемых деталей	82
18. Шероховатость обрабатываемых поверхностей	86
19. Чертеж как основа конструкторской документации	88
20. Основные инструменты и приборы для технических измерений	91
Лабораторно-практическая работа № 6. Подсчет значений предельных размеров по данным чертежам и определение годности фактических размеров	96
Лабораторно-практическая работа № 7. Чтение чертежей с обозначением допустимых погрешно-	

стей формы, расположения поверхностей, их шероховатости	97	бота № 12. Разработка технологического процесса изготовления детали фрезерной обработкой	169
Лабораторно-практическая работа № 8. Выбор средств измерения в зависимости от точности изготовления деталей. Измерение штангенциркулем и микрометром	98	ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ. ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Лабораторно-практическая работа № 9. Составление эскизов по образцам деталей	99	Глава 8. Основы экономики, организации труда и производства	171
Лабораторно-практическая работа № 10. Составление технического описания детали	—	34. Экономические вопросы совершенствования производства	—
Глава 6. Выполнение основных технологических операций токарной обработки	100	35. Научная организация труда на производстве	175
21. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей, отрезание	—	36. Организация и управление производством	176
22. Практическая работа при обтачивании, подрезании и отрезании заготовок	103	37. Планирование и нормирование труда	177
23. Сверление и рассверливание отверстий на токарном станке	108	38. Роль и формы социалистического соревнования	179
24. Зенкерование, развертывание и растачивание отверстий	112	Глава 9. Научно-технический прогресс и перспективы развития машиностроения	180
25. Нарезание резьбы на токарном станке	116	39. Автоматизация и механизация технологических процессов металлообработки	—
26. Обработка конических и фасонных поверхностей на токарном станке	122	40. Пути снижения себестоимости продукции машиностроения	184
27. Отделка поверхностей на токарном станке	126	41. Прогрессивные технологические процессы металлообработки и металлорежущие станки	186
Лабораторно-практическая работа № 11. Разработка технологического процесса изготовления детали токарной обработкой	128	42. Роль рационализации и изобретательства в ускорении внедрения достижений научно-технического прогресса в производство	188
Глава 7. Выполнение основных технологических операций фрезерной обработки	129	43. Человеческий фактор в условиях научно-технического прогресса	189
28. Основные сведения о фрезеровании	—	На пути выбора профессии	193
29. Силы и мощность при фрезеровании	134	ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
30. Основные сведения о фрезерных станках	137	Приложение 1. Механические свойства сталей	198
31. Приспособления для фрезерных станков	141	Приложение 2. Режимы обработки металлов резанием	200
32. Фрезерование резьб и зубчатых колес	151	Приложение 3. Некоторые условные обозначения на чертежах и схемах	209
33. Примеры технологических процессов фрезерной обработки машиностроительных деталей	156	Приложение 4. Примеры операционных и технологических карт	214
Лабораторно-практическая ра-		Литература	220

Павел Семенович Лернер, Павел Михайлович Лукьянов

ТОКАРНОЕ И ФРЕЗЕРНОЕ ДЕЛО

Зав. редакцией *Т. С. Дагаева*

Редактор *В. В. Чибирева*

Младшие редакторы *Т. Н. Ключева, И. А. Шукина*

Художественный редактор *Л. Ф. Бакушева*

Технический редактор *Е. Н. Зелянина*

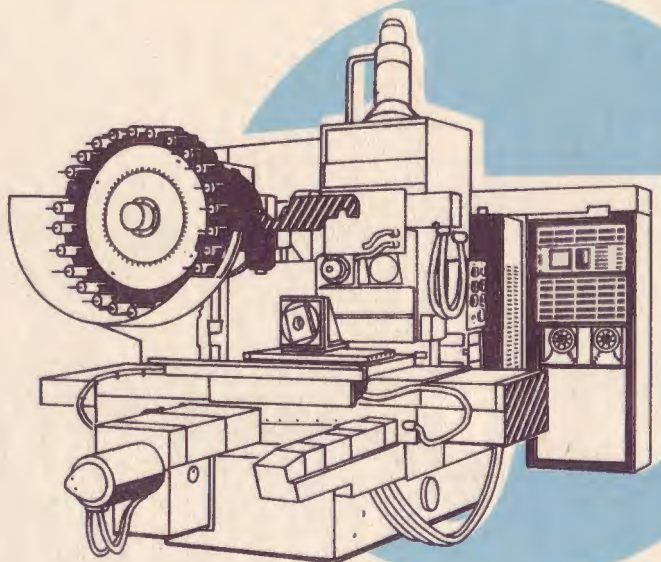
Корректор *Л. С. Вайтман*

ИБ № 9120

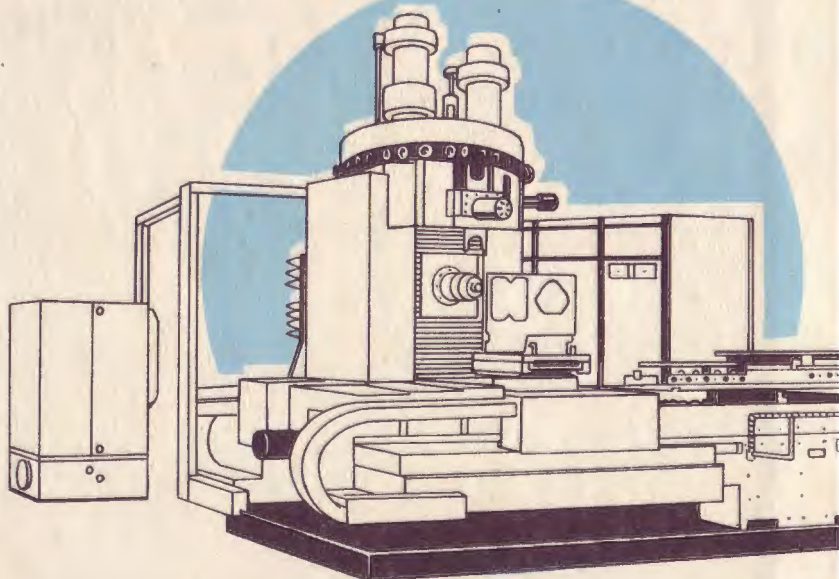
Сдано в набор 01.08.85. Подписано к печати 30.04.86. А08601. Формат 60×90¹/₁₆.
Бум. кн.-журн. отеч. Гарнит. литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,0 + 0,25
форз. Усл. кр.-отт. 14,69. Уч.-изд. л. 14,4 + 0,34 форз. Тираж 402 000 экз. Заказ 231.
Цена 30 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

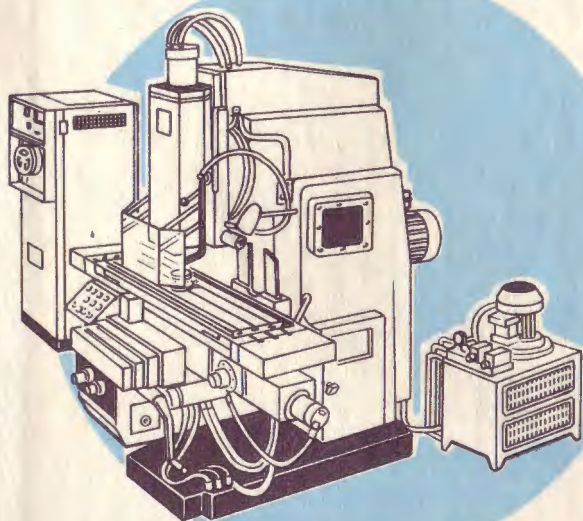
Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавополиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 410004. Саратов, ул. Чернышевского, 59.



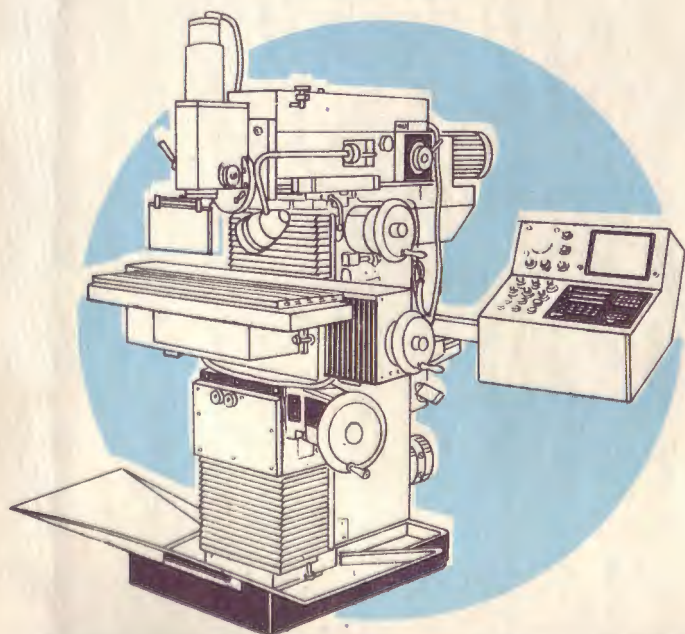
Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточный станок с ЧПУ и инструментальным магазином (обрабатывающий центр).



Многоцелевой станок с ЧПУ, автоматической сменой инструмента и обрабатываемых деталей.



Вертикальный консольно-фрезерный станок с ЧПУ.



Широкоуниверсальный инструментальный фрезерный станок повышенной точности с ЧПУ.