

Федеральное агентство по образованию
Тверской государственный технический университет

В.М.Балашов, В.В.Мешков, А.Г.Схиртладзе

**Введение в специальность
«Технология машиностроения»**

Учебное пособие
Издание первое

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология машиностроения» (направление подготовки дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»).

Тверь 2007

УДК [621.002:621.9.06.002] (075.8)ББК 34.5:34.65-5 я7

Балашов, В.М. Введение в специальность «Технология машиностроения» [Текст]: учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков, А.Г. Схиртладзе. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2007. 120 с.

Изложены производственная структура машиностроительного предприятия, стадии основного производственного процесса, место инженера специальности «Технология машиностроения» на предприятии. Даны основные сведения о способах получения заготовок деталей машин, методах их обработки, используемом инструменте и оборудовании, методах и средствах контроля качества обработанных деталей. Приведена система подготовки специалистов в высших учебных заведениях.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты», полезна для абитуриентов, выбирающих профессию.

Рецензенты: директор ОАО «Вагонокомплект» кандидат технических наук
Ю.Е. Стрункин;
заведующий кафедрой «Строительные, дорожные машины и оборудование» ТГТУ, доктор технических наук, профессор
А.В. Кондратьев.

ISBN 5-7995-0358-9

© Тверской государственный
технический университет, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, повышении производительности труда, переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Процесс создания и производства машин охватывает несколько связанных между собой этапов: разработка их конструкции, технология изготовления заготовок, их обработка, сборка машин и испытание.

В учебном пособии рассмотрены вопросы производственной структуры машиностроительного предприятия и этапы основного производственного процесса, изложены основные методы производства заготовок деталей машин. Описаны параметры точности изготовления детали и средства для их измерения. Так как основным технологическим методом получения деталей машин, обеспечивающим наибольшую точность, является обработка резанием на металлорежущих станках, представлены начальные сведения о процессе резания, инструментальных материалах и режущих инструментах.

В пособии изложена классификация металлорежущих станков, современные тенденции в автоматизации и использовании станочного оборудования, уделено внимание оборудованию электрофизических и электрохимических методов обработки, представлены основные технологические методы размерной обработки деталей машин. Затронуты вопросы организации труда станочников, охраны труда и экологии.

1. Инженерно-техническое образование в Российской Федерации

1.1. Система подготовки инженерных кадров в высших учебных заведениях

Организация производства машин и оборудования в механических и сборочных цехах предприятий не обходится без инженеров-специалистов по технологии машиностроения.

Проектирование технологических процессов, оснастки, ее изготовление, внедрение и руководство осуществляет отдел главного технолога, который комплектуется главным образом из специалистов в области технологии машиностроения.

Инженеры, специализирующиеся в области технологии машиностроения, также могут работать в отделе главного механика, в функции которого входит руководство обслуживанием, проведением ремонта оборудования и его модернизацией, в инструментальном отделе, инструментальных цехах и складах, осуществляют надзор за эксплуатацией инструмента, в станкоинструментальной промышленности, где они могут трудиться над конструированием металлорежущих станков, автоматических линий и инструментов для них.

Таким образом, специальность «Технология машиностроения» является чрезвычайно широкой. Инженер этой специальности может работать на любом предприятии, выпускающем машины и оборудование.

Организация эффективной системы подготовки инженерных кадров в высших учебных заведениях – одна из приоритетных задач Российской Федерации в области образования.

Под образованием понимают целенаправленный процесс воспитания и обучения в интересах человека, общества, государства, сопровождающийся констатацией достижения обучающимся установленных государством образовательных уровней.

Право на образование – одно из основных и неотъемлемых конституционных прав граждан Российской Федерации.

Организационной основой государственной политики Российской Федерации в области образования является Федеральная программа развития образования, утверждаемая федеральным законом.

Государственная политика в области образования основывается на принципах:

- 1) гуманистический характер образования;
- 2) единство федерального культурного и образовательного пространства;
- 3) общедоступность образования;

- 4) светский характер образования в государственных и муниципальных образовательных учреждениях;
- 5) свобода и плюрализм в образовании;
- б) демократический характер управления образованием.

В Российской Федерации устанавливают государственные образовательные стандарты, включающие в себя обязательный минимум содержания основной профессиональной образовательной программы (по конкретной профессии, специальности), федеральный и региональный (национально-региональный) компоненты, а также компонент образовательного учреждения.

Образовательная программа определяет содержание образования определенного уровня направленности.

С учетом потребностей и возможностей личности образовательные программы в образовательном учреждении осваивают в очной, очно-заочной (вечерней), заочной формах.

Цель высшего профессионального образования - подготовка специалистов соответствующего уровня на базе среднего общего и среднего профессионального образования.

Структура системы высшего профессионального образования представляет собой совокупность:

государственных образовательных стандартов высшего и профессионального образования и образовательных программ высшего и профессионального образования;

имеющих лицензии высших учебных заведений и образовательных учреждений профессионального образования независимо от их организационно-правовых форм;

научных, проектных, производственных предприятий, учреждений и организаций, ведущих научные исследования.

Основные образовательные программы высшего профессионального образования могут быть реализованы непрерывно или по ступеням.

Ступени высшего профессионального образования в Российской Федерации:

высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «бакалавр»;

высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации «дипломированный специалист»;

высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) «магистр».

Образование лиц, не завершивших обучение по основной образовательной программе высшего профессионального образования, но успешно прошедших промежуточную аттестацию (не менее чем за два года обучения), признается неполным высшим профессиональным образованием и подтверждается выдачей дипломов установленного образца.

Лицам, не завершившим освоение основной образовательной программы высшего профессионального образования, выдают академические справки установленного образца.

Сроки освоения основных образовательных программ высшего профессионального образования составляют:

для получения квалификации (степени) «бакалавр» – не менее чем четыре года;

для получения квалификации «дипломированный специалист» - не менее чем пять лет, за исключением случаев, предусмотренных соответствующими государственными образовательными стандартами;

для получения квалификации (степени) «магистр» – не менее чем шесть лет.

Лица, получившие документы государственного образца о высшем профессиональном образовании определенной ступени, имеют право в соответствии с полученным направлением подготовки (специальностью) продолжить обучение по образовательной программе высшего профессионального образования следующей ступени.

Лицам, завершившим обучение по образовательным программам высшего профессионального образования и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о соответствующем образовании.

Высшее учебное заведение, имеющее государственную аккредитацию, выдает выпускникам документы государственного образца о соответствующем образовании с официальной символикой Российской Федерации. Форму документа государственного образца утверждает федеральный (центральный) орган управления высшим профессиональным образованием.

Устанавливают виды документов, которыми удостоверяют завершение высшего профессионального образования различных ступеней:

диплом бакалавра;

диплом специалиста о высшем профессиональном образовании;

диплом магистра;

диплом о неполном высшем профессиональном образовании;

справка установленного образца о незаконченном высшем профессиональном образовании.

Высшим учебным является образовательное заведение, учрежденное и действующее на основании законодательства Российской Федерации об образовании, имеющее статус юридического лица и реализующее в соответствии с лицензией образовательные программы высшего профессионального образования.

В Российской Федерации установлены виды высших учебных заведений: университет, академия, институт.

1.2. Учебный план подготовки инженеров-машинистов

Учебный план вуза – утвержденный Министерством образования и науки Российской Федерации документ, в котором устанавливается перечень подлежащих изучению курсов с указанием объема в часах, отводимого на лекции, лабораторные и практические занятия, расчетно-графические и курсовые работы.

Лекция является одной из основных форм обучения и воспитания студентов. На лекциях систематически излагают основные разделы дисциплин, рассматривают методы решения важнейших инженерных задач, дается научный анализ изучаемым явлениям, процессам, конструкциям.

Лабораторные занятия позволяют углублять и закреплять теоретические знания, получаемые студентами на лекциях, экспериментально проверять научно-теоретические положения, знакомиться с оборудованием, приборами, материалами, на практике изучать методы научных исследований. В связи с развитием науки и усложнением техники эксперимента значение лабораторных занятий возрастает.

Учебные планы по многим дисциплинам предусматривают семинары, практические занятия, расчетно-графические работы, которые следуют за лекциями.

Практические занятия развивают и закрепляют у студентов навыки систематической самостоятельной работы над учебным материалом, вырабатывают навыки применения теоретических знаний к решению практических задач.

Наряду с перечнем курсов, изучаемых в вузе, учебный план включает практику студентов на промышленных предприятиях, которая сближает студента с избранной специальностью, определяет место будущей работы, способствует закреплению полученных знаний путем решения практических задач, возникающих на производстве, практического изучения технологических процессов, ознакомления с конструкциями и условиями эксплуатации станков и инструментов. Практика вводит студента в производственные условия работы и помогает овладеть основными навыками по данной специальности.

Высшая школа имеет немалые достижения в практической подготовке студентов. В высших технических учебных заведениях нашей страны установилась система производственной практики: младшие курсы – общее ознакомление студентов с предприятием и оборудованием непосредственно в цехах; старшие курсы – практика по специальности, связанная с изучением производственного процесса, оборудования, экономики и организации производства; последний курс – практика по теме дипломного проекта, во время которой студенты овладевают навыками работы инженера на предприятии или в научно-исследовательском институте и подбирают материал для дипломного проекта.

Курс обучения в высшем техническом учебном заведении заканчивается большой и ответственной работой – дипломным проектом, который является проверкой знаний, полученных студентом, его творческой самостоятельности в решении инженерно-технических задач.

Основными формами учета знаний студентов являются экзамен и зачет. Учебными планами строго регламентируют дисциплины, по которым проводят экзамены и зачеты, и предусматривают время на проведение зимних и весенних экзаменационных сессий.

Учебный план подготовки инженеров по технологии машиностроения включает изучение фундаментальных, общественных и гуманитарных наук, общеинженерных и специальных дисциплин.

Студенты всех инженерных специальностей в вузе в соответствии с учебными планами должны приобрести глубокие знания в области фундаментальных наук: математики, физики, химии.

Математика играет исключительно важную роль в практической деятельности инженера. Нет ни одной отрасли промышленности, которая не пользовалась бы услугами этой древнейшей науки. Изучая математику, студенты получают знания, необходимые для успешного усвоения других курсов, для подготовки к будущей практической деятельности. Сейчас нельзя представить деятельность крупных предприятий без использования компьютеров. Инженер должен уметь пользоваться компьютером и программными продуктами.

Важное значение в подготовке инженеров-машиностроителей имеет изучение физики. За последние годы физика получила большое развитие, выразившееся в глубоком проникновении в различные области техники. Физика все в большей степени становится теоретической базой техники. Особенно важными для инженера по технологии машиностроения являются такие разделы, как физика твердого тела, физика жидкого состояния, ультразвук и др.

Использование новых материалов, в частности композиционных, успешное ведение современного машиностроительного производства

невозможны без глубоких знаний химии, которые необходимы для глубокого изучения общепромышленных и специальных дисциплин, для будущей практической деятельности.

Следует отметить, что новые технологические процессы в машиностроении основываются на использовании физико-химических и химических процессов: электрохимическое полирование, химический метод обработки, химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей машин и др.

Одним из основных направлений развития научных основ технологии машиностроения считается установление более тесных связей с фундаментальными науками и использование их достижений в практике машиностроительного производства. Можно привести много примеров обработки (магнитно-импульсная, электронно-лучевая и электроэрозионная и др.), показывающих, как такие связи позволили созданию новых методов обработки или способствовали выбору более оптимального решения той или иной технологической проблемы.

К гуманитарным наукам в техническом вузе относят философию, отечественную историю, социологию, культурологию, политологию, иностранный язык. Так, овладение иностранными языками дает возможность шире использовать знания, накопленные человечеством на протяжении веков, и знакомиться в подлинниках с зарубежными научно-техническими достижениями. Знание иностранных языков приобретает особо важное значение в современный период в условиях значительного расширения международных связей.

Цикл общепромышленных дисциплин, изучаемых в вузах, включает теоретическую механику, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, материаловедение, метрологию, стандартизацию и сертификацию, гидравлику, электротехнику и электронику, основы технологии машиностроения и др.

Прогресс в создании новой техники, наиболее совершенных машин и механизмов, новых технологических процессов и оборудования для их осуществления требует знаний в области анализа нагрузок различных элементов механизмов, их структуры и законов движения под действием внешних сил и сил сопротивления, расчета инженерных сооружений на прочность и жесткость. Указанные вопросы рассматривают в курсах «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов». Завершает цикл общепромышленных дисциплин курс «Детали машин и основы конструирования», в котором освещаются методы, правила и нормы расчета деталей исходя из заданных условий их работы в машине, обеспечивающих придание деталям наиболее выгоднейших форм, размеров, выбор необходимых материалов и назначение технических условий изготовления деталей.

Курс «Материаловедение» знакомит студентов с взаимосвязью между структурой и свойствами материалов, применяемых в технике, и дает необходимые сведения для рационального выбора материала деталей машин.

Важным среди общеинженерных курсов, читаемых всем студентам инженерных специальностей машиностроительных вузов, является курс «Метрология, стандартизация и сертификация», в котором излагаются основы учения о взаимозаменяемости и технике измерений и который связывает конструкторские и технологические дисциплины.

Основные законы движения жидкостей рассматривают в курсе «Гидравлика и гидравлические машины». Важность и значение этого курса в подготовке инженеров-машиностроителей в настоящее время возрастает, так как область применения гидравлических передач в машиностроении непрерывно расширяется. Ввиду широкого распространения и усложнения схем электрооборудования всевозможных машин для всех инженерных специальностей важны знания в области электротехники.

К общеинженерным курсам относят «Технологию конструкционных материалов» – комплексную дисциплину, содержащую совокупность знаний о способах получения машиностроительных материалов и средствах их физико-химической обработки с целью придания им свойств и конфигурации, необходимых в машиностроительном производстве. В курсе дают основные сведения о различных отраслях производства: металлургии черных и цветных металлов, литейном производстве, обработке металлов давлением, сварке и резке, обработке резанием, а также о свойствах и обработке неметаллических материалов. Курс «Технология конструкционных материалов» создает технологические основы для выполнения студентами проекта по деталям машин и базу для усвоения специальных инженерных дисциплин.

Специальные дисциплины читают только студентам определенной специальности, где знакомят их с основами теории, расчета, конструирования и эксплуатации машин конкретного назначения, а также с конкретными технологическими процессами, их теорией, расчетом, аппаратным оформлением и др.

По специальности «Технология машиностроения» специальными дисциплинами являются: резание металлов, режущий инструмент, металлорежущие станки, технология машиностроения, автоматизация производственных процессов в машиностроении, технологическая оснастка, проектирование машиностроительных производств, гидропривод станочного оборудования, экономика машиностроительного производства.

Специальные дисциплины имеют тесную связь с фундаментальными и общеинженерными курсами, освещающими на высоком теоретическом уровне научные основы технологии машиностроения, общие принципы

проектирования станков и инструментов и их эксплуатации. Язык инженера в значительной степени является языком чертежа.

Отец отечественной авиации профессор Н.Е. Жуковский говорил, что нельзя быть хорошим инженером, не умея чертить.

Чертеж необходим для изготовления детали. Он дает представление о размерах и форме детали, ее материале, допусках на размеры и др. Сборочные чертежи дают представление о взаимном расположении деталей, их соединении и креплении, об устройстве узла, механизма или машины.

В своей практической деятельности, при разработке конструкции машины и технологии изготовления ее деталей, инженеру приходится выполнять чертежи чаще, чем писать объяснительные записки, чаще читать чертежи, чем соответствующие руководящие материалы и др. Поэтому в вузе необходимо научиться хорошо владеть умением проектировать всевозможные механизмы и быстро читать чертежи машин, приспособлений, инструментов.

Общую геометрическую интуицию и пространственное представление человека в значительной степени расширяет изучение курсов начертательной геометрии и компьютерной графики, выполнение заданий по инженерной графике. Подготовка студентов по черчению способствует развитию у них навыков по чтению чертежей, технике черчения, использованию приспособлений, применяемых при выполнении графических работ в конструкторских бюро и на предприятиях.

По специальности «Технология машиностроения» часть дисциплин студент имеет право выбрать самостоятельно: «Введение в специальность» или «История науки и техники», «Трибология» или «Физические эффекты в машиностроении», «Механика деформируемого твердого тела» или «Математическое моделирование», «Инструментальное обеспечение» или «Системы инструментального обеспечения автоматизированного производства» и другие.

Большую роль в развитии навыков проектирования, самостоятельной творческой работы студентов играет курсовое и дипломное проектирование. Проект состоит из графической части и расчетно-объяснительной записки.

Проектирование способствует закреплению, углублению, обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний для решения конкретной инженерной задачи. В учебных планах установлено 5 – 6 проектов по большинству технических специальностей. Последний проект студента является дипломным, на его основе Государственная аттестационная комиссия решает вопрос о присвоении студенту квалификации инженера.

Чтобы выполнить проект, необходимо овладеть основами пространственного воображения, конструирования и расчета деталей и принципами их сопряжения в машины и механизмы. Нужны знания по технологии, металлорежущим станкам и инструментам, экономике и организации производства. Требуется овладеть навыками по сбору информации и ее использованию при решении инженерных задач. Этим целям отвечают соответствующие дисциплины и практика. К дипломному проекту студент готовится на протяжении всей учебы в институте. В работе над ним студент должен самостоятельно решать инженерные задачи и проявлять свои творческие способности.

Опыт показывает, что наиболее часто оригинальные проекты выполняют студенты, которые в результате глубокого овладения знаниями в избранной области подходят к дипломному проектированию с зародившимися идеями создания новых конструкций или разработки новых технологических процессов.

С наибольшим успехом разрабатывают темы, выдвигаемые непосредственно предприятиями. Реальное дипломное проектирование получило большое развитие в последние годы. Темы таких проектов могут выдвигаться профилирующей кафедрой и соответствовать разрабатываемой ею научной тематике, а также возникать во время пребывания студентов на практике на заводе, работы в конструкторском или технологическом бюро.

Особенно полезными оказываются дипломные проекты по разработке новых перспективных машин и технологических процессов, которые на многие годы определяют направление будущей производственной деятельности выпускника вуза.

В настоящее время в вузах реальные дипломные проекты составляют значительную часть. Подобные проекты успешно защищают на тех предприятиях, для которых они выполняются.

1.3. О творческом овладении знаниями

Быстрое развитие новых научных направлений, глубокое проникновение науки в производство, создание новых отраслей промышленности, непрерывное совершенствование технологии производства и оборудования существенно меняют характер инженерной деятельности - труд инженера становится творческим. Навыки творческой работы необходимо приобрести в процессе обучения в вузе.

Важное место в системе обучения принадлежит лекциям, в которых раскрываются основные положения изучаемого курса. Лекции помогают студентам понять и освоить материал курса.

Многолетний опыт доказывает, что чрезвычайно полезным является конспектирование лекций. Однако нецелесообразно стремиться

записывать все, как можно полнее и подробнее. Конспектировать необходимо лишь существенное: основные положения, их доказательства, важнейшие факты и примеры, приводимые для обоснования положений, выводы, формулы.

Процесс конспектирования помогает сосредоточить внимание на материале лекций: перечитывание конспекта способствует выделению основного, быстрому восстановлению в памяти подробностей. Однако восстановить в памяти подробности лекции по чужому конспекту, естественно, невозможно. Углубленная проработка материала курса требует самостоятельного изучения учебников, учебных пособий, монографий, статей. Учебник является одним из важнейших источников знания.

Развитию творческих способностей у студентов способствуют лабораторные и практические занятия, выполнение индивидуальных заданий. Здесь студенты имеют возможность проявить свои способности при решении конкретных технических задач. Важными условиями эффективности этой работы являются сознательность студентов, прочные накопленные знания, инженерная интуиция и прозорливость, целеустремленность, способность студентов в заданные сроки дать правильное решение.

Опыт показывает, что практика на предприятиях может использоваться для приобретения студентами навыков не только в производственной, но и в научно-исследовательской работе.

Особенно эффективно участие студентов в экспериментальных работах в лаборатории и расчетных и проектно-конструкторских работах.

Тема научного исследования студента может быть определена научным руководителем – преподавателем; студент может быть участником темы, выполняемой сотрудниками кафедры и лаборатории. Однако студент может самостоятельно определить тему творческой работы на основе изучения данной отрасли науки, запросов производства. Но во всех случаях тема исследования должна быть избрана студентом по собственному желанию на основе глубокого интереса и стремления исследовать поставленный вопрос. Студент должен быть искренне увлечен темой предстоящей работы.

Проработка темы начинается со сбора и изучения литературных источников и других материалов. Необходимо знать, что в прошлом сделано по данному вопросу другими исследователями, знать соседние области смежных наук. Результатом разработки имеющихся материалов являются изложение состояния исследуемого вопроса и выявление конкретных научных задач, которые будут разрешаться в исследовании.

На основе собранного фактического материала и теоретической проработки предварительно следует сделать предположение об ожидаемых

закономерностях, связывающих факторы изучаемого явления, т.е. разработать гипотезу, которая служила бы руководящей идеей. Гипотеза должна соответствовать всем фактам, которые явились исходными для ее разработки, и обладать высокой степенью вероятности.

Важный этап исследования – эксперимент – научно поставленный опыт, когда исследователь воспроизводит и наблюдает процесс, регистрирует величины, характеризующие его при задаваемых изменениях влияющих на него факторов. Эксперимент сводится к нахождению зависимости между значениями этих показателей.

При традиционном подходе усилия экспериментатора направлены на изучение влияния одного из факторов на исследуемый процесс при других фиксированных. Последовательное изучение различных сочетаний действующих факторов позволяет сделать определенные выводы о взаимосвязях и общих закономерностях изучаемой системы. Проведение такого однофакторного эксперимента является трудоемким. В связи с этим переход к многофакторному эксперименту является эффективным. В этом случае, используя методы математической теории эксперимента, проводят исследование при одновременном изменении ряда независимых переменных и определяют аналитическое описание изучаемого процесса на основе минимального числа опытов.

Важным научным документом при проведении экспериментов является журнал наблюдений. В нем по заранее разработанной форме тщательно и аккуратно записывают данные эксперимента, все необходимые факторы и обстоятельства, при которых проводился опыт.

Высокая добросовестность, строгость и объективность в оценке и анализе научных данных должны быть неотъемлемыми качествами исследователя.

При проведении опытов необходимо обращать внимание на исправность и тщательность установки аппаратуры. Экспериментатор должен не только ясно представлять теорию действия измерительных приборов и аппаратуры, но и умело создавать необходимые для своего исследования установки.

Весьма существенной частью исследования является обработка результатов экспериментов и их анализ. На первом этапе обработки экспериментальных данных во многих случаях ограничиваются установлением качественной зависимости без установления связи в виде математического уравнения. Для этого полезен графический метод обработки результатов экспериментов, который заключается в построении по опытным данным графика зависимости между исследуемыми величинами. Изучение характера полученных кривых – первый этап обработки данных. Затем находят математические уравнения связей между исследуемыми величинами. На базе анализа полученных зависимостей

выводят суждение о характере влияния различных факторов на процесс и дают научно обоснованные рекомендации о его эффективном применении на практике.

Исследования по техническим наукам, как правило, должны приводить к результатам, которые целесообразно использовать в производстве. Это может быть новый метод расчета машин, технологических процессов, инструментов; новая, более рациональная схема процесса, оборудования, инструмента; научно обоснованный проект новых конструкций машин и механизмов и др.

Получение новых научных результатов – процесс длительный, требующий напряженной творческой работы, использования накопленных знаний для понимания сложных явлений, исканий, размышлений, развития идей, критического анализа полученных данных, пыливости и энтузиазма.

2. Машиностроение – двигатель прогресса

2.1. Краткий очерк развития машиностроения

Машиностроительная промышленность играет важнейшую роль в развитии производительных сил. От степени её развития зависит уровень технической вооруженности всех сфер народного хозяйства. Задача машиностроения – создание новых производительных машин, их выпуск в потребных количествах и требуемого качества при наименьшей себестоимости.

Машины делают люди, которые обладают определенными знаниями и опытом. При этом одно поколение машиностроителей сменяется другим. Постоянно выпускают новые машины, в которых не только обобщают достижения настоящего времени, но и используют опыт прошлого.

Начало развития машиностроения следует искать в глубокой древности исторического развития человеческого общества. Начиная с примитивного орудия, облегчающего труд и увеличивающего его производительность, человек по мере постепенного накопления опыта совершенствовал орудия производства.

Сейчас для обработки отверстия используют сверла и сверлильные станки. В древности бамбуковую трубочку, кость попеременным движением ладоней вращали вперед и назад. Такой процесс сверления был малопродуктивным и утомительным. На помощь пришел лук. Его тетиву закручивали вокруг примитивного сверлящего инструмента. Затем «сверло» устанавливали на место будущего отверстия в изделии и прижимали к нему. При перемещении лука от себя и к себе «сверло» начинало вращаться то в одну, то в другую сторону. На основе этого принципа еще в эпоху неолита были изобретены стационарные сверлильные установки. По существу это были станки с деревянной

станиной, рычажным нагрузочным устройством на инструмент и лучковым приводом (рис.2.1).



Рис. 2.1. Сверлильный станок периода неолита

Спустя несколько тысяч лет появились токарные станки с лучковым приводом вращения заготовки. Их существенным недостатком было то, что заготовка вращалась то по часовой, то против часовой стрелки. Такие станки применялись до начала XVII века.

Преимущества токарных станков с непрерывным вращением заготовки были настолько очевидны, что к концу XVII – началу следующего века были созданы такие станки. Токарный станок имел вначале деревянную, а к середине XVII века металлическую станину, кривошипный ножной привод, маховик – шкив с ременной передачей, центра для установки заготовки и упорную планку для резца (рис.2.2). В некоторых случаях в качестве двигателя для привода станка могли использовать водяные колеса, ветряные мельницы и мускульную силу животных. Одним из недостатков подобных станков является то, что в процессе обработки резец держали в руках и перемещали его в направлениях в соответствии с формой обрабатываемой поверхности. Требовалось устройство, которое высвобождало руки рабочего от необходимости удерживать инструмент при обработке.

Такое устройство получило название суппорт. В России изобретателем суппорта был талантливый механик А.К.Нартов. Им был построен в 1729 г. токарно-копировальный станок с суппортом. Однако прошло еще немало лет до тех пор, пока в 1794 г. английский механик Генри Модсли не сконструировал работоспособный токарный станок на станине из чугуна с самоходным суппортом. С появлением суппорта инструмент стал частью станка, превратился из орудия ручного труда в орудие механизированного. Его зажимали в суппорте, который воспроизводил рабочие движения, ранее выполнявшиеся вручную (рис.2.3, б).

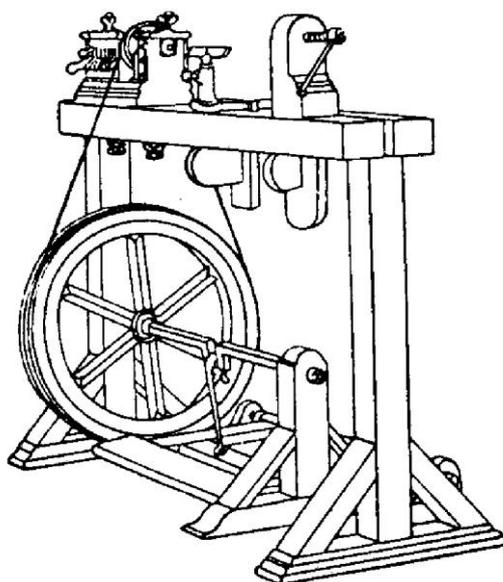


Рис. 2.2. Токарный станок с кривошипным приводом и маховиком

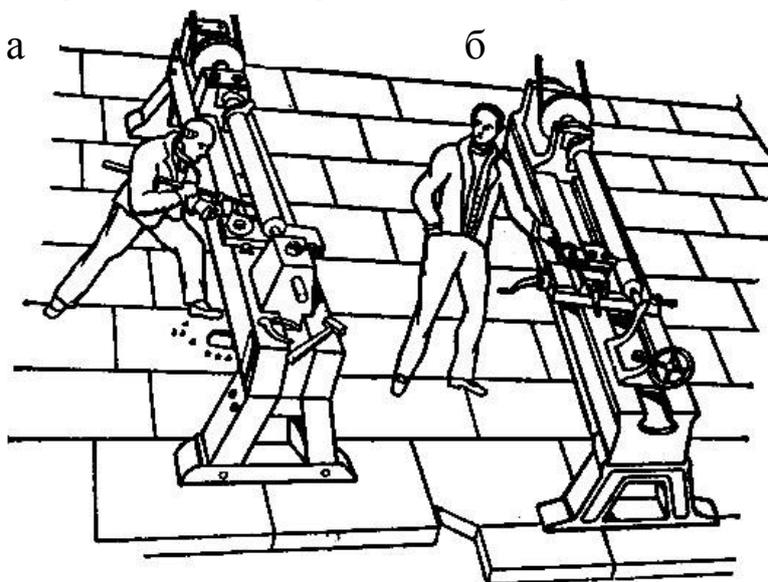


Рис. 2.3. Работа на токарном станке без суппорта и с суппортом.
Рекламный рисунок конца XVII века

Внедрение станков и машинных инструментов позволило вывести мощность орудий труда далеко за пределы физических возможностей человека. Если ранее рабочий-ремесленник держал инструмент в руках и не мог в силу физических особенностей развивать большие усилия, то применение машин сняло эти ограничения.

Рабочими машинами являются не только металлорежущие станки, но и ткацкий станок, швейная машина, кузнечно-прессовое оборудование, прокатные станы и прочее.

Однако металлорежущие станки занимают среди них особое место, т.к. с помощью станков создают другие машины, включая и сами станки.

Под влиянием расширяющихся потребностей производства различных деталей машин непрерывно изменяют и совершенствуют металлорежущие станки.

Станки с приводом за счет мускульной энергии человека не позволяли изменять частоту вращения обрабатываемой заготовки. Изобретение паровой машины привело к возможности применения в станке такого механизма, как коробка скоростей, представляющая собой многоступенчатый шкив, установленный на шпинделе станка. При этом использовали групповой привод от паровой машины через трансмиссионный вал и контрприводы (рис.2.4).

В XIX веке были сделаны важные изобретения, которые привели к созданию электрических двигателей переменного тока и их использованию в качестве привода станка. Первоначально электродвигатель лишь заменял паровую машину у трансмиссии, а принцип группового привода был сохранен (рис.2.5, а).

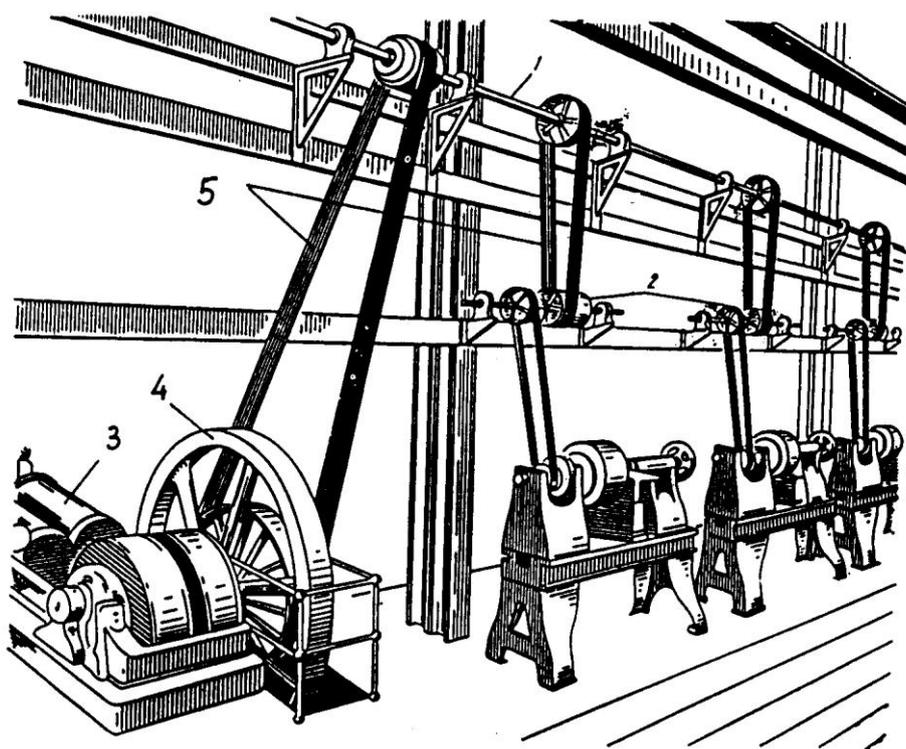


Рис. 2.4. Схема группового привода:

1 – трансмиссионный вал; 2 – контрприводы; 3 – паровая машина;
4 – маховик; 5 – ремень

Механическая передача от электродвигателя к станку через трансмиссию и ряд ременных передач связана с большими потерями электроэнергии. Кроме того, подобные устройства занимали много места,

ремни часто соскакивали со шкивов, а в случае неполадок узлов трансмиссионного вала приходилось его останавливать для ремонта и, следовательно, останавливать все станки. По этим причинам групповой привод постепенно был вытеснен индивидуальным централизованным, при котором электродвигатель работает только на один станок (рис.2.5, б), а затем произошло расчленение индивидуального привода на многомоторный (рис.2.5, в, г, д). В подобном устройстве отдельные узлы станка имеют свой индивидуальный привод.

Применение в станках компактных и мощных электродвигателей позволило расширить диапазон частот вращения обрабатываемой заготовки или инструмента, увеличить количество подач. Были созданы коробки скоростей и подач с механическим регулированием скорости (рис.2.6). Принцип работы коробки скоростей одинаков во всех конструкциях токарно-винторезных станков вплоть до станков нового поколения с числовым программным управлением (ЧПУ).

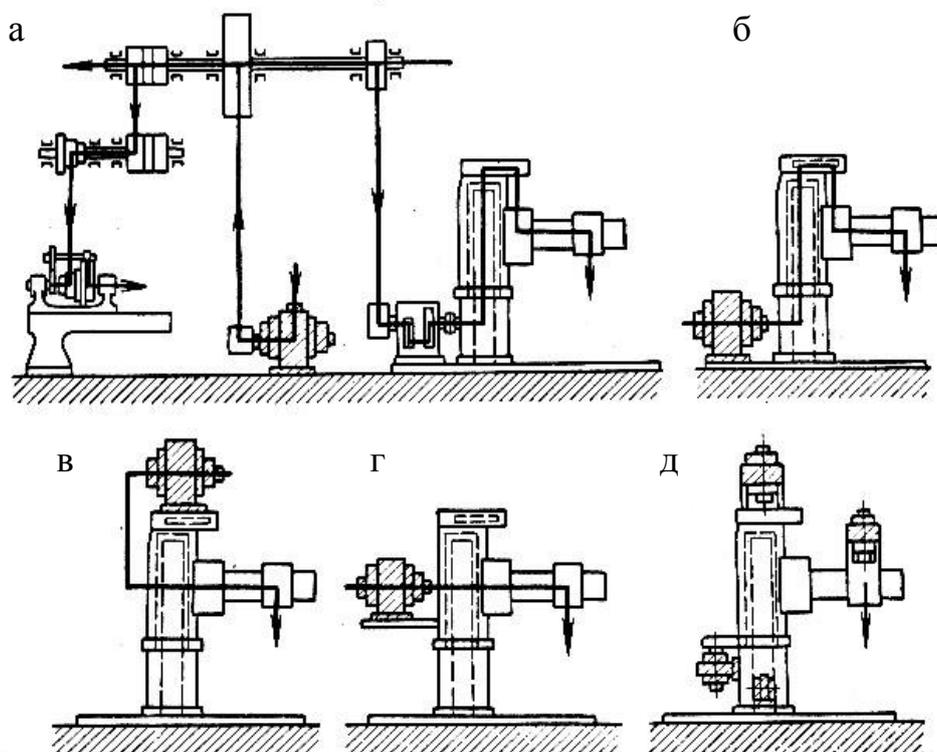


Рис. 2.5. Схема развития электрического привода радиально-сверлильного станка

Коробка скоростей и шпиндель сообщают заготовке главное движение и подачу при выбранной глубине резания. Заготовку зажимают в кулачковом патроне, который крепят к фланцу шпинделя. Вращение от электродвигателя 1 через временную передачу 2 и муфту включения 3 передается на вал 5. Блок из трех шестерен 7, 8, 9, расположенный на валу 5, с помощью реечной передачи связан с рукояткой 17. Она вводит блок

шестерен в зацепление с зубчатым колесом 4 (или 10, или 11), жестко закрепленным на валу 6. Колеса 4 и 12 сопряжены соответственно с колесами 15 и 16, которые передают крутящий момент шпинделю через зубчатую муфту 14, соединенную с рукояткой 18. Если муфта передвинута вправо, то шпиндель получает вращение через зубчатое колесо 16, а если влево – через зубчатое колесо 15. Таким образом, коробка скоростей обеспечивает шесть ступеней частоты вращения шпинделя.

Электрические приводы с механическими передачами позволили поднять мощности станков и обеспечить рост производительности труда. Примером могут служить тяжелые токарные станки, резцы которых могут снимать стружку сечением до 120 мм^2 , что соответствует нагрузке на резец порядка 15 - 20 тс. Сечение державки такого резца доходит до $80 \times 100 \text{ мм}$, а длина - до 800 мм. Изготавливают протяжные станки с тяговым усилием 100 тс, карусельные станки высотой с трехэтажный дом.

Недостаток такого способа регулирования скорости – дискретность (ступенчатость) изменения частоты вращения или подачи.

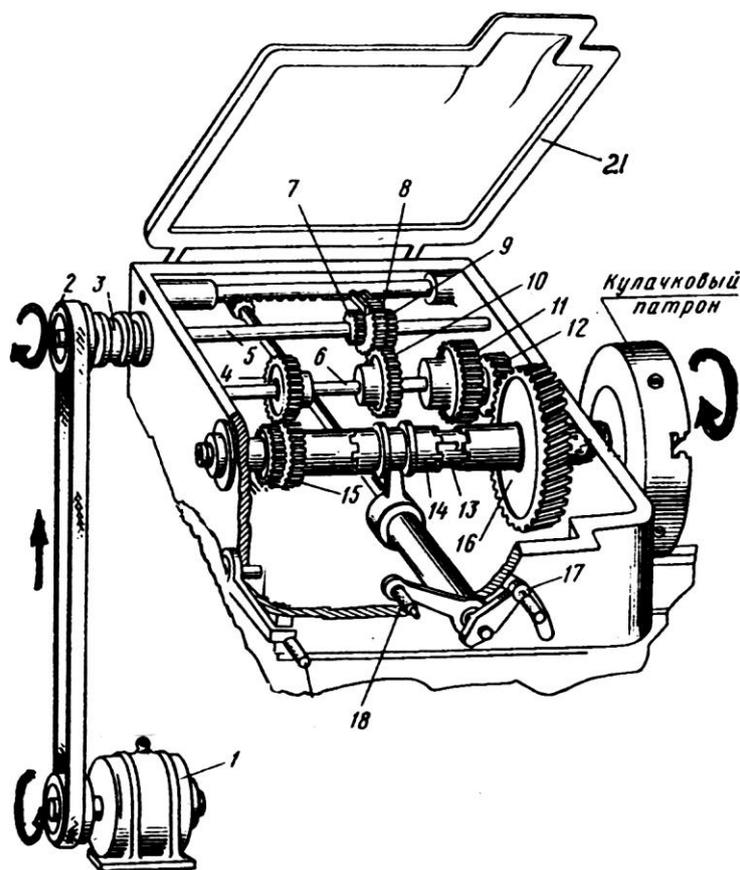


Рис. 2.6. Коробка скоростей токарного станка

В станках с ЧПУ привод главного движения строится на основе регулируемого привода – двигателя постоянного тока в сочетании с двумя, а иногда и более ступенчатыми переборными группами зубчатых передач.

В приводах подач станков с ЧПУ в основном используют регулируемые электроприводы.

Указанные электродвигатели приводов главного движения и подач станков с ЧПУ не только являются источниками движения, но и обеспечивают бесступенчатое регулирование скорости движения исполнительных органов.

При обработке заготовок используют режущий инструмент – та часть металлорежущего станка, которая последовательно изменяет форму обрабатываемой детали, например сверло, резец, фреза и т.д. Инструмент оказывает огромное революционизирующее значение на машиностроение. Он не может рассматриваться как некий механический придаток к станку. Наоборот, на ряде многих примеров можно видеть, что усовершенствование инструмента, создание новых видов неизменно влечет за собой новые конструкции станков.

Изобретение таких инструментов, как червяная зуборезная фреза, зуборезный долбяк, шевер, зуборезная головка для конических колес с круговым зубом и т.п. послужило причиной появления специальных зуборезных станков. Однако это не означает, что инструмент развивается сам по себе без влияния на него со стороны станка или метода обработки. Успех обработки может быть достигнут лишь при условии, когда три фактора – станок, инструмент, технологический процесс – составляют неразрывное целое. Инструментальное производство тесно связано с развитием машиностроения и металлообработки. В странах с широко развитым машиностроением одновременно наиболее развита и инструментальная промышленность.

Прогрессивными тенденциями развития металлорежущих станков и инструментов являются разработка и использование новых инструментальных материалов, позволяющие увеличивать скорости резания и соответственно повышать производительность труда.

До начала XX в. основным инструментальным материалом была углеродистая инструментальная сталь. Инструменты, изготовленные из этого материала, работали со скоростями резания 5 – 10 м/мин. Последующее развитие инструментальных материалов привело к появлению быстрорежущей стали. Инструменты из быстрорежущей стали позволили повысить скорости резания до 30 – 40 м/мин. Подобное повышение скорости резания не могло не отразиться на конструкции металлорежущих станков, которые стали более жесткими и массивными.

Дальнейшее влияние на прогресс машиностроения оказало применение в качестве материала режущих инструментов твердых сплавов. Твердые сплавы для резания металлов впервые демонстрировались на Лейпцигской промышленной выставке в 1927 г. В

первый период распространения твердые сплавы успешно применялись при обработке чугуна. При обработке стали твердые сплавы особенно широко начали применять в годы Великой Отечественной войны и послевоенный период, что позволило повысить скорости резания в 6 – 10 раз по сравнению со скоростями инструментов из быстрорежущей стали.

Применение твердосплавных инструментов и повышение скоростей резания резко сократили время, затрачиваемое на осуществление непосредственно процесса обработки. В этих условиях время вспомогательных процессов (установка и закрепление заготовки, снятие детали, управление станком) стало оказывать большое влияние на производительность труда. Например, на одном из заводов при токарной обработке детали быстрорежущими резцами машинное время равнялось 9,6 мин, а вспомогательное – 5 мин. Внедрение скоростного резания позволило повысить скорость резания в 10 раз и сократить машинное время до 1 мин. В результате, в течение 8 часов токарь должен был сам физически трудиться 400 мин, а станок – только 80 мин, т.е. простое повышение скорости резания путем внедрения твердосплавных инструментов превращает работу на станке почти в сплошной ручной труд. Необходимость резкого увеличения производительности труда заставляет обратить внимание на возможности сокращения вспомогательного времени (на закрепление и съем детали, пуск станка, его подналадку и т.п.).

Наиболее эффективным средством, обеспечивающим сокращение вспомогательного времени, является автоматизация производства, где все функции станочника заменяют техническими средствами, созданными на основе достижений науки. Переход к автоматизации стал возможным в результате разработки и освоения производства автоматов и полуавтоматов, поточных и автоматических линий.

Режущие инструменты работают в сложных условиях: высоких контактных напряжениях и температуре, активных физико-химических процессах. Это приводит к интенсивному изнашиванию контактных площадок режущей части инструмента и быстрой потере им работоспособности.

Работоспособность инструмента может быть повышена за счет изменения поверхностных свойств его контактных площадок. Изменение поверхностного слоя достигается за счет диффузии различных элементов из внешней среды на поверхность режущей части инструмента.

В настоящее время одним из эффективных методов повышения стойкости металлорежущего инструмента является нанесение тонких (3 ...10 мкм) износостойких покрытий: карбида вольфрама (WC), карбида титана (TiC), нитрида титана (TiN), окиси алюминия (Al_2O_3) и др. Применение покрытий повышает стойкость инструмента в 1,4 ...5 раз.

2.2. Развитие науки в области машиностроения

На первых ступенях развития человеческого общества процесс производства требовал ограниченного объема знаний и опыта и заключался в основном в собирании рецептов. В период машинного производства наука становится необходимым условием его развития.

Наука в области машиностроения развивается по двум направлениям: разработка теории проектирования машин; разработка проблем их изготовления.

Первое направление заключается в исследовании деталей, узлов и натуральных испытаниях машин и конструкций. В результате исследований и обобщения их опыта создается научная теория основ проектирования машин.

Второе направление науки в области машиностроения создает теоретические основы отдельных производств: литейного, обработки давлением, механообработки, термической обработки и т.д.

Основателем школы отечественного машиностроения был механик, создатель многих станков и машин А.К.Нартов (1693 – 1756). В своем труде «Ясное зрелище машин» он обобщил опыт того времени в конструировании и технологии изготовления инструментов, станков и других машин.

В 1807 г. профессор Московского университета И. Двигубский издал книгу «Начальные основания технологии, или краткое описание работ, на заводах и фабриках производимых», в которой так же, как и А.К.Нартов, обобщил опыт технологии производства машин на предприятиях.

Первые экспериментальные и теоретические исследования процесса резания выполнены профессором И.А.Тиме. Им разработана теория стружкообразования при резании, дано математическое описание этого процесса. Основы теории резания он изложил в монографии «Сопротивление металлов и дерева резанию», опубликованной в 1870 г.

И.А.Тиме по праву можно считать основоположником в технологии машиностроения. Он создал первый капитальный труд «Основы машиностроения, организация машиностроительных фабрик в техническом и экономическом отношении и производство в них работ», вышедший в 1885 г. в трех томах.

Русские ученые: П.А.Афанасьев, А.В.Гадолин, К.А.Зворыкин, Я.Г.Усачев в 1880 -1890 гг. продолжили исследования И.А.Тиме, сделали дальнейший шаг в развитии науки о резании металлов, заложили основы теории металлорежущих станков. Так, в 1876 г. академик А.В.Гадолин опубликовал работу «О переменах скоростей вращения шпинделя в токарных и сверлильных станках», где была изложена теория построения

рядов чисел оборотов в геометрической прогрессии. Эта теория принята станкостроителями всего мира, и ею пользуются поныне.

Труд профессора А.Г. Гавриленко (1861 – 1914 гг.) «Технология металлов» долгие годы был основным при обучении нескольких поколений русских инженеров, так как здесь обобщен опыт и даны основы технологии машиностроения.

Наследие русских ученых оказало определяющее влияние на дальнейшее развитие науки в области резания, станков и инструментов, технологии машиностроения. До Великой Отечественной войны в нашей стране на основе науки и техники были созданы целые отрасли машиностроения: авто-, тракторо-, авиа-, станкостроение, построены новые крупные заводы и реконструированы старые. На предприятиях осваивалось производство новых машин, появились новые обрабатываемые материалы, такие как легированные стали, ковкий чугун, легкие сплавы. В связи с этим возникало большое количество практических и теоретических вопросов, касающихся процесса резания, что потребовало расширения научно-исследовательских работ в области резания металлов. Создаются научные лаборатории на заводах (ЗИС, ГАЗ и др.) и отраслевые научно-исследовательские институты.

Этими институтами совместно с предприятиями была проделана большая работа по обобщению результатов исследований, созданию нормативных материалов для расчета режущего инструмента, режимов резания металлорежущих станков, разработки технологических процессов.

Строительство большого количества новых заводов создало необходимость подготовки большого числа инженеров, техников и квалифицированных рабочих. Для этого была значительно увеличена сеть высших учебных заведений и техникумов.

В эти годы в учебные программы вузов нашей страны включают такие дисциплины, как «Резание металлов», «Проектирование режущих инструментов», «Технология автомобилестроения», «Технология тракторостроения», «Технология станкостроения».

В последующие годы на основе обобщения опыта работы машиностроительных предприятий и исследований научно-исследовательских институтов был создан ряд трудов, послуживших базой для новой дисциплины «Технология машиностроения».

В послевоенные годы в машиностроении началось освоение новых турбин, двигателей, химических аппаратов, атомных реакторов, ракетно-космической техники. Все эти машины работают в критических условиях: высокие или низкие температуры, агрессивные среды и т.д. В связи с этим возникла необходимость обработки деталей из новых, жаропрочных, нержавеющей, эрозионно-стойких, немагнитных, тугоплавких и других специальных сталей и сплавов. Эти стали и сплавы, как правило, обладали

не только низкой обрабатываемостью, но и требовали нового подхода к выбору рациональных условий обработки. Усложнение задач, возникающих перед наукой, потребовало дальнейшего развития комплексных методов исследования.

Для повышения научного уровня исследований большое значение имело использование достижений смежных наук: теории пластичности, теории упругости, теории теплопередачи, физики и химии, рентгеноструктурного анализа. Существенную роль сыграло и использование новой аппаратуры, такой как электронный микроскоп и вычислительной техники.

Выполненные исследования явились источником научного обоснования методов и средств обработки приведенных выше сталей и сплавов, усовершенствования инструментальных материалов, разработки смазочно-охлаждающих жидкостей, конструкций станков и приспособлений.

Фундаментальные исследования в области физики высоких давлений позволили решить проблему синтеза сверхтвердых материалов: алмаза и кубического нитрида бора (эльбора), и в середине 60-х годов прошлого столетия организовать производство разнообразных инструментов из этих материалов (как абразивных, так и лезвийных).

Высокие затраты на производство сверхтвердых материалов стали причиной исследований определения оптимальных условий эксплуатации режущих инструментов и оборудования, с помощью чего изысканы те области, в которых обработка инструментом из сверхтвердых материалов является достаточно эффективной и экономически целесообразной. Установлено, что алмазные абразивные инструменты (шлифовальные круги) целесообразно использовать на операциях заточки твердосплавного инструмента и шлифовании деталей из твердого сплава.

Абразивный инструмент из эльбора из-за высокой стоимости получил применение, в основном, при окончательном шлифовании и заточке инструмента из быстрорежущих сталей.

Лезвийные инструменты на основе синтетического алмаза используют при обработке титановых, высококремнистых алюминиевых сплавов, стеклопластиков и пластмасс, твердых сплавов. На основе кубического нитрида бора для производства лезвийного инструмента созданы материалы, получившие название «композит». Эффективной областью применения инструментов из композитов является тонкое и чистовое точение, фрезерование без ударов деталей из закаленной стали твердостью 55 ... 70 HRC и чугунов любой твердости.

2.3. Производственная структура

машиностроительного предприятия

Конечной целью деятельности предприятия является выпуск конкурентоспособной продукции, т.е. изделий необходимого качества при минимальных затратах живого и овеществленного труда. Для этого на предприятии осуществляется производственный процесс, состоящий из основного, вспомогательного и обслуживающего процессов.

Результат основного процесса – выпуск товарной продукции, т.е. изделий, предназначенных для реализации (поставки). Основной производственный процесс обычно состоит из трех стадий: заготовительной, обрабатывающей и сборочно-доводочной.

На заготовительной стадии создаются заготовки методами литья, обработки давлением, резкой сортового проката.

На стадии обработки происходит изменение форм, размеров, шероховатости и физико-механических свойств заготовок, в результате чего получаем детали требуемого качества. Превращение заготовок в детали осуществляют обработкой различными методами: механическим, термическим, физико-химическим, светолучевым и др.

Сборочная стадия завершает основной производственный процесс и заключается в получении готовых изделий, их обкатке и испытании на соответствие параметров собранного изделия техническим требованиям на него.

Под вспомогательными процессами понимают процессы изготовления изделий вспомогательного производства. В машиностроении к ним относят: изготовление и ремонт оборудования; ремонт зданий и сооружений; изготовление и ремонт технологического оснащения; изготовление экспериментальных образцов машин.

Некоторые вспомогательные процессы (например, изготовление технологического оснащения) также могут состоять из заготовительной, обрабатывающей и сборочной стадий.

К обслуживающим процессам относят такие, которые связаны с обслуживанием основных и вспомогательных процессов, а именно: складские, транспортные, процессы обеспечения всеми видами энергии (электрической, сжатым воздухом, горючими газами, тепловой и т.п.).

Производственный процесс состоит из технологических процессов, заключающихся в последовательной смене состояния предмета производства. Технологические процессы на машиностроительном предприятии происходят в его цехах, которые подразделяют на основные (осуществление основного производственного процесса), вспомогательные (обеспечение технического обслуживания основных цехов), обслуживающие (хозяйственное обслуживание основных и вспомогательных цехов).

Иногда вместо термина «обслуживающие цеха» используют термин «устройства завода» (складские устройства, транспортные, энергетические и т.д.).

Схема производственной структуры предприятия представлена на рис. 2.7.

Основные цеха в соответствии со стадиями основного производственного процесса подразделяют:

на заготовительные: литейные (чугунолитейные, сталелитейные, цветное литье), кузнечные (кузнечно-штамповые, кузнечно-прессовые, прессовые раскройно-заготовительные);

обрабатывающие (организованы по технологическому признаку): механические, металлоконструкций, термические, металлопокрытий (гальванические), окрасочные и деревообрабатывающие;

сборочные: узловая и общая сборка с участками или станциями обкатки и испытаний;

Вспомогательные цеха входят в состав вспомогательного производства предприятия и выполняют функцию технического обеспечения основного производства. К ним можно отнести инструментальные, ремонтно-механические, энергоремонтные, модельные (для изготовления деревянных моделей), экспериментальные цеха.

К обслуживающим относят цеха и устройства, выполняющие функции хозяйственного и частично технического обслуживания предприятия, перечень которых приведен ниже.

Складские устройства:

1. Склад металла.
2. Склад полуфабрикатов, изделий смежных производств, принадлежностей и различных материалов, иногда называемый главным магазином.
3. Центральный инструментальный склад (ЦИС) для хранения инструментов и выдачи его для пополнения цеховых инструментальных складов.
4. Склад шихтовых и формовочных материалов.
5. Склад готовых изделий с упаковочной и экспедицией; при производстве крупных изделий такой склад не создается, упаковочная и экспедиция в этом случае устраиваются при сборочном цехе.
6. Склад топлива.
7. Склад горючих, смазочных и химических материалов.
8. Склад древесины (круглого леса и пиломатериалов).
9. Склад моделей (устраивают в отапливаемом здании, в котором поддерживают температуру 10 – 15⁰С).

Транспортные устройства:

1. Рельсовая сеть, путевые устройства, подвижной состав, депо для тепловозов, мотовозов, электровозов.

2. Гаражи для моторных и электрических аккумуляторных тележек с зарядными станциями.

3. Гараж для автомобильного транспорта.

4. Подвесные пути, подъемно-транспортные устройства на открытых дворах, железнодорожные и крановые эстакады, благоустроенные дороги для безрельсового транспорта.

Энергетические устройства:

1. Электростанция, теплоэлектроцентраль – для крупных заводов, отопительная станция (котельная); в случае получения электрической энергии от районной станции или другого предприятия вместо силовой станции устраивают понизительную подстанцию и трансформаторную при цехах.

2. Компрессорные установки – для получения сжатого воздуха, потребителями которого являются почти все цеха: в механических и сборочных цехах сжатый воздух используют для пневматического зажимного инструмента, испытания собираемых изделий, удаления стружки в процессе обработки, для пневматических подъемников; в литейных цехах – для работы литейных машин, дробеструйных аппаратов, для пневматических зубил и обдувки форм; в кузнечных цехах – для пневматических молотов и удаления окалины; в окрасочных цехах – для окраски распыливанием и т.д.



Рис. 2.7. Структура машиностроительного предприятия

Целесообразно иметь центральную компрессорную установку, которая снабжает сжатым воздухом всех заводских потребителей. Устройство отдельных компрессорных установок в цехах оправдывается только при значительной удаленности потребляющих цехов от центральной установки или в случае весьма большого потребления сжатого воздуха отдельными цехами.

3. Газогенераторная установка – для получения из различных видов топлива газа, необходимого для отопления производственных печей (кузнечных, термических и др.). В качестве топлива, генерируемого в газ, могут применяться каменный уголь (преимущественно малой теплотворной способности), торф, дрова, древесные отходы в зависимости от наличия их в данной местности. Применение газа для производственных печей весьма рационально благодаря техническим и экономическим его преимуществам.

4. Электросеть, паропроводы, газопроводы, воздухопроводы, нефтепроводы.

Санитарно-технические устройства: отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация, сооружения для них, насосные и очистные станции, водохранилища, водонапорные башни.

Общезаводские устройства:

1. Центральная лаборатория с отделениями для механических испытаний, химического анализа, металлографического и рентгеновского исследований. Филиалы лаборатории устраиваются при литейных, термических и других цехах.

2. Технологическая лаборатория для исследования в области резания металлов и других видов обработки.

3. Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) с контрольно-поверенными пунктами в цехах.

4. Главная контора (заводоуправление), где размещаются дирекция, техническая, административно-финансовая, снабженческая и хозяйственная части.

5. Проходная контора с отделениями для табельной, бюро выдачи пропусков, отдела найма рабочей силы (он может быть и при главной конторе, и отдельно), для охраны и т.п.

6. Пожарное депо с помещениями для пожарного персонала.

7. Заводские учебные учреждения (школа, курсы, техникум, филиал втуза).

8. Медицинский пункт, амбулатория, поликлиника.

9. Здание общественных организаций (помещения для общественных организаций и главная контора могут находиться в одном здании).

10. Столовая.

11. Связь – телефонная станция, телеграф, радиоузел, телевизионные установки и т.д.

12. Сторожевые пункты.

3. Способы производства заготовок деталей машин

3.1. Получение литых заготовок

Литейное производство является одним из широко распространенных в машиностроении способов получения заготовок. Методом литья можно изготовить изделия весьма сложной конфигурации, которые при помощи других способов получить трудно или невозможно. В современном машиностроении около 60% заготовок для деталей машин производят методом литья.

В процессе литья инструментом, создающим конфигурацию получаемой заготовки, является форма, в которую заливают жидкий металл для затвердевания. Размер форм соответствует требуемым размерам заготовки. Часто изготавливают земляные формы. На рис. 3.1 представлена схема получения отливки втулки 1 в разовые песчано-глинистые формы. Для изготовления формы необходима деревянная модель 2, выполняемая разъемной для устройства формовки по плоскости, проходящей через ось симметрии. Выступы а, называемые стержневыми знаками, служат для образования в форме опорных отпечатков А, в которые вкладывают стержень 3. Последний представляет цилиндр, равный по размеру диаметру отверстия будущей заготовки втулки, изготовленной из стержневой смеси в стержневом ящике 4. Литейную форму 5 собирают из двух половинок – верхней В и нижней Н, изготовленных в двух металлических опоках – приспособлениях для удержания формовочной смеси. В собранной форме получают полость, соответствующую конфигурации отливаемой заготовки.

Жидкий металл, получаемый в плавильных печах, заливают в полость формы через каналы литниковой системы 6. После затвердевания металла в форме и последующей выбивки имеем отливку 7 с литниковой системой.

Способ литья в песчаные формы имеет недостатки: форму используют только один раз, отливки получают малой точности, с большими припусками на обработку. Припуск – слой металла, удаляемый с заготовки при обработке резанием (снятием стружки). Для устранения указанных недостатков разработаны прогрессивные способы литья: в металлические формы, центробежный, под давлением, в оболочковые формы и др.

Литье в металлические формы (кокили) (рис.3.2) получило широкое применение, так как при этом достигается повышенная точность размеров, снижается шероховатость поверхности, улучшается качество металла, устраняется необходимость приготовления формовочной смеси, появляется возможность многократного применения форм. Так, при производстве алюминиевых отливок массой до 1 кг стальные кокили выдерживают до 50 тыс. заливок, чугунные кокили для отливок из чугуна – до 5 тыс. заливок.

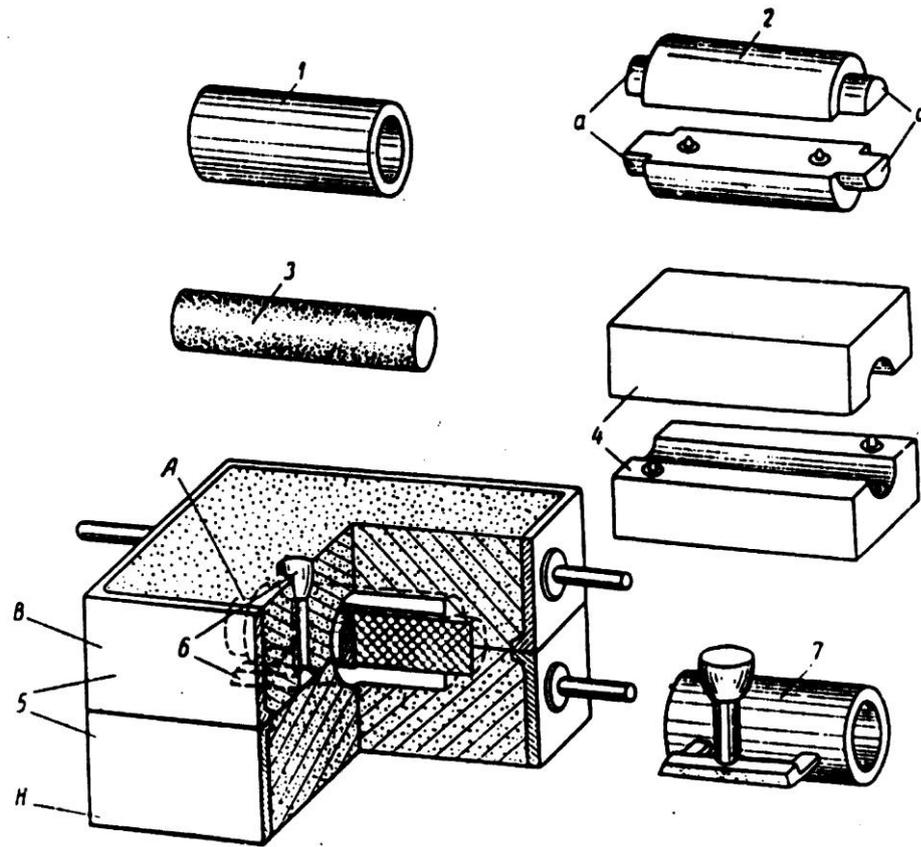


Рис. 3.1. Схема процесса получения отливки в разовых формах

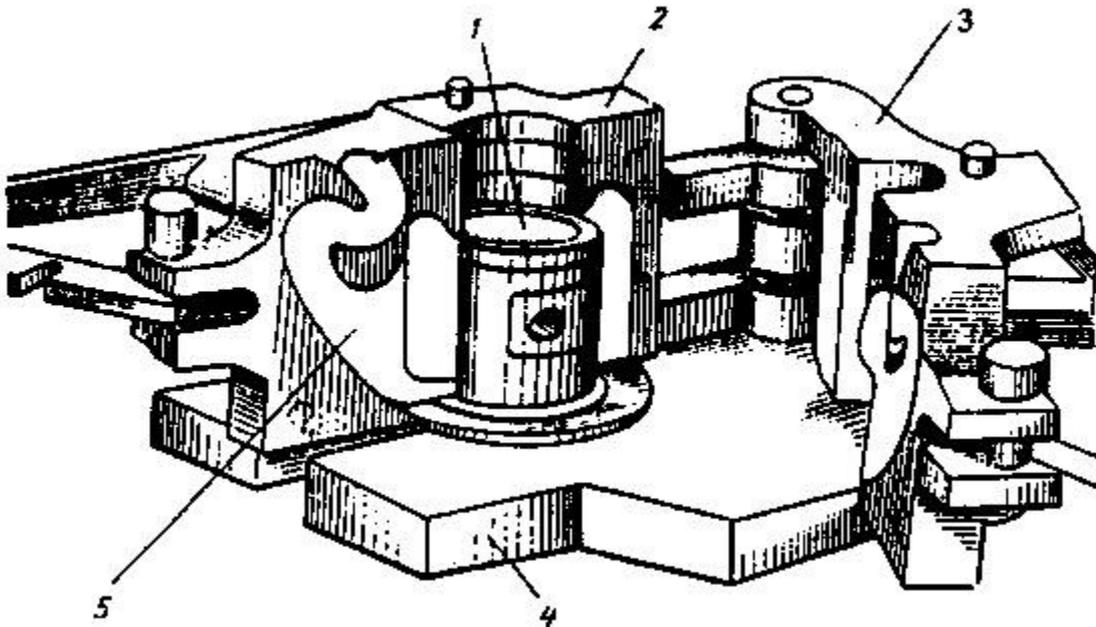


Рис. 3.2. Металлическая форма для изготовления поршня
 1- отливка, 2 – полуформа неподвижная, 3 – полуформа подвижная,
 4 – поддон, 5 – литниковая система

Центробежный способ литья заключается в заливке металла в форму, вращающуюся вокруг горизонтальной или вертикальной оси. В результате центробежных сил металл отбрасывается к периферийной части формы, и при этом образуется пустотелая отливка.

При литье под давлением металлическую форму заполняют жидким металлом под давлением поршня или сжатого воздуха. Обычно заготовки, отлитые под давлением, почти не нуждаются в дальнейшей механической обработке и имеют повышенную прочность.

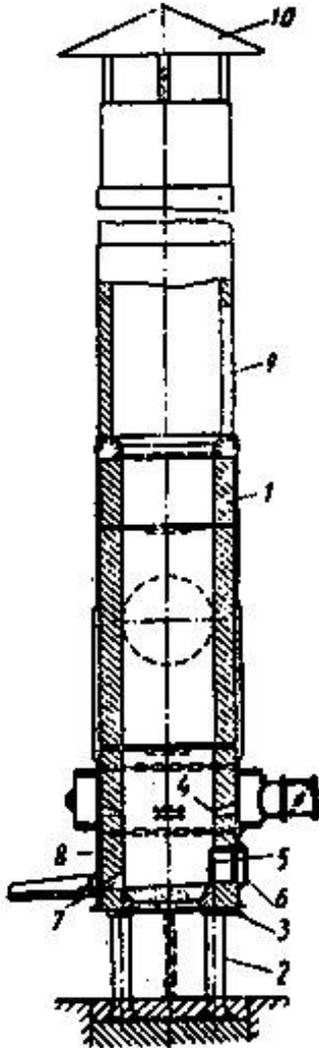


Рис. 3.3. Схема устройства вагранки

На днище набивают под или лещадь из формовочной смеси. На некоторой высоте над подом в шахте устроены отверстия 4 – фурмы, через которые подается воздух для горения топлива.

Нижняя часть печи от лещади до фурм называется горном и служит приемником для расплавленного металла и шлака. В горне предусмотрено окно 5, дающее возможность набивать лещадь и разжигать вагранку.

Литье в оболочковые формы заключается в том, что подогретую до $200 - 250^{\circ}\text{C}$ модель засыпают формовочной смесью, состоящей из 92 – 95% мелкого кварцевого песка и 5 – 8% бакелитового порошка. Вокруг модели быстро образуется оболочка (толщиной 6 – 8 мм) расплавленной песчано-бакелитовой массы. Оболочку вместе с моделью выдерживают 1 мин в печи при $300 - 350^{\circ}\text{C}$, в результате чего она приобретает необходимую прочность. Образуется полуформа, которую соединяют струбцинами или скобами с аналогичной полуформой. Для заливки металла формы собирают вертикально или горизонтально по несколько десятков штук. Заготовки, отлитые в такие формы, отличаются высокой точностью и малой шероховатостью поверхности.

Сталь, чугун и цветные сплавы плавят в различного рода плавильных агрегатах (печах).

Чугунное литье. Основным плавильным агрегатом для плавки чугуна является шахтная печь – вагранка. Шахта 1 (рис. 3.3) состоит из стального кожуха, футерованного внутри огнеупорным кирпичом.

Шахту устанавливают на опорных колоннах 2, несущих подовую плиту 3, являющуюся днищем вагранки.

На время плавки окно закладывают кирпичом и закрывают крышкой 6. Отверстие 7 служит для выпуска чугуна, отверстие 8 – для шлака.

Загрузку металлической шихты и топлива (кокс) производят через колошниковое окно 9. Вагранка заканчивается трубой, снабженной искрогасителем 10.

Плавку чугуна можно проводить и в электрических индукционных печах.

Стальное литье. В сталелитейном производстве в качестве плавильных агрегатов используют электрические дуговые и индукционные печи повышенной частоты.

При плавке в дуговых электропечах источником теплоты является электрическая дуга, возникающая между металлической шихтой и графитовыми электродами 1 (рис.3.4), к которым подводится электрический ток. Применение таких печей обеспечивает высокую температуру расплава, снижение угара химических элементов в составе получаемой стали, низкое содержание серы и фосфора, содержание которых в металле нежелательно.

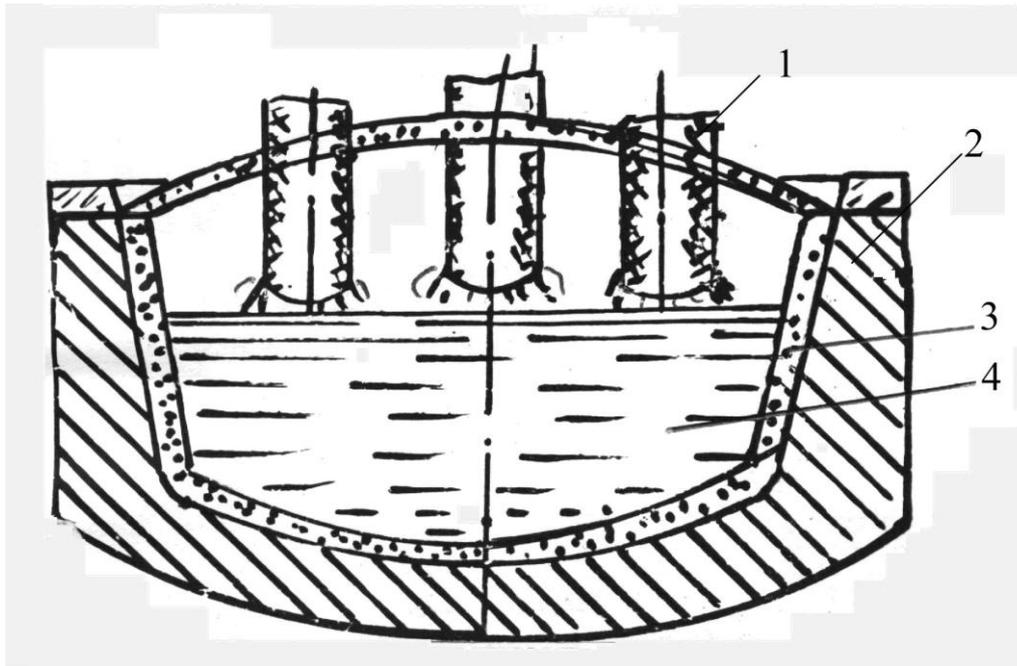


Рис. 3.4. Схема электрической дуговой печи трехфазного тока:
1 – электроды; 2 – корпус; 3 – футеровка; 4 – расплавленный металл

Плавка стали (как и чугуна) в индукционных высокочастотных печах (рис.3.5) обеспечивает нагрев металла до высоких температур (до 1600°C), регулирование состава газовой атмосферы, создание вакуума для получения металла высокого качества. Шихту 1 размещают в тигле 2, выполненном из огнеупорного спеченного материала. Нагрев происходит при пропускании тока высокой частоты (ВЧ) через медный водоохлаждаемый индуктор 3. При прохождении тока ВЧ по индуктору наводятся вихревые токи, выделяется большое количество тепловой

энергии, расплавляющей шихту и нагревающей расплав до требуемой температуры.

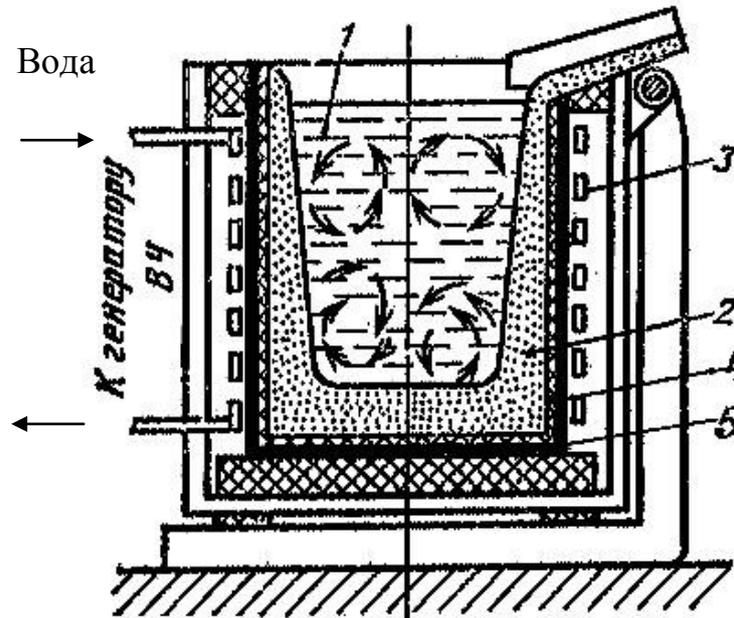


Рис. 3.5. Схема устройства индукционной электрической плавильной печи:

- 1 – расплавленный металл; 2 – тигель; 3 – индуктор;
4 – теплоизоляция; 5 – кожух печи

Для плавления цветных сплавов используют индукционные печи промышленной частоты.

Литье как метод получения заготовок имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами формообразования. Но тем не менее имеет и недостатки: крупнокристаллическое строение металла, химическая неоднородность состава, недостаточная плотность.

3.2. Получение заготовок обработкой давлением

Обработка давлением основана на использовании пластичности металлов, под которой понимают способность металлов изменять свою форму без разрушения под влиянием внешних сил. Обработкой давлением можно получать заготовки с высокими прочностными свойствами. Улучшение механических свойств металлов при такой обработке позволит повысить воспринимаемость нагрузки деталями, выполненными из этих заготовок.

Основными способами обработки металлов давлением, используемыми при производстве заготовок на машиностроительном предприятии, являются (рис. 3.6): прессование, свободная ковка, горячая объемная штамповка, листовая штамповка.

Прессование осуществляют выдавливанием металла из замкнутого пространства, например цилиндра через отверстие; при этом металл будет

принимать форму прутка с профилем, соответствующим сечению отверстия (рис.3.7). Прессование может происходить как в холодном, так и горячем состоянии заготовок из цветных сплавов и сталей с использованием гидравлических прессов усилием до 10000 т.

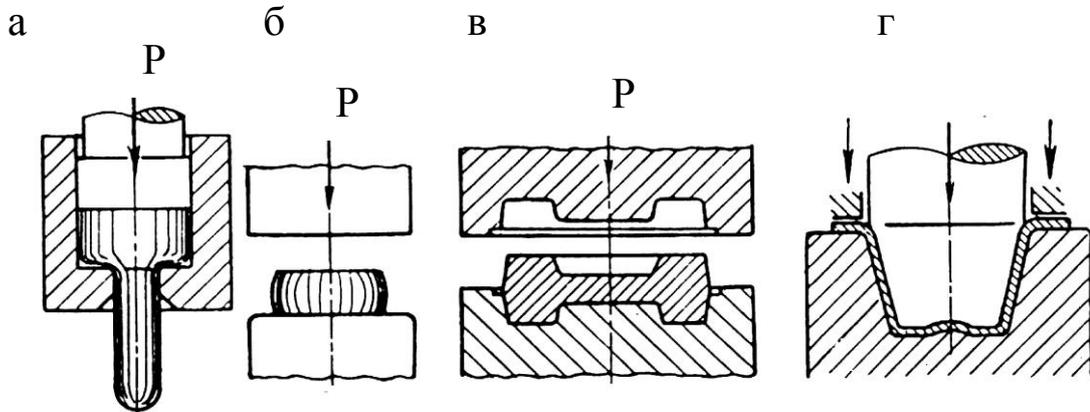


Рис. 3.6. Способы получения заготовок обработкой давлением:
 а – прессование; б – свободная ковка; в – горячая
 объемная штамповка; г – холодная листовая штамповка

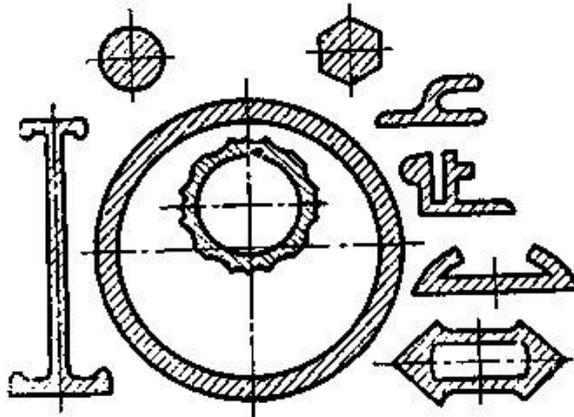


Рис. 3.7. Профили заготовок, производимых прессованием

Прессованные заготовки значительно превосходят по точности размеры заготовок, полученные другими методами. Кроме того, прессованием можно получить сложные профили, каких нельзя изготовить другими способами.

Свободная ковка. Свободной ковкой называют процесс, при котором формообразование заготовок происходит под действием ударов бойка молота или нажимом бойка пресса. Деформируемый металл, нагретый до ковочных температур, неограниченно течет во все стороны в пространстве между бойками, принимая форму, приближающуюся к упрощенному очертанию детали. Заготовки, полученные свободной ковкой, могут иметь вес от нескольких сот граммов до 200 - 300 т.

На рис. 3.8 представлен общий вид ковочного гидравлического прессы. Гидравлический пресс – машина статического действия, обеспечивающая скорость деформирования $V_g \leq 0,3$ м/с. Усиление для деформирования металла создается рабочей жидкостью под давлением 20-30 МПа, поступающей поочередно в рабочий цилиндр 1, в который входит плунжер 2 и возвратные 4 соответственно для опускания траверсы 5 с верхним бойком и подъема рабочих частей прессы. Обрабатываемая заготовка размещается на нижнем бойке 6.

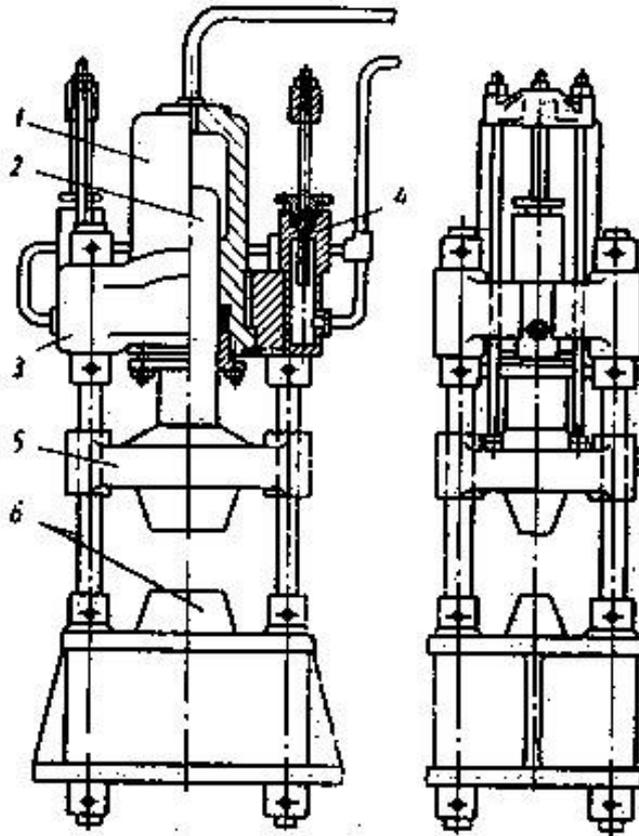


Рис. 3.8. Гидравлический ковочный пресс.

Заготовки, полученные свободной ковкой, имеют большие припуски, требуют значительных затрат на последующую механическую обработку, и их применяют в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Горячая объемная штамповка. Штамповка позволяет получить более точные по форме заготовки с меньшими затратами времени и средств на последующую механическую обработку по сравнению с заготовками, полученными свободной ковкой. При штамповке заготовки получают в штампах – инструментах, имеющих полости, называемые ручьями, формы которых соответствуют требуемой конфигурации. Стенки ручья штампа допускают течение деформируемого металла только в определенном направлении и до определенных размеров.

Штамп состоит из двух частей (рис.3.9): неподвижная 1 закрепляется на столе штамповочного пресса или молота, подвижная 2 – на ползуне. Нагретая заготовка 3 помещается в ручей неподвижной части штампа (рис.3.9,а) при постепенном нажатии или ударе подвижной (верхней) частью штампа, заполняет ручей (рис.3.9,б).

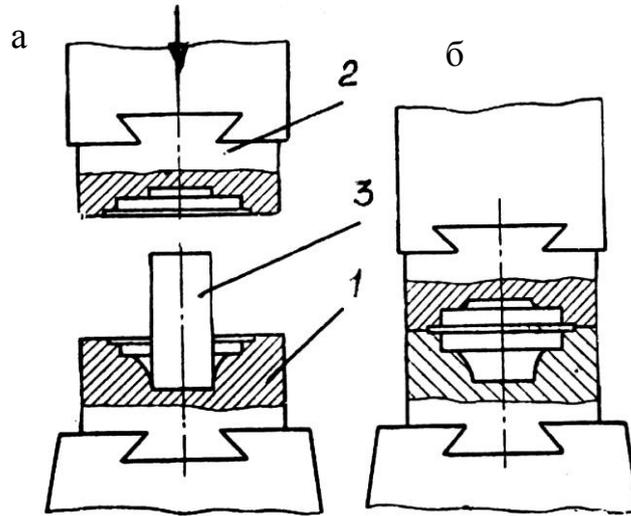


Рис. 3.9. Одноручевой штамп для горячей штамповки

Примеры заготовок, полученных горячей объемной штамповкой, представлены на рис. 3.10.

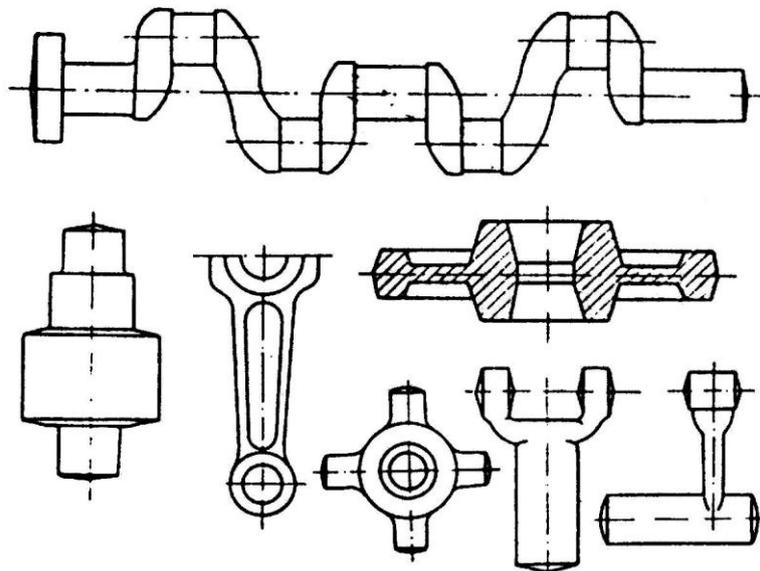


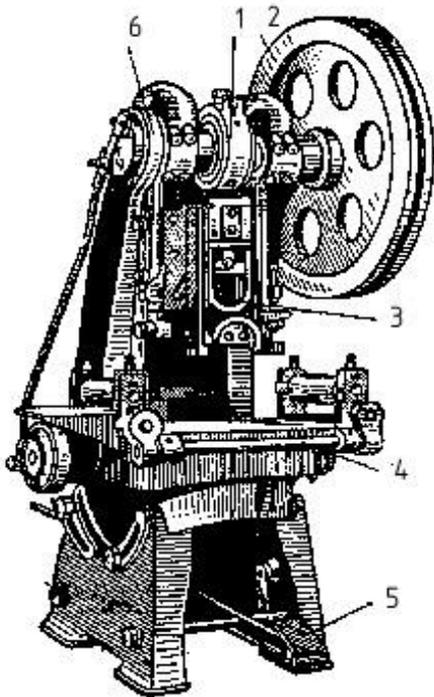
Рис. 3.10. Штамповки

Холодная листовая штамповка. Листовую штамповку применяют при производстве заготовок из листа, полосы, ленты. Далее из штампованных заготовок сваркой получают металлоконструкции: стрелы,

ходовые и поворотные рамы экскаваторов, кузова легковых автомашин, корпуса морских судов и т.п.

Штамповку выполняют на прессах (рис. 3.11) с установленными на них штампами.

Такие прессы имеют кривошипный вал с шатуном 1. На один конец кривошипного вала устанавливают маховик 2, вращаемый от электродвигателя с помощью ременной передачи. Шатун 1 передает возвратно-поступательное движение ползуну 3 пресса. На столе 4 устанавливают штамп. Для управления прессом служит педаль 5. Быструю остановку кривошипно-шатунного механизма прессы осуществляют тормозом 6.



Основными рабочими частями штампа являются пуансон и матрица. Пуансон вдавливают в деформируемый материал и совместно с матрицей формируют конфигурацию заготовки.

Операции листовой штамповки: разделительные, при которых одна часть металла отделяется от листа или полосы; формоизменяющие, в результате которых деформируемая часть металла изменяет свои формы и размеры.

Примеры операций листовой штамповки приведены на рис. 3.12.

Рис. 3.11. Двустоечный кривошипный пресс

Разделительные операции:

отрезка – отделение части металла на листовых (рис.3.12,а) или дисковых (рис.3.12,б) ножницах;

вырубка (рис.3.12,в) – отделение заготовки с замкнутым контуром и некоторые другие.

Формоизменяющие операции:

гибка (рис.3.12,г) – изгиб одной или нескольких частей заготовки;

вытяжка – штамповка из плоской заготовки полого изделия

(рис.3.12,д) или из большего меньшего (рис.3.12,е) и т.п.

Находят применение новые методы листовой штамповки: штамповка резиной (рис.3.13,а), гидравлическая (рис.3.13,б) и взрывом (рис.3.14).

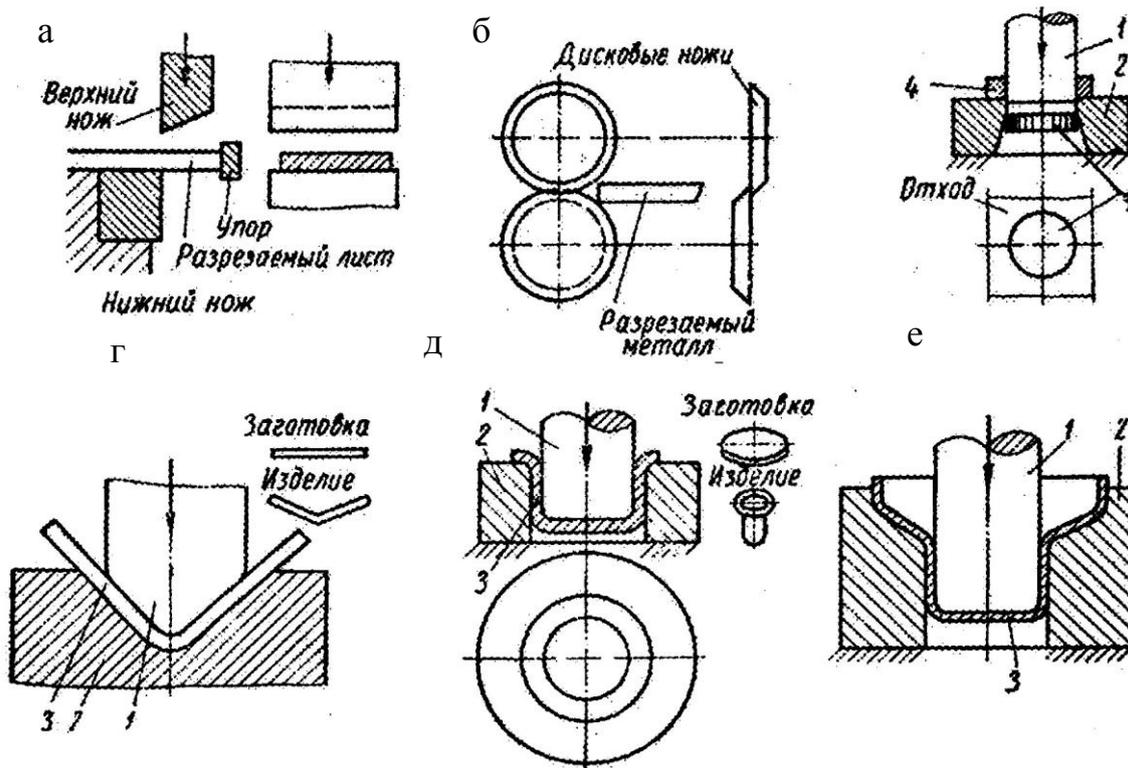


Рис. 3.12. Операции листовой штамповки:
1 – пуансоны; 2 – матрица; 3 – изделие; 4 – отход

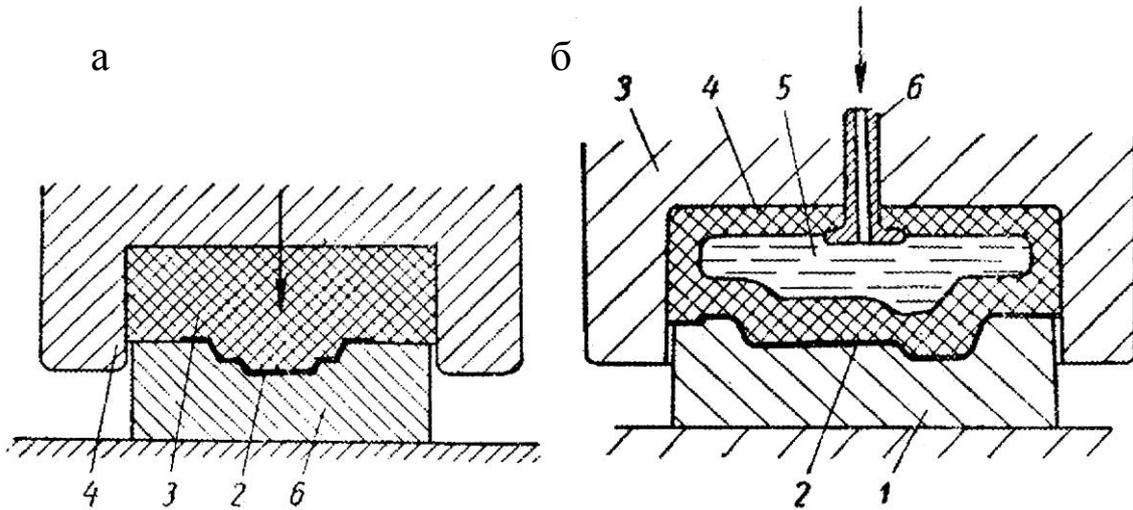


Рис. 3.13. Холодная листовая штамповка:
резиной (а): 2 – изделие (заготовка); 3 – резиновая подушка; 4 – стальная обойма;
6 – металлическая матрица;
гидравлическая (б): 1 – матрица; 2 – заготовка; 3 – обойма; 4 – резиновый мешок;
5 – рабочая жидкость; 6 – трубка для подвода жидкости

Штамповка резиной получила применение в серийном и мелкосерийном производстве для изготовления изделий из тонколистового материала. В этом случае из металла изготавливают только одну часть

штампа – пуансон или матрицу, вторая часть заменяется массивной резиновой подушкой. Надавливая на металл в процессе штамповки, подушка заставляет принимать форму пуансона или матрицы.

При гидравлической штамповке в большинстве случаев изготавливают только металлическую матрицу. Заготовка принимает форму матрицы под давлением жидкости, которая обычно заключается в резиновый мешок.

Для штамповки в этих случаях применяются гидравлические прессы.

Штамповку взрывом производят в сосуде с водой, куда помещают матрицу штампа, штампуемую заготовку и взрывчатое вещество. В дне матрицы имеется канал для создания в ней вакуума. При взрыве возникает гидравлический удар, который обеспечивает заданное формообразование заготовки (рис.3.14).

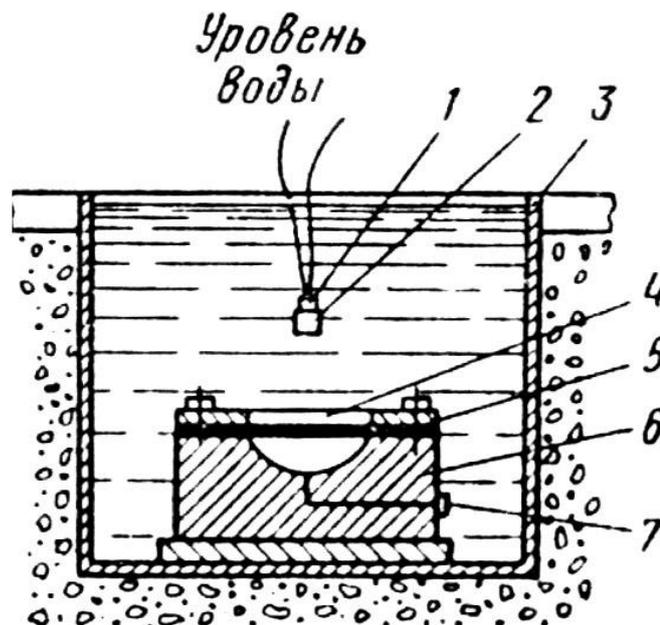


Рис. 3.14. Штамповка взрывом:

- 1 – детонатор; 2 – взрывчатое вещество; 3 – резервуар с водой;
4 – заготовка; 5 – прижимная планка; 6 – матрица;
7 – место присоединения вакуум-насоса

Кроме бризантных взрывчатых веществ в качестве энергоносителей можно использовать порохи, газовые смеси, а также искровой или импульсный разряды, создающие ударную волну, которая оказывает давление на заготовку и деформирует её по форме матрицы.

3.3. Производство заготовок из порошковых материалов

Технология производства заготовок методами порошковой металлургии включает в себя этапы: получение металлических порошков, формообразование заготовок, их спекание и механическая обработка.

Детали, полученные из таких материалов, обладают высокой плотностью и прочностью, приближающейся к прочности и плотности деталей, изготовленных из проката или литья.

Промышленность выпускает порошки железа, меди, никеля, кобальта, серебра, вольфрама, титана и других материалов.

Формообразование представляет собой процесс получения из порошка полуфабриката заготовок определенных формы и размеров, обладающих прочностью, достаточной для извлечения из пресс-форм. Формообразование, как правило, осуществляют с приложением внешних сил (давления). Наибольшее распространение получили процессы статического, гидростатического, вибропрессования. Самое широкое применение находит способ статического прессования, что связано с простотой процесса и возможностью его механизации и автоматизации.

Статическое прессование представляет собой процесс уплотнения порошковой массы, насыпанной в пресс-форму (рис.3.15).

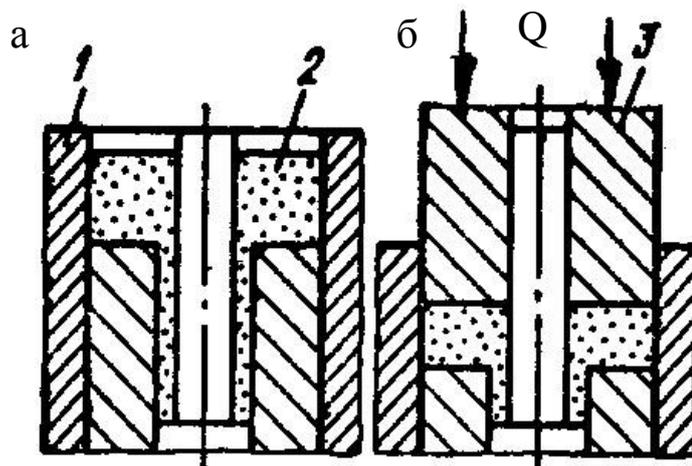


Рис.3.15. Схема статического прессования:

- (а) – заполнение пресс-формы 1 порошком 2;
- (б) – уплотнение порошка пуансоном 3

Для обеспечения требуемых механических свойств после прессования заготовку спекают. Этот процесс, как правило, осуществляют в среде защитного газа или вакууме, что предохраняет частицы порошка от окисления при нагреве. Температура при спекании заготовок на железной основе составляет 1000° - 1200° С, а цветных металлов – 700° – 800° С.

Далее заготовки, если это требуется, обрабатывают теми же методами, что и полученные литьем или обработкой давлением.

3.4. Получение заготовок из проката

В машиностроении для изготовления гладких и ступенчатых валов с небольшим перепадом диаметров ступеней, втулок, стаканов, фланцев и подобных деталей, а также в качестве исходной заготовки под ковку и штамповку широко используют прокат круглого, квадратного, шестигранного сечений. На предприятие прокат поступает в виде прутков длиной 6 ...9 м. Далее производят резку заготовок на необходимую длину, используя различное металлорежущее оборудование. Полученные заготовки (порезки) отправляют в цеха для их дальнейшей обработки.

4. Нормирование точности в машиностроении

Любую деталь в машиностроении изготавливают по чертежу, на котором указана точность изготовления каждого её элемента.

Точность – это степень приближения значения того или иного параметра к его заданному значению. На рабочем чертеже детали должны быть указаны параметры точности:

- размеров;
- формы поверхности;
- относительного расположения поверхностей;
- по шероховатости поверхности.

Нормирование точности позволяет решить вопрос взаимозаменяемости – изготовления деталей и последующей сборки из них узлов и машин без дополнительной обработки (пригонки) этих деталей.

В 1856 г. один из участников проходившего в Лондоне Международного съезда деятелей промышленности поставил вопрос о необходимости обеспечения того, чтобы любая нормальная свеча соответствовала гнезду подсвечника без подстругивания свечи или обертывания её бумагой.

Сегодня цоколь электролампочки, купленной в любом месте земного шара, можно ввернуть в патрон независимо от того, в какой стране он был изготовлен.

Характерным признаком современного машиностроения является производство взаимозаменяемых деталей машин, т.е. деталей машин, изготовленных с заранее заданными размерами и предусмотренной точностью. Такие детали можно собирать в работоспособные узлы и механизмы без дополнительной обработки и подгонки. Взаимозаменяемость позволяет изготовить узлы одной и той же машины на различных заводах, специализировать производство и достигать высоких технико-экономических показателей.

4.1. Предельные отклонения и допуски размера

Абсолютно точно изготовить деталь невозможно. В этом случае взаимозаменяемость деталей обеспечивают тем, что их размеры задают в определенных границах, т.е. указывают не один размер, а два – наибольший предельный и наименьший предельный. Разность между ними называют допуском размера, характеризующего точность изготовления детали.

Основной размер, заданный конструктором машины исходя из функционального назначения в ней детали и служащий началом отсчета отклонений, называют номинальным. Действительные размеры, полученные после обработки, отличаются от номинального. Деталь будет годной и взаимозаменяемость обеспечена при сборке, если действительный размер её не будет больше наибольшего предельного и меньше наименьшего предельного размеров.

На рис. 4.1. показаны схемы размеров и допусков цилиндрической поверхности шейки вала.

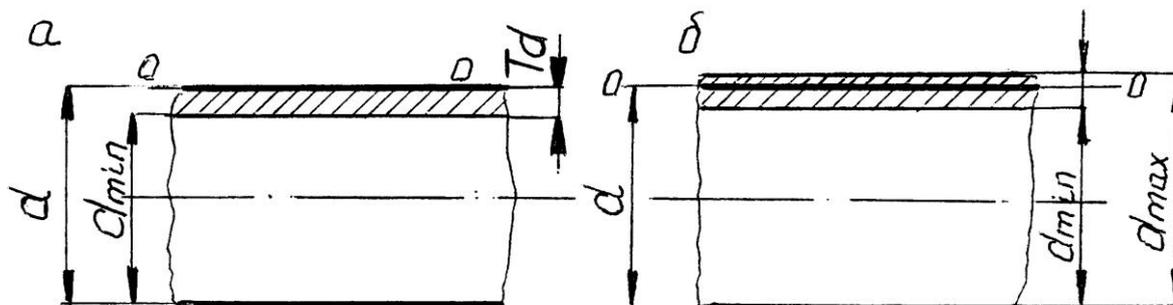


Рис. 4.1. Допуски на обработку:

(а) d – номинальный размер вала. Наибольший предельный размер совпадает с номинальным $d_{\max} = d$; минимальный предельный размер - d_{\min} . Допуск размера $T_d = d_{\max} - d_{\min}$;

(б) – наибольший предельный размер d_{\max} не совпадает с номинальным размером d .

Разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называют верхним отклонением es ; $es = d_{\max} - d$; разность между наименьшим предельным и номинальным размерами – нижним отклонением ei ; $ei = d_{\min} - d$; линию $0 - 0$, соответствующую номинальному размеру, – нулевой линией.

4.2. Посадки и степени точности

Соединения двух деталей могут быть подвижными или неподвижными. В первом случае между сопрягаемыми поверхностями деталей должен быть зазор, во втором – натяг.

Посадка – характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. В зависимости от сложности относительного перемещения сопрягаемых деталей или степени

сопротивления их взаимному перемещению посадки разделяют на 3 типа: с зазором, натягом и переходные.

Ту или иную посадку можно получить как за счет изменения размеров вала, так и за счет изменения размеров отверстия. Систему, в которой различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений валов, а предельные размеры отверстия остаются неизменными, называют системой отверстия (рис. 4.2,а).

В системе вала, наоборот, предельные размеры вала сохраняют постоянными и различные посадки обеспечивают за счет изменения размеров отверстия (рис. 4.2,б).

В машиностроении, в основном, применяют систему отверстия по экономическим соображениям.

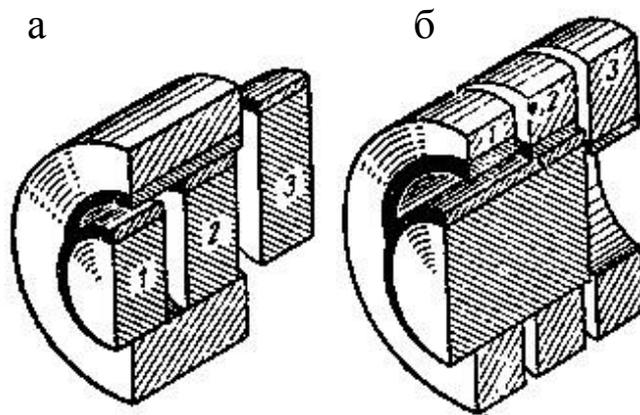


Рис.4.2. Посадки: (а) – в системе отверстия; (б) – в системе вала;
1-2 – подвижные; 3 – неподвижные

В Единой системе допусков и посадок (ЕСДП) установлено по 28 условных обозначений полей допусков для отверстия и вала (табл.4.1).

Поле допуска в ЕСДП обозначают основным отклонением и номером качества, например: для вала – h6, g8, p7, а для отверстия – H6, F8 или JS6.

Набор полей допусков отверстий и валов больше, чем это практически необходимо, поэтому можно обойтись гораздо меньшим набором. В стандарты введены так называемые предпочтительные поля допусков (табл.4.2).

В практической деятельности необходимо всегда стремиться к использованию предпочтительных полей допусков, что будет способствовать повышению экономической эффективности производства, так как только для этих полей допусков предусмотрен выпуск различных видов обрабатывающих и измерительных инструментов.

Величина допуска характеризует степень точности изготовления деталей. Точность является важнейшей характеристикой их качества.

Таблица 4.1. Обозначения основных отклонений отверстий и валов для посадок системы ИСО

Отвер- стия	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J _s	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
Валы	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	i _s	i	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Для посадок с зазором												Для переходных посадок				Для посадок с натягом												
Увеличение зазоров ←												Увеличение натягов →																

Таблица 4.2. Предпочтительные поля допусков

Квалитет точности	Валы	Отверстия
6	g6, h6, js6, k6, n6, p6, r6, s6	-
7	f7 h7	H7, JS7, K7, N7, P7
8	e8 h8	F8, H8
9	d9 h9	E9, H9
11	d11 h11	H11

Степени точности в ЕСДП названы квалитетами – ступенями градации значений допусков системы. Допуски в каждом квалитете возрастают с увеличением номинальных размеров. В ЕСДП установлено 20 квалитетов точности от 01 до 20. Квалитеты с 5 по 13 предназначены для сопрягаемых поверхностей деталей машин, с 14 по 20 – для несопрягаемых. В машиностроении для размеров точных сопрягаемых поверхностей наиболее часто используют 7-й и 8-й квалитеты. Допуски размеров в квалитетах обозначают буквами IT с числовым значением квалитета: IT7, IT8, IT12 и т.д.

Квалитет точности поверхности детали устанавливается конструктором и достигается в процессе окончательной обработки этой поверхности. В таблице 4.3 приведены методы финишной обработки деталей для обеспечения 7, 8, 12 и 13 квалитетов точности.

Таблица 4.3. Соответствие квалитетов точности методам обработки поверхностей

Квалитет точности	Методы обработки
IT7	Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое протягивание, развертывание двумя развертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой
IT8	Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной - двумя развертками, шлифование, хонингование, обкатывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение
IT12 IT13	Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холодная штамповка в вырубных штампах, рассверливание

4.3. Точность формы поверхности

Поверхности детали должны иметь заданную номинальную геометрическую форму (плоскость, цилиндр, конус, сферу и т.д.). Допускаемые искажения формы по сравнению с номинальной представляют требования к точности формы. Допускаемые отклонения формы должны находиться в заданных пределах (рис.4.3).



Рис.4.3. Искажение формы цилиндра после обработки

Нормируемые отклонения формы и их условные обозначения на рабочем чертеже детали представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Условные обозначения отклонений

Вид отклонения формы	Условное обозначение
Отклонение от прямолинейности	
Отклонение от плоскостности	
Отклонение от круглости	
Отклонение от цилиндричности	
Отклонение профиля продольного сечения	

На чертеже указывают условное обозначение того или иного вида отклонения формы и его численное значение.

4.4. Точность расположения поверхностей

Изготовить деталь так, чтобы её поверхности были расположены абсолютно точно относительно друг друга, невозможно. Поэтому возникает необходимость нормировать требования к точности взаимного их расположения.

Отклонением расположения называют отклонение реального расположения рассматриваемой поверхности от номинального.

Нормируют семь видов отклонения расположения, условные обозначения которых указаны в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Условные знаки отклонения расположения

Наименование нормируемого параметра	Условное обозначение
Отклонение от параллельности	//
Отклонение от перпендикулярности	⊥
Отклонение наклона	∠
Отклонение от соосности	◎
Отклонение от симметричности	≡
Позиционное отклонение	⊕
Отклонение от пересечения осей	×

4.5. Шероховатость поверхностей

При обработке деталей невозможно получить идеально ровную поверхность. В результате вибраций, неоднородности обрабатываемого материала заготовки, шероховатости режущей кромки инструмента и подачи на обработанной поверхности остаются неровности.

Степень шероховатости оказывает большое влияние на усталостную прочность детали, износостойкость сопрягаемых поверхностей, их антикоррозионные свойства.

Шероховатостью поверхности называют совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, рассматриваемых в пределах участка, длина которого равна базовой длине.

Параметрами шероховатости являются R_a – среднее арифметическое отклонение профиля в пределах базовой длины и R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – это среднее арифметическое абсолютных значений отклонений в пределах базовой длины (рис.4.4):

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

где l – базовая длина, n – число выбранных точек профиля на базовой длине.

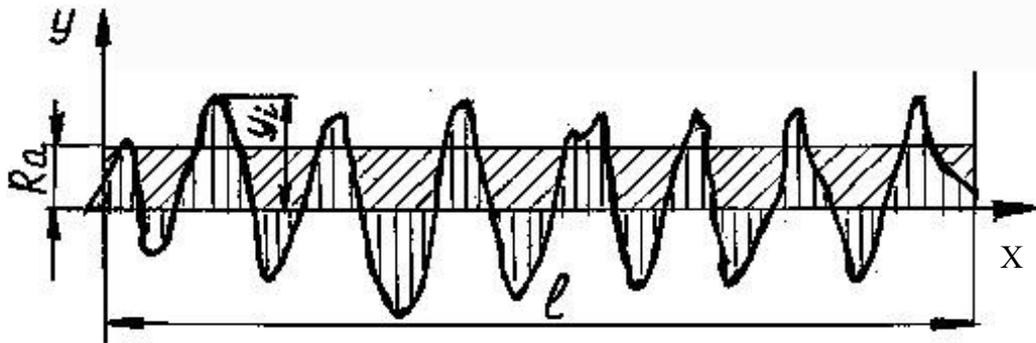


Рис. 4.4. Среднее арифметическое отклонение профиля R_a

Параметр R_a нормируют значениями от 0,008 до 100 мкм. Этот параметр геометрически интерпретируют высотой прямоугольника, построенного на базовой длине и равновеликого по площади фигуры, очерченной профилем неровностей и его средней линией (на рис.4.4 прямоугольник заштрихован).

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z – это сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины (рис.4.5):

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right),$$

где y_{pi} – высота i -го наибольшего профиля выступа, y_{vi} – глубина i -й наибольшей впадины профиля.

Параметр R_z нормируется значениями от 0,025 до 1600 мкм.

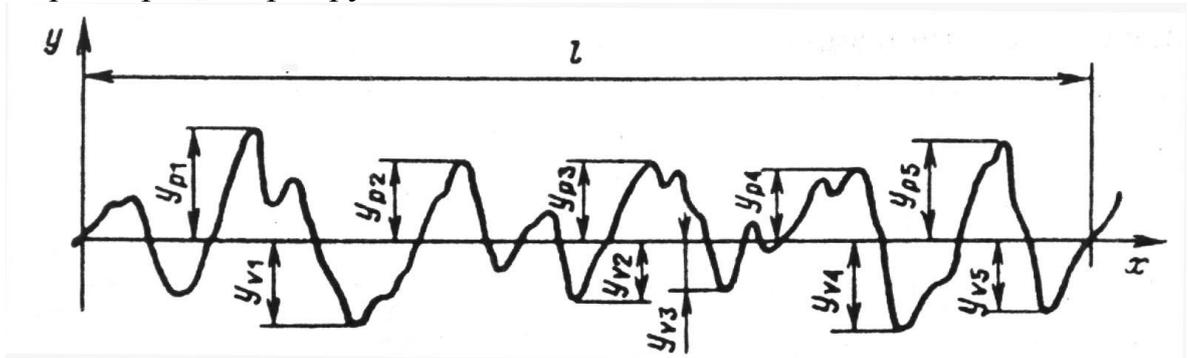


Рис. 4.5. Высота неровностей профиля по десяти точкам (R_z)

Весь приведенный диапазон практически не используют. Чаще применяют диапазон от 0,025 до 0,1 мкм при нормировании малых неровностей и значения от 10 до 1600 мкм для нормирования больших (грубых) неровностей. Связано это с возможностями существующих средств измерений.

Все необходимые параметры точности указывают на рабочем чертеже детали, используя знаки, правила оформления знаков и численные

значения соответствующих параметров точности (рис.4.6).

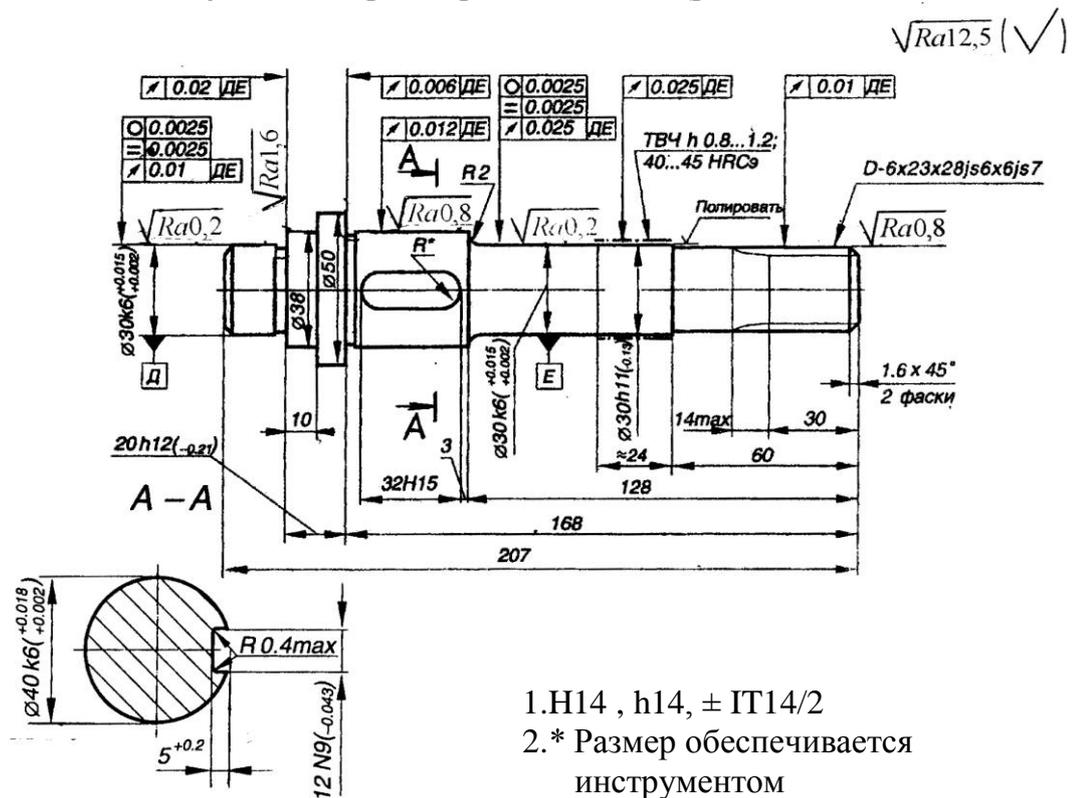


Рис.4.6. Фрагмент рабочего чертежа детали

4.6. Измерения и средства для измерения

Измерить какой-либо параметр детали – значит сравнить его с заданным на рабочем чертеже. При измерении находят числовое значение величины и устанавливают годность контролируемого параметра в пределах заданных отклонений. Контроль является информационным процессом, характеризующим качество проверяемых деталей.

Для контроля размеров используют различные инструменты и приборы, которые можно разделить на две группы: для абсолютных измерений и относительных.

Абсолютный метод измерения состоит в непосредственном определении измеряемой величины. Приборы, используемые при этом, снабжены штриховыми шкалами. Простейшим инструментом является обычная металлическая линейка. Повышение точности отсчета, связанное с оценкой доли деления шкалы, производят при помощи специальных устройств, называемых нониусами. К подобным средствам измерения можно отнести штангенинструменты, имеющие линейный нониус: штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры. Эти инструменты снабжены линейными шкалами, отсчет по которым производится с помощью дополнительной шкалы – нониуса.

Штангенциркуль (рис 4.7) состоит из штанги 1 с нанесенной на ней основной миллиметровой шкалой и перемещаемой от руки каретки 2 со шкалой нониуса. На штанге и каретке имеются нижние губки 3 и 4 (для наружных) измерений и верхние 5 и 6 (для внутренних измерений). Винт 7 служит для фиксации каретки на штанге.

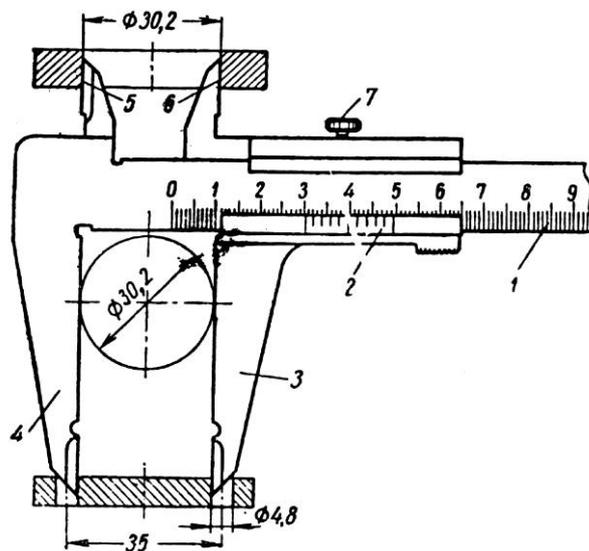


Рис. 4.7. Штангенциркуль

Более точными штриховыми приборами с нониусом являются микрометрические инструменты-микрометры. Микрометры с помощью винтовой пары преобразуют вращательное движение в поступательное. Основная шкала расположена на стебле прибора. Дробную часть измеряемого размера определяют по дополнительной шкале, нанесенной на барабане. Микрометром измеряют размеры с точностью до 0,01 мм (рис.4.8).

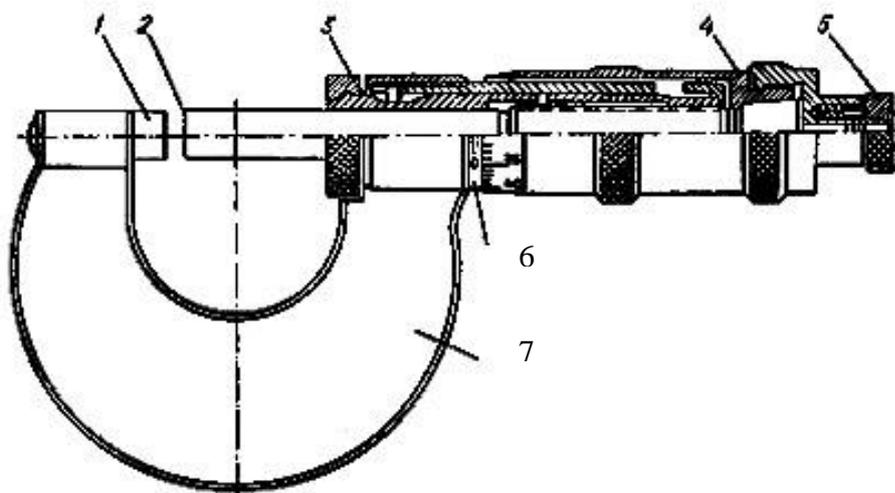


Рис. 4.8. Микрометр:

1 – пята; 2 – микрометрический винт; 3 – стопор;
4 – барабан; 5 – головка трещотки; 6 – стержень; 7 – скоба

Относительный метод измерения заключается в определении отклонений измеряемой величины от заданного значения. Данный метод является более точным по сравнению с абсолютным.

При использовании приборов для измерения этим методом определяют отклонения от заданного размера, на который предварительно настроен прибор по соответствующему эталону.

Измерение наружных поверхностей при этом можно осуществлять индикаторными скобами (рис. 4.9).

При охвате измеряемой поверхности пяткой 2 и упором 6 измерительная пятка 3, перемещаясь вдоль своей оси передает отклонения размера на стрелку 8 индикатора 4. Измерительное усилие создается пружиной индикатора и индикаторной скобы 7. Настройку скобы на размер осуществляют по эталону (или концевым мерам) перемещением пятки 2 с последующей фиксацией винтом 5. Рычаг 1 служит для отвода измерительной пятки при установке скобы на измеряемую деталь.

Измерение диаметров внутренних цилиндрических поверхностей относительным методом производят индикаторным нутромером, глубины – индикаторным глубиномером.

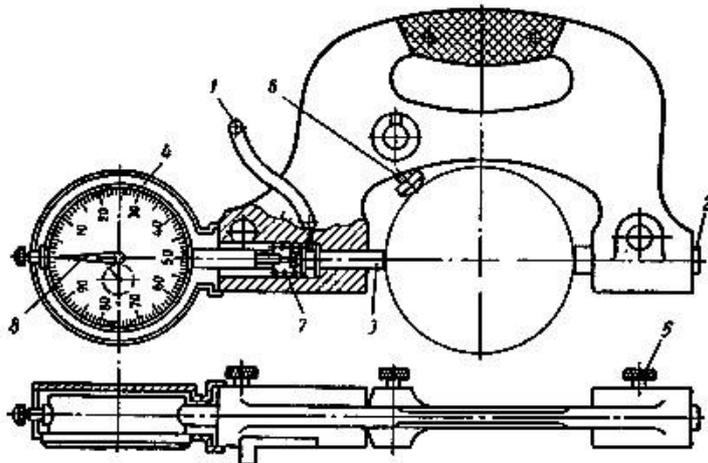


Рис. 4.9. Индикаторная скоба

Предельные калибры. Калибрами называют безшкальные инструменты, предназначенные для проверки размеров, формы поверхностей детали и их взаимного расположения. Они являются наиболее распространенным средством контроля в условиях серийного и массового производств.

При использовании калибров не измеряют численные значения отклонений от заданных размеров, а лишь устанавливают факт нахождения размера поверхности детали в пределах между допускаемыми наибольшими и наименьшими размерами. Предельный калибр для валов называют калибр-скоба, а для отверстий – калибр-пробка.

Калибры должны иметь две поверхности – проходную и непроходную. Проходная сторона калибра скобы (ПР) должна соответствовать наибольшему допускаемому предельному размеру поверхности, непроходная (НЕ) – наименьшему.

Разница между размерами проходной и непроходной сторон калибра соответствует допуску на контролируемый размер поверхности детали.

На рис. 4.10 представлены конструкции предельных калибров и схемы измерения ими.

Для контроля резьбы используют резьбовые калибры. Проходные резьбовые калибры должны свинчиваться с годной резьбовой поверхностью детали, а непроходные нет.

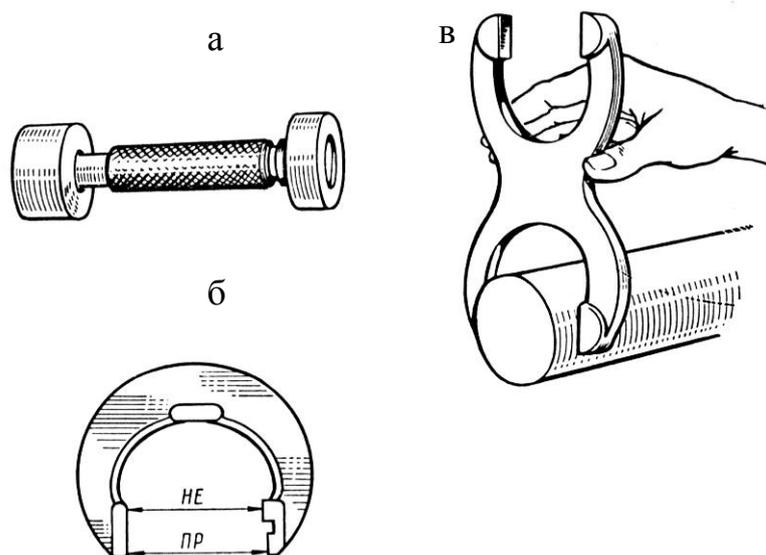


Рис.4.10. Предельные калибры:

а – пробка двусторонняя, б – скоба односторонняя;
в – измерение вала скобой двусторонней

Широкое распространение получили измерительные приборы специального назначения, например для контроля взаимного положения поверхностей детали. Контрольное приспособление для измерения биения отверстия А детали относительно шеек вала показано на рис. 4.11.

Контролируемую деталь 1 устанавливают своими шейками на роликовые призмы 2 и 3. Биение отверстия измеряют индикатором 4 с рычажной передачей 5, установленной на стойке 6.

Механизация и автоматизация измерений обеспечивает значительное повышение производительности и позволяет управлять технологическим процессом обработки детали. В частности это возможно с использованием средств активного контроля. При контроле можно непосредственно измерять обрабатываемую деталь.

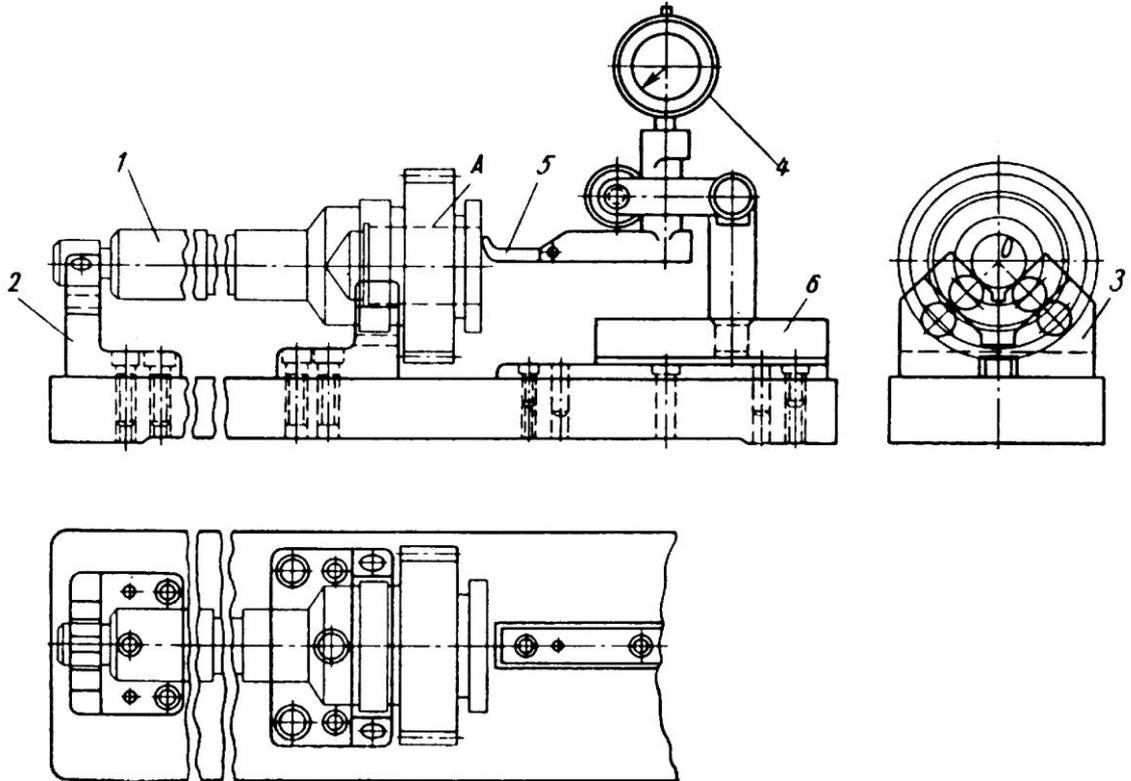


Рис. 4.11. Контрольное приспособление

На круглошлифовальных станках распространение получили трехконтактные скобы (рис. 4.12).

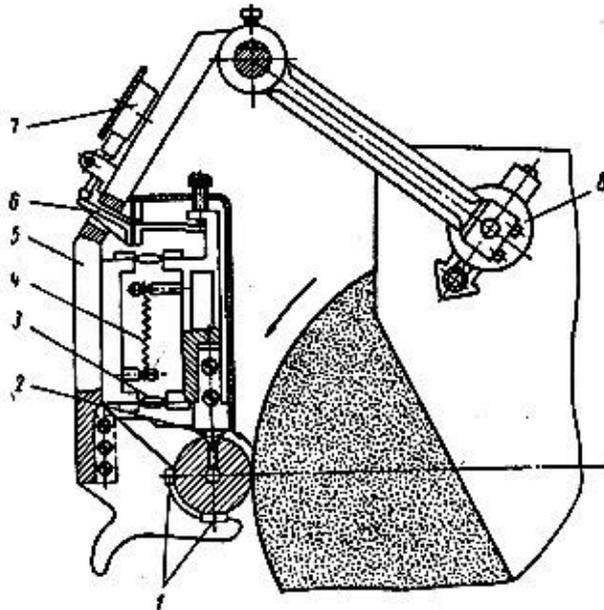


Рис.4.12. Трехконтактная скоба с индикатором

Скоба 5 имеет два базирующих и один измерительный наконечник 2. Сама скоба шарнирно подвешена на кожухе 8 шлифовального круга и

может откидываться. Измерение размера вала при шлифовании воспринимается измерительным наконечником 2 и через рычаг 6 передается отсчетному устройству (индикатору) 7 или измерительному преобразователю. В последнем случае, когда размер детали достигнет заданного значения, преобразователь отключает электропитание и станок останавливается.

Современные многоцелевые металлорежущие станки (МЦС) с числовым программным управлением (ЧПУ) могут иметь средства контроля обрабатываемой детали непосредственно на станке. Для этого используют датчики касания, смонтированные в инструментальной оправке, установленной в гнезде магазина инструментов станка.

Датчик (рис.4.13,а), имеющий подпружиненный щуп, который может отклоняться в радиальном и осевом направлениях от среднего положения, монтируют в корпусе 2 конической оправки 4. Оправка своей поверхностью базируется в гнезде инструментального магазина (когда нет измерения) или в отверстии шпинделя станка при измерении. Хвостовик 5 служит для автоматического закрепления датчика. Устройство 3 передает сигнал о касании датчиком измеряемой поверхности детали.

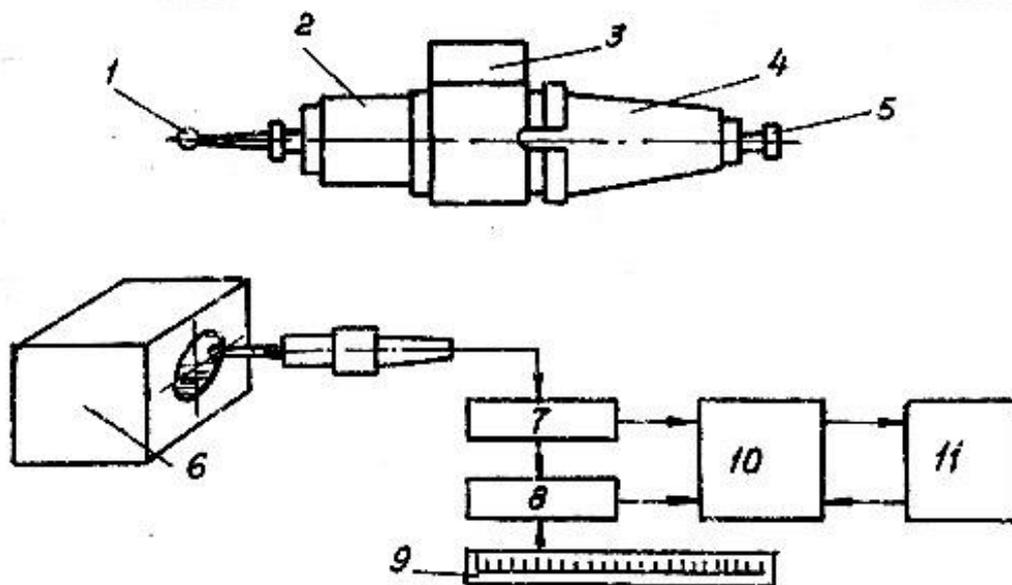


Рис. 4.13. Устройство автоматического контроля на станке:
а – датчик; б – схема системы контроля

По программе датчик манипулятором изымают из гнезда инструментального магазина станка и устанавливают в шпиндель. Щуп касается двух противоположных сторон обрабатываемой поверхности (например, отверстия). Имеющийся внутри датчика генератор инфракрасного излучения подает сигналы, посылаемые в момент касания датчиком обработанных поверхностей детали. Посланный сигнал поступает в устройство поиска сигнала 7 (рис.4.13,б) и далее в счетчик 8, где сравнивается с сигналом обратной связи 9. Результирующий сигнал

запоминается и поступает в блок контроля размеров 10, откуда направляется в устройство ЧПУ 11 станка. Система автоматического контроля производит сравнение измеренного размера с заданным и выдает команду либо на продолжение обработки, либо её окончание.

В автоматизированном производстве целесообразно использование контрольно-измерительной машины (КИМ), включающей датчик касания, систему управления, вычислительное устройство и математическое обеспечение. Результаты измерения выводят на цифропечатающее устройство (рис.4.14).

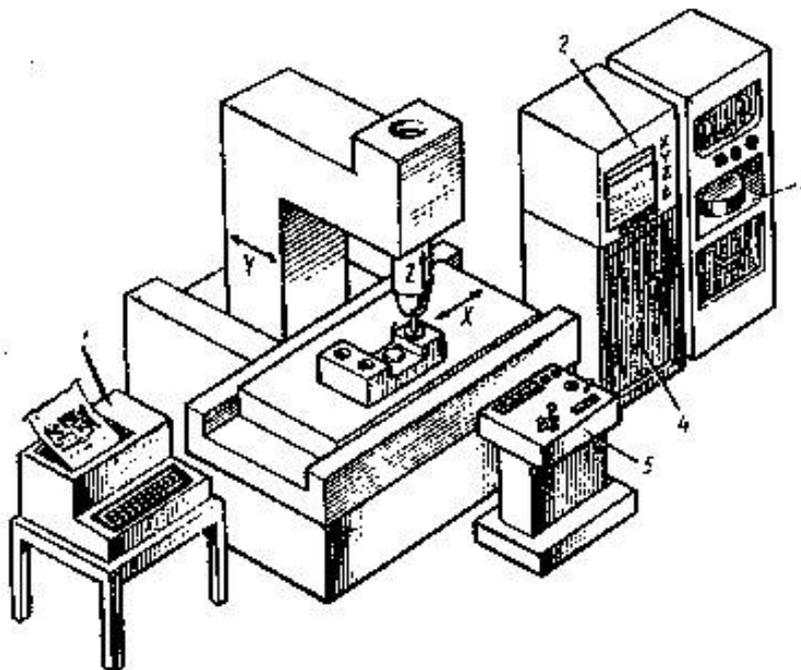


Рис. 4.14. Контрольно-измерительная машина:

1 – цифропечатающее устройство; 2 – цифровая индексация; 3 – устройство автоматического управления; 4 – ЭВМ; 5 – пульт ручного управления

Развитием КИМ является создание измерительного робота (рис.4.15). Робот может быть снабжен несколькими одновременно работающими измерительными устройствами. Горизонтальное исполнение (рис. 4.15) обеспечивает хороший доступ к контролируемой детали и измерение с различных сторон с помощью щупов одной конфигурации.

Измерение шероховатости поверхности производят с помощью приборов, которые подразделяются на 2 группы: контактные (щуповые) и бесконтактные. Первые имеют измерительный наконечник в виде иглы, контактирующей при измерении с микронеровностями проверяемой поверхности (профилографы и профилометры).

К бесконтактным приборам относятся оптико-механические.

На рабочем месте не всегда удобно пользоваться существующими приборами для измерения шероховатости поверхности, поэтому широко распространен контроль сравнением шероховатости поверхности детали со

стандартным образцом (рис.4.16). Этот метод не дает числового значения шероховатости, но тем не менее при определенном навыке специалиста позволяет достаточно точно оценить шероховатость обработанной поверхности. Оценку производят визуально-осязательным способом.

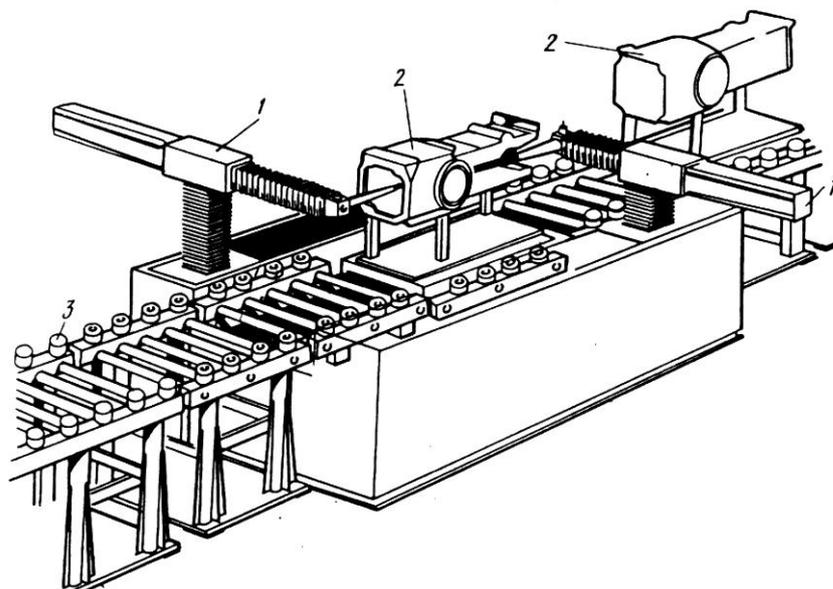


Рис. 4.15. Измерительный робот в ГПС:
1 – робот; 2 – контролируемая деталь; 3 – конвейер

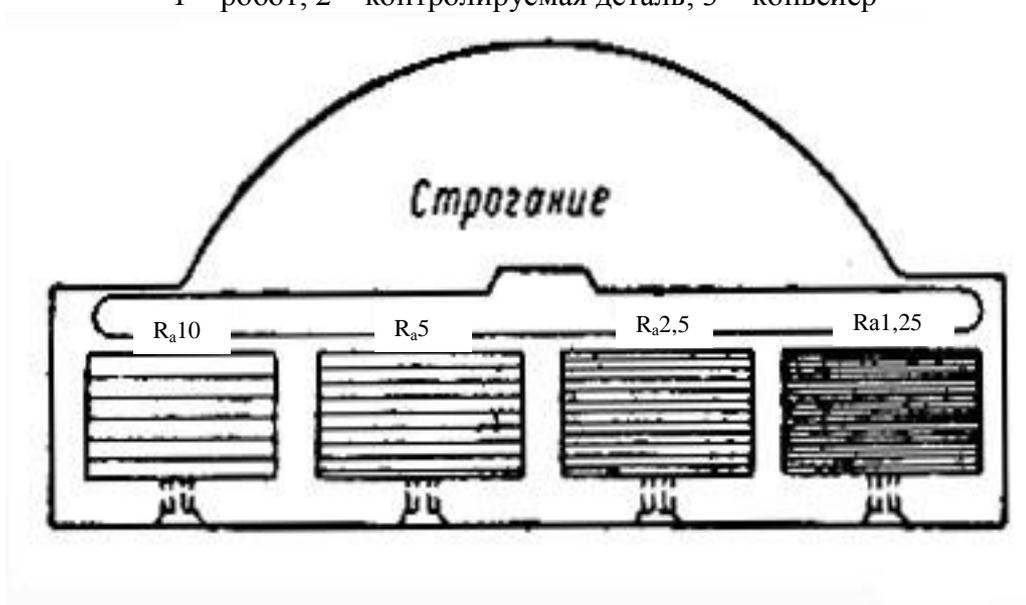


Рис. 4.16. Образцы шероховатости

5. Обработка резанием и режущие инструменты

5.1. Общие сведения о резании

Обработка резанием – основной технологический метод получения деталей машин, обеспечивающий их наибольшую точность, он основан на

срезании режущим инструментом с поверхности заготовки слоя материала (стружки) для получения необходимой геометрической формы, точности размеров, взаимного положения и шероховатости поверхностей детали.

Практически любой вид инструмента имеет рабочую и крепежную части. Рабочая часть осуществляет основное служебное назначение – резание, срезание необходимого слоя материала с целью придания заготовке формы, размеров и точности детали в соответствии с рабочим чертежом.

Рабочая часть режущего инструмента состоит из одного или нескольких лезвий (зубьев), имеющих клиновидную форму. Такая конфигурация лезвия позволяет ему внедриться в заготовку и перевести срезаемый слой материала в стружку (рис.5.1).

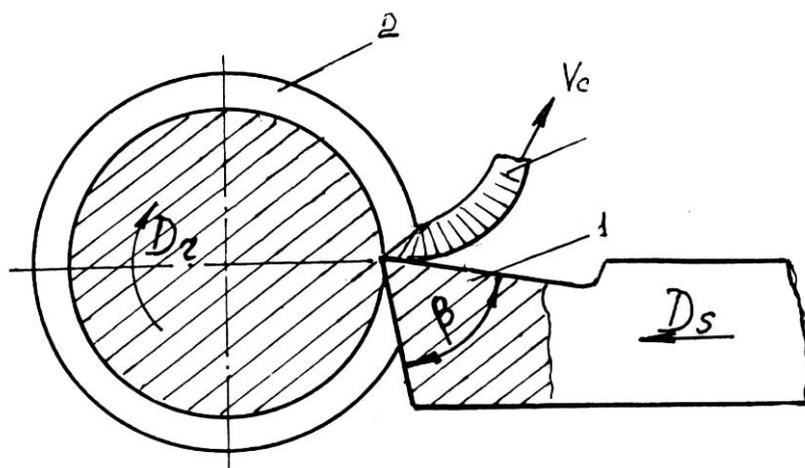


Рис. 5.1. Схема резания инструментом:

1 – лезвие инструмента; 2 – обрабатываемая заготовка; β – угол заострения лезвия

Для обеспечения процесса резания инструменту или заготовке сообщают движения. Одно из них осуществляется наибольшей скоростью – главное (D_g), второе, скорость которого меньше скорости главного движения и которое служит для срезания слоя материала с заготовки, – движение подачи (D_s).

Скорость главного движения называют скоростью резания V .

В результате взаимных движений инструмента и заготовки на последней можно отметить 3 поверхности: обрабатываемую, с которой удаляется материал в процессе резания; обработанную, образованную в результате снятия слоя материала; поверхность резания (переходная между обрабатываемой и обработанной) (рис.5.2).

Результаты первых исследований процесса стружкообразования при резании, проведенные русским ученым И.А.Тиме, опубликованы в 1893 г. Он установил, что лезвие инструмента, преодолевая сопротивление металла на своем пути перемещения, пластически деформирует его и сдвигает деформированный объем по поверхности инструмента.

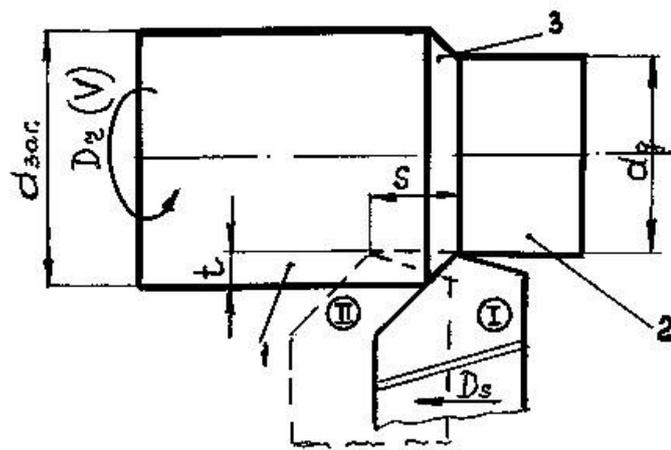


Рис.5.2. Поверхности обработки:
1 – обрабатываемая; 2 – обработанная; 3 – поверхность резания

При этом происходит образование стружки, состоящей из отдельных, соединенных между деформированных объемов обрабатываемого материала заготовки (рис.5.3).

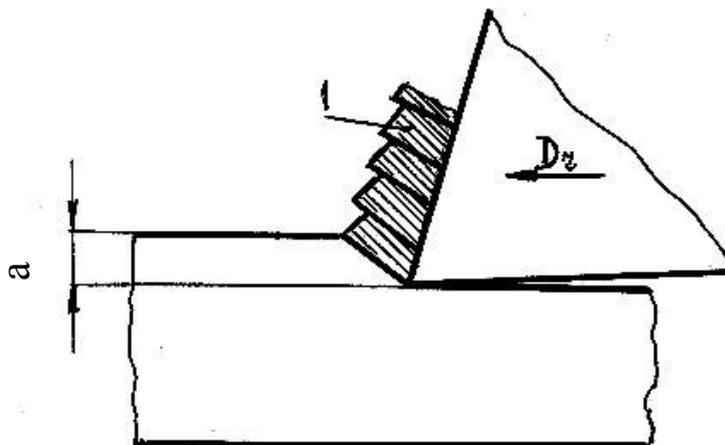


Рис. 5.3. Схема стружкообразования:
а – срезаемый слой; 1 – стружка

При обработке резанием необходимо обеспечить высокую производительность труда, которая будет зависеть от скорости резания V , глубины резания t и подачи S_0 (см. рис.5.2), которые называют параметрами режима резания.

Скорость резания V – скорость рассматриваемой точки инструмента или заготовки в главном движении:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}, \text{ м/мин,}$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности заготовки (на рис.5.1 – $d_{\text{заг}}$); n – частота вращения заготовки или инструмента, об/мин.

Подача S_0 , мм/об – перемещение режущей кромки инструмента относительно обработанной поверхности в направлении движения подачи за один оборот заготовки (см. рис.5.1).

Чтобы осуществить процесс резания к инструменту, необходимо приложить силу, величину которой определяют сопротивлением материала стружкообразованию и процессами трения инструмента и заготовки. Обычно определяют не силу резания, а её составляющие на три взаимно перпендикулярные оси (рис. 5.4): тангенциальную P_z , осевую P_x и радиальную P_y . Наибольшее значение принимает составляющая P_z , которая служит для расчета механизма главного движения станка, приспособлений для установки и закрепления деталей и т.д.

По силе $P_x = (0,1 \dots 0,25) P_z$ рассчитывают механизмы движения подачи станка.

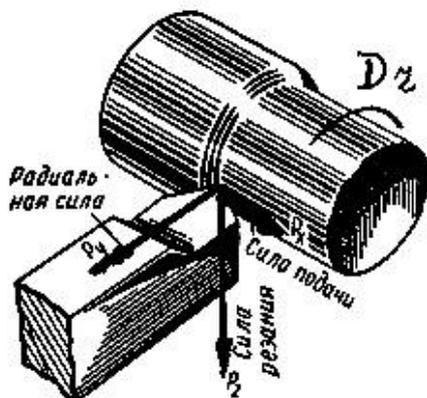


Рис.5.4. Составляющие силы резания

В процессе резания совершают работу, значительная часть которой переходит в тепло, следовательно, нагрев инструмента, обрабатываемой детали и стружки. Нагрев инструмента приводит к снижению его режущей способности, нагрев детали – качества её обработанной поверхности (появляются прижоги поверхности).

При обработке необходимо использовать такие параметры режима резания, чтобы избежать подобных негативных явлений.

5.2. Инструментальные материалы

При обработке резанием используют различные виды режущих инструментов, рабочая часть которых выполняется из инструментальных материалов, к которым предъявляют определенные требования.

Прежде всего, они должны обладать твердостью, превышающей твердость обрабатываемого материала, и вместе с тем определенной вязкостью, так как на инструмент действуют большие силы, которые зачастую имеют пульсирующий характер. Кроме того, режущие элементы инструмента преимущественно подвергаются деформации изгиба.

Большое значение имеет теплопроводность инструментального материала. Чем она ниже, тем хуже отводится тепло и выше температура инструмента в процессе резания. Теплопроводность тем выше, чем большее содержание в инструментальном материале компонентов с максимальной теплопроводностью.

Теплостойкость, как и теплопроводность, зависит от химического состава и структуры инструментального материала. Под теплостойкостью материала понимают его способность сохранять свои физико-механические свойства, в частности твердость при высокой температуре.

В процессе резания на инструмент действуют силы резания, достигающие больших значений. Чтобы не разрушилась рабочая часть, инструментальные материалы должны быть достаточно прочными и износостойкими.

Основными инструментальными материалами являются: быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, синтетические сверхтвердые материалы.

Быстрорежущая сталь – это высоколегированная теплостойкая сталь, широко применяемая для изготовления режущих инструментов, работающих в условиях значительного силового нагружения и разогрева режущих кромок. Её теплостойкость составляет $600-650^{\circ}\text{C}$ в сочетании с высокой твердостью ($\text{HRC} = 64 \dots 70$) и износостойкостью.

Твердые сплавы получают методом порошковой металлургии. Их основу составляют порошки карбидов тугоплавких металлов, связанные с металлами железной группы. Карбид – химическое соединение металла с углеродом. Для производства инструментов используют карбиды вольфрама, титана и тантала, в качестве связки – кобальт. После спекания получают стандартные пластинки, закрепляемые на державке инструмента.

Твердые сплавы обладают высокими твердостью ($87 \dots 91 \text{ HRA}$), теплостойкостью ($950 \dots 1200^{\circ}\text{C}$), сопротивлением изнашивания.

Применение инструментов из твердых сплавов позволяет повысить скорость резания в 2 – 2,5 раза по сравнению с быстрорежущими.

Минералокерамику производят преимущественно из корунда – минерала кристаллического строения, состоящего из оксида алюминия Al_2O_3 . Получают корунд из глинозема в электропечах, поэтому его принято называть электрокорундом. Из электрокорунда, добавляя к нему стекло как связующее вещество, изготавливают стандартные минералокерамические режущие пластинки. Процесс изготовления происходит путем прессования под большим давлением с последующей термической обработкой.

Твердость минералокерамики $\text{HRA} = 90 - 93$, теплостойкость 1500°C . Существенным недостатком минералокерамических пластинок является их низкая механическая прочность и хрупкость, поэтому инструмент из нее применяют только для тонкой окончательной обработки.

Сверхтвердые синтетические материалы производят на основе кубического нитрида бора и алмаза.

Кубический нитрид бора (КНБ) – это искусственный инструментальный минерал темного цвета, не имеющий природного аналога. По твердости он превосходит твердость минералокерамики и

уступает лишь алмазу. Материал на основе КНБ для производства лезвийного инструмента получил название композит с номерами 01, 02, 03, 05 и т.д. Теплостойкость инструментов из композита от 1000⁰С до 1500⁰С. Им оснащают некоторые виды инструментов, используемых для обработки сталей высокой твердости.

Синтетические алмазы (АС) дают возможность делать из них вставки к металлорежущим инструментам. Прочностные характеристики алмазных вставок позволяют успешно выдерживать значительные безударные нагрузки при обработке резанием. По твердости синтетические алмазы незначительно уступают природным. Их теплостойкость сравнительно низка – около 650⁰С. Инструмент из АС применяют для обработки кристаллов, керамики, твердых сплавов, пластмасс. Большие скорости резания (1000 – 1200 м/мин) обеспечивают высокую производительность.

Кроме перечисленных в некоторых случаях находят применение для производства инструментов углеродистая инструментальная сталь. Из неё изготавливают инструменты от появления металлообработки и до первого десятилетия XX века. После термической обработки режущая часть имеет твердость HRC = 62 ...63.

Высокая твердость этих сталей сохраняется только до температуры 220⁰С, а при больших её значениях твердость резко снижается и инструмент быстро теряет свои режущие свойства. Поэтому обрабатывать можно со скоростями не более 20 ...25 м/мин, т.е. процесс резания малопроизводителен. В настоящее время из углеродистых инструментальных сталей изготавливают инструменты для ручных работ: ручные метчики, развертки, сверла для ручных дрелей и т.п.

5.3. Металлорежущий инструмент

Металлорежущие инструменты предназначены для срезания материала с заготовки и формирования обработанной поверхности детали в соответствии с требуемыми размерами и точностью. Несмотря на большое разнообразие видов инструментов, все они имеют общие элементы: рабочая и крепежная части. Рабочая часть осуществляет основное служебное назначение – резание; крепежная часть обеспечивает установку и закрепление инструмента на станке.

5.3.1. Классификация режущих инструментов

Правильно построенная классификация инструмента обеспечивает стройное и систематизированное изложение основ его конструирования и производства. Основным признаком классифицируемых инструментов, используемых при обработке резанием, является технологический способ обработки: точение, фрезерование, обработка отверстий и т.д. В связи с этим весь режущий инструмент этой группы укрупненно можно разделить

на 8 подгрупп. Краткая характеристика инструмента каждой подгруппы и область его применения представлены в табл. 5.1.

Одну и ту же по форме обрабатываемую поверхность можно получить различными типами инструмента. Выбор конкретного инструмента определяется типом производства, требуемым качеством точности обработанной поверхности детали, её шероховатостью и конструкцией самой детали. Так, окончательная обработка отверстия 7-8 классов точности (H7 ... H8) диаметром 40 мм и степенью шероховатости $R_a=5...10$ может быть обеспечена снятием припуска зенкером, протяжкой, расточным резцом.

Технико-экономическая целесообразность применения того или иного инструмента из перечисленных будет зависеть от размеров и конструкции детали и типа производства

Таблица 5.1. Типы инструментов

№ под- группы	Тип инструмента	Краткая характеристика инструмента	Область применения
1	2	3	4
I	Резцы общего назначения	Однолезвийный инстру- мент для токарных, стро- гальных, долбежных и других металлорежущих станков	Обработка поверхно- стей различной фор- мы на токарных, строгальных, долбежных и других станках
II	Фрезы	Многолезвийный инст- румент, выполненный в виде тела вращения с зу- бьями на образующей или торцовой поверхнос- ти	Обработка различ- ных по форме наруж- ных поверхностей (плоскостей, пазов, уступов и т.п.)
III	Сверла, зенкеры, развертки	Многолезвийные инструменты с числом зубьев $Z = 2...8$	Получение отверстий в сплошном материа- ле, для увеличения диаметра ранее полу- ченного отверстия, снятия фасок. Развер- тки применяются для окончательной обра- ботки отверстий по 7-му классу точ- ности

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4
IV	Протяжки и прошивки	Многозубые инструменты, последующие зубья которых выше предыдущих на определенную высоту. Работа резания зубьями осуществляется последовательно	Обработка различных по форме наружных и внутренних поверхностей (плоскостей, пазов, уступов и т.п.)
V	Зуборезный инструмент	Одно-и многозубый инструмент, работающий как методом обката, так и копирования	Нарезание зубьев зубчатых колес, шлицев и других сложных профилей на деталях
VI	Резьбонарезной инструмент	Многолезвийный инструмент для обработки резанием и инструмент, работающий методом пластической деформации	Образование наружных и внутренних поверхностей деталей всех видов резьб
VII	Абразивный инструмент	Инструмент, рабочие поверхности которого содержат большое число режущих зерен из различного рода абразивного материала	Чистовая обработка наружных и внутренних поверхностей деталей после обработки лезвийным инструментом
VIII	Ручной инструмент	Инструмент, которым работают вручную, без использования станка	Обработка поверхностей напильниками, рубка зубилами и т.п.

Применяемость инструмента в зависимости от вида обрабатываемой поверхности приведена в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Применяемость режущих инструментов

Обрабатываемая поверхность	Применяемые режущие инструменты
1	2
Тела вращения и наружные поверхности различной формы	Резцы, фрезы, протяжки, абразивные инструменты
Отверстия цилиндрические, конические, фасонные и шлицевые	Резцы, сверла, зенкеры, развертки, протяжки, абразивные инструменты

1	2
Резьбы	Резцы, резьбовые гребенки, метчики, плашки, резьбовые фрезы, винторезные головки, накатные и абразивные инструменты
Зубья зубчатого колеса, шлицевые соединения	Дисковые, концевые и червячные фрезы, зуборезные долбяки, зубострогальные резцы, зуборезные головки, протяжки, абразивные шлифовальные круги

5.3.2. Резцы

Резцы – наиболее распространенный вид режущего инструмента, отличающийся большим разнообразием и используемый при обработке на станках токарной, строгальной и долбежной групп.

Токарная обработка позволяет получить различные формы обрабатываемых поверхностей, используя различные типы резцов (рис.5.5).

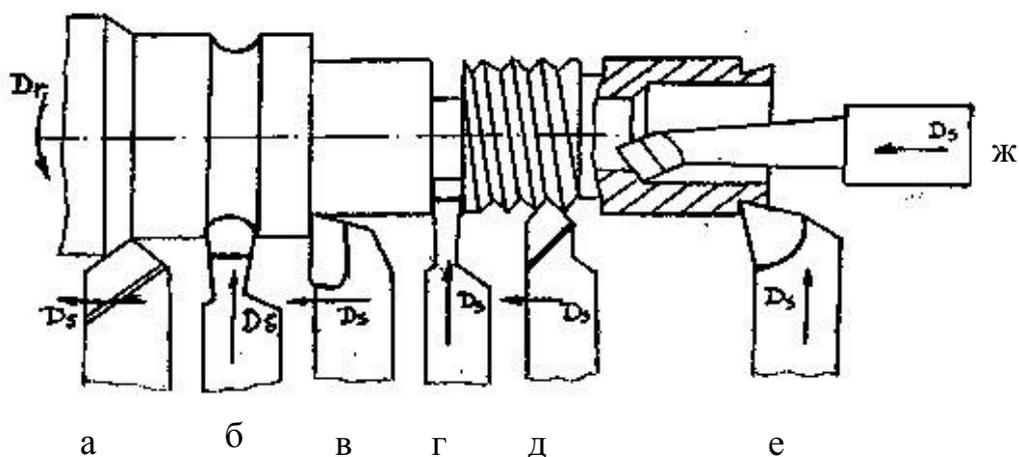


Рис. 5.5. Типы резцов

Резцы, предназначенные для обработки наружных поверхностей, не имеют специального названия, а резцы, предназначенные для внутренних поверхностей, называют расточными (рис.5.5,ж). По виду выполняемой работы различают резцы проходные – для обработки цилиндрической поверхности с движением подачи D_s вдоль оси заготовки (рис.5.5,а,в). Для обточки торцевых поверхностей используют поперечную подачу и резцы называют подрезными (рис.5.5,е). При обработке фасонных канавок применяют галтельные резцы (рис.5.5,б), прямых канавок и для отрезки

материала – отрезные (рис.5.5,г). Нарезание метрической резьбы производят резьбовым резцом (рис.5.5,д), имеющим угол при вершине равный 60° , что соответствует углу профиля резьбы.

Классификация резцов более обширна и полностью не представлена.

Режущая часть может быть выполнена из быстрорежущей стали, твердого сплава, минералокерамики, сверхтвердых синтетических материалов. По конструкции резцы могут быть цельными, изготавливаемыми при малых габаритах инструмента, составными и сборными. В составных конструкциях рабочая часть и державка резца соединены сваркой или пайкой. Такая конструкция обеспечивает экономию инструментального материала. В сборных инструментах режущий элемент (пластинка, вставка) механически крепят к державке резца, что позволяет многократное использование державок.

5.3.3. Фрезы

Фрезы – основной вид инструментов для предварительной и часто окончательной обработки плоскостей, а также фасонных, винтовых и других поверхностей. Точность обработки 12 ... 9 квалитетов (до 7-го), шероховатость R_z80 ... 5 мкм. За один проход при фрезеровании снимают припуск до 5 ... 8 мм, иногда до 12 ... 20 мм.

По конструктивно-целевому признаку фрезы делят на цилиндрические, торцовые, концевые, дисковые, отрезные, фасонные, шпоночные и другие (рис. 5.6).

Все фрезы имеют рабочую часть, снабженную режущими зубьями, и крепежно-присоединительную часть в виде хвостовика или отверстия. Крутящий момент от станка передается либо через хвостовик, либо через продольный или торцовый шпоночный паз.

Фрезы, как и любой лезвийный инструмент, могут быть цельными, составными и сборными. У составных хвостовик или зубья приварены (или припаяны) к остальной части инструмента. В сборных фрезах зубья механически закреплены в корпусе. Пластины из инструментальных материалов либо непосредственно крепят в корпусе (из стали 40Х и др.), либо приваривают (твердосплавные припаивают) к ножам, закрепляемым в корпусе.

Твердосплавные пластины круглой или многогранной формы крепят непосредственно в корпусе либо к державкам, закрепляемым в корпусе.

Кроме твердого сплава и быстрорежущей стали для режущей части фрез используют сверхтвердые материалы (композиты и др.) и керамику.

Цилиндрические (рис.5.6,а) и торцовые фрезы (рис.5.6,б) применяют для обработки плоских поверхностей. Выбор типа и конструкции фрезы осуществляют в зависимости от типа производства, обрабатываемого материала и его твердости, величины снимаемого припуска, требований

точности и шероховатости, глубины резания, размеров детали, характера обработки (наличие корки, ударов), вида используемого оборудования.

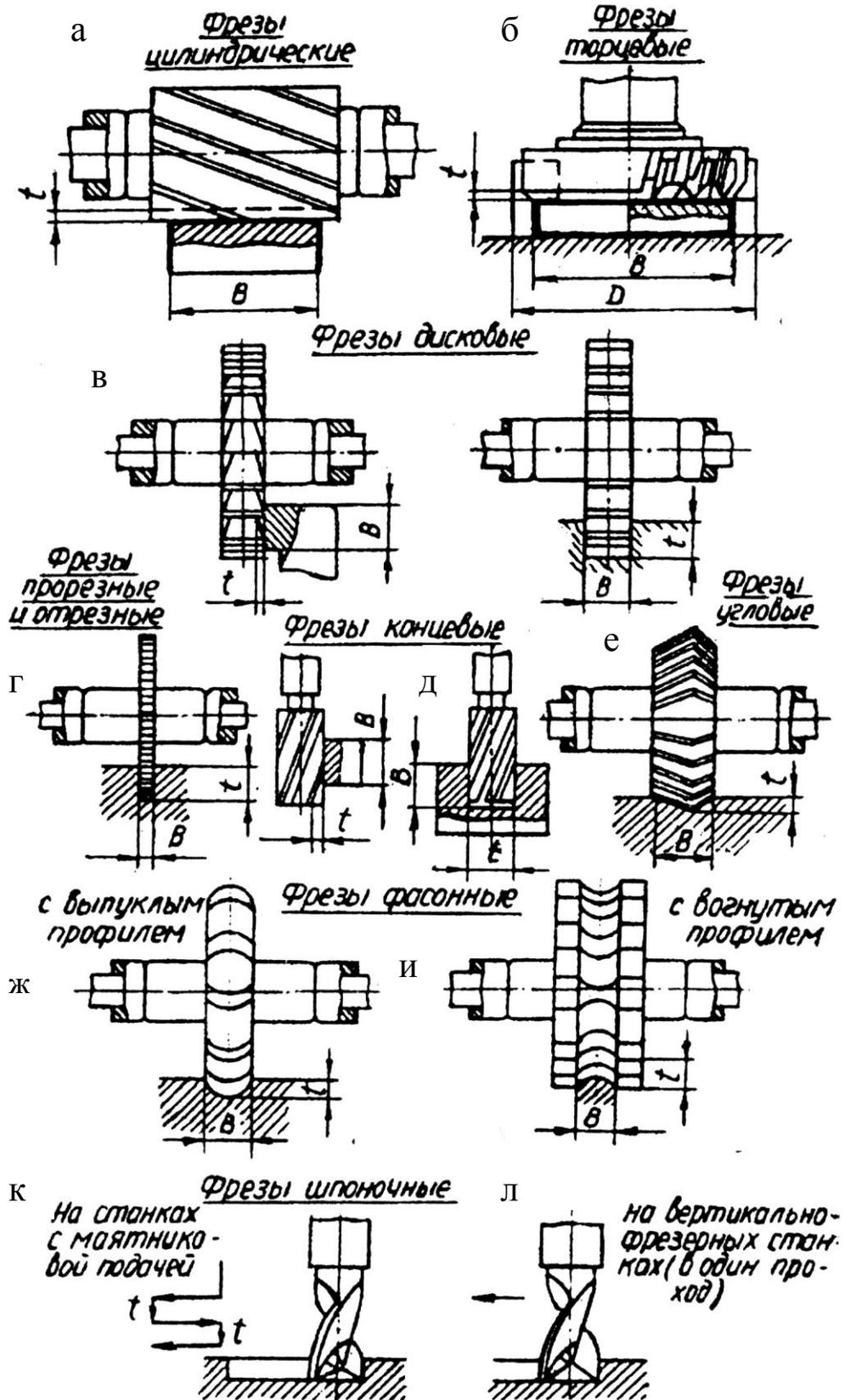


Рис.5.6. Типы фрез и схемы фрезерования

Фрезы (цилиндрические, торцовые и другие) с мелким зубом используют для чистовой ($R_a < 2,5$ мкм) и получистовой ($R_z < 40$ мкм) обработки, фрезы с крупным зубом – для черновой обработки при больших глубинах резания (t до 5 – 8 мм), концевые – для обработки нешироких плоскостей, уступов, пазов (рис.5.6,д). Шпоночные фрезы предназначены для обработки шпоночных пазов (рис.5.6, к, л).

Фрезы дисковые пазовые трехсторонние (рис.5.6, в) применяют при фрезеровании пазов, уступов или нешироких плоскостей.

Фрезы прорезные (шлицевые) и отрезные (рис.5.6,г) предназначены для прорезки шлицев и пазов или для отрезных работ. Их выполняют из быстрорежущей стали диаметром от 32 до 315 мм при ширине B от 0,2 до 6 мм. Для резки более крупных заготовок используют дисковые сегментные пилы для металла диаметром 250 - 2000 мм и шириной B от 5 до 14,5 мм.

Для обработки пазов, канавок и винтовых поверхностей применяют угловые и фасонные фрезы (рис.5.6, е, ж, и).

5.3.4. Сверла, зенкеры, развертки

Эти инструменты относят к группе осевых и служат для обработки отверстий. Самым распространенным видом являются спиральные сверла (рис.5.7,а), обеспечивающие образование отверстий в сплошном материале 12...14 квалитетов точности с шероховатостью $R_a = 25...0,8$ мкм.

Для обработки предварительно просверленного отверстия или отверстия в литой или ковальной заготовке для придания ему заданных размеров, более высокой точности и снижения шероховатости используют зенкеры (рис.5.7,б). Зенкерованием можно достичь 10...11 квалитетов точности и шероховатости поверхности $R_a = 20...0,4$ мкм.

Получение отверстий 7...8 квалитетов точности и шероховатости $R_a = 6,3...0,4$ мкм возможно после зенкерования применением такого инструмента, как развертка (рис.5.7,в), которая является многозубым инструментом (число зубьев 5...11) и снимает незначительный слой металла (от 0,20 мм до 0,05 мм на диаметр).

Для обработки цилиндрических углублений в отверстиях или бобышек на наружных поверхностях применяют цековки (рис.5.7,г – внутренняя, рис.5.7, д – наружная).

Конические углубления под головки болтов и винтов получают зенковкой (рис.5.7,е).

Получение точных отверстий в условиях крупносерийного и массового производств целесообразно осуществлять с использованием комбинированного инструмента – сверло-зенкер-развертка (рис.5.7,ж).

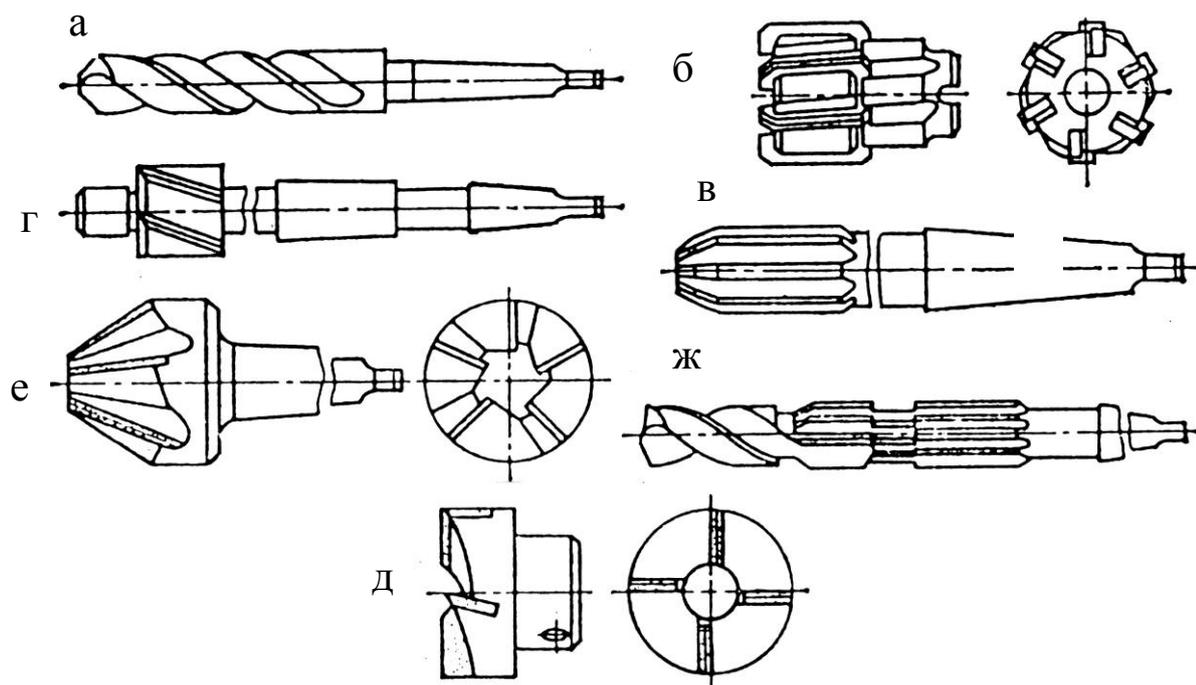


Рис. 5.7. Осевой инструмент

5.3.5. Протяжки

Протяжка – многолезвийный инструмент с рядом выступающих одно над другим лезвий (рис.5.8), предназначенный для обработки отверстий разной формы, а также наружных поверхностей. Главное движение D_r у протяжек прямолинейное поступательное.

Принцип протягивания заключается в том, что на протяжке каждый последующий зуб расположен выше предыдущего на величину толщины срезаемого слоя S_z . Таким образом, первый зуб протяжки начинает резание, а последний завершает.

При протягивании можно получить поверхность 7-8 квалитетов точности с шероховатостью $R_a = 6,3 \dots 0,32$ мкм. Несмотря на небольшую скорость резания при протягивании (обычно $V = 5-6$ м/мин), этот процесс очень производителен. Обработка круглого отверстия составляет десятые доли минуты.

5.3.6. Зуборезный инструмент

Известно, что вначале зубчатые колеса изготавливались с помощью литья. Но точность и прочность зубьев таких колес были недостаточны, и механизмы с литыми зубчатыми колесами надежно могли работать лишь с небольшими скоростями и не могли передавать значительных усилий. Потребность более точных колес привела к разработке метода нарезания зубьев колес дисковой или пальцевой фасонными зуборезными фрезами. Фрезы имеют профиль, соответствующий впадине зуба обрабатываемого колеса. После фрезерования одной впадины заготовку при помощи делительной головки поворачивают на один зуб и так далее, производят

обработку, пока не будет нарезан зубчатый венец колеса полностью (рис.5.9).

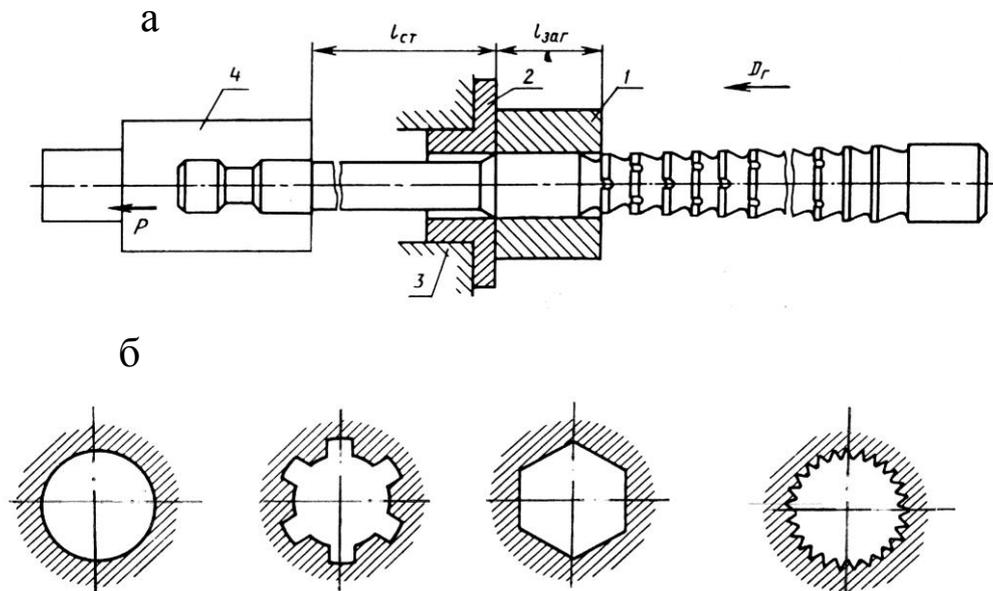


Рис. 5.8. Внутренняя протяжка (а) и формы протянутых отверстий (б):
1 – протягиваемая заготовка; 2 – приспособление; 3 – место для закрепления приспособления на станке; 4 – тянущий механизм станка

К недостаткам такого метода нарезания зубьев колес можно отнести невысокие производительность из-за потерь времени на деление и точность профиля зубьев.

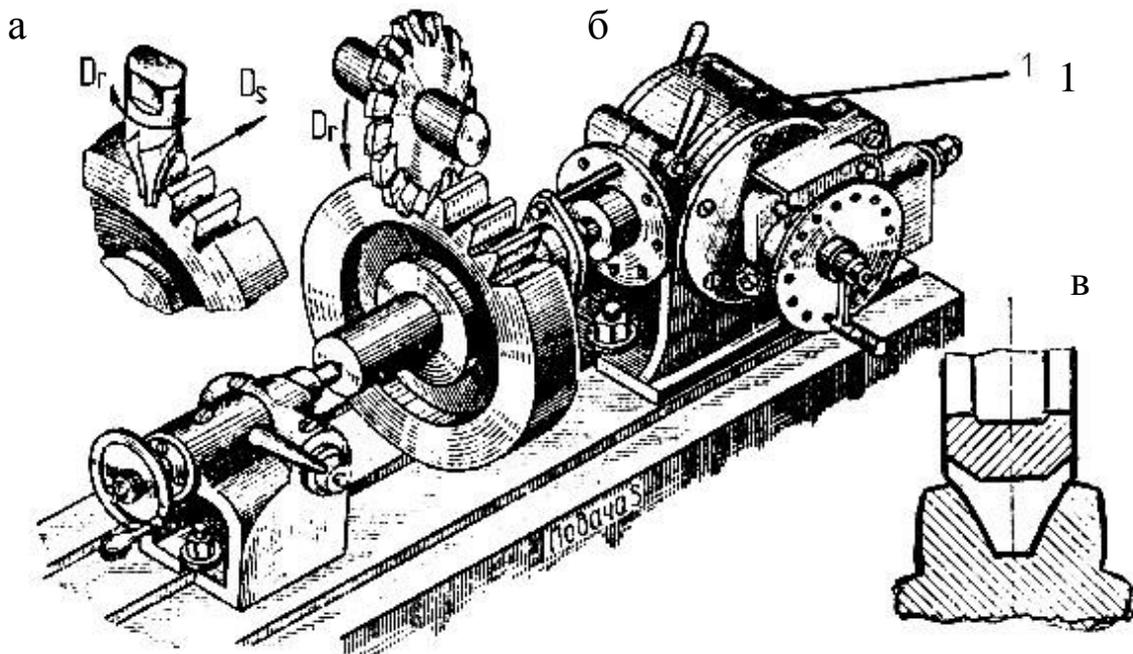


Рис.5.9. Обработка впадины зуба фасонной зуборезной фрезой методом копирования:
а – пальцевой фрезой; б, в – дисковой фрезой; 1 – делительная головка

На смену фасонным зуборезным фрезам пришли инструменты и станки, обеспечивающие непрерывную обработку зубчатых колес новым методом – обкаткой.

Сущность метода заключается в том, что в процессе нарезания зубьев воспроизводится зацепление зубчатой пары, в которой заготовка – одно звено пары, а режущий инструмент – другое. В процессе обработки режущий инструмент и заготовка взаимно обкатываются и вследствие сообщения инструменту движения резания он постепенно срезает металл в местах впадин, образуя эвольвентное очертание профиля зуба.

На этом принципе сконструированы червячные зуборезные фрезы, зуборезные долбяки для наружных цилиндрических колес и зубострогальные резцы для конических.

На рис. 5.10 показаны червячные фрезы и схема обработки зубьев на зубофрезерном станке. Главным движением D_r будет вращательное движение фрезы, движением подачи D_s – поступательное движение суппорта с установленной на нем фрезой, обеспечивающее обработку зуба на всю длину, и движением деления $D_{s.кр}$ – вращательное движение заготовки.

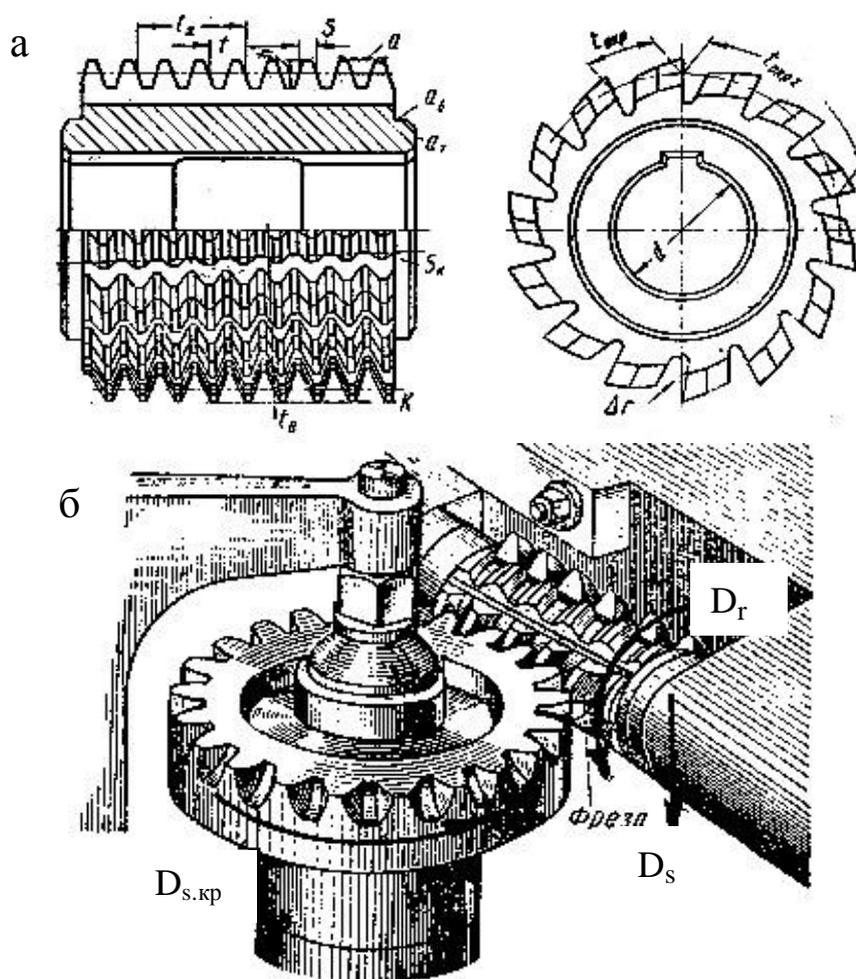


Рис. 5.10. Червячная зуборезная фреза (а) и схема нарезания колеса (б)

Зуборезные долбяки (рис.5.11,а) используют для нарезания зубьев на многовенцовых зубчатых колесах (рис.5.11,в) и колес с внутренним зацеплением (рис.5.11,б) на зубодолбежных станках.

Нарезание зубьев на прямозубых конических колесах методом обката производят зубострогальными резцами на зубострогальных станках (рис.5.12).

Зуб нарезаемого колеса обрабатывается двумя резцами с возвратно-поступательным перемещением, каждый из них обрабатывает одну сторону зуба. Люлька с установленными на ней резцами представляет собой плоское коническое колесо. При этом плоское колесо и обрабатываемая заготовка вращаются с такими угловыми скоростями, как если бы они были в действительном зацеплении. После обработки одного зуба делительный механизм станка поворачивает заготовку на следующий зуб, и таким образом производят обработку всех зубьев конического колеса.

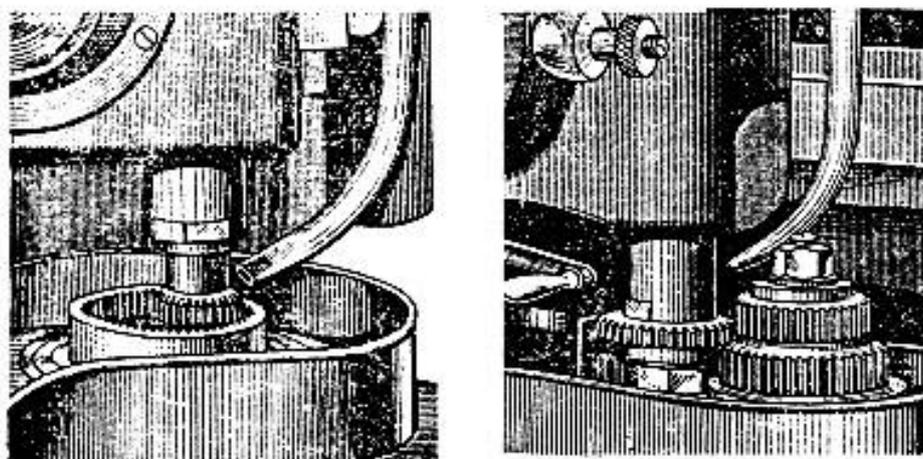
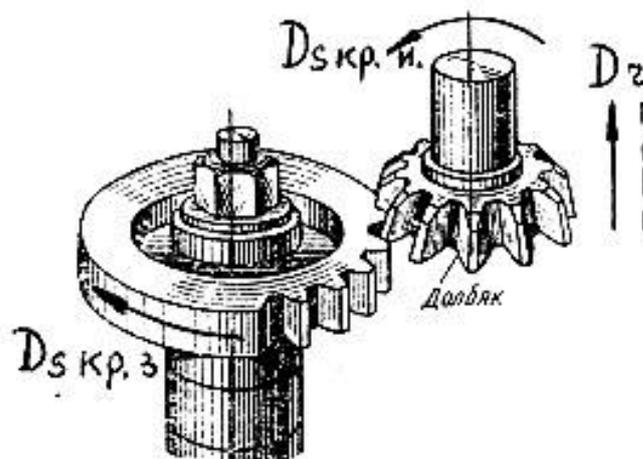


Рис.5.11. Зуборезный долбяк и схемы нарезания зубьев

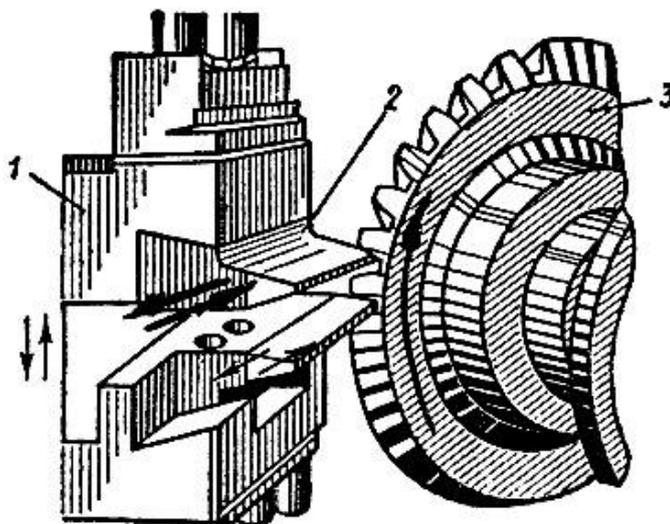


Рис. 5.12. Нарезание прямозубых конических колес:
1 – люлька станка; 2 – зубострогальные резцы; 3 – нарезаемое колесо

5.3.7. Резьбонарезной инструмент

Детали с резьбовыми соединениями являются одними из наиболее распространенных в машиностроении. Для нарезания резьбы применяют различные инструменты в зависимости от вида резьбы, её размера, требований точности и качества поверхности, типа производства и т.п.

Нарезание резьбы резцами (см. рис.5.5,д) находит широкое применение на токарно-винторезных станках. Ими можно получать наружную и внутреннюю резьбу различного профиля: остроугольного, трапецеидального, прямоугольного и т.д.

Резьбовые резцы представляют собой разновидность фасонных с формой режущей части, отвечающей профилю резьбы. Нарезание осуществляется в несколько проходов, количество которых зависит от шага резьбы и требуемой точности.

Недостатком такого способа является малая производительность.

Резьбу в отверстии можно получить метчиком (рис.5.13,а), на стержне – плашкой (рис.5.13, б).



Рис.5.13. Метчик (а); плашка (б)

При серийном и массовом производствах нарезание наружной резьбы плашками экономически не выгодно, поэтому для этой операции

широкое применение нашли самооткрывающиеся резьбонарезные головки (рис.5.14).

Короткие по длине резьбы можно нарезать методом фрезерования групповой (гребенчатой) фрезой (рис.5.15).

Так как резьбовые фрезы относят к многозубым инструментам, процесс резьбонарезания ими более производительен по отношению к резцам.

Резьбу на различных деталях и винтах, шпильках и метчиках можно получить накатыванием с помощью таких инструментов, как накатные плашки (рис. 5.16,а) и накатные ролики (рис. 5.16,б). Оба инструмента работают комплектом, состоящим из двух штук. При накатывании обработанный поверхностный слой резьбы получает более высокие механические свойства (повышение твердости и прочности).

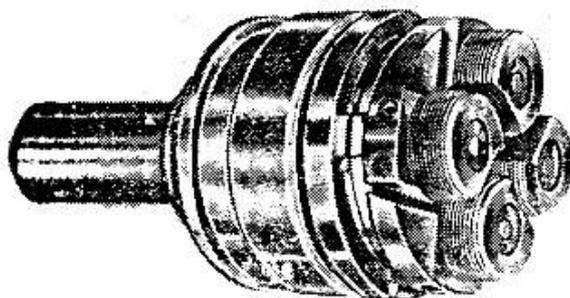


Рис.5.14. Резьбовая головка с круглыми гребенками

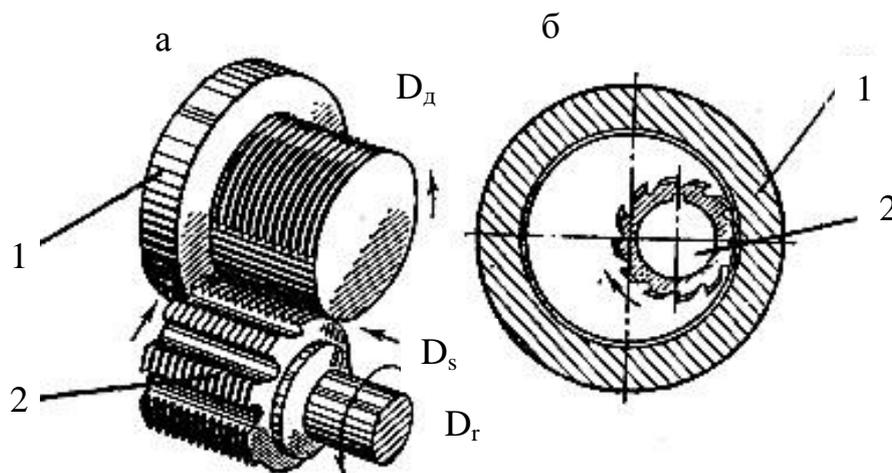


Рис. 5.15. Нарезание резьбы гребенчатой фрезой:

а – наружной; б – внутренней; 1 – деталь; 2 – фреза

5.3.8. Абразивный инструмент

К абразивному инструменту относят инструмент, рабочие поверхности которого содержат большое число режущих зерен из различного рода абразивного материала.

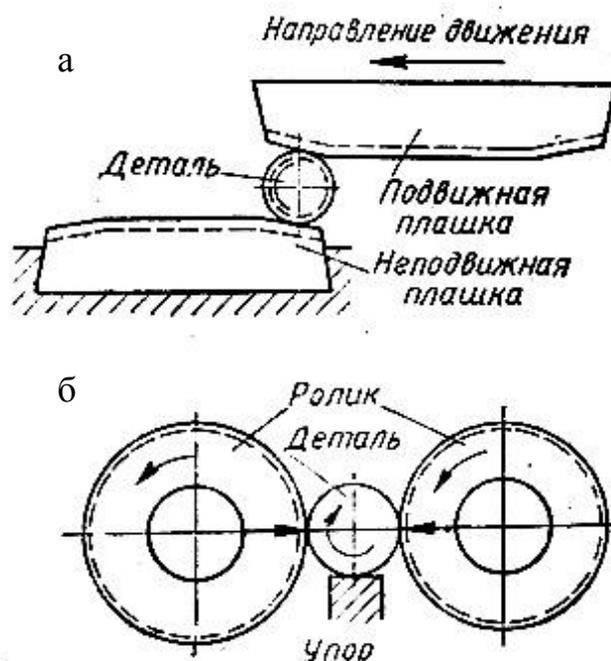


Рис.5.16. Схемы накатывания резьбы плашками (а) и роликами (б)

В настоящее время чаще всего применяют электрокорунд, карбид кремния, синтетический алмаз и эльбор. Используя абразивный материал и связку, производят абразивный инструмент, который в зависимости от формы можно разбить на четыре группы: шлифовальные круги, головки, сегменты и бруски.

Шлифовальные круги (табл. 5.3.) представляют собой тела вращения, предназначенные для шлифования деталей из различных материалов.

Шлифовальные головки выпускают семи типоразмеров (табл.5.4). Они предназначены для шлифования в деталях отверстий малого размера и зачистки деталей с использованием ручного инструмента.

Сегменты (табл.5.5) главным образом предназначены для изготовления кругов прерывистого резания, что обеспечивает их работу с меньшим нагревом обрабатываемой поверхности детали.

Шлифовальные бруски (табл.5.6) применяют для изготовления инструмента при хонинговании и суперфинишировании (бруски типа БКв, БХ и БП). Остальные формы используют при ручных слесарных работах.

Наиболее распространенными видами шлифования являются: круглое наружное и внутреннее, плоское и бесцентровое. Процесс шлифования обычно осуществляют с использованием трех движений: главного со скоростью вращения круга $V_{кр}$; вращения или возвратно-поступательного движения детали $V_{д}$; движения подачи круга или детали со скоростью V_s (рис.5.17).

Таблица 5.3. Формы шлифовальных кругов

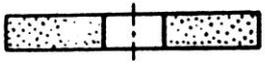
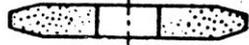
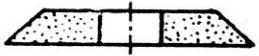
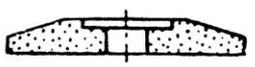
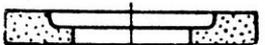
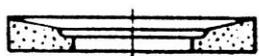
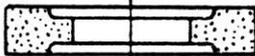
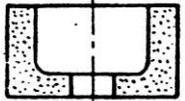
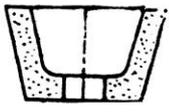
Виды кругов	Эскиз	Обозначение типов
Плоские: прямого профиля		ПП
с двусторонним коническим профилем		2П
45°-ного конического профиля		3П
с малым углом конического профиля до 30°		4П
с выточкой		ПВ
с конической выточкой		ПВК
с двусторонней выточкой		ПВД
Чашки: цилиндрические		ЧЦ
конические		ЧК

Таблица 5.4. Шлифовальные головки

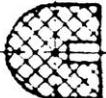
Виды головок	Формы сечений	Обозначение типов
Цилиндрические		AW
Угловые		DW
Конические: с углом конуса 60° с закругленной вершиной	 	EW60° KW
Сводчатые		F-1W
Шаровые		F-2W
Шаровые с цилиндрической поверхностью		FW

Таблица 5.5. Шлифовальные сегменты

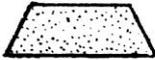
Виды сегментов	Эскиз	Обозначение типов	Виды сегментов	Эскиз	Обозначение типов
Плоские		СП	Трапециевидные		5С
Выпукло-вогнутые		1С			6С
Вогнуто-выпуклые		2С			7С
Выпукло-плоские		3С	Специальные		8С
Плоско-выпуклые		4С			

Таблица 5.6. Шлифовальные бруски

Наименование брусков	Эскиз	Обозначение типов	Наименование брусков	Эскиз	Обозначение типов
Квадратные		Б Кв	Круглые		БКр
Плоские		БП	Полукруглые		БПкр
Треугольные		БТ	Плоские для хонингования (специальные)		БХ

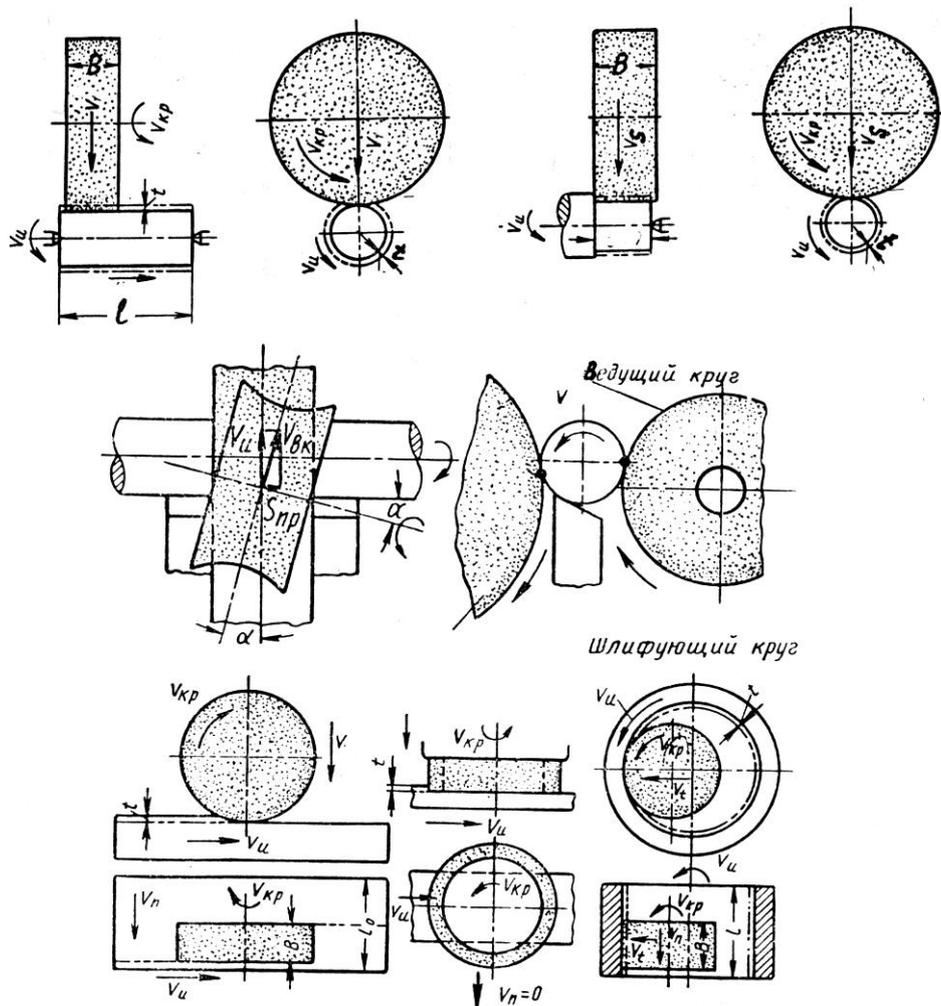


Рис. 5.17. Схемы резания при шлифовании:

- а – наружное с поперечной и продольной подачами; б – то же, с поперечной подачей;
 в – бесцентровое наружное на проход; г – плоское периферией круга;
 д – то же, торцом круга; е – круглое внутреннее

6. Металлорежущие станки

Металлорежущие станки являются основным видом технологического оборудования машиностроительных заводов.

6.1. Классификация металлорежущих станков

В качестве классификационных признаков могут быть приняты: технологический метод обработки, характер применяемого режущего инструмента, степень концентрации операций, степени универсальности и автоматизации и др.

В зависимости от технологического метода обработки станки делят на группы: токарная (1); сверлильно-расточная (2); шлифовальная и доводочная (3); электрофизических и электрохимических методов обработки (4); зубо- и резьбообрабатывающая (5); фрезерная (6); строгальная, долбежная и протяжная (7); разрезная (8); разные (9).

Каждая группа может включать 10 типов станков. Так, станки первой группы (токарные) могут быть: одношпиндельные автоматы (1 тип), многошпиндельные автоматы (2 тип), токарно-револьверные (3 тип) и т.д.

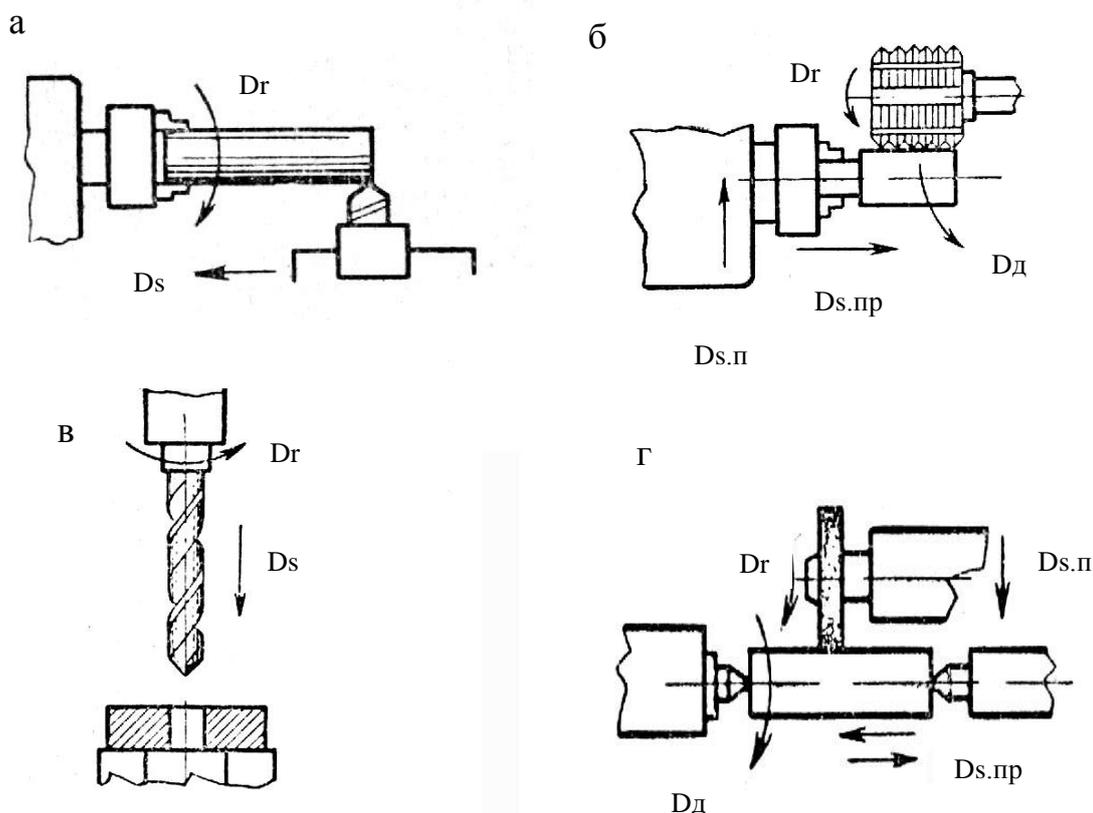


Рис. 6.1. Классификация станков по характеру применяемого инструмента

В зависимости от характера применяемого инструмента станки подразделяют на работающие однолезвийным инструментом (рис. 6.1,а) и

многолезвийным (рис. 6.1,б), осевым (рис. 6.1,в) и абразивным (рис. 6.1,г).

По степени концентрации операций, выполняемых на станке, они могут быть одноинструментальными (рис.6.2,а), многоинструментальными (рис.6.2,б) и многопозиционными (рис. 6.1,в). Обработка на многоинструментальных станках обеспечивает повышение производительности за счет одновременного процесса резания несколькими инструментами. Многопозиционные металлорежущие станки позволяют устанавливать и обрабатывать на них сразу несколько деталей.

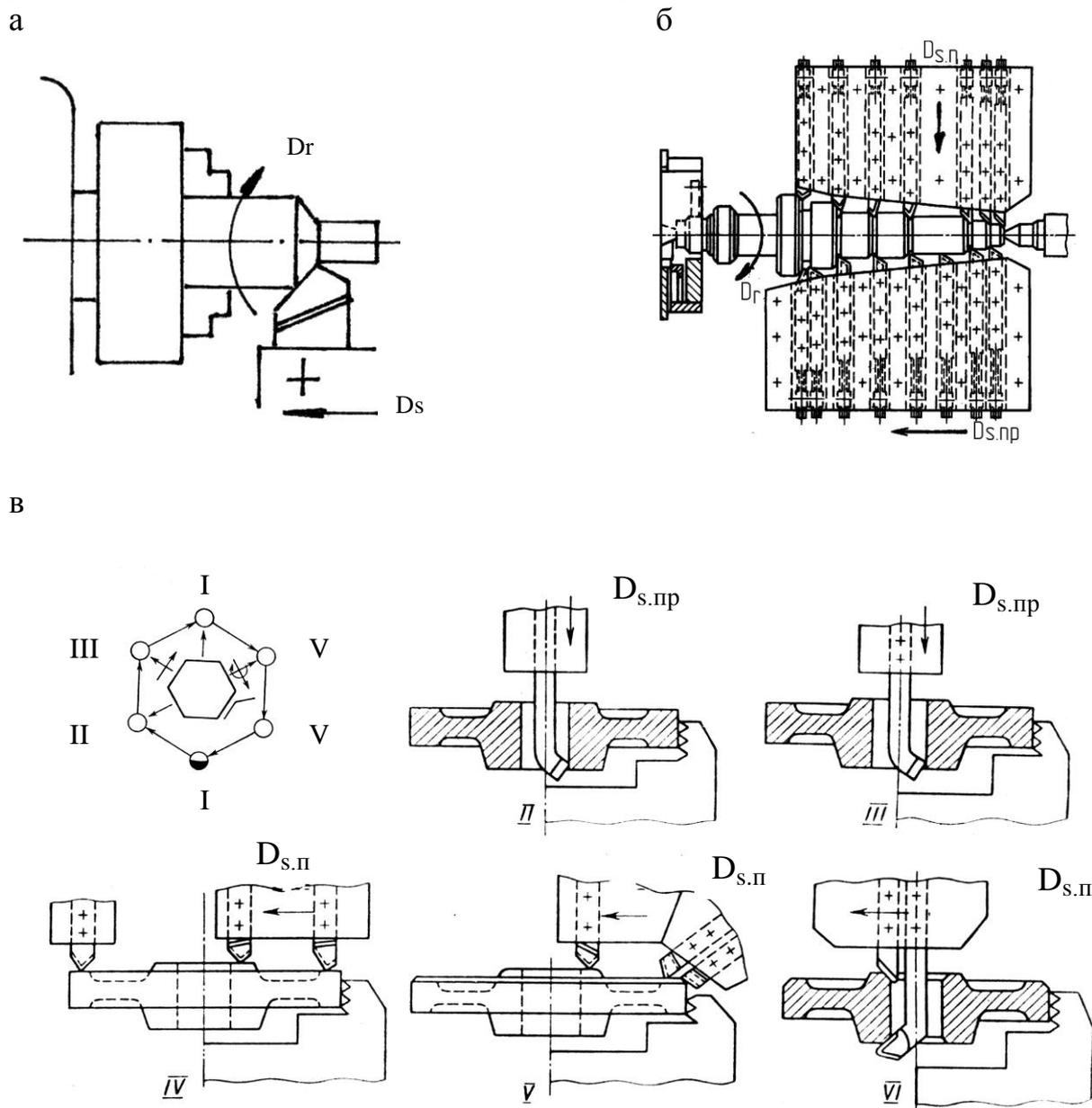


Рис. 6.2. Классификация станков по степени концентрации операции:
 I – загрузочная позиция, II -VI – обрабатывающие позиции

По степени универсальности станки подразделяют: на универсальные, предназначенные для выполнения разнообразных операций на широкой номенклатуре заготовок; широкого назначения, выполняющие ограниченное число различных операций с широкой номенклатурой заготовок; специализированные, обеспечивающие обработку узкой группы конструктивно подобных деталей; специальные обрабатывающие только один вид деталей.

По степени автоматизации различают станки с ручным управлением, полуавтоматы, автоматы и станки с программным управлением.

Все модели станков обозначают цифрами и буквами. Первая цифра означает его группу, вторая – тип. Следующие одна или две цифры характеризуют один из основных параметров станка – высоту центров для токарных станков, диаметр стола для карусельных, максимальный размер обрабатываемого отверстия для сверлильных и т.п. Для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) дополнительно в обозначении вводится буква Ф с последующей цифрой, характеризующей систему ЧПУ. Например, модель 16К20Ф3 относится к группе токарных станков, тип – токарно-винторезные с высотой центров 200 мм, буква К означает модификацию основной модели, Ф3 – станок с контурной системой ЧПУ.

Несмотря на обширное разнообразие групп и типов станков, можно отметить основные узлы, имеющиеся в любой модели оборудования, что видно на примере наиболее распространенного токарно-винторезного станка (рис.6.3).

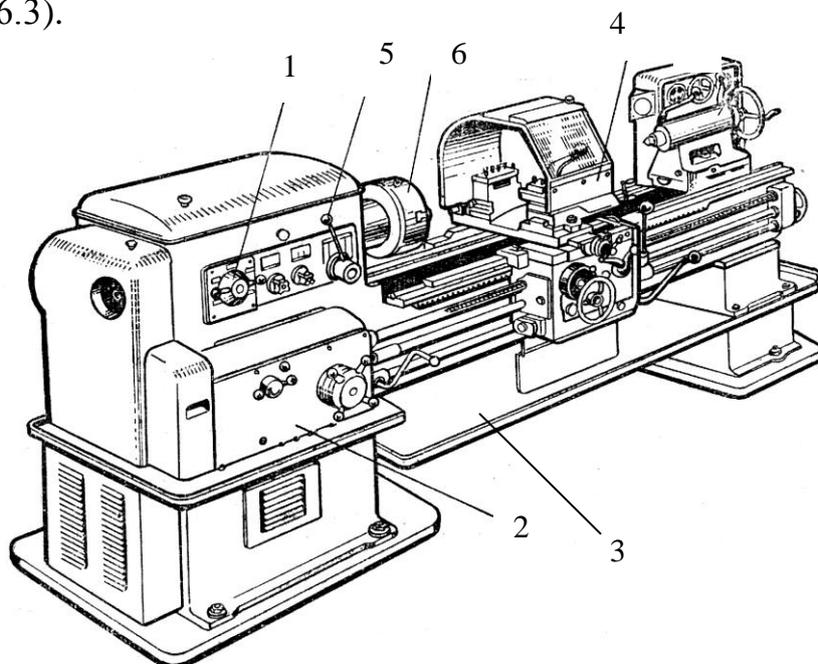


Рис. 6.3. Токарно-винторезный станок:

- 1 – коробка скоростей; 2- коробка подач; 3 – станина; 4 – узел инструмента (суппорт);
5 – рукоятка управления; 6 – приспособление для закрепления заготовки (патрон)

Коробка скоростей обеспечивает заготовке (или инструменту) необходимую скорость главного движения D_r . Регулирование скорости может быть ступенчатым или бесступенчатым.

Коробка подач, в свою очередь, обеспечивает требуемые значения величин подач, т.е. скорости движения подачи D_s инструменту или заготовке.

Станина является базовой деталью станка, создающей его основу и определяющей взаимное расположение всех узлов станка.

Узел инструмента (в данном случае – суппорт с резцедержавкой) определяет его расположение и характер движения по отношению к обрабатываемой заготовке.

На станке должны быть размещены рукоятки управления, предназначенные для пуска и останова отдельных механизмов и всего станка, включения требуемых подач и частот вращения заготовки или инструмента, и т.п.

Закрепление заготовки осуществляют в сменном приспособлении, устанавливаемом на станке. Для токарных станков часто используют трехлачковый самоцентрирующий патрон.

Степень автоматизации металлорежущих станков существенно влияет на уровень их производительности. При использовании универсальных станков с ручным управлением удельный вес машинного времени (времени резания) составляет 20-30% общего времени обработки. Это означает, что, имея машину (станок), значительную часть затрат времени и труда на изготовление изделий выполняет человек.

Применение специальных и специализированных станков, полуавтоматов и автоматов позволяет повысить долю машинного времени до 70-80% и на их основе создавать автоматические линии.

Автоматическая линия представляет собой ряд согласованно работающих автоматически управляемых станков, транспортных устройств и контрольных механизмов (приборов), посредством которых без участия человека выполняются операции обработки, межоперационного перемещения полуфабриката и контроля.

Пример автоматической линии и обрабатываемой на ней детали показан на рис. 6.4.

Отрезанные из сортового проката заготовки 4 периодически загружают в лоток 3. Далее они поштучно поступают в зону обработки станка, закрепляются призмами 2 и специальным инструментом, установленным в головках 1 и 6, снимаются фаски сразу с 2-х сторон. После снятия фасок и разжима заготовка попадает в трубчатый питатель 7, в котором перемещается штоком пневмоцилиндра 23 к бесцентрошлифовальному станку 8, обрабатывается на нем в заданный размер и вновь питателем перемещается к протяжному станку 13 для обработки паза и лыски.

При этом заготовка кантователем поворачивается на 90° и пневмоприводом 16 подается в приспособление 12 для установки и закрепления в нем. Далее происходят протягивание паза и лыски двумя плоскими протяжками, разжим после обработки, подача в приемное окно лотка 10, и деталь 9 попадает в тару, установленную около лотка.

Использование в обработке резанием автоматических линий позволяет в несколько раз сократить количество рабочих, уменьшить число станков и производственных площадей, повысить производительность труда.

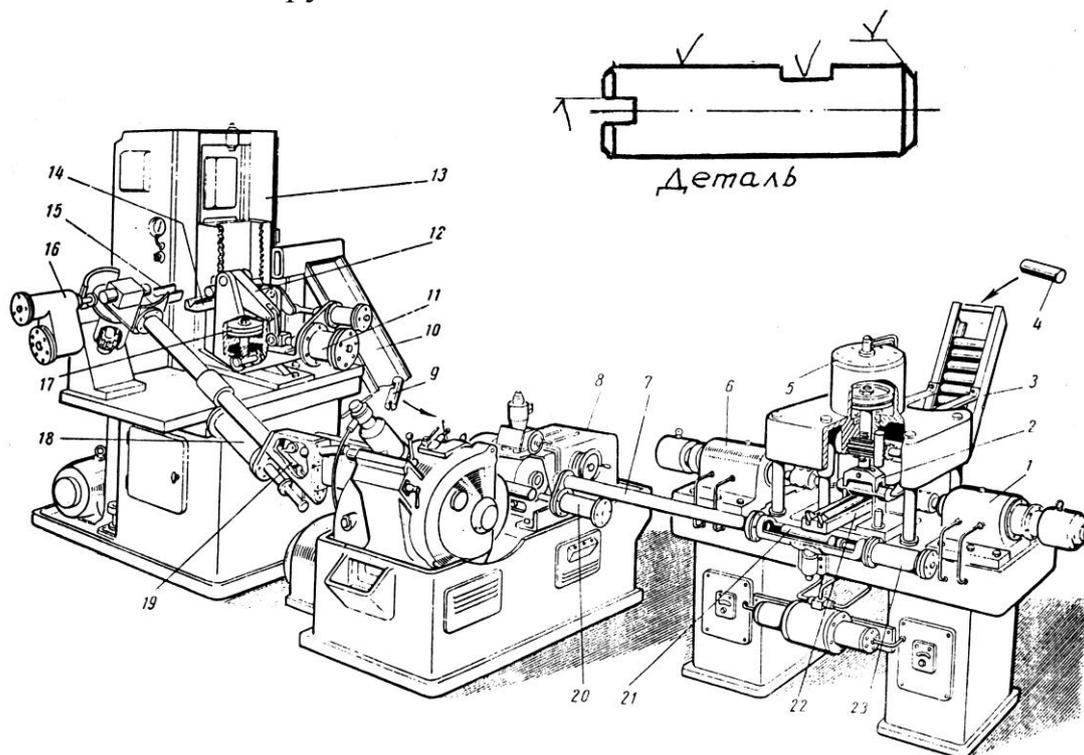


Рис. 6.4. Автоматическая линия обработки шкворня

В то же время специальные станки и автоматические линии из них не обладают гибкостью, т.е. способностью переналаживаться и переходить на изготовление новых изделий, т.к. работают чаще всего по жестким цикловым программам.

Применение универсальных станков, обладающих достаточной гибкостью, при переходе на изготовление новых изделий, как правило, не требует радикального переоснащения производства и значительных затрат. Однако производительность труда в этом случае низка.

Выполнение задачи – наделять автоматизированное производство гибкостью, производство, использующее универсальное оборудование, комплексно автоматизировать и сохранить его гибкость – стало возможным с появлением станков с ЧПУ, основное достоинство которых состоит в сокращении времени и простоте их переналадки, т.к. затраты времени на разработку и запись программы относительно невелики.

Опыт использования станков с ЧПУ показал, что при бесспорных преимуществах таких станков их эксплуатация связана с определенными сложностями. В частности, для их обслуживания потребовалось привлечь специалистов по электронике, математике, программистов, наладчиков высокой квалификации. Такое количество специалистов содержать в штате имеет смысл, если станки с ЧПУ применяют большими группами. Но даже и в этом случае оборудование используют не лучшим образом из-за больших потерь времени, связанных с передачей деталей с одного станка на другой.

Идея числового программного управления оказалась весьма плодотворной с появлением многоцелевых станков (МЦС), позволяющих выполнять на них фрезерные, расточные, сверлильные и резьбонарезные операции. Главной отличительной особенностью МЦС стал инструментальный магазин с набором инструмента в 30 и более единиц.

Благодаря концентрации операций на одном рабочем месте, высокому уровню автоматизации и сокращению вспомогательного времени производительность труда при использовании многоцелевых станков в 3-4 раза выше, чем при применении универсальных.

Сам по себе сложный станок, каким является многоцелевой, не может работать без обслуживающего персонала. Как ни сложна деталь, рано или поздно цикл её обработки заканчивается, и кто-то должен снять ее со станка, а взамен установить очередную заготовку. Применительно к большинству деталей с этой задачей вполне успешно могут справиться промышленные роботы. Сложнее обстояло дело с крупными корпусными деталями. Было предложено крепить заготовки на так называемых спутниках – подвижных платформах, которые могут занимать на рабочем столе станка строго заданное положение. Несколько таких спутников – паллет с заготовками заранее, например в начале первой смены, запасают на транспортере специального накопителя, стоящего рядом со станком, и по команде ЧПУ по очереди подают на рабочий стол станка и возвращают в накопитель после обработки. Это обеспечивает автоматическую загрузку станка.

Многоцелевые станки с системой спутников или роботом отвечают всем требованиям, предъявляемым к гибкому автоматизированному производству.

Они могут в любой момент и за минимальное время переходить на обработку новых деталей, для чего необходимо сменить программу обработки.

Бесперебойную работу многоцелевого станка могут обеспечить автоматические системы смены инструмента, транспорта, установки и съема заготовок, удаления стружки, подачи охлаждающей жидкости и смазки, средства контроля за точностью обработки, диагностики состояния инструмента. Именно такие технологические комплексы из станка с ЧПУ,

устройств загрузки и системы обеспечения бесперебойной работы, управляющих устройств на базе ЭВМ, рассматривают как гибкие производственные системы (ГПС). Организационно ГПС имеет иерархическую структуру, первым уровнем которой является гибкий производственный модуль (ГПМ) (рис.6.5).

Заготовки, закрепленные на паллете 1, перемещают со склада автоматическим транспортом и передают на двухместный накопитель 2, установленный около станка. Далее по программе заготовку с паллетой перемещают на рабочий стол 7 и обрабатывают. Смену инструмента осуществляют манипулятором 4.

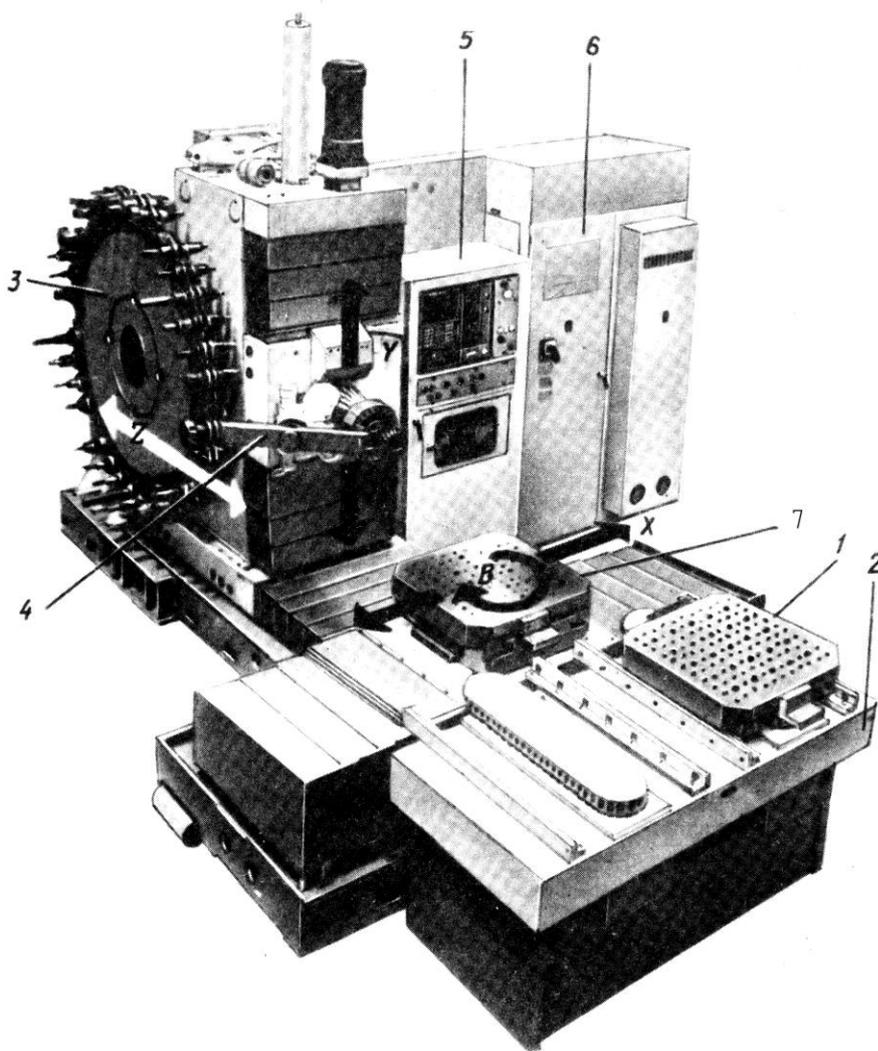


Рис. 6.5. Компоновка ГПМ для обработки корпусных деталей:
 1 – паллета; 2 – двухместный накопитель паллет; 3 – инструментальный магазин;
 4 – манипулятор для установки инструмента в шпиндель; 5 – шкаф устройства ЧПУ;
 6 – шкаф электрооборудования; 7 – рабочий стол

В зависимости от числа установленных гибких модулей можно получить гибкую линию, участок или даже цех.

В общем случае ГПС (рис. 6.6.) представляет собой систему с комплексно автоматизированным производственным процессом, работу всех частей которой (станки, транспортные средства, средства контроля, инструментообеспечения и т.д.) координируют как единое целое системой управления на базе ЭВМ. ГПС включает:

технологическую систему, представляющую собой совокупность взаимосвязанных технологических машин (станков с ЧПУ, роботов, манипуляторов и др.), осуществляющих формообразование деталей в автоматическом режиме;

транспортную систему, состоящую из транспортных и накопительных устройств, осуществляющих межоперационное хранение и доставку заготовок, приспособлений, готовых деталей к основному технологическому оборудованию и автоматическому складу;

складскую систему, служащую для хранения нормативного запаса заготовок, приспособлений и инструмента, выдачи их в производство, накопления и хранения готовых деталей;

систему инструментообеспечения, осуществляющую оперативную подготовку и хранение инструментальных наладок и приспособлений, его контроль, учет и доставку инструмента и оснастки к основному технологическому оборудованию;

систему контроля, осуществляющую контроль технических средств ГПС и деталей; диагностику работоспособности автоматического оборудования, входящего в состав технологической, транспортной, складской систем, системы инструментообеспечения и контроля;

систему управления, состоящую из средств вычислительной техники в виде управляющего вычислительного комплекса со средствами программного обеспечения и осуществляющую разработку оперативных заданий для станков и систем обслуживания (переработка, передача и накопление информации, относящейся к согласованию перемещения в пространстве и времени заготовок, инструментов, оснастки и др.); учет выполнения плановых заданий; управление технологическим и вспомогательным оборудованием (переработка, передача и накопление информации, относящейся к технологическим режимам обработки, маршрутам и др.).

Другим примером гибкого автоматического производства может служить линия с автоматической сменой многошпиндельных коробок (рис. 6.7), предназначенная для обработки осевым инструментом (сверла, зенкеры, развертки, метчики и т.д.) разнообразных корпусных деталей в условиях среднесерийного производства.

Линия состоит из силового стола, на котором устанавливают сменные шпиндельные коробки, транспортной системы для перемещения шпиндельных коробок, поворотного стола с приспособлениями для установки заготовок и системы программного управления.

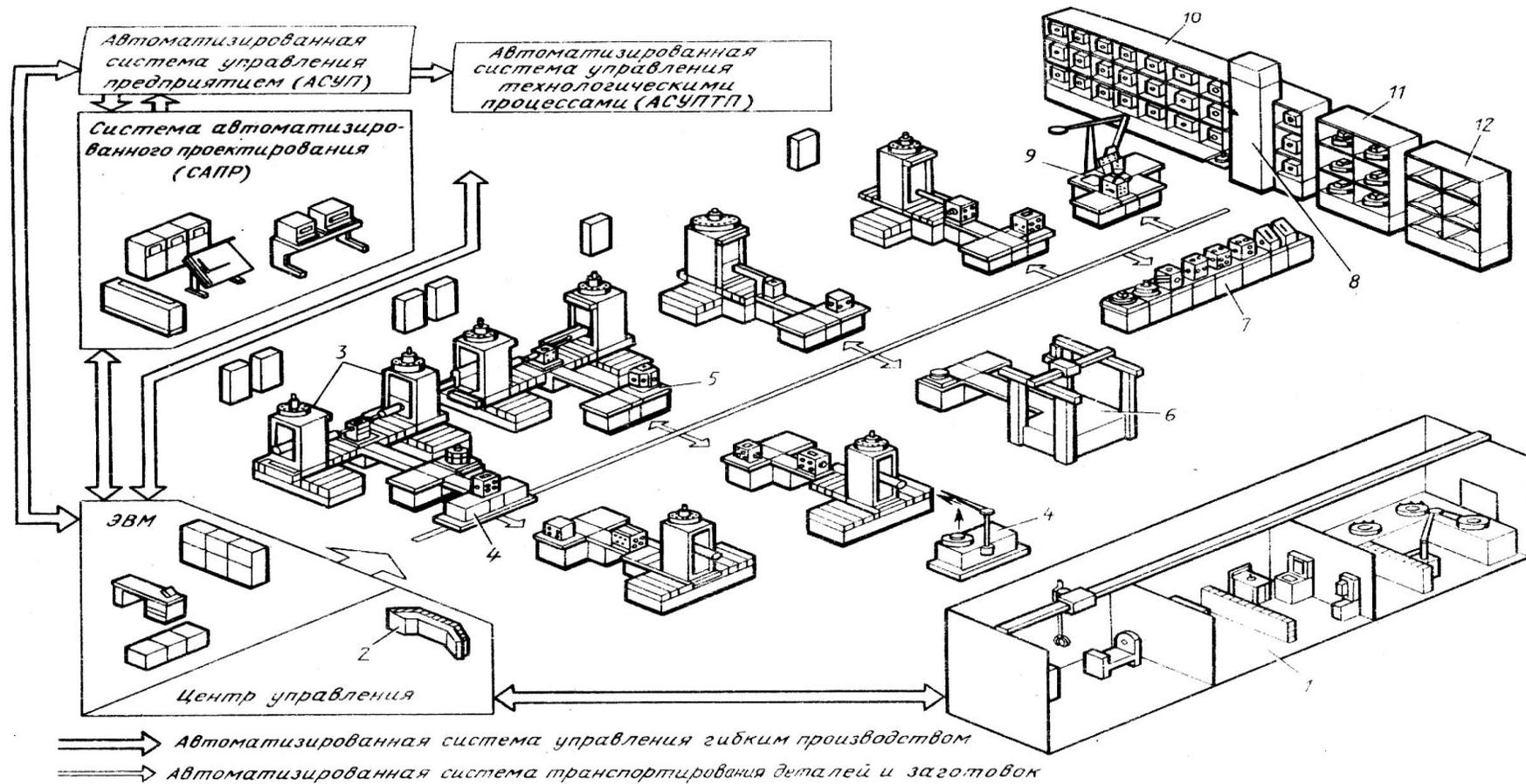


Рис. 6.6. Гибкая производственная система;

- 1 – система инструментального обеспечения; 2 – пульт оператора; 3 – многоцелевые станки; 4 – транспортный робот;
 5 – накопители с автоматической загрузкой; 6 – контрольно-измерительная машина; 7 – оперативный накопитель спутников;
 8 – автоматический штабелер; 9 – позиция загрузки заготовок на спутники и выгрузки; 10 – склад заготовок;
 11 – склад инструментов; 12 – склад спутников и приспособлений

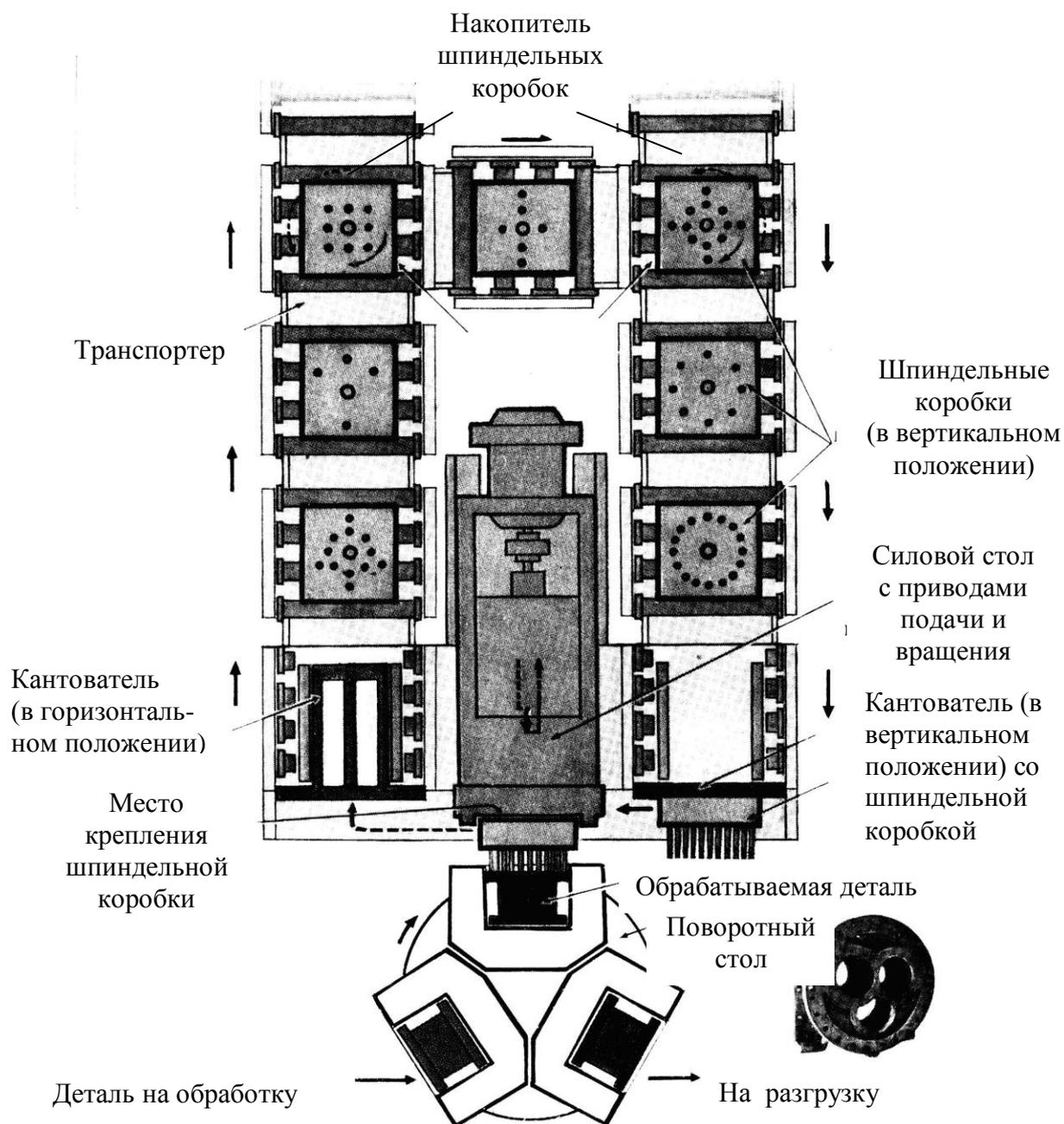


Рис. 6.7. Гибкая линия с автоматической сменой многошпиндельных коробок

Силовой стол вместе со шпиндельной коробкой и закрепленными на ней инструментами имеет движение подачи D_s , а инструментам сообщают главное движение D_r (вращательное).

Перемещение шпиндельных коробок осуществляется вращающимися роликами транспортера. Такая структура линии – сочетание комплекта унифицированных узлов с механизмами, необходимыми для обработки конкретной детали, – придает ей большую гибкость.

В мировом станкостроении уже много десятилетий идет трудная борьба за точность металлообработки. При обработке деталь и инструмент вращаются, поворачиваются, перемещаются с различными скоростями. В металлорежущих станках с механическими приводами существует предел точности перемещений из-за люфтов в системах передач (зубчатых колесах), (рис. 6.8,а). Однако промышленность требует изделий высокой точности. Поэтому появилась идея мехатронного металлорежущего станка и сами станки (рис.6.8,б).

Принцип мехатроники внешне прост: деталь, которую необходимо вращать, устанавливают на оси синхронного электродвигателя, при этом исключив все зубчатые передачи. Точно так же прямо от электродвигателя, передается вращение на шпиндель станка, в который устанавливают инструмент. К электродвигателю каждого привода подводят питающее напряжение с электронного блока. Управляя частотой тока, появляется возможность регулировать величину перемещения исполнительного механизма, следовательно, детали и инструмента. Так, ротор синхронного двигателя одного из таких станков может вращаться с частотой 0,03 оборота в минуту (около двух оборотов в час).

Аналогично можно обеспечить и меньшие перемещения как детали, так и инструмента, используя шариковую винтовую пару, в которой винт является ротором синхронного электродвигателя, а гайка закреплена, например, на суппорте станка.

Точность линейного позиционирования у одной из моделей мехатронного станка составила 10 микрометров по сравнению с 16 микрометрами у подобного многоцелевого станка с ЧПУ.

В машиностроении часто возникают технологические проблемы, связанные с обработкой материалов и деталей, форму и состояние поверхностного слоя которых трудно получить на обычных металлорежущих станках.

К таким проблемам относят обработку весьма прочных, очень вязких, хрупких и неметаллических материалов, тонкостенных нежестких деталей, пазов и отверстий, имеющих размеры в несколько микрометров, поверхностей деталей с малой шероховатостью или малой толщиной дефективного поверхностного слоя. Подобные проблемы решают применением станков электрофизических и электрохимических методов (ЭФЭХ) обработки. Для осуществления размерной обработки заготовок ЭФЭХ методами используют электрическую, химическую, звуковую, световую, лучевую и другие виды энергии.

Станки ЭФЭХ методов обработки успешно дополняют обработку резанием, а в отдельных случаях имеют преимущества перед ней: силовые нагрузки либо отсутствуют, либо настолько малы, что практически не влияют на суммарную погрешность точности обработки.

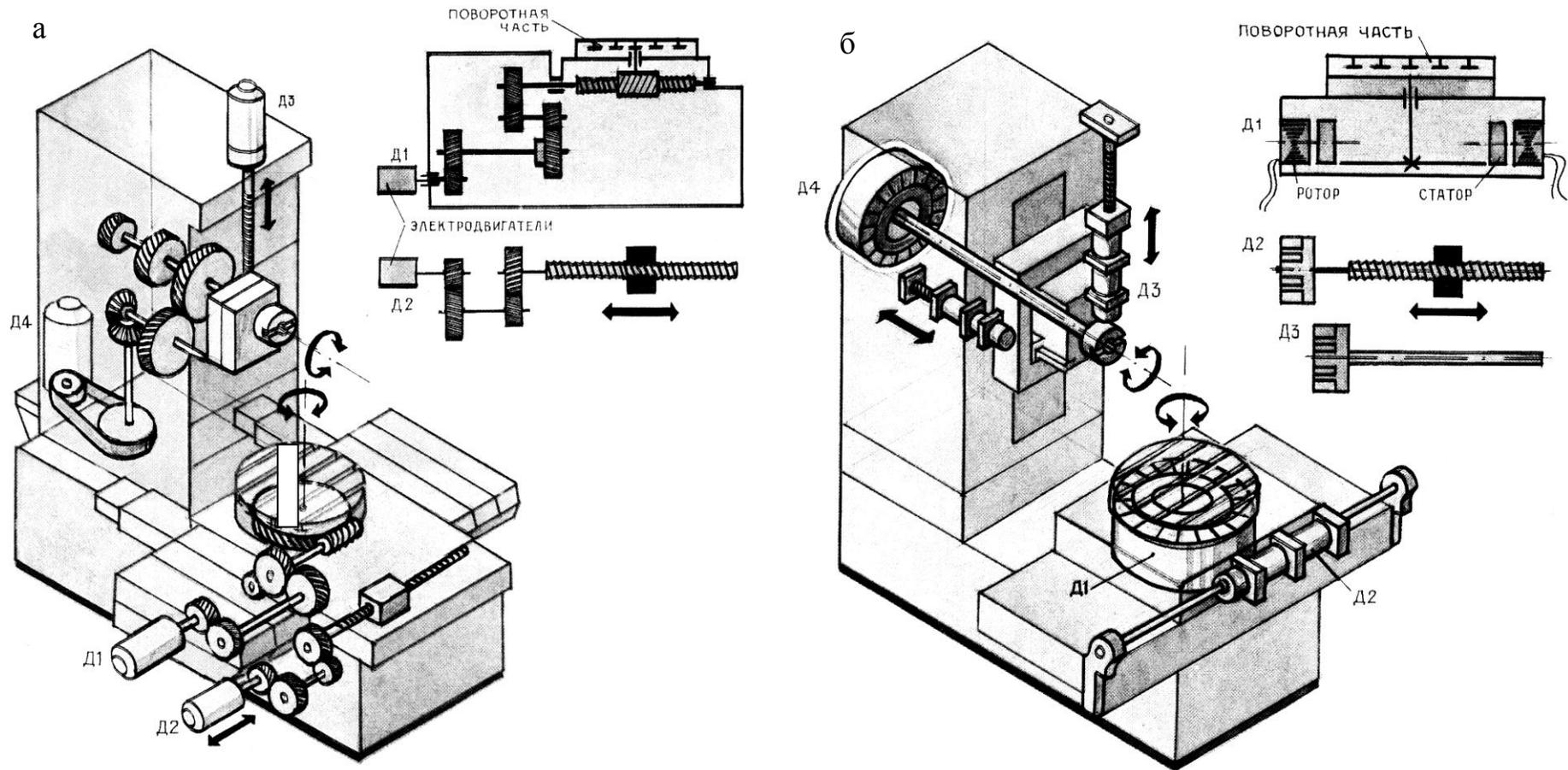


Рис. 6.8. Металлорежущие станки:
а – с механическими приводами; б – мехатронный

Подобные станки позволяют не только изменять форму обрабатываемой поверхности заготовки, но и влиять на состояние поверхностного слоя, например, обработанная поверхность не упрочняется, дефектный слой незначителен, удаляются прижоги поверхности, полученные при шлифовании, повышаются износостойкие, коррозионные, прочностные и другие эксплуатационные характеристики деталей.

Кинематика формообразования поверхностей деталей ЭФЭХ методами обработки проста и не требует сложных конструкций станков, но тем не менее их часто оснащают системами ЧПУ.

Существуют станки электроэрозионных методов обработки, химической и электрохимической, ультразвуковой, лучевой и плазменной обработки.

К числу электроэрозионных относят электроискровые станки (рис. 6.9), основанные на явлении эрозии, т.е. разрушении металла под действием электрических искровых разрядов. Электрод-инструмент и заготовку включают в сеть колебательного контура. Электрический разряд, образующийся при сближении инструмента и заготовки, обеспечивает высокую температуру на её поверхности и испарение элементарного объема металла. На обрабатываемой заготовке образуется лунка. Следующие импульсы повторяют процесс эрозии, и так будет, пока заготовка не обработается.

Обработку заготовок из хрупких твердых материалов: стекла, керамики, ферритов, кремния, кварца, алмаза можно производить на ультразвуковых станках (рис. 6.10).

Обработку выполняют торцом инструмента, колеблющимся со сверхзвуковой частотой и незначительной амплитудой (до 0,05 мм) в направлении его подачи. В пространство между торцом инструмента и поверхностью заготовки подают жидкость с абразивным зерном. Под действием колебаний инструмента зерна абразива с силой ударяются о поверхность заготовки, скалывая с нее частицы материала.

Обработка заготовок из труднообрабатываемых металлов и сплавов (тантала, вольфрама, циркония), а также неметаллических материалов (рубинов, керамики, кварца) может осуществляться на установках (станках), использующих сфокусированный поток электронов в виде узкого луча.

Электронно-лучевая обработка основана на превращении кинетической энергии направленного пучка электронов в тепловую. Высокая плотность энергии сфокусированного луча электронов позволяет обрабатывать заготовки за счет нагрева, расплавления и испарения материала с узколокального участка. Схема установки для электронно-лучевой обработки (электронная пушка) показана на рис. 6.11.

В вакуумной камере 1 в формирующем электроде 2 расположен вольфрамовый катод 3, питаемый от источника тока, обеспечивающий эмиссию свободных электронов. Электроны формируются в пучок под действием электрического поля, создаваемого высокой разностью потенциалов между катодом 3 и анодом 4, и ускоряются в осевом направлении. Диафрагма 5 отсекает краевые зоны электронного луча 6, а система магнитных линз 7 окончательно формирует поток электронов в луч малого диаметра и фокусирует его на поверхности заготовки, закрепленной в приспособлении на столе. Луч по поверхности заготовки перемещается отклоняющей системой 8, которая может управляться системой ЧПУ.

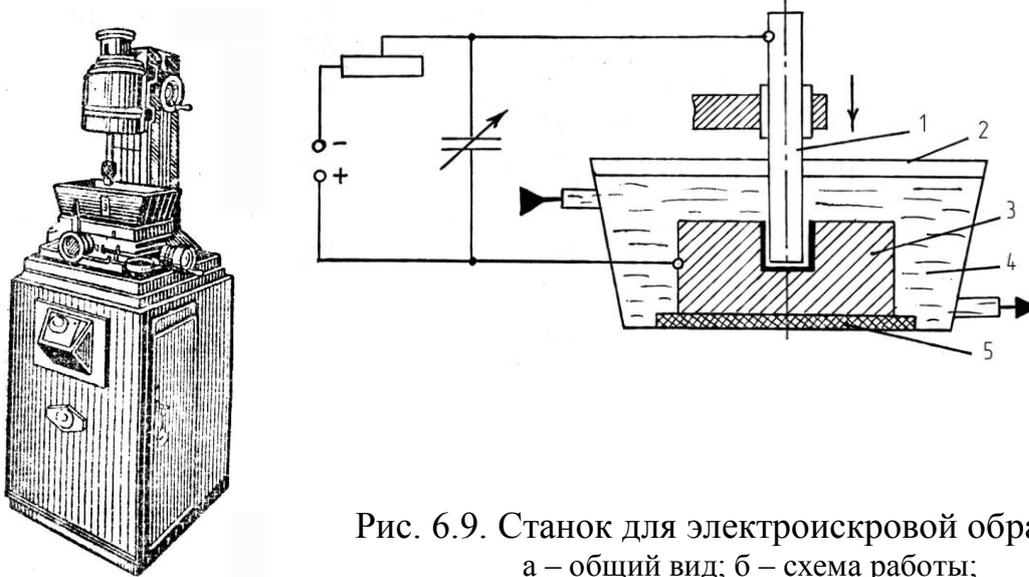


Рис. 6.9. Станок для электроискровой обработки:

а – общий вид; б – схема работы;

1 – электрод-инструмент; 2 – ванна; 3 – заготовка;
4 – диэлектрическая жидкость; 5 – изолятор

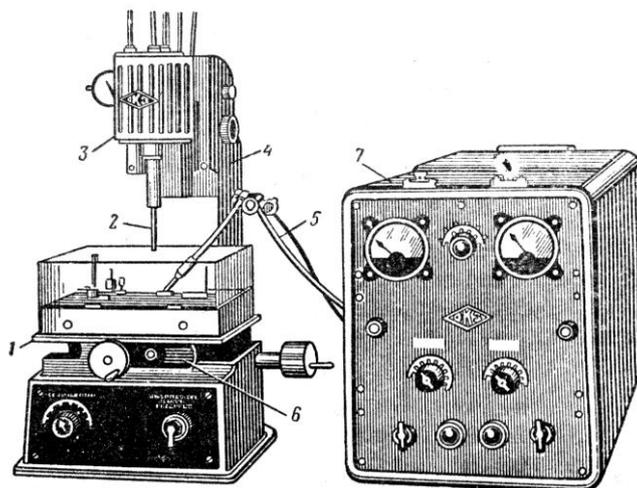


Рис. 6.10. Ультразвуковой станок мод. 4770:

1 – стол; 2 – инструмент; 3 – магнестрикционная головка; 4 – станина;

5 – шланги для подачи жидкости с абразивом; 6 – каретка стола;

7 – генератор высокой частоты

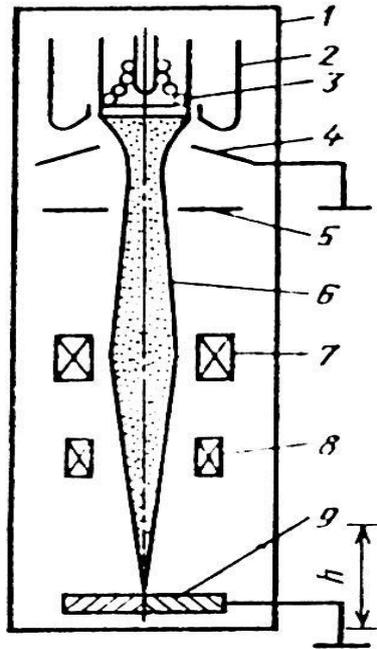


Рис. 6.11. Схема электронно-лучевой трубки

Система ЧПУ также управляет продольными и поперечными перемещениями стола, на котором закреплена заготовка, продолжительностью импульсов и интервалов между ними.

При размерной обработке заготовок установка работает в импульсном режиме, что обеспечивает локальный нагрев заготовки. В зоне обработки температура достигает 6000°C , а на расстоянии 1 мкм от кромки луча не превышает 300°C . Продолжительность импульсов и интервалы между ними подбирают так, чтобы за один цикл успел нагреться и испариться металл только под лучом. Длительность импульсов составляет 10^{-4} - 10^{-6} с, а частота – 50 – 6000 Гц, диаметр сфокусированного электронного луча – несколько микрометров.

Светолучевая (лазерная) обработка основана на тепловом воздействии луча высокой энергии на поверхность обрабатываемой заготовки. Источником светового излучения служит лазер – оптический квантовый генератор (ОКГ). Принцип работы ОКГ основан на том, что атом вещества, имея определенный запас энергии, находится в устойчивом энергетическом состоянии и располагает на определенном энергетическом уровне. Для выведения атома из устойчивого энергетического состояния его необходимо возбудить. Возбуждение (накачку) активного вещества осуществляют световой импульсной лампой. Возбужденный атом, получив дополнительный фотон от системы накачки, излучает сразу два фотона, в результате чего происходит своеобразная цепная реакция генерации лазерного излучения.

Для механической обработки используют твердотельные ОКГ, рабочим инструментом которых является рубиновый стержень, состоящий из оксидов

алюминия, активированных 0,05% хрома. Рубиновый ОКГ работает в импульсном режиме, генерируя импульсы когерентного монохроматического красного цвета. При включении пускового устройства ОКГ электрическая энергия, запасенная в батарее конденсаторов, преобразуется в световую энергию импульсной лампы. Свет лампы фокусируется отражателем на рубиновый стержень, и атомы хрома приходят в возбужденное состояние. Из этого состояния они могут возвратиться в нормальное, излучая фотоны с длиной волны 0,69 мкм (красная флуоресценция рубина).

Взаимодействие фотонов с возбужденными атомами дает лавинообразные потоки фотонов в различных направлениях. Наличие торцовых зеркальных поверхностей рубинового стержня приводит к тому, что при многократном отражении усиливаются световые колебания в направлении оси стержня рубина вследствие стимулирования возбужденными атомами. Спустя 0,5 мс более половины атомов хрома приходит в возбужденное состояние, и система становится неустойчивой. Вся запасенная энергия в стержне рубина одновременно высвобождается, и кристалл испускает ослепительно яркий красный свет. Лучи света имеют высокую направленность. Расходимость луча обычно не превышает $0,1^{\circ}$. Системой оптических линз луч фокусируется на поверхности обрабатываемой заготовки (рис. 6.12).

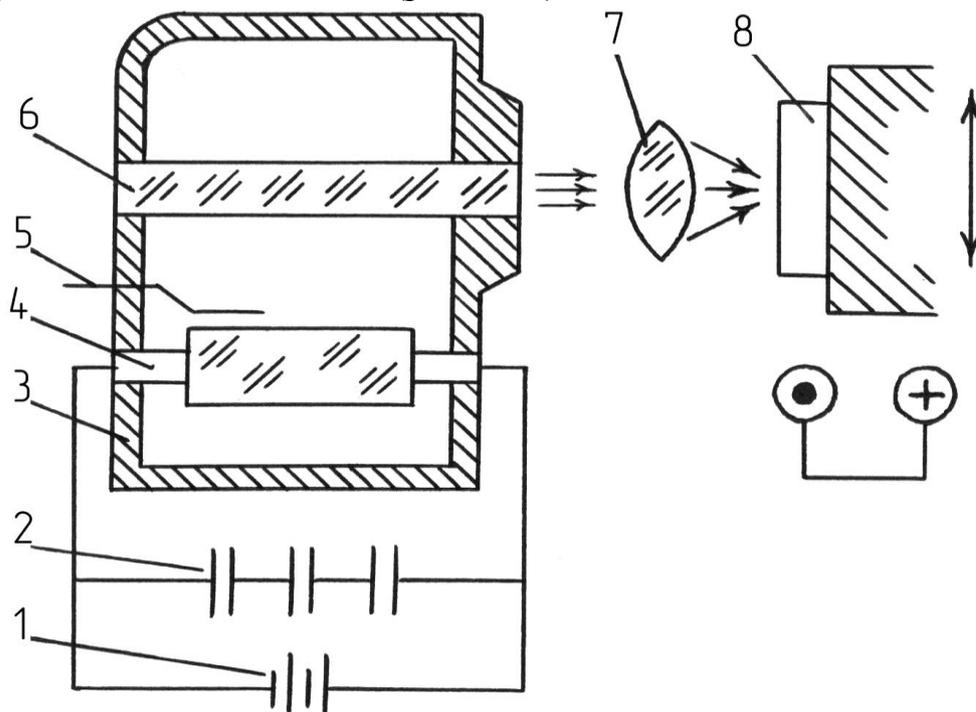


Рис.6.12. Схема оптического квантового генератора:

- 1 – источник тока; 2 – батарея конденсаторов; 3 – корпус; 4 – импульсная лампа;
5 – пусковое устройство; 6 – рубин; 7 – линзы; 8 – заготовка

Энергия светового импульса ОКГ обычно невелика и составляет 20–100 Дж, но она выделяется в миллионные доли секунды и сосредотачивается в луче диаметром $\sim 0,01$ мм. В фокусе диаметр светового луча составляет всего несколько микрометров, что обеспечивает температуру $6000 - 8000^{\circ}$ С. В результате этого поверхностный слой материала заготовки, находящийся в фокусе луча, мгновенно расплавляется и испаряется.

Этим методом можно обрабатывать заготовки из любых материалов, включая самые твердые и прочные. С помощью лазерного луча можно выполнять контурную обработку по аналогии с фрезерованием, т.е. обработку поверхностей по сложному периметру. Перемещениями заготовки относительно светового луча управляют системы ЧПУ, что позволяет прорезать в заготовках детали сложной геометрической формы.

7. Основные вопросы технологии машиностроения

Производственный процесс на машиностроительном предприятии – совокупность действий людей и машин для превращения материалов и полуфабрикатов в готовую продукцию. Производственный процесс состоит из технологических процессов. Часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением размеров, формы, внешнего вида и взаимного положения поверхностей обрабатываемой заготовки, называется технологическим процессом механической обработки.

Конечной целью технологического процесса механической обработки является получение детали требуемого качества в соответствии с требованиями рабочего чертежа этой детали.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин резанием имеет цель установить наиболее рациональный и экономичный способ обработки с учетом основных направлений в современной технологии машиностроения.

1. Возможно большее сокращение обработки металлов резанием, что достигается производством заготовок деталей машин, приближающихся по форме, размерам и качеству поверхности к готовым деталям. Такие заготовки обеспечивают повышение технико-экономической эффективности: уменьшается расход металла вследствие уменьшения припусков, снижается трудоемкость механической обработки и потребность в металлорежущем инструменте и станках, уменьшается себестоимость изготовления деталей и машин.

Более точные литые заготовки можно получить применением литья в постоянные и оболочковые формы, центробежным способом, под давлением, по выплавляемым моделям.

Значительное уменьшение припусков и объема механической обработки достигается при изготовлении заготовок штамповкой на прессах и штамповочных молотах, прокаткой сложных фасонных профилей и профилей периодического сечения и пр.

2. Применение для механической обработки высокопроизводительного автоматизированного оборудования, агрегатных и многопозиционных станков, станков с ЧПУ, применение твердосплавного инструмента и инструмента из сверхтвердых синтетических материалов (ССМ), быстродействующих приспособлений (с гидравлическими, пневматическими, пневмогидравлическими, электрическими зажимными устройствами); использование оптимальных режимов резания металла; возможно большее сокращение вспомогательного времени путем применения автоматических устройств для загрузки заготовками станков и их разгрузки после обработки деталей; применение новых, более производительных методов обработки.

3. Концентрация операций на одном станке для одновременной обработки нескольких поверхностей детали рядом инструментов.

4. Применение размерного анализа технологического процесса изготовления деталей машин, позволяющего выявить размерные параметры детали в процессе её изготовления, сэкономить металл и материальные затраты за счет уменьшения припусков, снизить или полностью ликвидировать брак.

5. Использование вычислительной техники и математического моделирования процессов механической обработки.

7.1. Элементы технологического процесса механической обработки

Основным элементом технологического процесса механической обработки является операция.

Операцией называют часть технологического процесса обработки заготовок, выполняемая на одном рабочем месте непрерывно до перехода к обработке следующей заготовки.

Операция – основная единица производственного планирования. Она не делима в планово-организационном отношении, т.е. распределение работы по рабочим местам не может производиться в объеме действий рабочего и станка, меньшем, чем входящем в одну операцию. Действительно, если черновое и чистовое обтачивание запроектировано выполнять в одной операции, т.е. непрерывно по отношению к каждой заготовке данной их группы (партии), то распределить эту работу по двум рабочим местам невозможно. Если же эту обработку запроектировано выполнять в двух операциях (сначала черновое обтачивание последовательно всех заготовок данной группы, а затем чистовое), то такая обработка может быть осуществлена на одном токарном станке или двух

отдельных станках. Решение этого вопроса производится при планировании распределения работ по рабочим местам в зависимости от требуемой загрузки оборудования.

По операциям осуществляют учет производительности работы, контроль хода производственного процесса.

Операцию разделяют на установки – это часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки в приспособлении или на столе станка.

Чаще всего, особенно при больших программах выпуска, обработку в одной операции производят при одном закреплении заготовки. Однако при обработке крупных заготовок при небольших программах выпуска осуществляют изменение положения заготовки на станке, перезакрепляя ее на столе станка. В этом случае каждое из перезакреплений заготовки обуславливает новую ее установку.

Операцию можно выполнять в нескольких позициях – это каждое из последовательных положений приспособления (с закрепленной в нем заготовкой), периодически перемещаемого из одного положения в другое для последовательной обработки заготовки в одной операции.

Операцию разделяют на переходы – это часть операции, характеризующаяся неизменностью обрабатываемой поверхности, рабочего инструмента и режима работы станка. Изменение какого-либо из этих факторов влечет за собой новый переход.

Переходы разделяют на проходы – это часть перехода, осуществляемая при одном рабочем перемещении инструмента или обрабатываемой заготовки в направлении подачи. За один проход снимают один слой металла.

Назначение необходимых операций и определение последовательности их выполнения при разработке технологического процесса представляют сложную задачу.

Изучение практики проектирования технологических процессов механической обработки позволяет разбить все проектные работы на 6 основных этапов:

1. Изучение рабочего чертежа детали и подготовка исходных данных для проектирования. Изучив чертеж детали и учтя организационно-технические возможности производства, выбирают вид и метод получения заготовки. По требуемой точности размеров, геометрической формы, взаимного расположения и допустимой шероховатости назначают методы обработки и количество проходов по каждой поверхности, намечают технологические решения по обеспечению технических требований чертежа.

2. Проектирование принципиальных схем и вариантов обработки. Определяют маршрут изготовления детали и проектируют принципиальные схемы выполнения технологических операций. В этих

схемах, начиная с заготовки, вычерчивают эскизы обработки с указанием базовых и обрабатываемых поверхностей, записывают технические требования и применяемое оборудование, указывают точность получаемых размеров, назначаемую в зависимости от вида обработки и оборудования, а также устанавливают знаки и величину предельных отклонений.

3. Логическая оценка вариантов и отбор наиболее приемлемых. На основе опыта инженера-технолога, знаний основ технологии машиностроения осуществить логическую оценку нескольких вариантов обработки.

4. Размерный анализ намеченных вариантов. Позволяет выявить связи размерных параметров детали при её изготовлении и определить эти параметры путем решения размерных цепей.

В практике проектирования технологических процессов достаточно часто этот этап не выполняется, несмотря на то, что размерный анализ позволяет уточнить намечаемый вариант технологического процесса и решить задачи:

установить размеры заготовки с минимально необходимыми припусками, что снижает расход металла;

разработать технологический процесс с минимально необходимым количеством операций и переходов, что снижает затраты времени на изготовление детали;

гарантированное получение деталей требуемого качества и отсутствие брака.

5. Оценка вариантов технологических процессов по критериям и выбор оптимального. Осуществляют технико-экономический анализ нескольких вариантов изготовления детали путем их сопоставления посредством системы объективных показателей, характеризующих эффективность сравниваемых вариантов. Одним из таких показателей служит себестоимость детали. Наиболее экономичным будет тот вариант, при котором себестоимость будет ниже.

6. Документальное оформление выбранного варианта технологического процесса. Оформление необходимой технологической документации в соответствии с требованием «Единой системы технологической документации». Сюда относят маршрутные и операционные карты технологического процесса, карты эскизов операций, карты контроля.

Пример технологического процесса механической обработки поршня автомобильного двигателя показан на рис. 7.1.

Подготовленная к обработке литая заготовка поступает на первую операцию, где производится подрезка торца, сверление и развертывание отверстий, которые будут базой при последующей обработке. После этого заготовку подают на автоматическую линию, где выполняют сверлильные, фрезерные, токарные и шлифовальные операции, подгонку веса поршней путем частичного срезания специальных приливов, лужение, мойку и контроль.

Для обработки заготовки на станке её нужно ориентировать в определенном положении по отношению к режущему инструменту и траектории его движения. Ориентацию заготовки называют базированием.

Свободное абсолютно твердое тело имеет шесть степеней свободы (рис. 7.2) (три поступательных и три вращательных движения относительно трех взаимно перпендикулярных осей).

Для того чтобы заготовка заняла в пространстве определенное положение, она должна быть лишена этих шести степеней свободы.

При установке заготовки призматической формы на плоскость XOZ она лишается 3-х степеней свободы: вращения вокруг осей X и Z и перемещения вдоль оси Y . Такую поверхность называют установочной.

Контакт заготовки с плоскостью YOZ лишает её еще 2-х степеней свободы – перемещения вдоль оси X и вращения вокруг оси Y . Последнюю степень свободы – перемещение вдоль оси Z – лишает контакт с плоскостью XOY .

Чтобы во время обработки положение заготовки не было изменено и не потеряна её ориентация под действием сил резания, заготовку необходимо закрепить. Для установки заготовки и её закрепления используют специальные устройства к металлорежущим станкам, называемые станочными приспособлениями. Приспособление состоит из корпуса, установочных элементов, зажимных устройств и вспомогательных механизмов (рис.7.3).

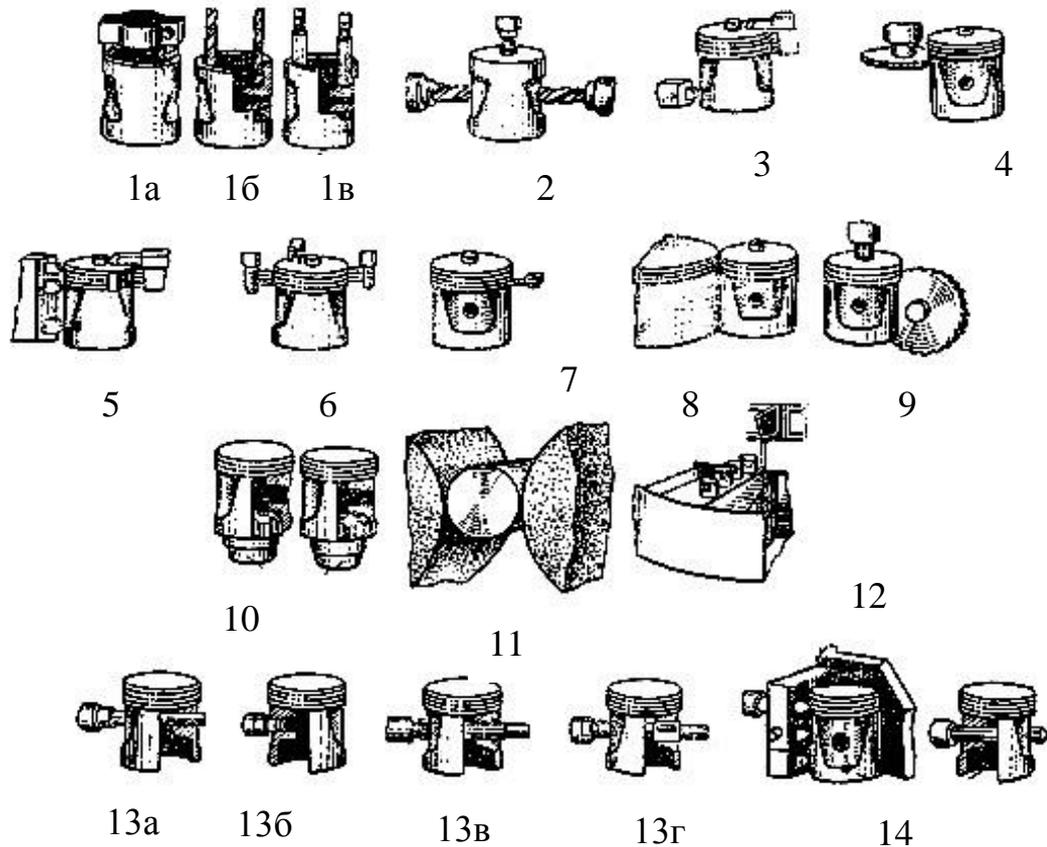


Рис.7.1. Технологический процесс обработки поршня:

1– подготовка базы (а – подрезка торца, б – сверление отверстий, в – развертывание отверстий); 2 – зацентровка и черновая расточка отверстий под палец; 3 – черновая обточка; 4 – фрезерование поперечной прорези; 5 – чистовая обточка; 6 – контроль канавок и высоты поршня; 7 – сверление смазочных отверстий; 8 – шлифование; 9 – срезание центральной бобышки и разрезка юбки; 10 – подгонка веса; 11 – чистовое шлифование; 12 – лужение; 13 – окончательная обработка отверстий под палец (а – расточка отверстий, б– расточка стопорных канавок, в – развертывание, г – доводка); 14 – контроль

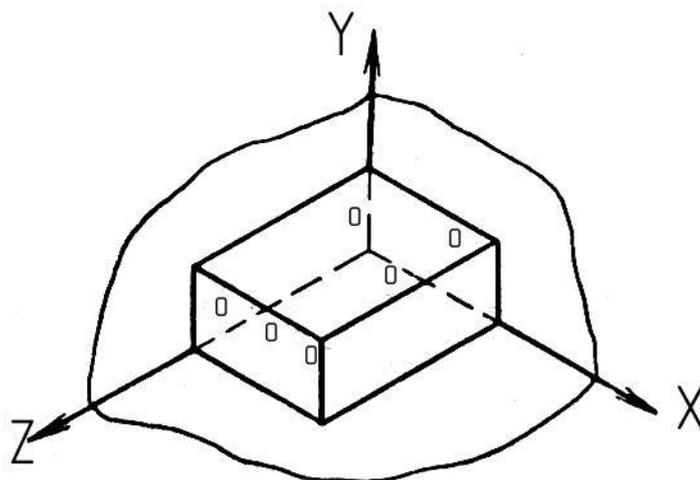


Рис. 7.2. Схема базирования призматической заготовки

Корпус является базовой деталью приспособления, которая объединяет отдельные элементы приспособления. На корпусе монтируют установочные элементы, зажимные устройства, а также вспомогательные механизмы.

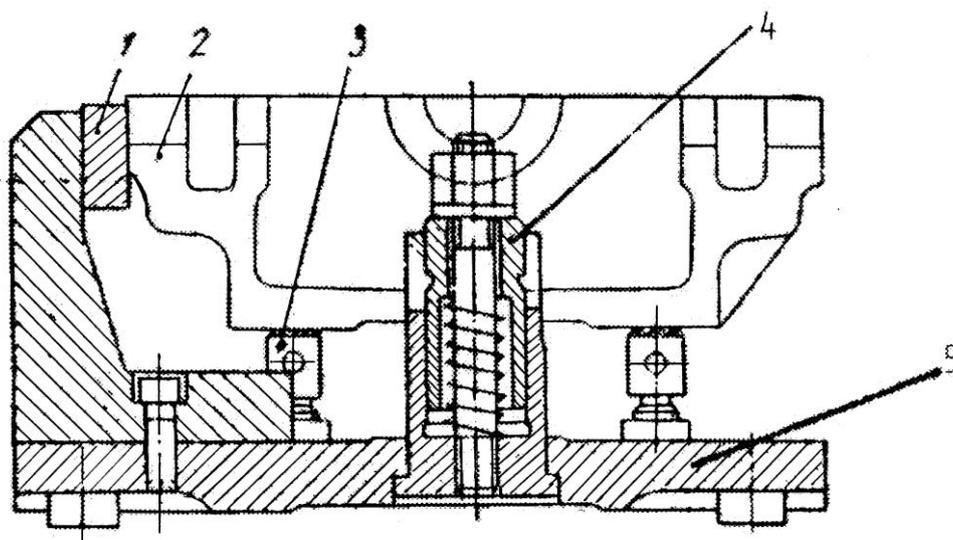


Рис. 7.3. Специальное приспособление для обработки заготовки:

1 и 3 – установочные элементы; 2 – заготовка;
4 – зажимное устройство; 5 – корпус

Станочные приспособления подразделяют на две группы: специальные, неразборные, предназначенные для обработки определенной заготовки на одной конкретной операции; переналаживаемые, используемые при обработке большой номенклатуры или групп заготовок.

Переналаживаемые приспособления по степени универсальности подразделяют на универсальные и специализированные. Первые позволяют закреплять различные заготовки, имеющие одинаковые формы

базовых поверхностей. К ним можно отнести тиски машинные, патроны, оправки и т.д. Вторые состоят из комплектов стандартных деталей и сборочных единиц, выпускаемых заводами технологической оснастки, из которых собирают приспособление требуемой конструкции. При разработке конструкции приспособления всегда производят расчет потребного усилия закрепления. Зажимные устройства приспособлений должны удовлетворять определенным требованиям:

- 1) при зажиме не изменять заданное положение заготовки;
- 2) сила зажима должна обеспечить надежное закрепление заготовки и не допускать сдвига, поворота или вибрации заготовки при обработке на станке;
- 3) преимущественно работать от механизированных приводов (электрических, пневматических, гидравлических).

При проектировании технологического процесса изготовления детали операции в зависимости от точности заготовки и готовой детали делят на черновые, получистовые и чистовые.

Черновую обработку применяют для заготовок, полученных литьем в песчаные формы, крупных штампованных поковок; получистовую обработку – когда при черновой обработке не может быть удален весь припуск или когда предъявляют повышенные требования к точности геометрических форм обрабатываемой заготовки и пространственным отклонениям ее элементов; чистовую обработку – либо как окончательную, либо как промежуточную под последующую отделку. Однократную чистовую обработку применяют для заготовок, полученных методами, обеспечивающими высокую точность их выполнения (точная штамповка, литье в кокиль, литье по выплавляемой модели и др.). Она выполняется по черной поверхности, но с режимами чистовой обработки.

С целью обеспечения необходимых физико-механических и физико-химических свойств детали и её отдельных поверхностей, определяющих эксплуатационные характеристики детали, в технологический процесс изготовления могут включать термические операции.

Термическая обработка заключается в нагреве заготовки, выдержке ее при определенной температуре и охлаждении. К процессам термической обработки относят отжиг, нормализацию, закалку, отпуск. Химико-термические процессы протекают с диффузионным насыщением поверхностных слоев деталей различными элементами. К этим процессам относят цементацию (науглероживание), азотирование, цианирование, хромирование и др.

Термическая обработка часто приводит к деформации, короблению детали. Искривления деталей после термообработки устраняют правкой и шлифованием как методом окончательной обработки. В зависимости от требований к точности и качеству поверхностей обработку ведут в одну или несколько операций. Так, при обработке внешних поверхностей

вращения предварительное шлифование обеспечивает 9-й квалитет точности, чистовое – 7-й, тонкое – 6-й.

Отделочные операции относят к конечной стадии технологического процесса, что способствует повышению точности обработки, уменьшает возможность повреждения обработанных поверхностей.

При разработке технологического процесса производят техническое нормирование труда. Техническое нормирование труда обеспечивает принцип оплаты по труду, т.е. в зависимости от его количества и качества. При механической обработке норму времени устанавливают на операцию.

Техническая норма времени (рис. 7.4) состоит из штучного времени и подготовительно-заключительного. Штучное время включает основное и вспомогательное, время обслуживания рабочего места и перерывов.

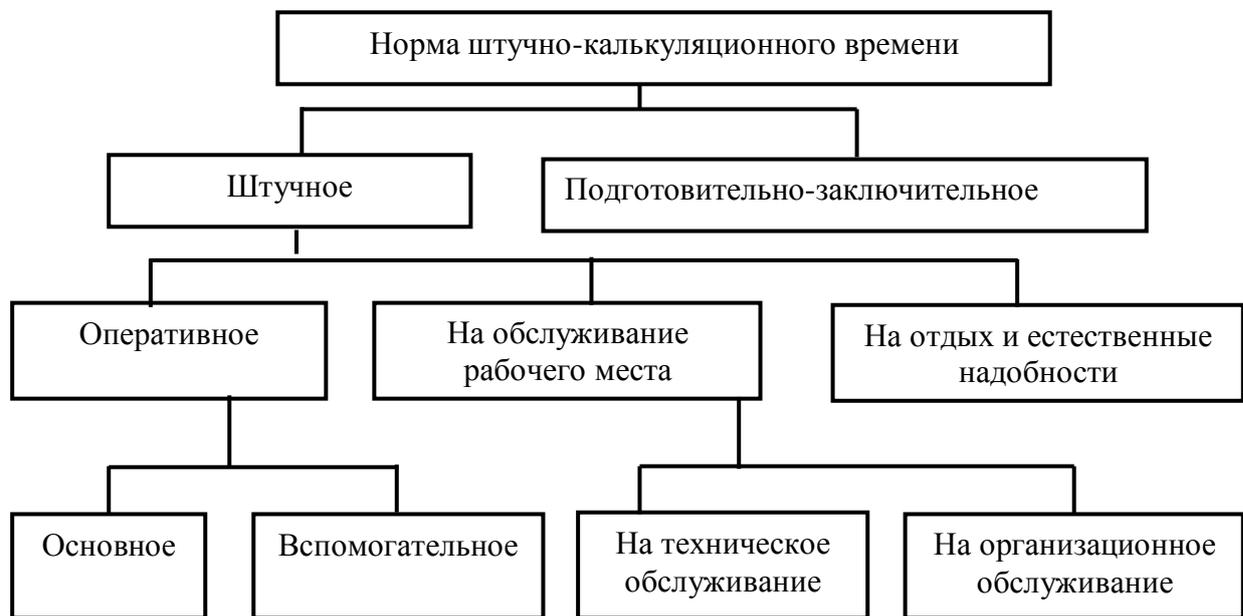


Рис. 7.4. Структура технической нормы

Основное время затрачивают непосредственно на процесс обработки заготовки или сборки деталей. Вспомогательное время включает время на установку и съем изделия, подвод и отвод инструмента, пуск и остановку механизмов и др.

Время обслуживания рабочего места отведено на поддержание в рабочем состоянии оборудования, инструментов, приспособлений, на смену затупившихся инструментов, смазку и чистку станка и др.

Подготовительно-заключительное время рабочие затрачивают на ознакомление с полученной работой, изучение чертежа, на подготовку рабочего места и настройку оборудования, снятие инструментов и приспособлений после окончания работы.

Нормы времени рассчитывают, исходя из соответствующих нормативов, разработанных на основе изучения рабочего времени

станочников и определения продолжительности выполнения различных элементов операции.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность оборудования, осуществляют календарное планирование производства и т.п.

Деталь требуемой формы, размеров, точности и шероховатости можно получить различными методами размерной обработки, классификация которых показана на рис. 7.5.

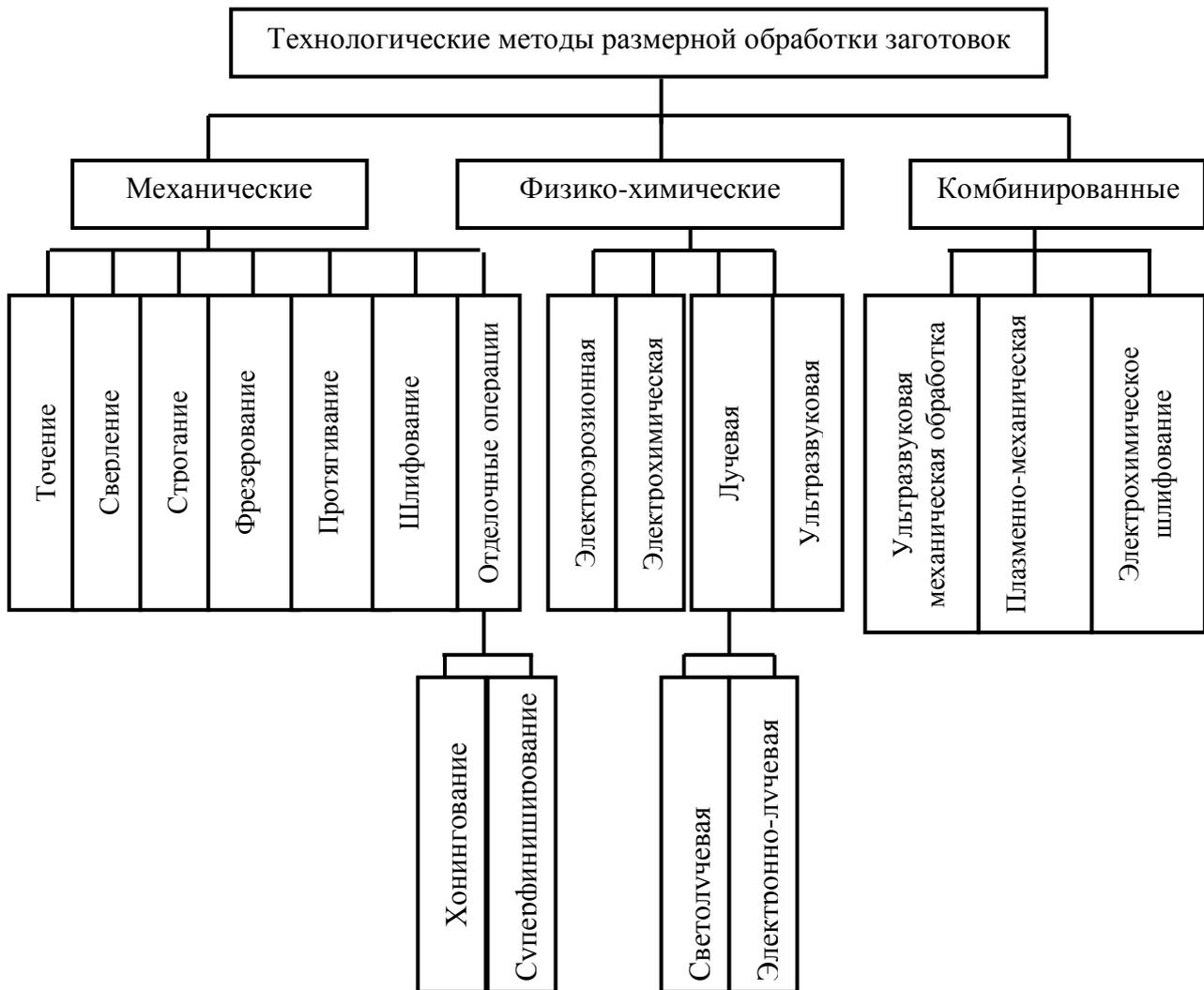


Рис.7.5. Технологические методы размерной обработки деталей машин

К механическим относят методы обработки путем снятия припуска с заготовки режущим инструментом на металлорежущих станках. Механическую обработку можно производить различными способами: точением, строганием, сверлением, фрезерованием и др.

Каждый из способов обработки резанием осуществляют на соответствующем станке.

Точение заготовок, имеющих форму тел вращения, осуществляют на токарных станках. При этом можно обрабатывать цилиндрические и фасонные наружные, внутренние и торцовые поверхности заготовок. Пример обработки одновременно 2-х заготовок зубчатых колес на токарном многолезцовом станке представлен на рис. 7.6

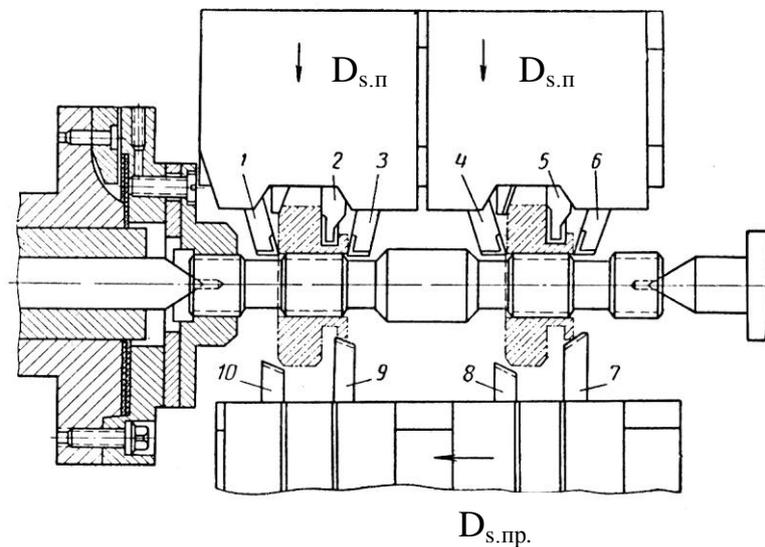


Рис. 7.6. Схема обработки 2-х заготовок зубчатых колес на токарном многолезцовом станке:
1–6 – подрезные резцы; 7–10 – проходные резцы

Сверление отверстий в сплошном материале, а также их обработку зенкерами, развертками и метчиками производят преимущественно на сверлильных станках. Наиболее распространенная схема работы сверлом заключается в сочетании вращательного движения инструмента с поступательным его перемещением при неподвижной заготовке (рис.7.7).

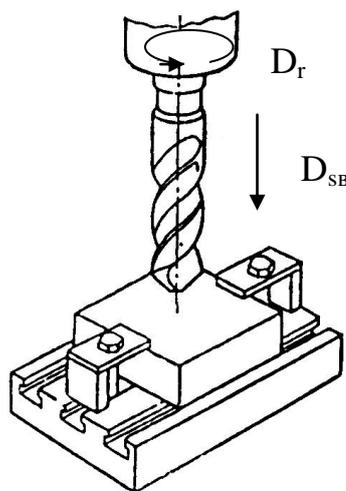


Рис.7.7. Схема обработки на сверлильном станке
Операцию сверления можно выполнять и на токарных станках. Инструмент при этом устанавливают в пиноле задней бабки станка.

Строгание (рис.7.8) как вид обработки металлов резанием применяют при обработке плоских и фасонных поверхностей. Обработку производят резцами при прямолинейном возвратно-поступательном главном движении D_r и движении подачи D_s , перпендикулярном направлению главного движения на поперечно- или продольно-строгальных станках. Несмотря на простоту, следовательно, и невысокую стоимость инструмента, универсальность оборудования, применяют строгание в условиях единичного и мелкосерийного производств. Это связано с низкими скоростями резания и наличием холостых ходов стола или ползуна станка.

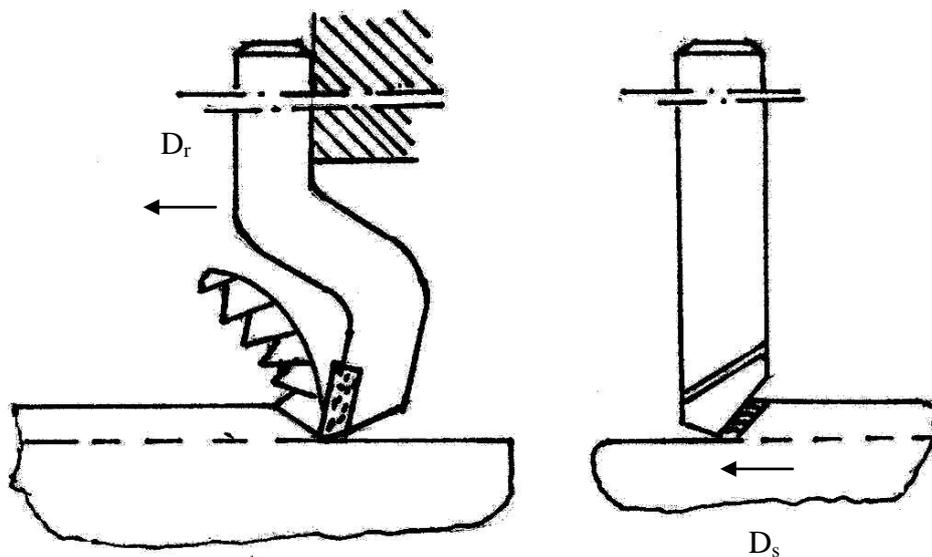


Рис.7.8. Схема обработки строганием

Фрезерованием обрабатывают плоские и фасонные поверхности различной длины и ширины многолезвийным инструментом – фрезами. Главным движением D_r при этом методе обработки будет вращательное движение инструмента, а движением подачи – поступательное (в некоторых станках круговое) движение заготовки со столом станка. Так как инструмент многолезвийный и главное движение непрерывное, производительность процесса фрезерования и качество обработанной поверхности детали выше, нежели при строгании.

Различные схемы фрезерования приведены на рис. 5.6.

Протягивание является высокопроизводительным методом обработки, получившим широкое применение в серийном и массовом производствах при обработке отверстий разной формы (см. рис.5.8), а также наружных поверхностей как плоских, так и фасонных (рис.7.9). Формообразование поверхности осуществляют за счет копирования на заготовке формы и размеров режущих кромок зубьев инструмента – протяжки. Для протягивания необходимо, как правило, только одно

движение – движение резания D_r . Функция подачи заложена в самой конструкции протяжки.

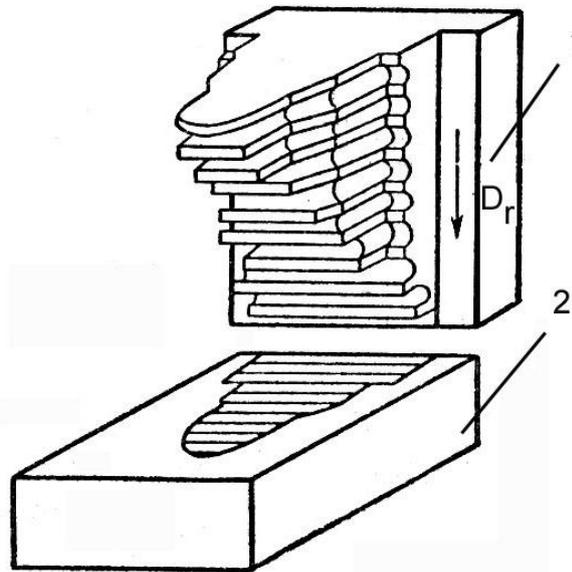


Рис.7.9. Схема плоского протягивания:
1 – плоская протяжка (фрагмент); 2 – заготовка

Шлифование широко используют в машиностроении для чистовой обработки поверхностей деталей. При шлифовании можно производить обработку наружных и внутренних поверхностей деталей цилиндрической, конической и фасонной форм, плоских поверхностей, резьбы, профиля зубьев зубчатых колес и т.д. (см. рис.5.17).

Обрабатывать можно любые материалы и металлы, начиная от самых мягких и кончая твердыми сплавами. Шлифование производят на различных типах шлифовальных станков инструментом – шлифовальным кругом. После обработки можно получить поверхность на детали 6 – 7 квалитетов точности с параметрами шероховатости R_a от 1,6 до 3,2 мкм.

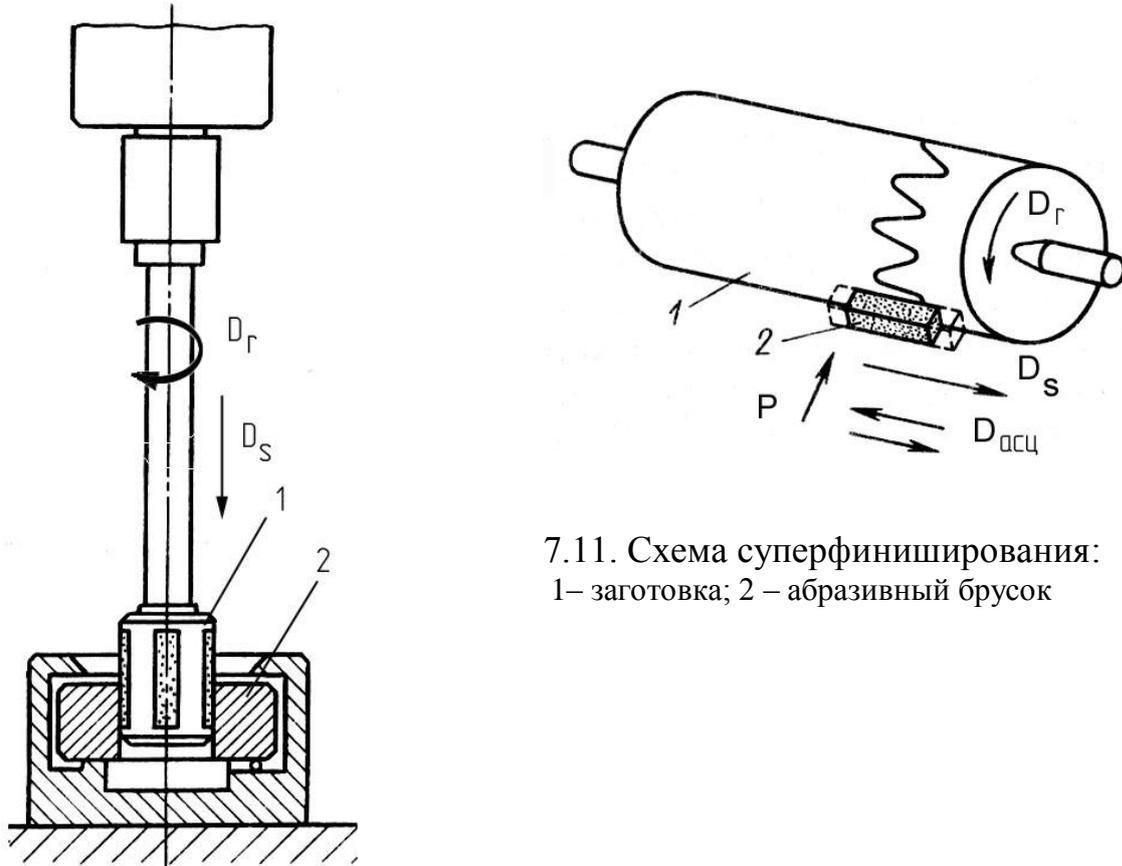
К отделочным методам обработки относят хонингование и суперфиниширование.

Хонингование является операцией окончательной обработки отверстий детали, обеспечивающий 4-5 квалитет точности и значение параметра шероховатости $R_a = 0,1 \dots 1,6$ мкм.

Процесс хонингования заключается в обработке поверхности несколькими разжимаемыми абразивными брусками при вращательном и возвратно-поступательном движении инструмента (хона). Последний установлен в шпиндель хонинговального станка (рис.7.10).

Суперфиниширование – отделочный метод обработки наружной поверхности абразивными брусками. Для него характерны колебательное (осциллирующее) $D_{осц}$ и продольное D_s движение подачи абразивных брусков или детали, постоянная сила P прижатия брусков к детали и малое

давление в зоне обработки (рис.7.10). Обработку ведут в области вершин микронеровностей поверхности контакта инструмента и детали. По мере снятия вершин гребешков шероховатости увеличивается контактная поверхность, уменьшается давление брусков, стружка заполняет поры брусков, режущая способность брусков снижается, процесс обработки прекращается. Суперфинишированием можно обрабатывать поверхности деталей из закаленной стали, реже из чугуна и бронзы. Точность соответствует 4-5 квалитетам, шероховатость $R_a = 0,1 \dots 0,8$ мкм.



7.11. Схема суперфиниширования:
1– заготовка; 2 – абразивный брусок

Рис.7.10. Схема хонингования:
1–хон; 2–заготовка

Физико-химические методы обработки и описание применяемого оборудования изложены в разделе 6.

Завершающим этапом производства машин и механизмов является сборка. От её качества зависит работоспособность изделия. Сборка изделий – это технологический процесс соединения отдельных деталей и сборочных единиц в строгой последовательности операций. Сборку начинают с установки базовой детали или сборочной единицы, а затем её выполняют, соблюдая при соединениях необходимую точность.

Для удобства выполнения сборки на основании сборочного чертежа

механизма разрабатывают технологическую схему сборки. На рис. 7.12 показаны пример сборочного чертежа натяжного ролика и схема сборки.

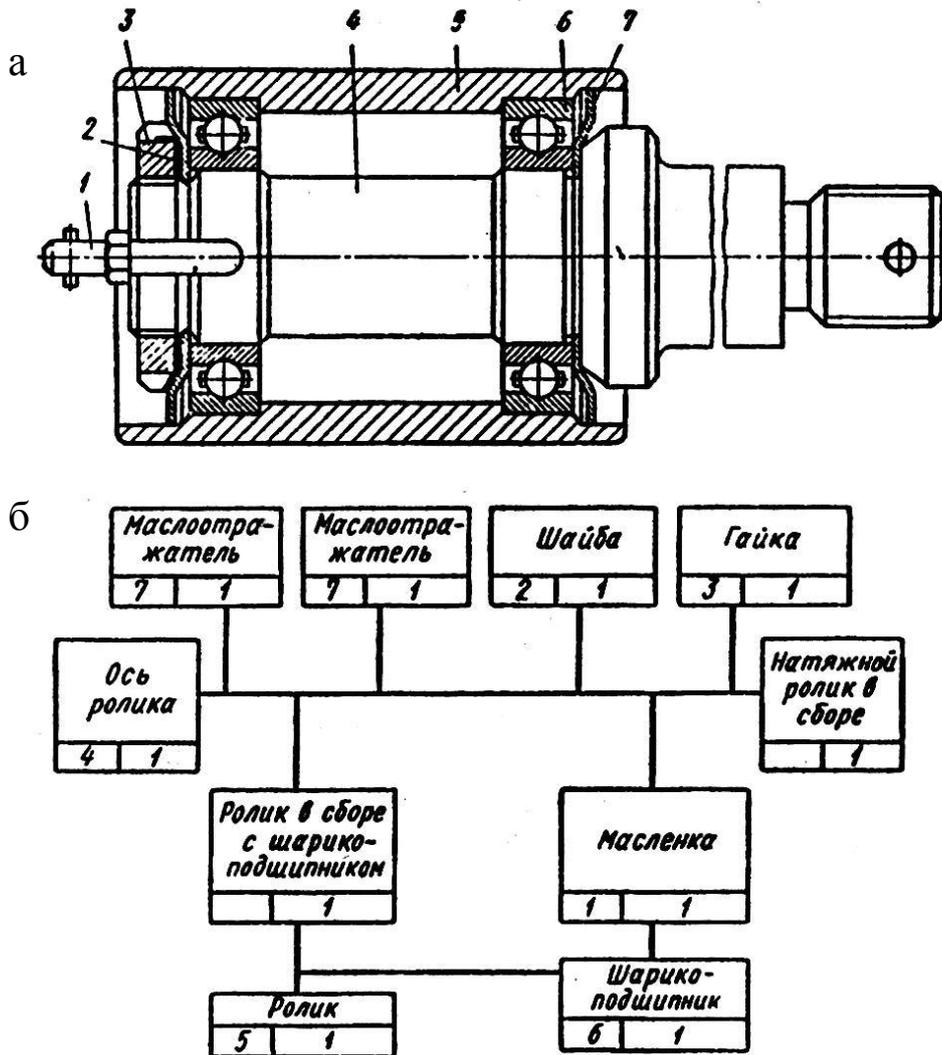


Рис.7.12. Техническая документация сборки:
а – сборочный чертеж; б – технологическая схема сборки

При сборке изделие может находиться на одном рабочем месте, к которому подают все детали и узлы. Этот метод применяют, главным образом, в единичном производстве.

В крупносерийном и массовом производстве изделие в процессе сборки перемещают от одного рабочего места к другому. Изделия в этом случае обычно находятся на конвейере и перемещаются непрерывно или через определенные промежутки времени. Необходимым условием непрерывности процесса сборки является его ритмичность, т.е. изделия со сборки должны выходить через строго определенный отрезок времени, называемый тактом выпуска.

С целью сокращения времени сборки необходимо широкое применение ручных механизированных средств – универсальных инструментов и приспособлений с пневматическим, электрическим, гидравлическим и пневмогидравлическим приводами, таких как гайковерты различных конструкций, пневматические реверсивные отвертки, клепальные установки, ручные электропневмошлифовальные машины и др. Важным является применение совершенных сборочных и контрольных приспособлений.

Значительное повышение производительности труда может быть обеспечено на основе комплексной механизации сборки. Комплексная механизация – это внедрение на всех операциях процесса механизированных средств, что позволяет перейти на более высокую ступень – автоматизацию сборки с широким внедрением в технологический процесс машин-автоматов, выполняющих сборочные операции без непосредственного участия человека. Так, сборка головки блока двигателя автомобиля ВАЗ – 2101 осуществлялась на автоматической линии, обслуживаемой одним оператором. Производительность линии – 86 изделий в час.

Такая жесткая автоматизация сборки характерна для массового производства, когда собирают однотипные изделия в течение ряда лет. Однако большинство машиностроительных предприятий имеет серийный характер производства, что требует гибкой автоматизации сборочных работ. Понятие гибкой сборки включает в себя использование промышленных роботов, а в некоторых случаях – манипуляторов. Пример гибкого роботизированного участка сборки показан на рис. 7.13.

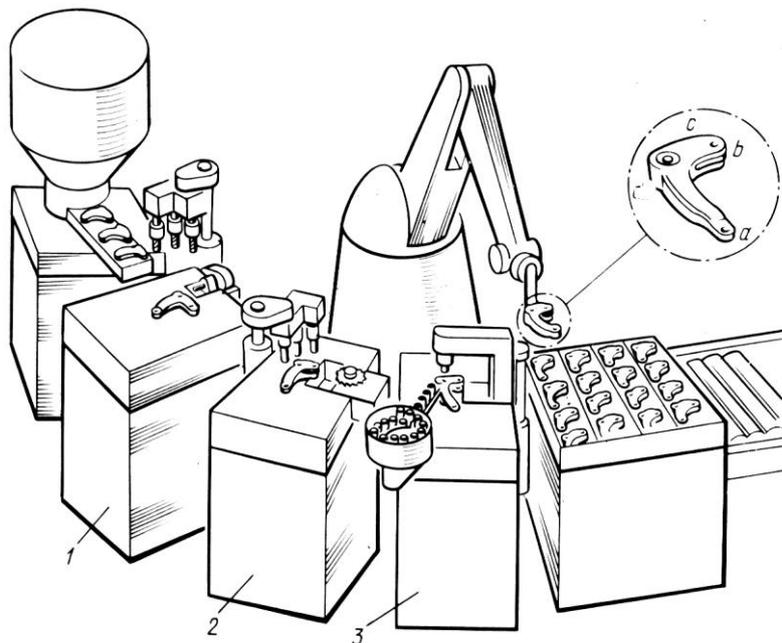


Рис. 7.13. Участок роботизированной сборки:

- 1 – позиция сверления 3-х отверстий; 2 – позиция развертывания отверстий;
3 – позиция – контроль и запрессовка подшипников

Представленный участок является частью гибкой автоматической линии сборки 23 моделей бытовых вентиляторов. Для перехода со сборки одной модели на сборку другой требуется 3 мин. Обслуживающий персонал линии составляет 5 человек.

Эффективность машиностроительного производства зависит не только от степени совершенства технологических процессов, используемого оборудования, инструментов, но и от способов и форм организации труда.

Организация труда представляет собой совокупность организационно-технических, санитарно-гигиенических и социальных мероприятий, обеспечивающих наилучшее использование рабочего времени, производственных навыков и способностей человека, а также нормальные условия труда.

Решение одной из этих задач обеспечивается наиболее целесообразным разделением и кооперацией труда.

В средние века производство продукции было искусством отдельных ремесленников, мастеров. Каждый рабочий должен был уметь делать все операции, связанные с продукцией его цеха. Технические знания они держали в тайне. На смену ремесленному производству пришел мануфактурный период, ознаменованный тем, что производство было разделено на операции и каждая выполнялась особым рабочим. Это привело к соответствующей дифференциации орудий труда и их приспособлению к определенным операциям мануфактурного производства.

К началу XVIII в. на Тульском оружейном заводе уже было развитое разделение ручного ремесленного труда, при котором отдельные его операции выделялись как самостоятельные и выполнялись отдельными рабочими. Совокупно труд частичных рабочих давал готовое изделие – ружье.

В 1715 г. в производственном процессе изготовления ружья участвовали мастера 13 специальностей. Мастера ствольного дела состояли из заварщиков, которые изготавливали черновую заготовку ствола (заваривали ствол); отдельщиков, которые отделяли ствол, растачивали его канал по заданному калибру, производили наружную отделку; присетчиков, которые присекали к стволу ушки для крепления с ложей и прицельные приспособления. Другая группа мастеров занималась изготовлением ружейных замков, часть из них специализировалась на черновых заготовках частей замка, другие – отделке заготовок и сборке. Ковщики, точильщики, присадчики и отдельщики изготавливали штыки. Сборкой всех частей ружья занимались ложевые мастера.

В механосборочных цехах современного машиностроительного предприятия разделение труда идет по трем направлениям:

1. По характеру участия в производственном процессе рабочие делятся на основные и вспомогательные. К основным относят преимущественно станочников, обрабатывающих детали основной продукции предприятия и слесарей - сборщиков.

2. По профессиям: токари, фрезеровщики, шлифовщики и т.п., слесари, а внутри профессий – по специальностям, например слесарь-сборщик, слесарь-инструментальщик и т.д.

3. По сложности выполняемых операций рабочие различаются по квалификации. Сложность оценивается требуемым качеством точности, значением шероховатости поверхностей детали, точностью сборки, применяемым оборудованием.

Вместе с разделением труда имеет место и его кооперация. Одной из форм кооперации труда является многостаночность. Многостаночной работой называется работа одного рабочего одновременно на нескольких станках, что позволяет обеспечить уплотнение рабочего времени и рост производительности труда.

Другая форма кооперации труда – совмещение профессий, относящихся к другой профессии, например выполнение станочником функций наладчика или смазчика, слесаря по ремонту и т.п.

Большую роль в повышении производительности труда играет оснащение и планировка рабочих мест. Рабочее место включает производственную площадь, основное оборудование (станок, сборочный стенд), устройства для хранения заготовок и деталей (ящичная тара), приспособлений и инструмента, подъемно-транспортные средства. Организационно - техническую оснастку конструируют или выбирают с учетом антропометрии. Для ликвидации излишних движений (наклонов, шагов и т.п.) необходимо при планировке рабочих мест учитывать зоны досягаемости рук человека в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 7.14).

Общий вид рациональной планировки рабочего места токаря в серийном производстве показан на рис. 7.15.

Не менее важное значение имеет необходимость создания благоприятной производственной обстановки, которая обеспечивается мероприятиями: борьба с утомляемостью и однообразием труда; улучшение санитарно-гигиенических условий труда; внедрение элементов производственной эстетики на рабочем месте и участке.

Для борьбы с утомляемостью кроме правильной организации рабочих мест, кооперации труда большую роль играет ликвидация или снижение его монотонности. Установлено, что разнообразную работу можно выполнять в течение более длительного времени, чем однообразную. Пассивная роль рабочего более утомительна, чем активная.

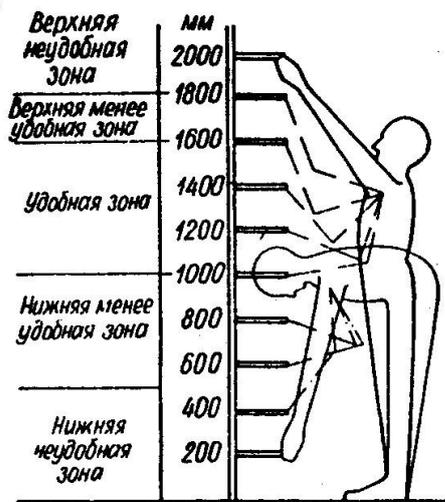


Рис. 7.14. Зоны досягаемости рук человека в вертикальной плоскости

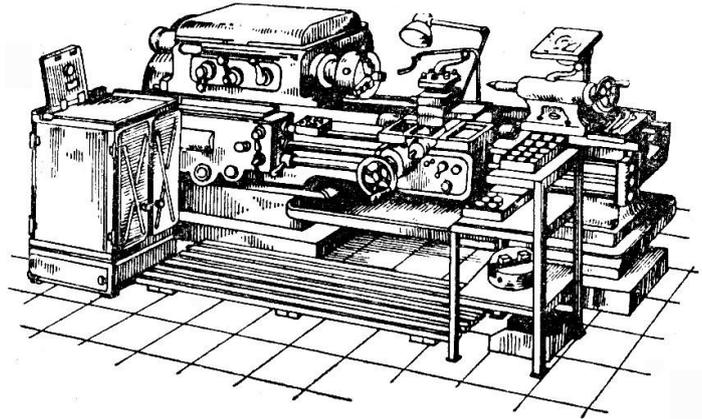


Рис. 7.15. Планировка рабочего места токаря

Улучшение санитарно-гигиенических условий труда включает:

- 1) рациональное освещение рабочих мест в соответствии с нормами и характером работы;
- 2) сокращение содержания в воздухе пыли и вредных газов до норм предельно допустимой концентрации;
- 3) обеспечение нормального микроклимата – совокупного воздействия, температуры, влажности, движения воздуха и тепловой радиации в соответствии с установленными санитарными нормами.

8. Безопасность жизнедеятельности и экология

Проектируя механизмы и оснастку, технологические процессы обработки, выбирая оборудование для их осуществления и инструмент, организуя производственный процесс на рабочем месте или участке цеха, инженер-машиностроитель обязан обеспечить нормальные условия работы обслуживающего персонала и соблюдение требований промышленной экологии.

При выполнении производственных процессов на персонал воздействуют различные факторы. Опасным считают такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья, вредным – фактор, приводящий к заболеванию или снижению работоспособности. Воздействие на работающего опасного фактора при выполнении им трудовых обязанностей называют несчастным случаем на производстве.

Охрана труда – это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда, включающих технику безопасности и производственную санитарию.

Безопасность работы персонала цехов обеспечивается рациональным размещением различных средств: защитные и предохранительные устройства станков, промышленных роботов (ПР), транспортирующие и загрузочные устройства, сигнализация, система отвода и транспортирования стружки, система электрической и пожарной безопасности и др. Безопасность работы также обеспечивается рациональной планировкой оборудования, размещением режущего и вспомогательного инструмента, приспособлений.

Защитные устройства используют для предотвращения опасного соприкосновения персонала с движущимися элементами станка и режущим инструментом, движущимися элементами ПР, транспортирующих и других устройств, а также для ограждения опасных зон, куда отлетают стружка и смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Предохранительные устройства должны исключать возможность проникновения персонала в опасную зону или устранять опасный фактор, если человек находится в этой зоне.

Сигнализацию применяют как предупредительную меру с целью оповещения обслуживающего персонала о начале работы станочного и другого оборудования, неисправности его узлов, о превышении допустимой концентрации вредных или пожароопасных веществ и т.д. Сигнализация может быть световой и акустической.

Для безопасной работы с СОЖ следует систематически проводить её анализ на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания, и вовремя производить замену. Система охлаждения станка должна исключать разбрызгивание СОЖ и попадание её на пол около оборудования.

Безопасность труда в цехе и на участке достигается правильным выбором способов отвода стружки из зоны резания и транспортированием к месту сбора. С этой целью используют встроенные в станок конвейеры, а от линий станков – линейные и магистральные конвейеры.

Электробезопасность обеспечивают применением технических средств и способов (защитное заземление, зануление, защитное отключение, малое напряжение, электрическое разделение сетей, выравнивание потенциалов, компенсация токов замыкания на землю, изоляция токоведущих частей, индивидуальные средства защиты, оградительные устройства, предупреждающая сигнализация, блокировка, знаки безопасности).

Эти средства и способы могут использоваться отдельно и сочетаться друг с другом.

Хорошая освещенность рабочих поверхностей оборудования и помещений является одним из условий обеспечения безопасности труда. Существуют нормы освещенности, которые необходимо строго соблюдать.

Размеры и планировка помещений должны обеспечивать свободный доступ ко всем узлам и устройствам станков во время работы и при ремонте. Не допускается обрабатывать на станках заготовки, масса которых превышает массу, указанную в паспорте станка.

Станочник для обеспечения безопасности труда обязан соблюдать правила охраны труда, регламентированные для конкретных видов работ. Перед началом работы он должен проверить следующее: работоспособность станка; надежность крепления инструмента и приспособления; соответствие заготовки требованиям технологического процесса и надежность её крепления.

При осуществлении производственного процесса имеет место взаимосвязь промышленного производства со средой обитания человека и других живых организмов.

Со времени своего появления на Земле человеческое общество всегда воздействовало на природную среду, используя её для удовлетворения своих потребностей. Еще в доисторические времена первобытный человек, чтобы выжить, занимался охотой и тем самым оказывал заметное влияние на развитие среды обитания. Это влияние усилилось с началом земледелия и приручения животных, результатом чего явилось образование поселений, связанное с новой организацией общества. Возникают первые проблемы охраны природы, такие как борьба с эрозией почвы и превращением земель в пустыни. Еще более возрастает влияние человека на окружающую среду с появлением мануфактур. Однако только с наступлением эпохи промышленной революции, ознаменованной переходом к машинному производству, воздействие на природу антропогенных факторов, т.е. факторов, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, приобрело качественно новый характер. Общий объем воздействия общества на природу стал превышать её восстановительный потенциал на больших участках земной поверхности, что повлекло за собой необратимые изменения среды уже не локального, а регионального масштаба.

Задача уменьшения вредного воздействия промышленных предприятий на биосферу требует количественной и качественной оценки производственных загрязнений.

Промышленные выбросы в атмосферу при работе металлорежущего оборудования связаны с образованием аэрозолей (туманов) используемых смазочно-охлаждающих жидкостей (электролитов, эмульсий, масел). При выполнении отделочных операций механической обработки

(хонингования, суперфиниша, доводки) в воздух попадают пары керосина. Обработка деталей и заточка инструмента абразивными кругами или шкуркой сопровождается выделением абразивной пыли.

Превышение от 4 до 7 крат предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосфере приводит к выраженным функциональным изменениям в состоянии здоровья человека.

Основным видом загрязнения гидросферы являются производственные сточные воды. В производственных стоках механообрабатывающего производства могут присутствовать механические взвеси – песок, окалина, металлическая стружка и пыль, минеральные масла и эмульсии.

При обработке заготовок на металлорежущих станках образуются твердые отходы – стружка. Однако загрязнения стружкой литосферы (верхней части земной коры) не происходит. Стружку собирают и используют как вторичное сырье в литейном производстве завода или сдают предприятиям вторчермета и вторцветмета.

Вредное воздействие на человека оказывают шум и вибрация, издаваемые различными видами оборудования. Промышленный шум большой интенсивности не только поражает органы слуха, но также оказывает общее отрицательное воздействие на организм человека, приводя к утомлению работающих, снижению производительности, росту брака и травматизма, хроническим заболеваниям.

Постоянно действующая вибрация оказывает разрушительное воздействие на различные сооружения и конструкции.

Общий уровень звукового давления в механических, ремонтных и инструментальных цехах, создаваемый металлорежущим оборудованием, находится в пределах 85 – 100 дБ, достигая в отдельных случаях 105 – 114 дБ. Наиболее высокие уровни шума зарегистрированы при работе крупных и тяжелых токарных, револьверных, сверлильных, фрезерных и шлифовальных станков.

Основными источниками шума при работе металлорежущих станков являются элементы их приводов: электродвигатели, зубчатые и ременные передачи, подшипники, особенно при наличии износа, перекосов и дисбаланса движущихся частей, а также сам процесс резания и вибрации технологической системы станок, приспособление, инструмент, деталь (СПИД).

Высокие уровни шума (100 – 106 дБ) высокочастотного характера создаются при работе револьверных станков и автоматов вследствие ударов пруткового материала о направляющую трубу. На участках заточки режущего инструмента общий уровень шума составляет 85 – 90 дБ.

Широко применяемые на различных этапах обработки и сборки ручные механизированные инструменты, главным образом пневматические (шлифовальные и сверлильные машины, перфораторы, зубила,

рубильно-чеканные и клепальные молотки, гайковерты и т.п.), являются источниками не только интенсивного (88 – 118 дБ) шума механического и аэродинамического происхождения, но и сильной локальной вибрации. Последняя вызывается неуравновешенностью вращающихся шлифовальных кругов и шпинделей или возвратно-поступательным движением бойка, зубила и т.д.

Источники аэродинамических и механических шумов и вибраций высоких уровней – вентиляционные системы.

Уровень шума, равный 120 дБ, для человека является порогом боли, а 180 дБ – смертельно опасным.

Исходя из вышеизложенного, инженер должен:

иметь представление об экологических особенностях механосборочного производства, его экологических проблемах и путях их решения;

знать технические мероприятия по снижению загрязнения природной среды промышленными выбросами и сбросами сточных вод.

Заключение

Понятие о стандартизации и нормализации

Стандартизация означает установление норм и требований к различным физическим величинам, изделиям, сырью и т.д. Установленные требования и нормы в виде документов, которые носят название стандартов, лежат во всей сфере производственной деятельности. В Российской Федерации существует единственная форма стандарта - Государственный стандарт (ГОСТ). Выполнение ГОСТов обязательно для всех отраслей народного хозяйства. Стандартами предусматриваются: качество и методы испытания продукции, требования к упаковке, маркировке, хранению и транспортировке.

Некоторая часть продукции выпускается по техническим условиям и нормам, которые разрабатываются ведомствами и предприятиями. Они обязательны к применению в пределах этих ведомств и предприятий. Такого рода установление единых норм и требований по типам, маркам, параметрам, размерам и качеству изделий и их деталей, а также по методам изготовления и испытаний, по качеству сырья, обозначениям, правилам маркировки, хранения изделий и т.п. называют нормализацией. Все установленные показатели оформляются в виде технического документа, который носит название нормали.

Нормали предусматривают конструктивные и размерные характеристики, необходимые для изготовления и приемки, и имеют большое народнохозяйственное значение, так как способствуют производству продукции указанного качества, развитию специализации, кооперирования, ускорению внедрения новой техники, лучшего использования сырья, оборудования и улучшению качества продукции.

Стандарты и нормали способствуют осуществлению унификации, заключающейся в устранении излишнего разнообразия в типах и типоразмерах выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Балашов, В.М. Проектирование машиностроительных производств. Механические цеха [Текст] / В.М. Балашов, В.В.Мешков, А.Г. Схиртладзе. Тверь: ТГТУ, 2005. 158 с.
2. Балашов, В.М. Обработка резанием в машиностроении [Текст] / В.М. Балашов, В.В.Мешков, С.П. Рыков, А.Г. Схиртладзе. Тверь: ТГТУ, 2004. 178 с.
3. Лещенко, В.А. Гибкие производственные комплексы [Текст] / В.А. Лещенко, В.М. Киселев, Д.А. Куприянов, Ю.Н. Лабутин, В.В. Пашковский, Н.М. Солоухина. М.: Машиностроение, 1984. 384 с.
4. Голицин, А.Н. Основы промышленной экологии [Текст] / А.Н. Голицин. М.: Академия, 2004. 240 с.
5. Евдокимов, В.Д. Быть машиностроителем – почетно [Текст] / В.Д. Евдокимов, С.Н. Полевой. М.: Машиностроение, 1988. 158 с.
6. Российская Федерация. Законы. «Об образовании» [Текст]: сборник «Лицензирование, аттестация. Государственная аккредитация учреждений профессионального образования». В 3 т. Т.1. «Сборник нормативно-правовых актов и организационно-методических материалов». М.: Центр государственной аккредитации; Высшая школа, 2003. 214 с.
7. Иванова, В.П. Основные сведения об изготовлении машин. [Текст] / В.П. Иванова, А.Д. Аникина, Д.Ф. Брюховец. М.: Машиностроение, 1966. 342 с.
8. Сахаров, Г.Н. Металлорежущие инструменты [Текст] / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой, В.А. Гречишников, А.С. Киселев. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.
9. Грачева, К.А. Организация и планирование машиностроительного производства [Текст] / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова. М.: Высшая школа, 2003. 470 с.
10. Родин, П.Р. Инженер-машиностроитель. Введение в специальность [Текст] / П.Р. Родин, Б.И. Рушук. Киев: Вища школа, 1975. 150 с.
11. Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов [Текст] / А.М. Дальский, В.С. Гаврилюк, Л.Н. Бухаркин, В.П. Каширцев, Н.И. Лякунов, О.Ф. Полтавец, Е.А. Соколов. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.
12. Российская Федерация. Законы. «О высшем послевузовском профессиональном образовании [Текст]: фед. закон: принят Гос. Думой 22.08.1996 г. №125-ФЗ. С.73 – 124.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Инженерно-техническое образование в Российской Федерации	4
1.1. Система подготовки инженерных кадров в высших учебных заведениях.....	4
1.2. Учебный план подготовки инженеров-машиностроителей	7
1.3. О творческом овладении знаниями	12
2. Машиностроение – двигатель прогресса	15
2.1. Краткий очерк развития машиностроения.....	15
2.2. Развитие науки в области машиностроения.....	22
2.3. Производственная структура машиностроительного предприятия....	25
3. Способы производства заготовок деталей машин	30
3.1. Получение литых заготовок.....	30
3.2. Получение заготовок обработкой давлением.....	34
3.3. Производство заготовок из порошковых материалов.....	40
3.4. Получение заготовок из проката.....	42
4. Нормирование точности в машиностроении	42
4.1. Предельные отклонения и допуски размера.....	43
4.2. Посадки и степени точности	43
4.3. Точность формы поверхности.....	47
4.4. Точность расположения поверхностей	47
4.5. Шероховатость поверхностей.....	48
4.6. Измерения и средства для измерения.....	50
5. Обработка резанием и режущие инструменты	57
5.1. Общие сведения о резании	57
5.2. Инструментальные материалы.....	60
5.3. Металлорежущий инструмент.....	62
5.3.1. Классификация режущих инструментов.....	62
5.3.2. Резцы.....	65
5.3.3. Фрезы.....	66
5.3.4. Сверла, зенкеры, развертки.....	68
5.3.5. Протяжки.....	69
5.3.6. Зуборезный инструмент.....	69
5.3.7. Резьбонарезной инструмент.....	73
5.3.8. Абразивный инструмент.....	74
6. Металлорежущие станки	79
6.1. Классификация металлорежущих станков.....	79
7. Основные вопросы технологии машиностроения	95
7.1. Элементы технологического процесса механической обработки.....	96
8. Безопасность жизнедеятельности и экология	112
Заключение	117
Библиографический список	118

*Валентин Михайлович Балашов
Владимир Валентинович Мешков
Александр Георгиевич Схиртладзе*

**Введение в специальность
«Технология машиностроения»**

Учебное пособие
Издание первое

Редактор Шункова И.В.
Корректор Румянцева В.А.
Технический редактор Комарова Г.В.

Подписано к печати 26.03.2007

Формат 60x84/16

Физ. печ. л. 7,5

Тираж 150 экз.

Усл. печ. л. 6,98

Заказ № 29

Бумага писчая

Уч.-изд. л. 6,53

С – 27

Редакционно-издательский центр
Тверского государственного технического университета
170026, Тверь, наб. Афанасия Никитина, 22