

НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ

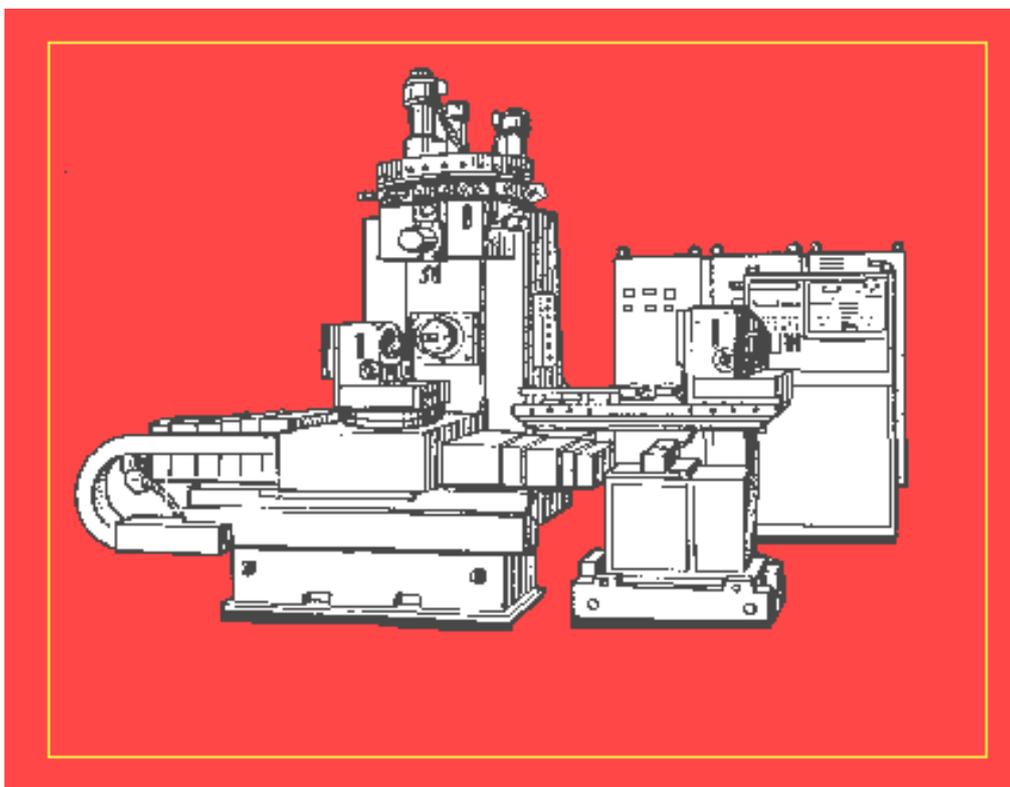
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»

**МИРЗАЕВ М.Ш., МАХМУДОВ А.М., САИДОВ О.Б.
ЛЕКЦИИ**

**ЛЕКЦИИ
ПО ПРЕДМЕТУ
«ОСНОВЫ ГОРНОМОЩИНОСТРОЕНИЕ»**



НАВОЙ ~ 2006

УДК 621

Авторы:

Мирзаев М.Ш.
Махмудов А.М.
Саидов О.Б.

Рецензенты:

Кушназаров И.К.
Шеров К.Т.

Рассмотрено на методическом совете Навоийского государственного горного института и разрешено на печать. Приказ №__ « » июня 2006 г.

В методическом пособии изложены методы решения задач (примеры) и задачи для самостоятельной работы, предусмотренные программой курса «Основы горного машиностроения».

ВВЕДЕНИЕ

Современная техника ставит перед инженерами множество задач, решение которых связано с эффективностью производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного внедрения методов технико-экономического анализа.

Предмет «Основы горного машиностроения» является одной из важнейших дисциплин, изучаемых в высшей технической школе, её теории и выводы широко применяются в целом ряде других дисциплин, при решении самых разнообразных и сложных технических задач; все технические расчёты при постройке различных сооружений, при проектировании машин, и тип основаны на законах технологии машиностроения.

При написании настоящей лекции ставилась задача подготовки учебника по основам технологии машиностроения для студентов машиностроительных (конструкторских) специальностей вузов. В то же время он содержит менее подробную трактовку о построении технологических процессов, но достаточно полное освещение вопросов, необходимых конструктору для повышения качества машин, снижения трудоемкости и себестоимости их изготовления.

Технологическая подготовка инженеров конструкторских специальностей, выпускаемых вузами для самых различных отраслей машиностроения, осуществляется за весь срок обучения путем проработки курсов «Материаловедение», «Основы взаимозаменяемости и технические измерения», прохождения учебных мастерских, технологической практики, выполнения курсового технологического проекта, а также выполнения технологических разработок в дипломном проекте.

Качественная технологическая подготовка выпускаемых инженеров возможна лишь на базе глубокого изучения перечисленных курсов.

Предлагаемая лекция может быть использована студентами также при выполнении технологического курсового проекта и технологических разработок в дипломном проекте, подтверждающих технологическую возможность и экономическую целесообразность осуществления запроектированной конструкции.

Курсы основы горного машиностроения, читаемые в отраслевых машиностроительных и политехнических вузах, содержат основы технологии машиностроения и специальную часть, отражающую специфику и профиль той отрасли машиностроения, по которой специализируется студент (технология производства двигателей внутреннего сгорания, турбин, насосов, компрессоров, подъемно-транспортных машин, металлорежущих станков, автомобилей и тракторов, сельскохозяйственных и других машин). В соответствии с этим издаваемые учебники и учебные пособия содержат сведения по основам технологии машиностроения и отдельно по отраслевой технологии. Основы технологии машиностроения обычно излагаются применительно к данной отрасли машиностроения, что ограничивает кругозор учащегося, лишает его возможности критически рассматривать установившуюся в данной отрасли технологию производства и использовать достижения других отраслей машиностроения.

В специальной части курса необходимо давать фактический и перспективный материал по технологии производства машин данной отрасли, анализируемый и критически оцениваемый на базе основ технологии машиностроения.

При подготовке настоящей лекции придерживалось изложенной точки зрения, обращая основное внимание на необходимые студентам конструкторских специальностей знания по проектированию технологических процессов, оценке технологичности конструкций проектируемых машин, конструированию технологической оснастки, а также по технологии производства элементов машин общего назначения.

При написании лекций использованы достижения отечественной и зарубежной науки и техники. Отражены ближайшие перспективы развития технологии машиностроения.

Лекция №1**ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ПО ПРЕДМЕТУ ОСНОВЫ ГОРНОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ. (2 ЧАСА).****План лекции:**

1. Введение. Машиностроение и его роль в развитии научно-технического прогресса.
2. Связь машиностроения с другими производственными отраслями.
3. Отечественное горное машиностроение.

Цель и задачи:

1. Ознакомление студентов с горным машиностроением НГМК и с других производственных систем.
2. Проанализировать какую роль играет машиностроение в республике и как она связана с другими производственными отраслями.

Ключевые слова по теме лекции:

Машиностроение; технология машиностроения; единичное производство; серийное производство; массовое производство; такт выпуска; поточное и прямоточное массовое производство; дифференциация; концентрация; расстановка по видам оборудования; расстановка предметная; поточно- и прямоточно-серийные линии.

1. Введение. Машиностроение и его роль в развитии научно-технического прогресса.

Общепризнанно, что именно машиностроение является главной отраслью всей индустрии любого государства, определяющая возможность развития других отраслей.

Создание, т.е. конструирование и изготовление новых, а также совершенствование уже имеющихся машин составляет основу *машиностроения*. Развитие отечественного машиностроения, а не импорт машин является единственно правильным направлением в прогрессивном развитии промышленности. Это особенно важно для развивающихся государств, поскольку именно машиностроительное производство способствует резкому повышению благосостояния общества. В конкурентной борьбе отдельных государств и фирм неизменно побеждает тот, кто имеет более совершенные машины.

Создание машин заданного качества в производственных условиях опирается на научные основы технологии машиностроения.

Технология - совокупность методов и приёмов изготовления машин, выработанные в течении длительного времени, применяемые в определённой области производства.

Технология машиностроения (ТМ) - наука об изготовлении машин требуемого качества в необходимом количестве, в заданные сроки при наименьшей себестоимости. ТМ изучает все процессы - выбор методов получения заготовок, их механическая обработка для получения деталей машин, сборка из деталей готовых изделий.

Машиностроение – важнейшая отрасль промышленности. Его продукция машины различного назначения поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня машиностроения.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства.

Машиностроение - важнейшая отрасль промышленности. Его продукция - машины различного назначения поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Партия и правительство на всех этапах строительства уделяли исключительное внимание развитию отечественного машиностроения, подготовке инженерно-технических и научных кадров для этой ведущей области. Важное место отводится машиностроению и в перспективных планах развития народного хозяйства на ближайшее будущее. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив современное высокопроизводительное оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Вместе с тем развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление. Массовый выпуск машин стал возможен в связи с развитием высокопроизводительных методов производства, а дальнейшее повышение быстроходности, точности, мощности, рабочих давлений, температур, коэффициента полезного действия, износостойкости и других показателей работы машин было достигнуто в результате разработки новых технологических методов и процессов. Общая компоновка и конструктивное оформление машины оказывают существенное влияние на технологию ее производства. Общеизвестно, что разработку конструкции машины нельзя производить без учета технологии ее изготовления. Совершенство конструкции машины характеризуется ее соответствием современному уровню техники, экономичностью в эксплуатации, а также тем, в какой мере учтены возможности использования наиболее экономичных и производительных технологических методов ее изготовления применительно к заданному выпуску и условиям производства. Конструкцию машины; в которой эти требования учтены, называют технологичной. Улучшая технологичность конструкции, можно увеличить выпуск продукции при тех же средствах производства и сократить себестоимость ее изготовления. Недооценка технологичности конструкции часто приводит к корректировке рабочих чертежей изделия неслучайно их составления, к удлинению сроков подготовки и дополнительным издержкам производства. Недостаточная

технологичность конструкции изделий может быть основным препятствием на пути автоматизации их производства.

Весьма актуальна проблема повышения и технологического обеспечения точности в машиностроении. Точность в машиностроении имеет большое значение для повышения эксплуатационных качеств машин и для технологии их производства. Решение вопросов точности должно решаться комплексно. Так повышение точности изготовления заготовок снижает трудоемкость механической обработки. В свою очередь повышение точности механической обработки сокращает трудоемкость сборки в результате устранения пригоночных работ и обеспечения взаимозаменяемости деталей изделия. Особое значение имеет точность при автоматизации производства. В этом случае необходимое качество продукции должно получаться не вследствие искусства рабочего, а в результате устойчивой и надежной работы технологического оборудования. С развитием автоматизации производства проблема получения продукции высокого качества становится все более актуальной. Ее решение должно базироваться на глубоком исследовании технологических факторов, влияющих на точность, а также на применении новых прогрессивных технологических методов и процессов. Из изложенного следует, что установление заданной точности - ответственная задача конструктора. Точность должна назначаться на основе анализа условий работы машины с учетом экономики ее изготовления и последующей эксплуатации.

Основы технологии машиностроения являются базовой частью курса технологии машиностроения. В ней излагаются теория построения и методы расчета технологических процессов машиностроительного производства, а также технологические требования, предъявляемые к конструктивному оформлению машин и их элементов. Предметом технологии машиностроения является учение об изготовлении машин заданного качества в установленном производственной программой количестве при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности труда, облегченного в максимальной степени и безопасного.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протекания технологических процессов и выявление тех параметров, воздействие на которые наиболее эффективно для интенсификации производства и повышения его точности. При проработке этого курса студенты получают знания, необходимые для повседневной творческой работы в области построения новой прогрессивной технологии, автоматизации производства, а также создания конструкций, позволяющих применить при их изготовлении высокопроизводительные технологические методы.

В отличие от технологии материалов в основах технологии машиностроения не рассматривается сущность технологических методов, а дается их сравнительная характеристика в целях выбора и целесообразного применения при построении технологических процессов в зависимости от конкретных условий производства.

2. Связь машиностроения с другими производственными отраслями.

Технология машиностроения как научная дисциплина возникла в СССР в двадцатых годах в связи с быстрым ростом отечественного машиностроения. Ее развитие - заслуга широкого круга советских ученых, инженеров и новаторов производства. Созданию этой дисциплины способствовали труды русских

дореволюционных ученых И.А. Тиме и А.П. Гавриленко. Дальнейшее формирование и развитие этого предмета отражено в трудах Бородачева Н.А., Демьянюка Ф.С., Каширина А.И., Сателя Э.А., Соколовского А.П., Балакшина Б.С., Егорова М.Г., Зыкова А.А., Картавова С.А., Комиссарова В.И., Маталина А.А., Митрофанова С.П., Новикова М.П., Проскурякова Ю.Г., Подзея А.В. и других советских ученых.

В основах технологии машиностроения используются теоретические и прикладные науки; их положения синтезируются применительно к решению общих и конкретных технологических задач.

При изложении материалов данного курса наряду с освещением производственного опыта и результатов специальных технологических исследований используются достижения современной науки и отражаются ближайшие перспективы развития технологии машиностроения. В курсе технологии машиностроения дается комплекс знаний, относящихся к конечным этапам производства машин - механической обработке заготовок и сборке машин. Эти процессы взаимосвязаны и наиболее трудоемки (80-90% всей трудоемкости изготовления изделия). По своему значению они являются определяющими во всем процессе производства машин.

Создание непрерывных производств с их полной автоматизацией обуславливает включение в потоки механической обработки и сборки разнородных технологических процессов (литья, обработки давлением, термической обработки и пр.). Это определяет комплексность технологии машиностроения и тесную связь различных технологических областей. Нельзя также решать технологические задачи без учета организации и экономики производства.

Как прикладная наука технология машиностроения имеет большое значение в подготовке специалистов для машиностроительной промышленности. Она вооружает их знаниями, необходимыми для повседневной и творческой деятельности по разработке прогрессивной технологии и создания конструкций машин, позволяющих применить при их производстве высокопроизводительные технологические методы.

3. Отечественное и зарубежное горное машиностроение.

При проектировании горных машин устанавливается технический ресурс машины по ответственным и наиболее трудоемким в изготовлении деталям или деталям, отказ которых ведет к длительным простоям машины. Это, как правило, базовые детали экскаваторов – опорные рамы, поворотные платформы; очистных комбайнов – корпус редуктора режущей части комбайна, подшипники качения.

Предельное состояние изделия – такое состояние, при котором дальнейшее его использование по назначению прекращается, так как нарушаются требования техника безопасности и снижается эффективность его применения, или заданные параметры выходят за установленные пределы и их нельзя восстановить в условиях эксплуатации. Например, увеличение зазора в подшипниках скольжения из-за износа вала и вкладыша, когда зазор можно восстановить только заменой вкладыша и восстановлением вала при капитальном ремонте.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации машины от начала ее эксплуатации или возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Например, для новых очистных комбайнов ресурс в зависимости от типа находится в пределах 220 (комбайн 1К 101У)-450 тыс. т. угля (комбайн КШЗМ). По календарному времени ресурс для обоих типов комбайнов до капитального ремонта равен 12 мес. Для карьерных экскаваторов срок службы устанавливают в годах, например, для ЭКГ-8И он составляет 13,5 лет, для ЭШ-15/90А-20 лет.

Ресурс машины, сборочной единицы, детали обеспечивается маркой материала, точностью обработки и сборки машин, соблюдением нормативных условий эксплуатации. Все эти факторы учитывает конструктор, указывая в чертеже вид материала и его марку, точность размеров, шероховатость, вид термообработки и твердость поверхности, вид покрытий и т.д. задача технолога состоит изготовления деталей и сборки машины получить при наименьших затратах те значения свойств, которые указаны на чертеже детали.

Вывод: Общие требования к параметрам точности, прочности и ресурсу горных машин обычно выражают в натуральных величинах, что не позволяет объективно сопоставлять характеристики для различных элементов машин по размерам, типам, конструктивному исполнению и функциональному назначению.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова роль машиностроения в развитии научно-технического прогресса?
2. Что такое производственный процесс?
3. Что такое технологический процесс?
4. Какова структура технологического процесса механической обработки?

Литература

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –5-17 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 5-13с.

Лекция №2

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ, АГРЕГАТАХ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦАХ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Изделия и его назначения.
2. Разузлование изделия по ступеням вхождения.
3. Производственный цикл.

Цель и задачи:

1. Изучение основной деятельности машиностроительного производства.
2. Научиться характеризовать технологический процесс и его выполнять.

Ключевые слова по теме лекции:

Машиностроительный завод; технология машиностроения; механическая обработка; установ; позиция; производственная программа; запасные части; единичное производство; серийное производство; массовое производство; такт выпуска; поточное и прямоточное массовое производство; дифференциация; концентрация; расстановка по видам оборудования; расстановка предметная.

1. Изделия и его назначения.

Основными поставщиками горного оборудования для шахт, рудников, карьеров и разрезов являются заводы угольного машиностроения и машиностроительные заводы Узбекистана. На машиностроительных заводах Узбекистана изготавливают в основном горное оборудование; для угольных и сланцевых шахт. Машиностроительные заводы Узбекистана производят горное оборудование для открытых разработок и рудных и угольных шахт. Для изготовления сложного горного оборудования по кооперации привлекаются машиностроительные заводы других предприятий, которые поставляют комплектующие изделия - детали, сборочные единицы и агрегаты. Независимо от ведомственной принадлежности каждый завод горного машиностроения имеет много общего с другими машиностроительными заводами. Эта общность заключается в построении производственного и технологического процессов на заводе, в структуре управления последним. Производственная мощность, численность работающих на заводе и организационная структура управления заводом зависят от вида и количества выпускаемой в год продукции.

Под изделием понимают единицу промышленной продукции, количество которой может исчисляться в штуках, экземплярах. Для машиностроительных и ремонтных заводов изделия исчисляются в штуках. Изделия в зависимости от назначения делят на изделия, основного производства и на изделия обеспечивающего производство. Основное производство занято выпуском товарной продукции; обеспечивающее производство занято изготовлением средств, необходимых для обеспечения функционирования основного производства, например инструментальное производство. К изделиям основного производства относят те, которые предназначены для поставки (реализации); к изделиям обеспечивающего производства - изделия, используемые только для собственных нужд предприятия, например инструмент, приспособления и др. Изделия, предназначенные для

поставки (реализации) и одновременно для собственных нужд предприятия, изготовляющего их, относятся к изделиям основного производства. Понятие «изделие» является частью более сложного понятия «продукция».

Продукция - материализованный результат процесса трудовой деятельности, обладающий разными свойствами, полученными в определенном месте за определенный интервал времени, и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера. Результаты труда могут быть овеществленными (сырье, материалы, технические устройства, их части и т.д.) и неовеществленными (энергия, информация, некоторые виды услуг и т.д.). Для машиностроительных и ремонтных заводов основной продукцией, которую они поставляют на горные предприятия в соответствии со структурной систематизацией, являются обособленные функциональные горные машины, комплекты обособленных горных машин, комплексы и агрегаты, а также их составные элементы как запасные части к горным машинам. Продукцией для данных заводов также являются и услуги, которые они оказывают горным предприятиям по монтажу и наладке оборудования (карьерные и роторные экскаваторы, шахтные подъемные установки); по монтажу и наладке оборудования очистных механизированных комплексов, которые выполняются ремонтными заводами; по техническому обслуживанию и текущему ремонту горного оборудования заводами-изготовителями. Каждая горная машина как изделие, согласно ГОСТ 2.101-68, включает в себя детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты (рис. 1).

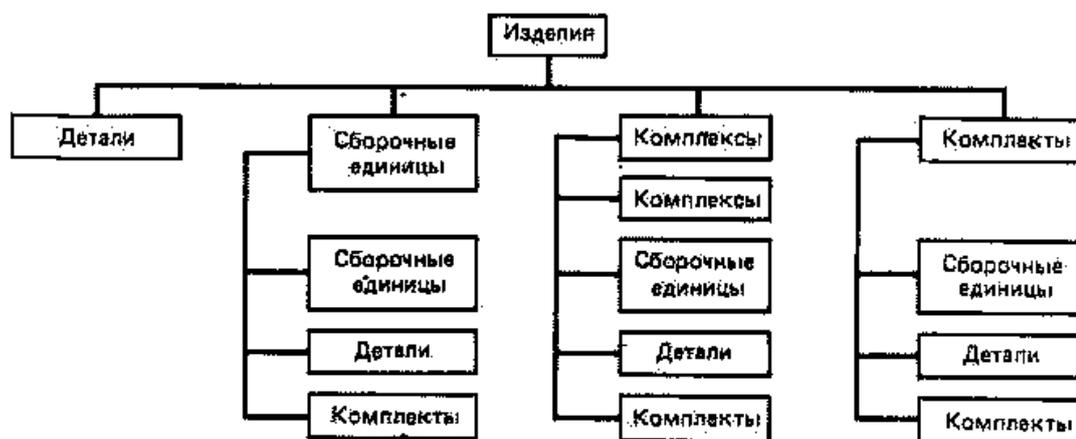


Рис. 1. Виды изделий и их структура (ГОСТ 2.101-68)

Деталь - изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Эти же изделия, подвергнутые покрытиям различного вида ли изготовленные с применением пайки, сварки, склейки и т.п., не теряют своей принадлежности к детали. К деталям относят валы, зубчатые колеса, штоки, различного вида крепеж и т.д.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе с применением сборочных операций (свинчивание, соединение клепкой, сваркой, пайкой, склеиванием и т.д.). Составной частью может быть любое изделие - деталь, сборочная единица, комплекс, комплект. Когда говорят «составная часть изделия», то имеют в виду конкретный тип изделия, в котором можно выделить «составные части». В качестве сборочных единиц, например, могут выступать сварной корпус редуктора режущей

части очистного комбайна, поворотная платформа карьерного экскаватора, которые изготовляют с применением сварки. Сборочными единицами является совокупность двух и более деталей, соединенных между собой и предназначенных для выполнения определенной функции. Например, редуктор привода забойного конвейера служит для изменения скорости и момента, передаваемого от электродвигателя на ведущий вал привода тягового органа. Редуктор по сравнению со сварным корпусом представляет собой сборочную единицу более высокой группы сложности и находится на другой ступени вхождения, чем корпус. Сборочной единицей является функционально самостоятельная машина, например очистной комбайн, ленточный конвейер, карьерный экскаватор. Эти сборочные единицы находятся на другой ступени вхождения, чем редуктор. Ступень вхождения характеризует уровень сложности машины. Чем больше ступеней вхождения, тем машина сложнее. Однако даже в наиболее сложных машинах число ступеней вхождения не превосходит восьми (рис. 2).

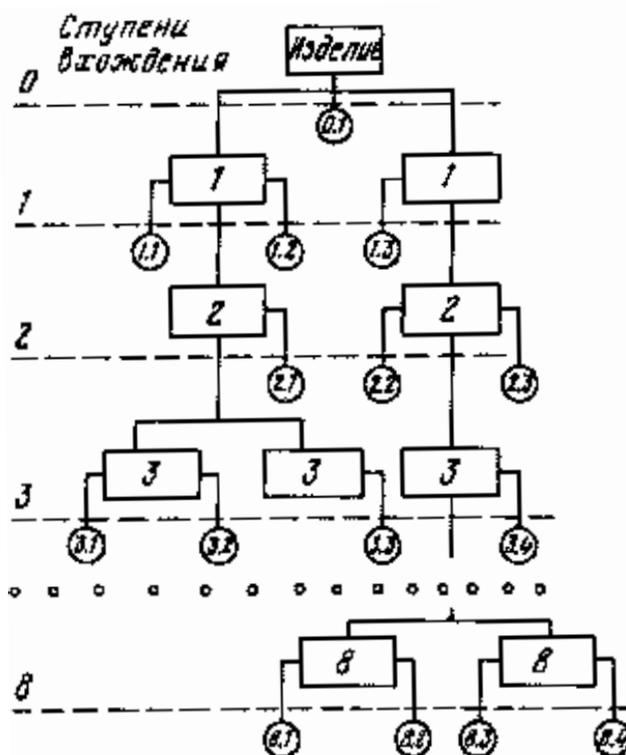


Рис. 2. Разузлование изделия по ступеням вхождения (ГОСТ 3.1301-74):
(8 - сборочные единицы 1-8-й ступеней вхождения; 0.1-8.4 - детали каждой ступени вхождения)

2. Разузлование изделия по ступеням вхождения.

В соответствии с ГОСТ 23887-79 различают такие виды сборочных единиц, как узел и агрегат.

Узел - сборочная единица, которая может собираться отдельно от других составных частей изделия или изделия в целом и выполнять определенную функцию в изделиях одного назначения только совместно с другими составными частями. Например, вал редуктора в сборе.

Агрегат - сборочная единица, обладающая полной взаимозаменяемостью и возможностью сборки от других составных частей изделия или изделия в целом и способностью выполнять определенную функцию в изделии или работа», самостоятельно. Например, гидравлический насос механизма подачи комбайна. В

настоящее время при создании унифицированного ряда машин для очистных работ (очистные комбайны, забойные конвейеры, механизированные крепи, насосные станции) идут по пути разработки унифицированных сборочных единиц, которые были бы пригодны для машин одного функционального назначения. Комплекс - два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Например, ленточный конвейер, включающий в себя ленту, поддерживающие ролики, барабаны, секции рамы конвейерного става, редуктор, двигатель и др.

Комплект - два и более изделия, не соединенных на предприятии - изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Например, комплект запасных частей, комплект резцов исполнительного органа. В зависимости от наличия в изделии составных частей различают не специфицированные изделия, которые не имеют составных частей, и специфицированные изделия, в которые входят две и более составные части. К не специфицированным изделиям относят детали, к специфицированным - сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Кроме того, различают покупные изделия, изделия, получаемые по кооперации, комплектуемые изделия. Покупные изделия не изготавливаются на данном предприятии, их предприятие получает готовыми. К изделиям, получаемым в порядке кооперирования, относят составные части разрабатываемого изделия, которые производит другое предприятие по конструкторской документации, входящей в комплект документов разрабатываемого изделия. К покупным изделиям, как правило, относят детали общепромышленного применения: подшипники качения, тяговые цепи, унифицированный крепеж и т.д.

Комплектуемые изделия - изделия предприятия-поставщика, применяемые как составные части изделия, выпускаемого другим предприятием-изготовителем продукции. Комплектуемые изделия могут быть покупными и получаемыми по кооперации. При разработке конструкции и организации производства горных машин необходимо стремиться к тому, чтобы в общей номенклатуре изделий на уровне деталей, сборочных единиц преобладали типовые изделия.

3. Производственный цикл.

Кроме понятия «такт выпуска» при проектировании технологических процессов изготовления и ремонта изделий используют дополнительные понятия и определения:

цикл технологической операции, под которым понимают интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции, независимо от числа одновременно изготавливаемых изделий;

производственный цикл - календарное время периодически повторяющегося производственного процесса;

ритм выпуска - число изделий определенного наименования, типоразмера исполнения, выпускаемых в единицу времени.

Проектируя технологический процесс изготовления и ремонта изделий, необходимо стремиться к тому, чтобы производственный цикл изделия был минимальным, а ритм выпуска постоянным. Это может быть достигнуто в условиях

установившегося производства, когда используется окончательно отработанная конструкторская и технологическая документация на выпускаемое изделие.

Вывод: При разработке конструкции и организации производства горных машин необходимо стремиться к тому, чтобы в общей номенклатуре изделий на уровне деталей, сборочных единиц преобладали типовые изделия.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое изделие?
2. Какие виды изделий бывают?
3. Как устанавливается такт и что он значит?
4. Сборочная единица и комплектующие изделия?

Литература

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 448с.

Лекция №3

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Производственный и технологический процессы.
2. Структура технологического процесса.
3. Производственный состав машиностроительного завода.
4. Виды производств. Формы организации работ

Цель и задачи:

1. Ознакомление студента с процессами в производстве, а также составлять маршрутные карты и технологический процесс для всех видов работ.
2. Изучение основных понятий технологической структуры.

Ключевые слова по теме лекции:

Производственный процесс; этапы производственного процесса; механическая обработка; технологический процесс; технологическая операция; установ; позиция; технологический переход; вспомогательный переход; рабочий ход; вспомогательный ход; приём; производственная программа; запасные части; единичное производство; серийное производство; массовое производство; такт выпуска; поточное и прямоточное массовое производство; дифференциация; концентрация; расстановка по видам оборудования; расстановка предметная.

1. Производственный и технологический процессы.

Под производственным процессом машиностроительного и ремонтного завода понимают конечное упорядоченное множество всех действий людей и орудий производства, направленных на изменение свойств предмета производства, для достижения общественно полезной заданной цели.

Чем совершеннее производственный процесс на заводе, тем меньше брака, потерь рабочего времени у ИТР, служащих и рабочих, потерь энергии и информации.

Производственный процесс включает в себя: технологические процессы, процессы организации и процессе управления.

Технологический процесс представляет собой часть производственного процесса, содержащую действия по изменению и последующими определению состояния предмета производства.

Процесс организации – часть производственного процесса, содержащая действия по подготовки к функционированию и обеспечению функционирования технологического процесса.

Процесс управления – часть производственного процесса, содержащая действия по корректировке хода технологического процесса и процесса организации, в связи с возникающими возмущениями, влияющими на их нормальные функционирование.

Каждый из процессов состоит из своих, присущих ему операций: технологические процессы – из технологических операции, процессы организации –

из операции организации, процесс управления – из операции управления. Совокупность трех данных операции образует производственную операцию.

Производственная операция – часть производственного процесса, выполняемого на рабочем месте, при котором производит целенаправленное изменение одного или одновременно нескольких внутрисистемных свойств овеществленного предмета труда.

Рабочее место – часть производственной площади предприятия, оборудованная в соответствии с выполняемой на ней производственной операцией.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и частоты поверхности, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Позиция – фиксированное положение, занимаемое не измененной закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Под производственным процессом понимают совокупность отдельных процессов, осуществляемых для получения из материалов и полуфабрикатов готовых машин.

2. Структура технологического процесса.

Технологическим процессом называют последовательное изменение формы, размеров, свойств материала, или полуфабриката в целях получения детали или изделия в соответствии с заданными техническими требованиями.

Технологический процесс механической обработки деталей является частью общего производственного процесса изготовления всей машины.

Производственный процесс разделяется на следующие этапы:

1. Изготовление заготовок деталей – литье,ковка, штамповка, или первичная обработка из прокатного материала;
2. Обработка заготовок на металлорежущих станках для получения деталей с окончательными размерами и формами;
3. Сборка узлов и агрегатов, соединение отдельных деталей в сборочные единицы и агрегаты;
4. Окончательная сборка всей машины;
5. Регулирование и испытание машины;
6. Окраска и отделка машины;

Технологический процесс может быть проектным, рабочим, единичным, типовым, стандартным, временным, перспективным, маршрутным, операционным и маршрутно-операционным.

В целях обеспечения наиболее рационального процесса механической обработки заготовки составляется план обработки с указанием, какие поверхности надо обработать, в каком порядке и какими способами.

В связи с этим весь процесс механической обработки расчленяется на отдельные составные части: технологические операции, установы, позиции, переходы, ходы, приемы.

Технологической операцией называется часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все последовательные действия рабочего (или группы рабочих) и станка по обработке заготовки (одной или нескольких одновременно).

Например, обтачивание вала, выполняемое последовательно сначала на одном конце, а потом после поворота, т.е. перестановки вала в центрах, без снятия его со станка, - на другом конце, является одной операцией.

Установом называют часть операции, выполняемую при одном закреплении заготовки (или нескольких одновременно обрабатываемых) на станке или в приспособлении, или собираемой сборочной единицы.

Позицией называется каждое отдельное положение заготовки, занимаемое ею относительно станка при неизменной ее закреплении. Например, при обработке на многошпиндельных полуавтоматах и автоматах деталь при ее одном закреплении занимает различные положения относительно станка путем вращения стола, последовательно подводящего деталь к разным инструментам.

Технологический переход - законченная часть технологической операции, характеризует постоянством применяемого инструмента, поверхностей, образуемых обработкой, или режима работы станка.

Вспомогательный переход - законченная часть технологической операции, состоящей из действия человека и оборудования, которые не сопровождается изменением формы, размеров и шероховатости поверхности, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Переход состоит из вспомогательных и рабочих ходов.

Под рабочим ходом понимают часть технологического перехода, охватывающую все действия, связанные со снятием одного слоя материала при неизменности инструмента, поверхности обработки и режима работы станка.

Вспомогательный ход – законченная часть технологического перехода, состоящего из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимого для выполнения рабочего хода.

Для более ясного и точного представления плана и способа обработки технологический процесс иллюстрируется графическими изображениями (эскизами) переходов обработки со схематическим указанием поверхностей обработки, способа крепления детали на станке, положения детали, приспособления и инструментов.

Машиностроительные заводы состоят из отдельных производственных единиц, называемых цехами, и различных устройств. Состав цехов, устройств и сооружений определяется с объемом выпуска продукции, характером технологических процессов, требованиями к качеству изделий и другими производственными факторами.

3. Производственный состав машиностроительного завода.

Состав машиностроительного завода можно разделить на следующие группы:

1. Заготовительные цеха (чугунолитейные, сталелитейные цветных металлов, и др.)

2. Обрабатывающие цеха (механические, термические, сборочные и др.)
3. Вспомогательные
4. Складские устройства (для металла, инструмента, формовочных и разных материалов для готовых изделий, топлива, моделей и др.);
5. Энергетические устройства (электростанция, теплоэлектроцентраль, компрессорные и газогенераторные установки);
6. Транспортные устройства;
7. Санитарно - технические устройства (отопление, вентиляция, водоснабжение, канализация);
8. Общезаводские учреждения и устройства (центральная лаборатория, технологическая лаборатория, центральная измерительная лаборатория, главная контора, проходная контора, медицинский пункт, амбулатория, устройства связи, столовая и др.).

4. Виды производств. Формы организации работ.

Форма организации технологических процессов и всего производства в целом будет зависеть от количества выпускаемой продукции, которое называется производственной программой.

Производственная программа - количество продукции по всей номенклатуре, выпускаемой в течении года. При необходимости в производственную программу включают также нужное количество запасных частей. На основании общей производственной программы предприятия составляются производственные программы по цехам, указывающие наименование каждого вида готовой продукции (полуфабрикатов), их количество или вес и другие необходимые характеристики.

В зависимости от размера производственной программы, характера продукции, а также технических и экономических условий осуществления производственного процесса все разнообразные производства делятся на три вида: единичное (индивидуальное), серийное и массовое. У каждого из этих видов производственный и технологический процессы имеют свои характерные особенности, и каждому из них свойственна определённая форма организации работы.

Единичным называется такое производство, при котором изделия изготавливаются единичными экземплярами, разнообразными по конструкции или размерам, причём повторяемость этих изделий редка или совсем отсутствует.

Единичное производство характеризуется разнообразной номенклатурой выпускаемых изделий, поэтому используемое оборудование (станки), приспособления, режущий и измерительный инструменты должны быть универсальными, рабочие должны быть высокой квалификации; себестоимость выпускаемых изделий велика.

Массовым называется производство, в котором при достаточно большом выпуске одинаковых изделий изготовление их ведётся путём непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же, постоянно повторяющихся операций. Характеристикой массового производства является постоянство выпускаемой продукции, использование специального и специализированного оборудования, режущего и измерительного инструментов, станков-автоматов и рабочих низкой квалификации при высокой производительности труда и малой себестоимости.

Серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством. При серийном производстве изделия изготавливают партиями или сериями, состоящими из одноимённых, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии (серии) целиком как в обработке деталей, так и в сборке.

Количество деталей в партии определяется по формуле

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.;

t – число дней, на который надо иметь запас деталей на складе.

Φ – число рабочих дней в году.

Понятие "партия" относится к количеству деталей, а понятие "серия" – к количеству машин, запускаемых в производство одновременно.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоёмкости, частоты повторяемости серий в течение года, различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

В серийном производстве технологический процесс преимущественно расчленён на отдельные операции, которые закреплены за определёнными станками. Станки здесь применяются всех видов: универсальные, специализированные, специальные, автоматизированные, агрегатные. Станочный парк должен быть специализирован в такой мере, чтобы был возможен переход от производства одной серии машин к производству другой, несколько отличающейся от первой в конструктивном отношении.

Серийное производство экономичнее, чем единичное, так как лучшее использование оборудования, специализация рабочих, увеличение производительности труда обеспечивают уменьшение себестоимости продукции.

Массовое производство возможно и экономически выгодно при выпуске достаточно большого количества изделий, когда все затраты на организацию окупаются и себестоимость единицы выпускаемой продукции получается меньше чем при серийном производстве.

Одним из основных характеристик массового производства является такт выпуска – интервал времени, через который периодически осуществляется выпуск изделий определённого наименования, типоразмера и исполнения. Величина такта выпуска t_a определяется по формуле:

$$t_a = \frac{60 \hat{O}_i \cdot m}{N}, \text{ где } \hat{O}_i$$

где Φ_H – действительное годовое число часов работы оборудования в одну смену (с учётом простоев на ремонт и т.д.);

m – коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте, 0,94-0,98 ;

N – годовая программа выпуска изделий одного наименования.

Вид производства ориентировочно определяется по величине коэффициента закрепления операций $K_{з.о.}$. Под операцией понимается совокупность определённых работ, выполняемых на рабочем месте. Коэффициент закрепления операций – отношение числа всех технологических операций O , выполняемых за определённый период времени (месяц, год), к числу рабочих мест P на производственном участке:

$$K_{з.о.} = O/P$$

Другими словами - это количество переналадок на рабочих местах, которое необходимо выполнить за определённый период времени при переходе с выпуска одного изделия на другое.

Виды производства характеризуются следующими значениями коэффициента закрепления операций:

$K_{з.о.} \leq 1$ - массовое производство.

$1 < K_{з.о.} \leq 10$ - крупносерийное производство

$10 < K_{з.о.} \leq 20$ - среднесерийное производство

$20 < K_{з.о.} \leq 40$ - мелкосерийное производство

$40 < K_{з.о.}$ - индивидуальное производство

Использовать коэффициент закрепления операций для определения вида производства удобно, когда имеется технологический процесс по всей технологии выпуска изделия. При отсутствии технологического процесса, когда технологию только начинают разрабатывать по таблицам с использованием таких данных по продукции, как производственная программа и вес изделия. Затем, после разработки технологического процесса, вид производства уточняется уже по коэффициенту закрепления операций за рабочим местом.

При массовом и крупносерийном производстве технологический процесс строится по принципу дифференциации или по принципу концентрации операций.

По первому принципу технологический процесс дифференцируется (расчленяется) на элементарные операции, тогда каждый станок выполняет одну упрощённую операцию, что свойственно крупносерийному и массовому производству.

По второму принципу технологический процесс предусматривает концентрацию операций, выполняемых на универсальных станках в единичном производстве, или в массовом производстве - на многошпиндельных автоматах, полуавтоматах, агрегатных, многопозиционных, многорезцовых станках, или на автоматических линиях, производящих одновременно несколько операций при малой затрате времени на обработку.

Каждому из описанных выше видов производства свойственны соответствующие формы организации работы и способы расположения оборудования, которые определяются характером изделия и производственного процесса, объёмом выпуска и рядом других факторов.

Существуют следующие виды организации работы:

1) по видам оборудования, свойственная главным образом единичному производству, для отдельных деталей применяется в серийном производстве. Станки располагаются по признаку однородности обработки, т.е. создают участки станков, предназначенных для одного вида обработки - токарных, фрезерных, сверлильных и т.д.

2) предметная, свойственная главным образом серийному производству, для отдельных деталей применяется в массовом производстве. Станки располагаются в последовательности технологических операций для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки. Например, линии обработки валов или зубчатых колёс.

3) поточно-серийная или переменнo-поточная, свойственная серийному производству. Станки располагаются в последовательности технологических операций, установленной для деталей, обрабатываемых на данной станочной линии.

Производство идёт партиями. Производственный процесс ведётся таким образом, что время выполнения операции на всех станках согласовано с величиной такта выпуска - равно или кратно ему. Детали передаются со станка на станок в последовательности технологических операций, создавая непрерывность движения.

4) Прямоточная, свойственная массовому и в меньшей мере крупносерийному производству. Станки располагают в последовательности технологических операций, закреплённых за определёнными рабочими местами; детали со станка на станок передают поштучно, но синхронизация времени операций выдерживается не на всех участках линии, вследствие чего около станков образуются заделы необработанных деталей.

5) Непрерывным потоком, свойственная только массовому производству; станки располагают в последовательности операций технологического процесса, закреплённых за определёнными станками, время выполнения отдельных операций на всех рабочих местах примерно одинаково или кратно такту, благодаря чему достигается синхронизация операций и создаётся определённый такт работы для всё поточной линии.

Вывод: Проектируя технологический процесс изготовления и ремонта изделий, необходимо стремиться к тому, чтобы производственный цикл изделия был минимальным, а ритм выпуска постоянным. Это может быть достигнуто в условиях установившегося производства, когда используется окончательно отработанная конструкторская и технологическая документация на выпускаемое изделие.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова роль машиностроения в развитии научно-технического прогресса?
2. Что такое производственный процесс?
3. Что такое технологический процесс?
4. Какова структура технологического процесса механической обработки?
5. Какие бывают виды производств и их характеристики?
6. Какие формы организации работ при выпуске изделий машиностроения бывают?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение,1985.- 496с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №4

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Конструктивно–технологическая характеристика деталей.
2. Требования к деталям и ресурсу горных машин и их элементов.
3. Технологичность при различных способах обработки.

Цель и задачи:

1. Важность знаний о роли характеристик деталей, узлов и агрегатов.
2. Ознакомление с методом измерений точности и прочности.

Ключевые слова по теме лекции:

Точность; экономическая точность; достижимая точность; неточность станков; геометрическая точность станка; геометрические погрешности станка; точность изготовления режущего и вспомогательного инструмента; погрешность приспособлений; метод пробных проходов; метод автоматического получения размера; погрешность базирования; погрешность закрепления; суммарная погрешность обработки.

1. Конструктивно – технологическая характеристика деталей.

Независимо от типа горные машины состоят из различных функционально и конструктивно подобных деталей, отличающихся друг от друга геометрическими, точностными и прочностными параметрами. При разработке конструкции машины и технологических (особенно групповых и типовых) процессов изготовления основными параметрами являются функциональное назначение и конструктивная форма деталей. Геометрические размеры, материал, точность и шероховатость рабочих поверхностей, вид термообработки, годовая программа выпуска являются дополнительными параметрами, которые позволяют уточнить содержание технологических процессов. Существует взаимосвязь между типами деталей и видами их повреждения, что необходимо учитывать при разработке групповых и типовых процессов восстановления. Поэтому весьма важным и сложным является вопрос классификации деталей.

В настоящее время для горного оборудования начата разработка отраслевых классификаторов. В основу разработки положен классификатор изделий и конструкторских документов (классификатор ЕСКД). Всего в классификаторе ЕСКД 100 классов. Классы с 71 по 76 отведены для деталей.

Пользуясь классификатором, можно для любой детали горного оборудования определить соответствующий класс и присвоить ей код. Правильное кодирование деталей позволяет их конструктивную преемственность на уровне деталей и взаимосвязь с технологическим классификатором деталей машиностроения и приборостроения.

Данные классификаторы особенно необходимо для систем автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов, а также при функционировании автоматизированных систем управления производством.

2. Требования к деталям и ресурсу горных машин и их элементов.

Данные классы охватывают практически все детали горного оборудования. Основу технологических процессов составляют детали с 71 по 75 класс. Пользуясь классификатором ЕСКД, можно установить классы для любых типов горных машин и их деталей.

Детали горных машин как объект изготовления обычно имеют сложную геометрическую форму. Сложность последней, влечет за собой большое количество конструктивных концентраторов напряжения. Геометрические размеры деталей, как для подземного оборудования, так и для оборудования открытых работ изменяются в больших диапазонах.

Номер класса	Детали
71.....	Тела вращения: типа колец, дисков, стержней, шкивов, втулок, блоков, стаканов, колонок, штоков, валов, осей
72.....	Тела вращения: с элементами зубчатого зацепления, трубы, разрезные секторы, сегменты, корпусные, опорные, емкостные
73.....	Не тела вращения: корпусные, опорные, емкостные
74.....	Не тела вращения: плоскостные, рычажные, грузовые, тяговые, аэрогидродинамические; изогнутые из листов, полос и лент, трубы
75.....	Тела вращения и не тела вращения: кулачковые, карданные с элементами зацепления, арматуры, санитарно-технические, разветвленные, пружинные, ручки, уплотнительные, пояснительные, маркировочные, защитные, литеры, оптические, электрические, радиоэлектронные
76.....	Для технологической оснастки, инструмента

Основными видами повреждения являются износ, деформации, поломки, коррозия. Причем одна и та же деталь может иметь две-три поврежденные поверхности с несколькими видами повреждений. Это является следствием трудных условий ее работы. По условиям работы детали горного оборудования можно разбить на восемь групп:

1. Детали не испытывают динамических нагрузок, но подвержены старению (коррозионная среда) и теряют свои физические свойства от длительной эксплуатации. Например, изоляция электрических кабелей, резиновые уплотнения окон кузова и кабины машиниста экскаватора.

2. Детали испытывают постоянные (статическое сжатие) и переменные нагрузки, подвержены старению (коррозионная среда), механическому изнашиванию, а также теряют свои физические свойства вследствие длительной эксплуатации. Например, упругие уплотнения (резиновые манжеты, кольца), картонные прокладки т.д.;

3. Детали не испытывают нагрузок и пассивны к окружающей среде. Например, стаканы, крышки, люки, лабиринтные кольца, и т.д.;

4. Детали испытывают значительные знакопеременные нагрузки. Например, тяговые цепи очистных комбайнов и забойных конвейеров, металлоконструкции

забойных конвейеров, основания и перекрытия секций механизированных крепей, валы, оси и т.д.;

5. Детали испытывают значительные постоянные и знакопеременные нагрузки и подвержены многим видам изнашивания. Сюда относят практически все основные детали очистных комбайнов, забойных конвейеров, экскаваторов (шестерни, валы и вал-шестерни, подшипники качения, муфты, звездочки и т.п.);

6. Детали испытывают знакопеременные нагрузки и подвержены гидроабразивному изнашиванию, кавитации, коррозии или изнашиванию по фреттинг-коррозии. Например, гидроцилиндры и механизированных крепей, клапана и седла клапанов, элементы гидросистем экскаваторов;

7. Детали испытывают значительные ударные нагрузки, превышающие порой расчетные, и подвержены интенсивному абразивному изнашиванию. Например, резцы шнеков очистных комбайнов, детали рабочего оборудования экскаваторов;

8. Детали подвержены интенсивному механическому и абразивному изнашиванию. Сюда можно отнести опорные направляющие и решетки забойных комбайнов.

Расчёт погрешности, вызываемой размерным износом режущего инструмента. Износ режущего инструмента от пут резания характеризуется приработкой режущей кромки и размерным износом. Последний характеризуется удельным износом K_0 за время пути резания в 1000 м. Резания L в м при точении определяется по формуле

$$L = v \cdot t_{\text{заб}} = \frac{\pi \cdot D \cdot l}{1000 \cdot s}$$

где D - диаметр обрабатываемой поверхности в мм;

l - длина обрабатываемой поверхности в мм;

s - подача в мм/об.

Путь резания L_N для партии заготовок N обрабатываемой в период между подналадками станка,

$$L_N = L \cdot N$$

Путь для приработки режущей кромки принимают равным 1000 м, тогда полная длина пути резания для партии деталей

Принимая по нормативным данным величину удельного размерного износа K_0^* резца, определяют суммарный износ E_p по формуле

$$E_p = \frac{\sum L}{1000} \cdot K_0$$

3. Технологичность при различных способах обработки.

Условия работы деталей горных машин накладывают свои особенности на выбор материала, способы и режимы обработки.

При проектировании горных машин устанавливается технический ресурс машины по ответственным и наиболее трудоемким в изготовлении деталям или деталям, отказ которых ведет к длительным простоям машины. Это, как правило, базовые детали экскаваторов – опорные рамы, поворотные платформы; очистных комбайнов – корпус редуктора режущей части комбайна, подшипники качения.

Предельное состояние изделия – такое состояние, при котором дальнейшее его использование по назначению прекращается, так как нарушаются требования техника безопасности и снижается эффективность его применения, или заданные

параметры выходят за установленные пределы и их нельзя восстановить в условиях эксплуатации. Например, увеличение зазора в подшипниках скольжения из-за износа вала и вкладыша, когда зазор можно восстановить только заменой вкладыша и восстановлением вала при капитальном ремонте.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации машины от начала ее эксплуатации или возобновления после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Например, для новых очистных комбайнов ресурс в зависимости от типа находится в пределах 220 (комбайн 1К 101У)-450 тыс. т. угля (комбайн КШЗМ). По календарному времени ресурс для обоих типов комбайнов до капитального ремонта равен 12 мес. Для карьерных экскаваторов срок службы устанавливается в годах, например, для ЭКГ-8И он составляет 13,5 лет, для ЭШ-15/90А-20 лет.

Ресурс машины, сборочной единицы, детали обеспечивается маркой материала, точностью обработки и сборки машин, соблюдением нормативных условий эксплуатации. Все эти факторы учитывает конструктор, указывая в чертеже вид материала и его марку, точность размеров, шероховатость, вид термообработки и твердость поверхности, вид покрытий и т.д. задача технолога состоит изготовления деталей и сборки машины получить при наименьших затратах те значения свойств, которые указаны на чертеже детали.

Общие требования к параметрам точности, прочности и ресурсу горных машин обычно выражают в натуральных величинах, что не позволяет объективно сопоставлять характеристики для различных элементов машин по размерам, типам, конструктивному исполнению и функциональному назначению.

Необходимая точность обработки, отвечающая требованиям заданного качества точности, достигается на различных станках разными способами.

Точность обработки отверстия по IT7 качеству достигается чистовым развёртыванием, протягиванием, шлифованием, притиркой, доводкой абразивными головками (хонингование), суперфинишем. Этими же способами можно получить точность IT6 качества, но при более тщательной работе на хорошо выверенных и вполне исправных, неизношенных станках.

Точность обработки отверстия по IT9 и IT10 качеству достигается чистовым развёртыванием; такую же точность можно получить и чистовым резцом на вполне исправных станках и при тщательной работе; экономичнее этот качество точности достигается шлифованием.

Точность обработки отверстия по IT11 качеству можно получить растачиванием чистовыми резцами на токарных или револьверных станках или сверлением с помощью кондуктора.

Точность обработки отверстия по IT12 и IT14 качеству можно получить сверлением или растачиванием на всех станках, включая автоматы, выполняющие такие операции.

Точность обработки валов по IT5-IT6 качеству после предварительной токарной обработки достигается последовательным шлифованием - черновым (предварительным) и чистовым (окончательным).

Для обработки валов по IT7 качеству применяется шлифование после предварительной обработки на токарных и револьверных станках. Эту точность можно получить и не применяя шлифования, если на токарных и револьверных станках работают токари высокой квалификации.

По IT9-IT10 качеству точности валы обрабатываются на токарных и револьверных станках, а также на автоматах отделочными резцами.

Для получения валов с точностью IT11 качества необходима черновая и чистовая обработка на токарных и револьверных станках.

Точность IT12-IT14 качества достигается на универсальных токарных и револьверных станках с использованием универсального режущего инструмента.

Возможную точность, достигаемую различными способами чистовой обработки, можно представить в такой последовательности:

- а) чистовое обтачивание деталей малых размеров - до 0,02мм (20мкм);
- б) точное шлифование - до 0,005 мм (5 мкм);
- в) шлифование в прецизионных работах - до 0,0025мм (25 мкм);
- г) притирка - до 0,0005 мм (0,5 мкм);
- д) доводка - до 0,00005 мм (0,05 мкм).

Вывод: Названные группы деталей подтверждают то обстоятельство, что работа всех горных машин протекает в сложных условиях.

Условия работы деталей горных машин накладывают свои особенности на выбор материала, способы и режимы обработки.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое технологичность?
2. Перечислите основные факторы, влияющие на технологичность обработки.
3. Какие погрешности называются систематическими?
4. Какие виды классов деталей знаете?
5. Какие погрешности называются случайными?
6. Приведите примеры случайных и систематических погрешностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.- 496с.
2. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
3. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №5

ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Начало решения вопросов связанные с обработкой заготовок.
2. Установление планов и методов обработки.
3. Факторы, влияющие на величины припусков.

Цель и задачи:

1. Ознакомление студентов с процессами транспортировки, обработки, составления маршрутных и эскизных карт.
2. Изучение этапов проведения операций.

Ключевые слова по теме лекции:

Отливки; поковки и штамповки; вид заготовок и материал деталей; прокат стандартного профиля; прокат специального профиля; припуск; общий припуск; межоперационный припуск; симметричный припуск; асимметричный припуск; расчетные формулы припусков; минимальный, максимальный припуск; исполнительные размеры

1. Начало решения вопросов связанные с обработкой заготовок.

1) Изготовление заготовок деталей машин производится:

а) литьем металлов различными способами: в земляные формы, в металлические формы, центробежным способом, под давлением, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, методом вакуумного всасывания;

б) обработкой металлов давлением, ковкой, штамповкой, прессованием, волочением;

в) литьем из пластмасс;

г) штамповкой пластмасс;

2) Обработка заготовок деталей машин механическими способами:

а) снятием стружки – резание металла лезвийными инструментами и абразивами на металлорежущих станках;

б) пластическим деформированием (без снятия стружки) – уплотнение металла; обкатывание и раскатывание роликами, продавливание – калибрование отверстий шариком или оправкой;

в) холодной правкой металлических деталей;

г) дробеструйной обработкой металлических деталей, которая состоит в том, что термически обработанные детали подвергают в специальных установках ударному воздействию потока стальной или чугунной дроби, выбрасываемый механическим дробеструйным аппаратом.

д) пластическим деформированием пластмасс;

3) Химика – механическая обработка:

а) доводка притирами, изготовленными преимущественно из чугуна, меди или латуни и шаржированными мелкозернистыми абразивными порошками, микропорошками и пастами. Материал притира должен быть мягче, чем материал обрабатываемой детали.

б) полирование мягкими кругами с помощью полировальных паст, содержащих поверхностно-активные вещества, химически воздействующие на обрабатываемый материал;

в) обработка твердосплавного инструмента в растворе сернистой меди с помощью абразивного порошка и металлического диска.

4) Электрохимическая обработка. Сущность электрохимических методов заключается в применении электрической энергии в форме электролиза. Одним из методов является электрополирование, который осуществляется в обычных электролитических ваннах с применением специальных электролитов и соответствующих режимов тока.

5) Термическая обработка. Термическая обработка применяется с целью видоизменить структуру металла для получения механических и физических свойств его, соответствующих техническим требованиям.

Химико-термическая обработка металлических деталей применяется с целью улучшить физико-химические и механические свойства деталей – повысит их жаропрочность, износостойчивость и т.д. путем изменения химического состава поверхностного слоя металла, которой искусственно насыщается азотом, алюминием, углеродом и азотом одновременно с последующей закалкой и некоторыми другими элементами.

б) Старение заготовок деталей. Старение имеет целью привести структуру отливки состояние равновесия, т.е. освободить заготовку от внутренних напряжений, возникающих как при застывании металла, так и при механической обработке.

Старение бывает естественное и искусственное. Метод естественного старения заключается в том, что заготовка после литья или после обдирки выдерживается на открытом воздухе под воздействием атмосферы в течение 0,5-6 месяцев и более.

Ввиду длительности этого процесса чаще применяется метод искусственного старения. Искусственное старение преимущественно осуществляется термической обработкой заготовки путем нагревания ее в печи при температуре 450-500⁰С, выдержки в течение 12-15 ч и охлаждения в течение 2,5-3 ч вместе с печью, после чего заготовка окончательно охлаждается на воздухе.

7) Электроискровой метод обработки металлов состоит в том, что между двумя сближенными металлическими электродами, находящимися под током, возникает электроискровой разряд, вследствие чего происходит местное направленное разрушение (электроэрозия) металла – анода.

8) Анодно-механический метод включает в том, что при прохождении постоянного тока через электролит и электроды происходит процесс растворения поверхности анода с образованием пленки, которая принудительно снимается вращающимся диском.

9) Ультразвуковой метод заключается в том, что энергия вибрирующего инструмента в виде ультразвуковых колебаний воздуха передается частицам абразивного микропорошка, которые поступают взвешенными в воде или масле под торцовую поверхность инструмента и разрушают обрабатываемый материал.

10) Покрытие металлами и сплавами поверхностей деталей. Для покрытия поверхностей деталей слоем других металлов наиболее широко применяется гальванический метод, основанный на электролизе.

Металлизация – покрытие посредством распыления расплавленного металла – применяется для ремонта и восстановления изношенных деталей, исправления брака, повышения жароупорности деталей, придания антикоррозионных свойств.

Покрытие твердыми сплавами с целью повышения износостойчивости деталей производится путем наварки или наплавки твердых сплавов на поверхности деталей.

11) Сварка металлов – один из способов соединения металлических деталей; подразделяется на химическую (газовая, термитная и др.) и электрическую (электродуговая, контактная, и др.). Сварка может заменить пайку, клепку, ковку, литье;

12) Балансировка деталей.

13) Очистка, промывка и покрытие деталей смазкой. Детали покрывают смазкой в целях предохранения их от коррозии.

2. Установление планов и методов обработки.

При проектировании технологических процессов пользуются составленными на основании опытных данных таблицами средних величин экономической точности различных методов обработки.

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими общими положениями:

1) в первую очередь надо обрабатывать поверхности детали, которые являются базами для дальнейшей обработки;

2) Затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наиболее толстый слой металла;

3) Операции, где существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности механической обработки, должны выполняться в начале процесса.

4) Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее она должна обрабатываться;

5) Поверхности, которые должны быть наиболее точными с наименьшей шероховатостью должны обрабатываться последними;

6) Совмещение черновой и чистовой обработки на одном и том же станке может привести к снижению точности обработанной поверхности вследствие влияния значительных сил резания и сил зажатия при черновой обработке и большего износа деталей станка.

3. Факторы, влияющие на величины припусков.

Величины припусков на обработку и допуски на размеры заготовок зависят от ряда факторов, степень влияния которых различна. К числу основных факторов относятся следующие:

а) материал заготовки;

б) конфигурация и размеры заготовки;

в) вид заготовки и способ её получения;

г) требования в отношении механической обработки;

д) технические условия в отношении качества и шероховатости поверхности и точности размеров детали.

размеры детали должны быть выполнены точно в пределах установленных допусков, то припуск должен обеспечивать возможность достижения необходимой точности и шероховатости поверхности, что должно быть учтено при определении величины припуска.

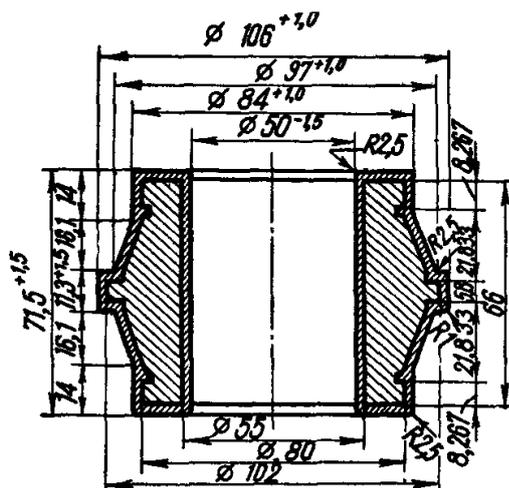


Рис. 4. Заготовка винта из проката.

Вывод: Требования в отношении механической обработки. В соответствии с требованиями к шероховатости поверхности и точности размеров детали принимается тот или иной способ механической обработки. Для каждой промежуточной операции механической обработки необходимо оставлять припуск, снимаемый режущим инструментом за один или несколько проходов. Следовательно, общий припуск находится в зависимости от способов механической обработки, требующейся для изготовления детали по техническим условиям.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды заготовок вы знаете?
2. Каким методом изготавливают заготовки из чугуна?
3. В каких видах производства используется прокат стандартного профиля?
4. В каких видах производства используется прокат специального профиля?
5. Какие виды припусков вы знаете?
6. Как рассчитываются припуски на обработку?
7. Какие факторы влияют на величину припуска?
8. Какие составляющие припуска входят в расчетные формулы?
9. Что такое исполнительные размеры обработки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова. М.: Машиностроение, 1977.- 416с.
2. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
3. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №6

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Исходные данные для проектирования технологических процессов механической обработки.
2. Основные показатели ремонтпригодности изделия:
3. Установление режимов резания.

Цель и задачи:

1. Изучение составлений операций и рабочих чертежей, а также их чтение.
2. Важность ремонта и восстановления деталей, а также целых узлов машин.

Ключевые слова по теме лекции:

Рабочий чертёж; производственная программа; заготовка; материал; точность; припуск; вид производства; режим резания; режущий инструмент; приспособление; измерительный инструмент; операционная карта; маршрутная карта; эскизная карта.

1. Исходные данные для проектирования технологических процессов механической обработки.

Основой для проектирования технологических процессов механической обработки являются поддетальная производственная программа, составленная на основании общей производственной программ завода, рабочие чертежи машин и технические условия на выполнение.

Основные исходные данные для проектирования технологического процесса изготовления детали можно получить с рабочего чертежа детали.

На рабочих чертежах деталей указаны:

- а) вид заготовки;
- б) материал и его марка;
- в) обрабатываемые поверхности;
- г) обозначение класса шероховатости поверхности;
- д) допуски и неточность обработки;
- е) вид термической обработки.

Проектирование технологического процесса механической обработки деталей включает решение следующих основных вопросов:

1) установление вида производства и организационной формы выполнения технологического процесса;

2) определение величины партии деталей, запускаемых одновременно, для серийного производства и определение величины такта выпуска деталей для поточного производства;

3) выбор заготовок и определение их размеров;

4) установление плана и методов механической обработки;

1) Выбор станочного оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов;

2) Определение размеров обрабатываемых деталей;

- 3) Определение режимов работы;
- 4) Определение нормы времени на обработку;
- 5) Определение квалификации работы;
- 6) Оценка технико-экономической эффективности спроектированного технологического процесса

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции изделия и соответствующих его деталей.

Технологичность конструкции изделия и деталей должна предусматривать:

А. Максимально широкое использование унифицированных сборочных единиц, стандартизованных и нормализованных деталей и элементов деталей;

Б. Возможно меньше количество деталей оригинальной, сложной конструкции и различных наименований возможно большую повторяемость одноименных деталей;

В. Создание деталей наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и достаточной жесткости с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки деталей и изготовления всего изделия;

Г. Наличие на деталях удобных базирующих поверхностей или возможность создания вспомогательных баз в виде бобышек, поясков и т.д.;

Д. Наиболее рациональный способ получения заготовок для деталей с размерами и формами, возможно более близкими к готовым деталям, т.е. Обеспечивающими наиболее высокий коэффициент использования материала и наименьшую трудоемкость механической обработки;

Е. Полное устранение или возможно меньше применение слесарно-пригоночных работ при сборке путем изготовления взаимозаменяемых деталей, применения деталей- компенсаторов и механизации сборочных работ;

Ж. Упрощение сборке и возможность выполнения параллельной во времени и пространстве сборке отдельных сборочных единиц и изделия в целом.

Основными требованиями сборки является: обеспечение сборки без пригоночных работ, создание возможности независимой сборке узлов изделия, наименьше количество деталей, как по наименованиям, так и в штуках, наиболее высокий уровень взаимозаменяемости, стандартизации, унификации и нормализации сборочных единиц и их изделий, наличие удобных сборочных баз, исключение необходимости разработок при регулировках и др.

Литые заготовки из чугуна и стали в этом отношении должны удовлетворять следующим основным требованиям:

А. Толщина стенок отливки должна быть по возможности одинаковым без резких переходов тонкостенных частей в толстостенные; выполнение этого требования необходимо для получения однородной структуры отливки и уменьшение внутренних напряжений в ней;

Б. Форма любой заготовки должна предусматривать простой, без затруднений разъем модели;

В. Поверхности отливки, расположенные перпендикулярно плоскости разъема модели, должны иметь конструктивные литейные уклоны, для того чтобы изготовление литейных форм и стержней и удаление моделей из форм происходило без затруднений.

На чертежах заготовок, полученных методами штамповки иковки, должно быть обозначено:

- а) отсутствие резких переходов в поперечных сечениях и усиление сечений в изгибах;
- б) выполнение переходов от одного сечения к другому по дугам относительно больших радиусов;
- в) закругление острых ребер у штамповок.

Штамповки должны иметь уклон поверхностей, расположенных перпендикулярно плоскости разъема, необходимый для удаления заготовки из штампа. Величины уклонов для наружных поверхностей принимаются от 1:10 до 1:7; для внутренних – от 1:7 до 1:5. При повышенной точности штамповки величина уклона принимается меньшей.

Общая технологичность конструкции изделия может быть оценена следующими показателями:

1. Трудоемкость конструкции, т.е. время, затрачиваемое на изготовление детали, сборочной единицы, целого изделия (полностью на какой-либо вид обработки);
2. Коэффициент использования металла при изготовлении детали;
3. Степень использования стандартных и нормализованных деталей и сборочных единиц;
4. Процентное отношение количества деталей оригинальной и сложной конструкции к общему количеству деталей в изделии;
5. Степень использования деталей в сборочных единицах существующих и ранее применяемых разновидностей конструкций изделий и аналогичных машин;
6. Коэффициент повторности одноименных деталей;
7. Себестоимость изготовления деталей, сборочных единиц, целого изделия;

2. Основные показатели ремонтпригодности изделия:

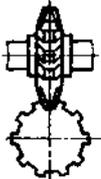
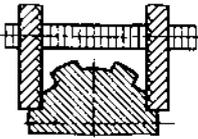
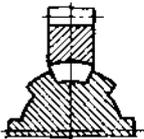
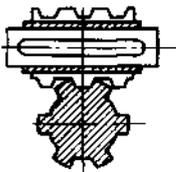
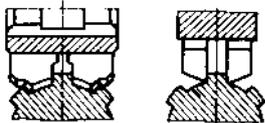
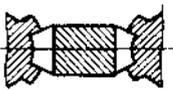
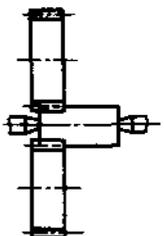
1. Характеристика условий эксплуатации и ремонта;
2. Условия выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту, в том числе квалификация и состав персонала, который эксплуатирует и ремонтирует изделия;
3. Система материально-технического обеспечения эксплуатации и ремонта;
4. Средняя трудоемкость ремонта и технического обслуживания;
5. Ограничения номенклатуры специального инструмента и приспособлений при техническом обслуживании и ремонте;
6. Ограничение типоразмеров крепежных деталей;
7. Широкое использование стандартизованных и унифицированных частей изделия;
8. Требования к рациональным методам и средствам контроля технического состояния изделия в процессе эксплуатации и ремонта;
9. Требования к допустимости, легкосъемности и взаимозаменяемости деталей, сборочных единиц и комплектов при техническом обслуживании и ремонте;
10. Требования к выполнению регулировочно-доводочных работ в процессе технического обслуживания и ремонта;

11. Требования к конструкции изнашивающихся деталей в части приспособленности к восстановлению до первоначальных или ремонтных размеров с применением прогрессивной технологии восстановительных работ.

Таблица 1. Область рационального применения упрочняющих способов ППД

Способ упрочнения	Свойство, упрочненного поверхностного слоя			Область применения
	Шероховатость, мкм	Глубина, мм	Приращение твердости	
Обкатка роликом, шариком	$R_a=2,6-0,16$	0,1-7	НВ 20-100	Для плоских поверхностей, валов, осей, ступиц диаметром 50-800 мм и твердостью НВ 150-360
Центробежно-ударное упрочнение	$R_a=1,25-0,16$	0,05-1	НВ 20-100 при исходной твердости НВ 150-360 HRC 2-10 при исходной твердости	Для плоских поверхностей, валов, осей диаметром 20-100 мм к твердостью от НВ 150 до HRC 62
Чеканка роликом	$R_a=2,5-0,16$	0,2-4	HRC > 40	Для любых поверхностей и различных деталей твердостью от НВ 150 до HRC 62
Обработка дробью	$R_a=20-R_a1,25$	0,05-4	То же HRC 2-6	Для деталей сложной конфигурации размерами до 1200×600×800 мм и твердостью HRC > 40

Таблица 2. Способы изготовления шлицев валов горных машин

Способ изготовления	Эскиз	Особенности способа
Фрезерование: дисковой профильной фрезой		Единичный тип производства при восстановлении шлицев
дисковыми двусторонними фрезами.		То же
профильной фрезой		При небольших сериях в случае отсутствия шлице фрезерного станка
червячной фрезой по способу обкатки		С обработкой на специальных шлицефрезерных станках (самый распространенный способ)
фасонными фрезерами в два прохода		Можно выполнять на универсально-фрезерных станках
Протягивание шлицевых канавок		В 12-15 раз более производительен, чем 4-й способ. Применяют при крупносерийном и массовом производствах
Накатывание шлицев		При крупносерийном и массовом производствах. Отличаются повышенной производительностью и точностью

3. Установление режимов резания.

Режим резания, устанавливаемый для обработки детали, является одним из главных факторов технологического процесса. Режим резания металла включает в себя следующие определяющие его основные элементы: глубина резания t в мм; подача s в мм/об; скорость резания v в м/мин; число оборотов шпинделя станка n в об/мин.

Исходными данными для выбора режима резания являются: вид заготовки; материал детали; механические свойства материала детали; величина припуска; требования по чистоте поверхности (шероховатость); форма, размеры и допуски на обработку.

Расчёт режимов резания проводится в следующем порядке:

- 1) Выбирается глубина резания.
- 2) Выбирается режущий инструмент.
- 3) Определяется величина подачи.
- 4) Выбирается период стойкости режущего инструмента.
- 5) Определяется скорость резания.
- 6) Определяется частота вращения шпинделя. Полученное значение частоты вращения корректируется по паспортным данным станка
- 7) Определяется скорректированная скорость резания.
- 8) Определяется сила резания
- 9) Определяется мощность резания. Полученная мощность резания сопоставляется с мощностью электродвигателя станка. В том случае, если мощность резания больше мощности станка, необходимо уменьшить глубину резания или подачу произвести расчёт с пункта 5.
- 10) Определяется основное время

При проектировании технологического процесса изготовления детали, составляют следующие карты на механическую обработку:

Маршрутная карта (ГОСТ 3.1404-71) содержит описание технологического процесса изготовления и контроля изделия по всем операциям различных видов работ в технологической последовательности с указанием данных по оборудованию, оснастке, материальным и трудовым нормативам.

Операционная карта (ГОСТ 3.1404-71) - содержит описание операции технологического процесса изготовления детали с указанием соответствующих данных по оборудованию, оснастке и режимам резания.

Карта эскизов (ГОСТ 3.1404-71) - содержит графическую иллюстрацию технологического процесса (операцию) изготовления детали.

Вывод: Повышение точности, прочности и износостойкости деталей, сборочных единиц и машин в целом приводит к повышению технического ресурса горного оборудования, что влечет за собой увеличение суммарной работы, которую может выполнить машина до наступления предельного состояния, а следовательно, рост уровня качества, технологичности и ремонтпригодности машины без изменения ее конструкции только за счет технологических методов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие исходные данные для проектирования технологического процесса механической обработки детали?
2. Какие данные нужно определить из рабочего чертежа детали?
3. Какими принципами нужно руководствоваться при проектировании технологических процессов механической обработки?
4. Как составляется план механической обработки?
5. Когда обрабатываются поверхности – технологические установочные базы?
6. Сколько раз можно использовать черновые установочные базы для базирования заготовки?
7. Как производится выбор оборудования, приспособления, режущего и измерительного инструмента?

8. По каким параметрам детали выбирают модель станка для ее обработки?
9. В какой последовательности производится расчёт режимов резания?
10. Какие формы технологической документации заполняются при оформлении технологического процесса механической обработки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение,1985.- 496с.
4. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
5. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
6. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №7

ПОВЕРХНОСТИ И БАЗЫ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Поверхности и базы обрабатываемых деталей.
2. Способы установки заготовок при их обработке. Правило 6 точек при установке заготовок различной формы.
3. Общие сведения о сварке.

Цель и задачи:

1. Изучение правильности определения поверхности для базирования и их способов.
2. Принципы установки, креплений, а также выстоя.

Ключевые слова по теме лекции:

Технологические базы; сборочные базы; конструктивные базы; принцип постоянства баз; принцип единства баз; правило 6 точек; опорная плоскость; направляющая плоскость; упорная плоскость.

1. Поверхности и базы обрабатываемых деталей.

При установке деталей для обработки на станках различают следующие поверхности:

1. Обрабатываемые поверхности, с которых режущими инструментами снимается слой метала (или подвергающиеся воздействию другого рабочего инструмента).
2. Поверхности базы, определяющие положение детали при обработке;
3. Поверхности, воспринимающие зажимные силы;
4. поверхности, от которых измеряют выдерживаемые размеры;
5. Необрабатываемые поверхности.

Базами могут служить поверхности, линии, точки и их совокупности.

В технологии машиностроения различают базы *технологические, сборочные и конструктивные*.

Технологические базы подразделяются на установочные и измерительные.

Установочными базами называют такие поверхности детали, которыми она устанавливается для обработки в определенном положении относительно станка (или приспособления) и режущего или другого рабочего инструмента.

Установочными базами могут служить плоские поверхности, наружные и внутренние цилиндрические поверхности, торцовые поверхности с отверстиями, поверхности отверстий, поверхности центровых гнезд, конические, криволинейные поверхности (например, поверхности зубьев зубчатых колес, резьбы) и др.

В качестве установочных баз могут служить обработанные и необработанные поверхности.

Основной установочной базой называется поверхность детали, которая служит для установки детали при обработке и сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, или оказывает влияние на работу данной детали в машине.

В качестве примера, можно привести зубчатое колесо, в котором отверстие является основной базой. Так как поверхность отверстия сопрягается с валом, на

который насаживается колесо и, кроме того, при обработке колесо базируется отверстием на оправке, благодаря чему достигается совпадение оси отверстия с осью наружной цилиндрической поверхности и начальной окружности зубьев колеса, что обеспечивает правильную работу его в собранном узле.

Вспомогательной установочной базой называется поверхность детали, которая служит только для ее установки при обработке, не сопрягается с другой деталью, совместно работающей в собранной машине, и не оказывает влияния на работу данной детали в машине.

Примером вспомогательных баз могут служить центровые отверстия валов, используемые только при обработке, так как по конструкции они не требуются. Вспомогательными базами являются также при обработке поршня двигателя поверхности А и пояска Б, которые при работе поршня ни с какими поверхностями других деталей не сопрягаются и на работу поршня влияния не оказывают.

Измерительной базой называют поверхность, от которой при измерении производится непосредственный отсчет размеров.

Сборочной базой называют поверхность (или совокупность поверхностей, линий, точек), которая определяет положение данной детали относительно других деталей в собранном узле или в машине.

Конструктивной базой называют совокупность поверхностей линий, точек, от которых задаются размеры и положение других деталей при разработке конструкции. Конструктивная база может быть реальной, если она представляет собой материальную поверхность, или геометрической, если она является осевой геометрической линией.

2. Способы установки заготовок при их обработке. Правило 6 точек при установке заготовок различной формы.

Принцип постоянства базы состоит в том, что для выполнения всех операций обработки детали используют одну и ту же базу.

Если по характеру обработки это невозможно и необходимо принять за базу другую поверхность, то в качестве новой базы надо выбирать такую обработанную поверхность, которая определяется точными размерами по отношению к поверхностям, наиболее влияющим на работу детали в собранной машине.

Далее, при выборе баз различного назначения надо стремиться использовать одну и ту же поверхность в качестве различных баз, так как это тоже способствует повышению точности обработки.

В этом отношении целесообразно в качестве измерительной базы использовать установочную базу, если это возможно; еще более высокой точности обработки можно достигнуть, если сборная база является одновременно установочной и измерительной. В этом и заключается принцип совмещения баз.

Совокупность поверхностей, линий или точек заготовки, по отношению к которым ориентируют другие поверхности данной заготовки при их обработке или измерении, называется базой; а сам процесс ориентации заготовки - базированием.

При базировании заготовку устанавливают в требуемое положение относительно выбранной системы координат.

В процессе сборки изделия базированием достигают требуемое расположение деталей относительно друг друга. Проектируя технологический процесс обработки

детали или сборки изделия, необходимо грамотно выбирать базы заготовки или детали, чтобы обеспечить точное их расположение и получить минимальную погрешность базирования.

Понятие «база» включает в себя весь комплект поверхностей, необходимых для требуемой ориентации детали при сборке изделия или изготовлении детали. Известно, что для полного определения положения твердого тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы: трех поступательных перемещений вдоль осей координат и трех вращений вокруг указанных осей (рис. 5.). Жесткие связи *a* лишают тело трех степеней свободы. Оно теряет возможность перемещаться вдоль оси *z* и вращаться вокруг осей *x* и *y*; связи *b* лишают тело двух степеней свободы, перемещения вдоль оси *x* и вращения вокруг оси *z*; связь *c* лишает тело возможности перемещаться вдоль оси *y*.

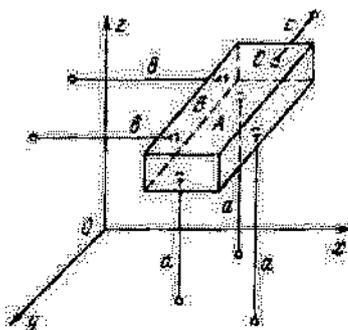


Рис. 5. Схема ориентирования

В реальных условиях жесткие связи *a*, *b*, *c* заменяют опорными точками. Поэтому при базировании заготовки или детали всегда стараются соблюдать правило шести точек: при полной ориентировке заготовки в приспособлении или детали в изделии необходимо и достаточно иметь шесть опорных точек, расположенных определенным образом на поверхностях данной заготовки или детали.

Если у заготовки будет шесть жестких связей, то ее нельзя будет обработать на токарном станке, а деталь с таким числом связей не будет выполнять своих функций. Например, вал не будет вращаться. Поэтому при проектировании технологических процессов у заготовки и детали в машине должно быть столько связей, чтобы они выполняли свои функции.

Поверхности детали, участвующие в ориентировке обрабатываемой поверхности заготовки или поверхности детали, сопряженной с другими деталями изделия, называют базирующими.

У заготовки и изделий различают базирующие поверхности: главную, направляющую, упорную. Главная базирующая поверхность *A* (см. рис. 5) имеет три опорные точки. У заготовки главной базирующей поверхностью может служить поверхность наибольших размеров, на которой можно расположить три опорные точки, удаленные друг от друга. Чем больше площадь опорного треугольника, тем более устойчиво положение заготовки при ее обработке.

Направляющая базирующая поверхность несет две опорные точки. У заготовки это поверхность *B* наибольшей длины из оставшихся поверхностей.

Упорной базирующей поверхностью может служить любая поверхность заготовки, например *C* (см. рис. 5), на которой можно разместить одну опорную

точку. Места поверхностей под опорные точки не должны иметь литников, заусенцев, литейных и сварных швов и т.д., так как это оказывает влияние на установку заготовки.

Одна базирующая поверхность или совокупность двух или трех базирующих поверхностей образуют базу. Поэтому поверхность A называется у заготовки установочной базой, поверхность B - направляющей базой, поверхность C - упорной базой.

При конструировании, изготовлении и восстановлении горных машин различают проектные, конструкторские, технологические, измерительные базы.

При проектировании конструкции горных машин, технологического процесса их изготовления или ремонта используют проектные базы, когда на чертеже или операционном эскизе устанавливают расчетное положение детали в изделии или положение заготовки относительно рабочего инструмента. Проектные базы на чертежах проставляют в виде геометрических элементов: линий, поверхностей, осей, биссектрис углов, плоскостей симметрии.

Базы, используемые для определения положения деталей в изделии, называются конструкторскими. Конструкторские базы - это реальные поверхности деталей машины.

Измерительными называют базы, от которых производят отсчет размеров при обработке заготовок или проверку взаимного расположения их поверхностей (параллельность, перпендикулярность). Например, при проверке параллельности поверхность A (рис. б) является измерительной базой для поверхностей B и C .

Технологическими называют базы, используемые при технологических процессах изготовления или восстановления деталей, сборки изделия.

При изготовлении и восстановлении деталей с помощью технологических баз ориентируют положение заготовки относительно рабочего инструмента; при сборке - положение деталей относительно друг друга. Технологическими базами у заготовок и деталей служат те поверхности, линии, точки, которые контактируют с установочными элементами приспособлений. На операционных эскизах установочные элементы обозначают условными знаками по ГОСТ 3.1107-81.

Различают основные, вспомогательные и дополнительные технологические базы.

Основные базы - поверхности детали, которые используют при ее ориентировании в процессе обработки, сборки и при работе детали в изделии. Обе поверхности A (рис. 7, а) представляют собой основную базу для зубчатых колес, так как используются при обработке, сборке и работе изделия.

Вспомогательные базы - поверхности детали, которые используют при ее ориентировании в процессе обработки и сборки, но которые несущественны для детали при ее работе в изделии. Вспомогательные базы применяют в тех случаях, когда конструкция заготовки (детали) или способ обработки исключает использование основной технологической базы или требует изготовления сложного приспособления.

Вспомогательными базами могут быть центровые гнезда (рис. 7, б) или поверхности детали (рис. 7, в). При фрезеровании паза типа «ласточкин хвост» (поверхность A , см. рис. 7, в) является вспомогательной базой при обработке поверхностей B и C ; поверхность B на второй операции можно было бы назначить в качестве основной технологической базы, но в этом случае нужно было бы делать

такое приспособление, чтобы опорные элементы приспособления располагались на поверхности *B*. Расположение опорных элементов на поверхности *B* будет затруднять установку и обработку заготовки.

Дополнительные базы — поверхности, которые используют для повышения жесткости заготовок при их обработке.

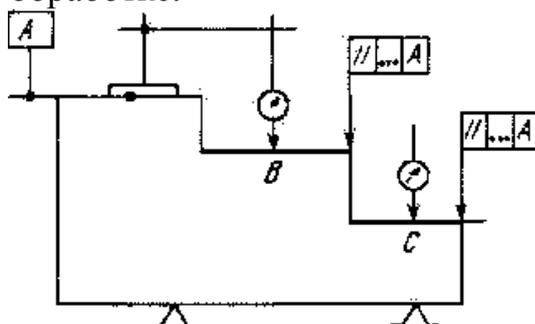


Рис. 6. Измерительная база при оценке параллельности поверхностей

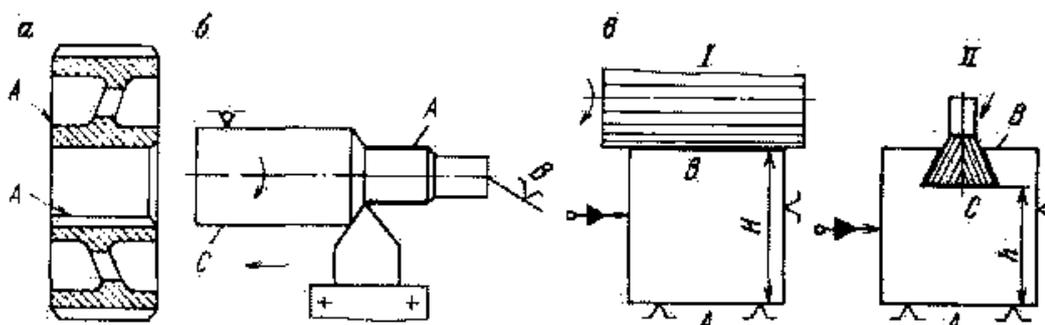


Рис. 7. Технологические базы, применяемые при обработке заготовки: *a* — поверхность *A* - основная база; *б* - поверхность *A* - обрабатываемая поверхность; поверхности *B* и *C* - вспомогательные базы; *в* - позиция *I*, поверхность *A* - основная база; поверхность *B* - обрабатываемая поверхность; позиция *II*, поверхность *A* - вспомогательная база; поверхность *B* - основная база; поверхность *C* - обрабатываемая поверхность; *H* и *h* - размеры, которые необходимо выдержать при обработке заготовки

Способы установки заготовок при их обработке. Правило 6 точек при установке заготовок различной формы.

Установка детали для обработки может быть осуществлена различными способами.

1. Установка детали непосредственно на столе станка (или в универсальном приспособлении) с выверкой ее положения относительно стола станка и инструмента.

2. Установка детали на столе станка по разметкам.

3. Установка детали в специальном приспособлении.

Как известно из механики, твердое тело в пространстве имеет шесть степеней свободы: три возможных перемещения (I, II, III, рис.7) вдоль трех произвольно выбранных взаимно перпендикулярных осей координат *X*, *Y*, *Z* и три возможных вращательных движения относительно тех же осей (5, 6, 7).

Правило шести точек заключается в том, что каждое тело (деталь) должно базироваться на шести неподвижных точках, при этом тело лишается всех шести степеней свободы.

3. Общие сведения о сварке.

Сваркой называют технологический процесс образования неразъемных соединений за счет образования атомно-молекулярных связей между элементарными частицами сопрягаемых деталей. Наибольшее промышленное значение имеет сварка металлов и их сплавов в однородных и разнородных сочетаниях, но возможна и сварка неметаллических металлов, таких как стекла, пластмассы, керамики и т.п., между собой и с металлами. Образование неразъемного соединения при сварке происходит за счет возникновения атомно-молекулярных связей между контактирующими поверхностями. Для того чтобы эти связи возникли, необходимо свариваемые поверхности сблизить на расстояние, соизмеримое с атомным радиусом. Способы сварки можно разделить на две основные группы:

- 1) сварка с пластическим деформированием (давлением).
- 2) сварка плавлением.

При сварке давлением сближение атомов и активизация поверхности соединяемых материалов достигаются в результате совместной упруго-пластической деформации. В процессе пластической деформации в поверхностных контактирующих слоях выравниваются микронеровности, разрушается адсорбированный слой и увеличивается число активных центров взаимодействия. В результате атомы активизированных поверхностей вступают во взаимодействие между ними, и образуется металлическая связь. К сварке плавлением относятся: дуговая, плазменно-дуговая, электроннолучевая, электрошлаковая, лазерная, газовая и термитная.

При сварке плавлением детали соединяют за счет местного расплавления металла свариваемых элементов без приложения давления. Расплавляется либо только основной металл по кромкам, либо основной и дополнительный металл - электродный или присадочный.

Расположенный металл образует общую сварочную ванну, при этом достигается разрушение окисных пленок, покрывающих поверхность соединяемых элементов, и сближение атомов до расстояния, при котором возникают металлические связи. После кристаллизации металла образуется сварной шов, имеющий литую структуру. Для расплавления основного металла применяют источники теплоты с температурой не ниже 3000°C . в зависимости от характера источника теплоты различают электрическую и химическую сварку плавлением. При электрической сварке плавлением источником теплоты служит электрический ток. Электрическую сварку плавлением подразделяют на дуговую, при которой нагрев и плавление осуществляют за счет энергии, выделяемой дуговым разрядом; электрошлаковую, при которой нагрев и плавление металла осуществляются за счет термической энергии, выделяемой током, проходящим через расплавленный флюс; электроннолучевую, при которой энергия, расходуемая на нагрев и плавление металла в месте соединения, получают за счет интенсивной бомбардировки быстро движущимися в вакууме электронами; плазменную, при которой источником теплоты является струя ионизированного газа. Особое место занимает сварка лучом оптического квантового генератора, при которой нагрев и плавление металла осуществляются мощным световым лучом. При химической сварке плавлением в

качестве источника теплоты используют экзотермическую реакцию горения газов или порошкообразной горючей смеси.

Рассмотрим классификацию основных способов сварки металлов по физическим признакам, т.е. по наличию давления, виду вводимой энергии и ее носителю. К сварке плавлением относятся: *дуговая, плазменно-дуговая, электроннолучевая, электрошлаковая, лазерная, газовая и термитная.*

К сварке давлением относятся; контактная, индукционная, диффузионная, термокомпрессионная. Кроме того, к сварке давлением относятся; холодная, ультразвуковая, взрывом, трением.

Способы сварки плавления:

Дуговая сварка

При дуговой сварке источником теплоты служит электрическая дуга, горящая между свариваемым металлом и одним или двумя электродами.

В том случае, когда дуга горит между металлом и электродом, для их нагрева и плавления расходуется теплота, выделяемая в столбе дуги, а также на анодном и катодном пятнах. Этот способ называется сваркой дугой прямого действия или зависимой дугой. Сварку дугой прямого действия проводят как без присадочного металла, так и с присадочным металлом, вводимым в дугу или укладываемым в разделку между кромками.

В том случае, когда дуга горит между двумя электродами, для расплавления основного металла используется теплота, выделяемая в столбе дуги, соприкасающимся с поверхностью свариваемого изделия. Этот способ называют сваркой косвенной или независимой дугой применяют относительно редко. Дуга комбинированного действия, когда разряд возникает между электродами, а также между каждым электродом и основным металлом. В том случае два электрода подключены к разным фазам трехфазной сети.

При использовании дуги прямого действия различают сварку неплавящимся металлическим электродом и плавящимся металлическим электродом. При сварке неплавящимся электродом шов образуется за счет плавления только основного и присадочного металлов. Для питания дуги применяют постоянный и реже переменный ток. Сварку угольным электродом выполняют только на постоянном токе.

При сварке плавящимся электродом шов образуется за счет расплавления основного металла и металла плавящегося электрода. Дуга питается от источника переменного тока обычной, повышенной и высокой частоты или источника постоянного тока. Сварку на постоянном токе можно выполнять при прямой и обратной полярности. При прямой полярности электрод соединяют с отрицательным полюсом источника постоянного тока, а основной металл - с положительным; при обратной полярности - наоборот. Дуговая сварка плавящимся электродом может быть ручной, полуавтоматической и автоматической. Сварочной дугой называют стационарный, электрический разряд в газах и парах между находящимися под напряжением электродами. Сварочная дуга характеризуется высокой температурой газов и большим током в зоне разряда.

В обычных условиях при нормальных температурах газы состоят из нейтральных атомов и молекул и не обладают электрической проводимостью. Прохождение электрического тока через газы возможно только при наличии в них

электродов и ионов. Процесс, при котором из нейтральных атомов и молекул образуется заряженные частицы, называется ионизацией.

Газовая сварка

При газовой сварке металл нагревают высокотемпературным газовым пламенем, которое получается при сгорании горячего газа в атмосфере кислорода. В качестве горючего можно использовать природные газы, водород, пары бензина и керосина, нефтяные газы, ацетилен и др.

Для сварочных работ получил наибольшее применение ацетилен, C_2H_2 , так как он обладает наивысшей теплотворной способностью по сравнению с другими горючими газами и дают самую высокую температуру при сгорании, равную примерно $3200^\circ C$.

Сварочные горелки служат для образования газосварочного пламени. Горелки бывают низкого и среднего давления. В горелках среднего давления необходимое смещение газов обеспечивается вследствие достаточно большого избыточного давления ацетилена, порядка $0,25-0,5 \text{ ат}$. При низком избыточном давлении ацетилена $0,01-0,05 \text{ ат}$ используется принудительное засасывание ацетилена при помощи разрежения, создаваемого кислородной струей на выходе из инжектора горелки. Инжекторная горелка получила наибольшее распространения в промышленности, так как она более безопасно в работе и может работать на низком и среднем давлении ацетилена. Кислород под давлением $3-4 \text{ ат}$ поступает в горелку и через ниппель, регулировочный вентиль и трубку 1 подается к инжектору 3. Выходя с большой скоростью из узкого канала инжекторного конуса, кислород создает значительное разрежение за инжектором и засасывает ацетилен, поступающей через ниппель и вентиль 2, а также ацетиленовые каналы горелки в камеру смешения 4, где и образуется горючая смесь. Далее горючая смесь поступает по наконечнику 5 к мундштуку 6, на выходе из которого при сгорании образует сварочное пламя.

Горелки этого типа имеют сменные наконечники с различными диаметрами выходных отверстий инжектора и мундштука, что обеспечивает возможность регулирования мощности газосварочного пламени. Ацетиленно-кислородное пламя состоит из трех основных зон. Во внутренней части пламени 1 (ядре) происходит постепенный нагрев до температуры воспламенения газовой смеси, поступающей из мундштука. В зоне 2 происходит сгорание ацетилена за счет первичного кислорода, входящего в состав газовой смеси $C_2H_2 + O_2 \leftrightarrow 2CO + H_2$. Температура на этой зоне наивысшая. Она называется сварочной зоной и обладает восстановительными свойствами. Зона 3, в которой за счет атмосферного кислорода протекает вторая стадия горения ацетилена, называется факелом: $2CO + H_2 + 3/2O_2 \leftrightarrow 2CO_2 + H_2O$. В результате реакции полного сгорания ацетилена образуется углекислый газ и пары воды.

Вывод: Проектируя технологический процесс восстановления деталей, необходимо использовать в качестве баз те поверхности, которые были технологическими базами при их изготовлении. Если этого нельзя сделать, что при выборе баз руководствуются вышеизложенными правилами.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие различают поверхности и базы при установке детали на станке?
2. В чём заключаются принципы постоянства и единства баз? Приведите примеры.
3. Перечислите способы установки деталей на станке.
4. В чём заключается правило шести точек?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
3. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №8

ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ И ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Понятия о точности. Основные факторы, влияющие на точность обработки.
2. Погрешности обработки. Случайные и систематические погрешности.
3. Точность при различных способах обработки.

Цель и задачи:

1. Предназначение точности, её роль в машиностроении и в других производственных отраслях.
2. Изучение погрешностей, а также методы их исправности.

Ключевые слова по теме лекции:

Точность; экономическая точность; достижимая точность; неточность станков; геометрическая точность станка; геометрические погрешности станка; точность изготовления режущего и вспомогательного инструмента; погрешность приспособлений; метод пробных проходов; метод автоматического получения размера; погрешность базирования; погрешность закрепления; суммарная погрешность обработки.

1. Понятия о точности. Основные факторы, влияющие на точность обработки.

При конструировании и построении машин необходимо наряду с расчетами кинематическими, расчетами на прочность, жесткость и износоустойчивость производить. Точность – основная характеристика деталей машин или приборов. Абсолютно точно изготовить деталь невозможно, так как при ее обработке возникают погрешности; поэтому точность обработки бывает различной. Точность детали, полученная в результате обработки, зависит от многих факторов и определяется:

- а) отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов;
- б) отклонениями действительных размеров детали от номинальных размеров детали;
- в) отклонениями поверхностей и осей детали от точного взаимного расположения (например, отклонениями параллельности, перпендикулярности, концентричности).

Под экономической точностью механической обработки понимают такую точность, которая при минимальной себестоимости обработки достигается в нормальных производственных условиях, предусматривающих работу на исправных станках с применением необходимых приспособлений и инструментов при нормальной затрате времени и нормальной квалификации рабочих, соответствующей характеру рабочих.

Под достижимой точностью понимают такую точность, которую можно достичь при обработке в особых, наиболее благоприятных условиях, необычных для

данного производства, высококвалифицированными рабочими, при значительном увеличении затраты времени, не считаясь с себестоимостью обработки.

На точность обработки на металлорежущих станках влияют основные факторы.

1. Неточность станков, являющаяся следствием неточности изготовления их основных деталей и узлов и неточности сборки, в частности не допустима больших зазоров в подшипниках или направляющих, износа трущихся поверхностей деталей, овальности шеек шпинделей, нарушения взаимной перпендикулярности или параллельности осей, неточностей или неисправностей направляющей, ходовых винтов и т.п.

2. Степень точности изготовления режущего и вспомогательного инструмента и его изнашивание во время работы.

3. Неточность установки инструмента и настройки станка на размер.

4. Погрешности базирования и установки обрабатываемой детали на станке или приспособлении.

5. Деформации детали станка, обрабатываемой детали и инструмента во время обработки под влиянием силы резания вследствие недостаточной жесткости их упругой системы станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД), в частности деформация детали, возникающая при ее закреплении для обработки.

6. Тепловые деформации обрабатываемой детали, деталей станка и режущего инструмента в процессе обработки и деформации, возникающие под влиянием внутренних напряжений в материале детали.

7. Такое качество поверхности деталей после обработки, которое может дать неправильные показания при измерениях.

8. Ошибки в измерениях вследствие неточности измерительного инструмента, неправильного пользования им, влияния температуры и т.п.

9. Ошибки исполнителя работы.

Неточность станков

Точность станка в ненагруженном состоянии, называемая геометрической точностью станка, зависит главным образом от точности изготовления основных деталей и узлов станка и точности их сборки. Погрешности, допущенные в размерах и форме этих деталей и их взаимном расположении называют иногда геометрическими погрешностями станка. Погрешность в прямолинейности и параллельности направляющих токарных и продольно-строгальных станков на длине 1000 мм допускается не более 0,02 мм и на всей длине не более 0,05-0,08 мм. У металлорежущих станков, прежде всего, изнашиваются детали, которые при их взаимном относительном перемещении испытывают наибольшие удельные нагрузки. Износ деталей станка в значительной мере зависит от содержания станка в чистоте и регулярности его промывки и смазки. Износ направляющих токарного станка вызывает несовпадение центров задней и передней бабок, что также приводит к погрешности в геометрической форме обрабатываемой детали.

2. Погрешности обработки. Случайные и систематические погрешности.

Погрешность установки зависит от ориентирования заготовки на станке, в приспособлении относительно режущего инструмента при ее обработке или измерительного инструмента при измерении действительного размера. При сборке

погрешность установки определяется взаимным ориентированием деталей относительно друг друга. Чем точнее ориентирование, тем меньше погрешность установки. У заготовки, обрабатываемой на станке, различают следующие поверхности: обрабатываемые; используемые для ориентирования положения заготовки в пространстве; контактирующие с зажимными элементами, которые могут быть на станке или у приспособления; измерительные - те, от которых выдерживают размер; свободные. У заготовки можно всегда выдержать ось, отдельные линии, точки. Дополнительные базы при обработке заготовок типа «тела вращения» необходимо применять при $L/D > 5$. При фрезеровании пластин число опорных точек должно быть всегда больше трех. Это повышает жесткость заготовки. Погрешность заготовки - отклонение фактически достигнутого положения заготовки при ее установке от требуемого. В зависимости от метода обеспечения заданной точки заготовку устанавливают с выверкой (метод пробных проходов) или без выверки в специальном приспособлении (метод автоматического получения размеров). Выверку заготовок при их установке применяют при обработке сложных крупногабаритных заготовок: корпусов редукторов режущей части и механизма подачи очистных комбайнов; крупногабаритных валов карьерных экскаваторов и др. Выверку производят по разметочным рискам (рис. 8, а) или плоскости заготовки (рис. 8, б). При выверке используют чертилки с державкой, рейсмус с чертилкой (рис. 8, а) или подставку с индикатором (рис. 8, б).

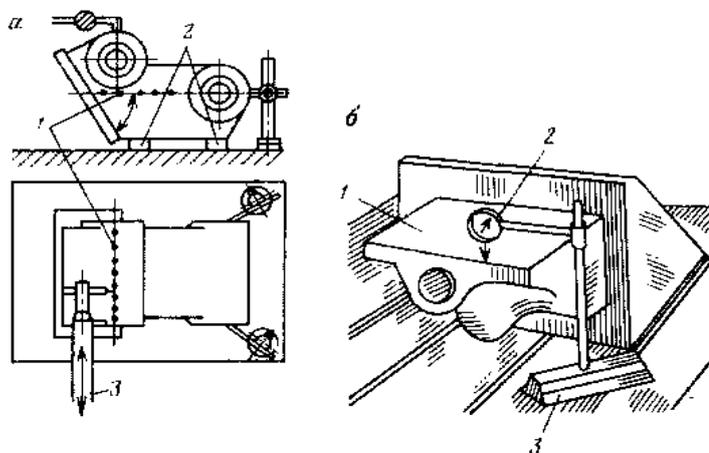


Рис. 8. Выверка заготовок:

а - по разметочным рискам (1 - риски; 2 - клиновые домкраты; 3 - чертилка); б - по плоскости (1 - заготовка; 2 - индикатор; 3 - подставка)

При выверке по разметочным рискам горизонтальное положение заготовки выверяют по совпадению чертилки, которая закреплена в рейсмусе, с рисками при перемещении рейсмуса по поверхности стола станка. Выполняя выверку, необходимо обратить внимание на установку заготовки. При правильной установке (рис. 9, а, б) усилие закрепления не должно выходить из поля расположения мерной подкладки; при неправильной - усилие закрепления будет находиться вне поля мерной подкладки (рис. 9, в, г), что приведет к деформации заготовки и возможному браку изготовления детали.

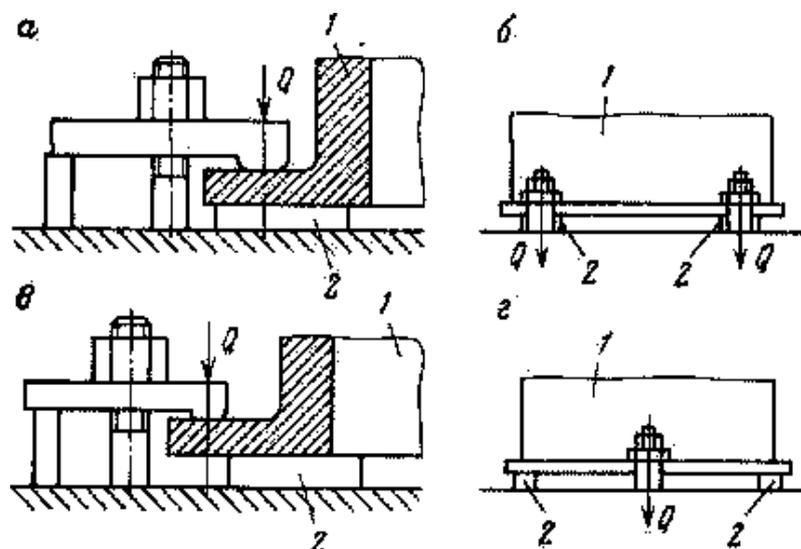


Рис.9. Схемы установки заготовок:

a, б - правильная; *в, з* - неправильная; 1 - деталь; 2 - мерные подкладки

При установке заготовок в специальном приспособлении погрешность установки (ϵ) является функцией погрешностей базирования (ϵ_6), от действия силы закрепления (ϵ_3) и приспособления ($\epsilon_{пр}$), т. е.

$$\epsilon = \epsilon_6 + \epsilon_3 + \epsilon_{пр}$$

Погрешность базирования представляет собой разность предельных расстояний от измерительной базы заготовки до установленного на размер инструмента.

Погрешность базирования появляется при несовпадении установочной и измерительной баз у заготовки. Если обе базы совпадают, то погрешность базирования равна нулю. Погрешность базирования влияет на точность получаемых размеров и взаимного расположения поверхностей. Поэтому проектируя технологический процесс, необходимо всегда стремиться к совмещению установочной базы с измерительной.

На рис. 10, *a* при фрезеровании паза (поверхность *B*) необходимо выдержать размер *h*. Высота заготовки *H*, где *ITH* - допуск на размер *H*. Установочная база при выдерживании размера *h* - поверхность *D*. Поверхность *A* является измерительной базой для размера *h*. Видно, что установочная и измерительная базы не совпадают. Так как погрешность базирования представляет собой разность предельных расстояний измерительной базы заготовки до установленного на размер инструмента, то для размера *h* эта разность равна допуску *ITH*.

На рис. 10, *б* поверхность *D* является установочной и измерительной базами для размера. Поверхность *B* - обрабатываемая. Погрешность базирования для размера равна нулю. Погрешность базирования рассчитывают для каждой конкретной схемы установки заготовки.

Погрешностью закрепления (ϵ_3) называется предельное поле рассеивания положений установочной базы относительно измерительной базы в направлении выдерживаемого размера, возникающее под действием сил закрепления. Погрешность закрепления появляется из-за деформации опорных элементов приспособления в местах контакта с заготовкой и заготовки под действием силы закрепления.

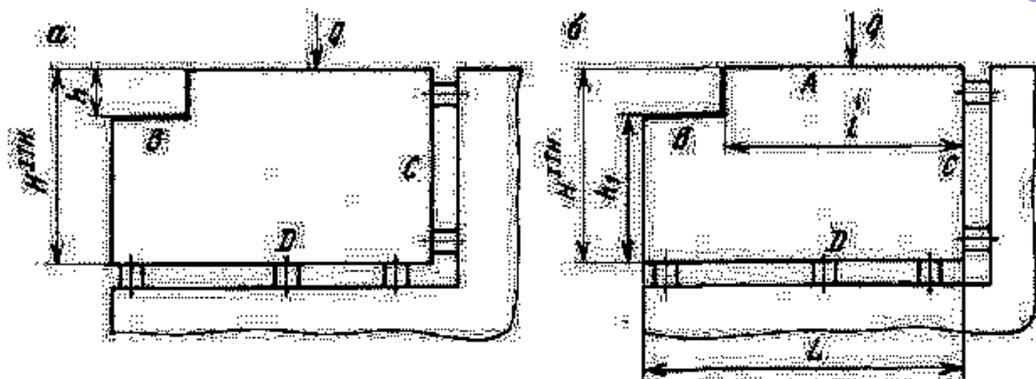


Рис. 10. Варианты положения измерительной базы заготовки

Погрешность закрепления всегда определяется в направлении действия силы закрепления.

Погрешность закрепления можно уменьшить за счет стабилизации силы закрепления, а также свойств материала и шероховатости поверхности заготовки, повышения жесткости приспособления.

Погрешность, обусловленная приспособлением $\varepsilon_{пр}$, зависит от неточности изготовления приспособления ($\varepsilon_{пр1}$), износа приспособления ($\varepsilon_{пр2}$) и неточности установки приспособления на станке ($\varepsilon_{пр3}$).

В общем случае величина $\varepsilon_{пр1}$ не должна превышать 1/3-1/10 доли допуска на соответствующий выдерживаемый размер заготовки. Допустимый износ установочных элементов приспособлений не должен превышать 0,015 мм для заготовок, обрабатываемых по 6-9-му качеству точности. При серийном производстве неточность установки приспособления изменяется в пределах 0,01-0,02 мм. Обычно на значения $\varepsilon_{пр1}$, $\varepsilon_{пр2}$ составляются нормативы.

При выборе баз при проектировании технологического процесса необходимо соблюдать определенные правила.

На первой операции обработки заготовки выбирают черновые установочные базы, которые используют только один раз. В качестве таковых могут служить поверхности, имеющие достаточные размеры, точность и шероховатость. Кроме того, к черновым базам предъявляют дополнительное требование: используя такие черновые базы на первой операции, можно обработать поверхности, которые в дальнейшем будут являться чистовыми базами. Чистовые базы - это те, которые используют в качестве установочных и измерительных на чистовых и отделочных операциях механической обработки.

Назначая базы, необходимо соблюдать принцип совмещения технологической установочной базы с измерительной. Лучше, если технологическая, измерительная и конструкторская базы совпадают и технологическая база является основной. В этом случае погрешность базирования равна нулю и деталь будет иметь небольшую погрешность при установке ее в изделие.

Выполняя технологический процесс изготовления детали, необходимо соблюдать принцип постоянства баз, который требует, чтобы на основных технологических операциях обработки технологическими базами были одни и те же поверхности детали. Для обеспечения данного принципа на детали создают вспомогательные базы: центровые гнезда, центрирующие пояски, направляющие пазы и т.д.

В тех случаях, когда по условиям конструкции детали и технологического процесса нельзя соблюсти данный принцип и приходится менять установочную

базу, то выбирают в качестве новой установочной базы наиболее точную поверхность, которая обеспечивает необходимую жесткость заготовки. Если новая база не является, измерительной, то производят перерасчет допуска на получаемый размер с учетом появляющейся погрешности базирования.

При проектировании технологического процесса изготовления детали необходимо использовать основные технологические базы. Вспомогательные технологические базы (рис. 9, б) назначают в тех случаях, если выдерживаемый размер имеет широкое поле допуска.

Дополнительные технологические базы назначают для заготовок недостаточной жесткости.

Проектируя технологический процесс восстановления деталей, необходимо использовать в качестве баз те поверхности, которые были технологическими базами при их изготовлении. Если этого нельзя сделать, что при выборе баз руководствуются вышеизложенными правилами.

Погрешности станка

Настройка станка осуществляется при обеспечении заданной точности деталей методом автоматического получения размеров.

При настройке станка должны быть обеспечены настроечные размеры. Настройку выполняют при обработке большой партии заготовок в начале выполняемой операции; поднастройку режущего инструмента приходится осуществлять в процессе выполнения операции, чтобы компенсировать его износ. При настройке и поднастройке заданные настроечные размеры получают регулированием положения инструмента по отношению к заготовке или эталону.

Применяют два метода настройки: метод пробных заготовок и настройка по эталону. При первом методе установку режущего инструмента проводят последовательным приближением к данному настроечному размеру в результате обработки на станке пробных заготовок. Размеры последних проверяют универсальными измерительными инструментами или предельными калибрами. По данным замеров пробных деталей находят величину и направление необходимого смещения инструмента.

При настройке по эталону режущий инструмент устанавливают в требуемое и заранее рассчитанное по эталону положение. Установку инструмента проводят при нерабочем состоянии станка или вне его (при использовании расточных скалок, револьверных головок и других устройств).

При смене инструмента и его установке как по первому, так и по второму методам нельзя обеспечить совершенно одинаковое его положение. Расстояние между двумя предельными положениями инструмента или поле рассеяния его положений называется погрешностью настройки станка.

Погрешность настройки - это разность между максимальным и минимальным настроечными размерами. Она зависит от квалификации наладчика, точности применяемого мерительного инструмента, точности методов расчета и настройки. При настройке станка методом пробных заготовок о точности настройки судят по результатам измерений готовых деталей. На координатно-расточных станках используют оптико-механические устройства для отсчета координат расположения шпинделя, что позволяет повысить точность регулирования до 2-3 мкм.

В тех случаях, если настройка ведется по эталону, в качестве которого могут служить эталонные кольца (при растачивании), набор концевых мер длины (при

фрезеровании, строгании), проверочные скалки (при точении), погрешность настройки зависит от погрешности эталона и погрешности выверки положения инструмента при использовании эталона. Из двух методов настройки наиболее точный, но и наиболее трудоемкий - метод настройки по пробным заготовкам. Настройка по эталону эффективна при растачивании.

Погрешности обработки заготовок при деформации системы СПИД

При обработке заготовок в технологической системе под воздействием силы P_y возникают деформации средств технологического оснащения и заготовки (система СПИД). При обработке деталей малой и средней жесткости необходимо предусмотреть мероприятия по повышению жесткости средств технологического оснащения и заготовок (система СПИД). Жесткостью упругой системы СПИД называется отношение составляющей силы резания P_y , направленной по нормали к обрабатываемой поверхности заготовки, к смещению лезвия инструмента в том же направлении.

Податливостью системы СПИД называется величина, обратная жесткости,

При обработке заготовки возможны следующие случаи (рис. 11): жесткость системы СПИД не изменяется (кривая 1); жесткость системы СПИД по мере обработки заготовки увеличивается (кривая 2) или уменьшается (кривая 3); жесткость системы, переменная во времени, то уменьшается, то увеличивается.

Проектируя технологический процесс обработки заготовки, необходимо стремиться к тому, чтобы жесткость системы СПИД были постоянной. Если этого добиться нельзя, то необходимо знать закономерность изменения жесткости системы СПИД, что позволит заранее учесть ее влияние на точность обработки и разработать мероприятия, которые стабилизируют и не повышают жесткость. Изменение жесткости системы в период выполнения операции указывает на неправильность установки и закрепления заготовки.

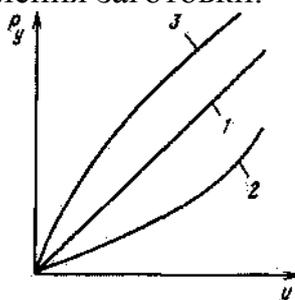


Рис. 11. Кривые изменения жесткости технологической системы при обработке заготовки

Увеличения жесткости системы СПИД достигают с помощью ряда мер: уменьшая число стыков в конструкции приспособления; повышая жесткость установки заготовки посредством болтовых креплений и зажимных устройств; улучшая качество сборки приспособления; уменьшая вылет и высоту обрабатываемой поверхности заготовки; используя дополнительные опоры, люнеты, скалки; стабилизируя температуру системы; стабилизируя величину силы P_y . Жесткость системы СПИД влияет на погрешность обработки заготовки (A_y).

Погрешность обработки заготовки от упругих деформаций системы СПИД - это разность наибольшей и наименьшей деформации системы в направлении действия силы P_y . Значение A_y определяется в том сечении, где жесткость минимальна.

Погрешность формы обрабатываемой поверхности заготовки при методе пробных ходов зависит от длины обработки и характеризуется податливостью заготовки в каждом сечении. Составляющая силы резания P_v при расчете погрешности формы берется максимальной.

Погрешности, вызванные размерным износом режущего инструмента

При обработке заготовок наблюдается износ задней поверхности инструмента. Величина износа (u , мкм) влияет на погрешность обработки, что необходимо учитывать при чистовых и отделочных операциях. Износ режущего инструмента протекает неравномерно. Вначале идет приработка (притирание) задней поверхности (участок I) на пути L_u потом равномерное изнашивание (участок II) на пути L_2 и далее следует катастрофический износ (участок III). На участке II можно считать, что износ прямо пропорционален времени резания или пути (L), пройденному режущим инструментом при контакте с заготовкой.

Величину размерного износа (u) считают на длине участка II. Конец последнего соответствует предельному износу режущего инструмента $u_{пр}$, по достижении которого он должен быть заменен, иначе произойдет предельное истирание контактных поверхностей и округление (u инструментов из стали ХВГ) или выкрашивание (u инструментов из твердого сплава) режущей кромки.

Таблица 3. Начальный и относительный износ режущих инструментов при чистовом точении и растачивании

Материал		Износ	
заготовки	инструмента	u_n , мкм	u_0 , мкм
Сталь углеродистая и легированная	T15K6, T30K4		2-10
Сталь углеродистая и серый чугун	Минералокерамические пластинки ЦМ332 Эльбор	2-10	0,003
Цветные сплавы	Алмаз (при тонком растачивании)		0,0005-0,001

При работе на станках-автоматах, на станках типа «обрабатывающий центр» происходит автоматическая подналадка инструмента в зависимости от величины его износа. Для этого устанавливается величина износа δ , соответствующая приращению диаметра заготовки d в зависимости от размерного износа инструмента. Величина δ равна некоторой части допуска IT номинального размера детали. При выполнении операции подналадчик следит за текущим размером

заготовки. Если диаметр заготовки выходит за пределы, связанные с износом инструмента на величину δ , то происходит автоматическая подналадка инструмента.

Анализ и зависимости показывают, что размерный износ режущего инструмента и, следовательно, погрешность изготовления деталей можно снизить за счет сокращения периода I (с этой целью делают доводку инструмента при изготовлении точных деталей), повышения износостойкости режущего инструмента (применение более износостойких материалов для изготовления инструмента, упрочнение режущих кромок инструмента), уменьшения скорости изнашивания (выбор оптимальных режимов обработки, применение смазочно-охлаждающих жидкостей) и т.д.

На точность обрабатываемых поверхностей заготовок влияют: геометрические погрешности станка и режущего инструмента; тепловые деформации системы СПИД; остаточные напряжения в заготовке, которые возникают в ней при механической обработке.

Геометрические погрешности станка и режущего инструмента.

Точность станков регламентирована государственными и отраслевыми стандартами и техническими условиями, показана в паспорте станка с указанием допускаемых численных значений, например, радиального биения центрирующих поясков шпинделей токарных и фрезерных станков, параллельности и прямолинейности направляющих станин токарных станков, параллельности оси шпинделя токарных станков направляющим станины в вертикальной и горизонтальной плоскостях и т.д.

На погрешность обработки оказывает влияние и неточность изготовления мерного и фасонного режущего инструмента.

Погрешности станка влияют на погрешности выполняемых размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Их рассчитывают или определяют по таблицам, в основе которых лежат экспериментальные данные. При проектировании технологических процессов изготовления точность выбираемого оборудования на чистовых режимах обработки выбирают, исходя из точности выдерживаемых размеров заготовки.

Точность станка должна быть на класс выше, чем точность выдерживаемого размера.

Неточность мерного и фасонного инструмента влияет на погрешность выдерживаемого размера, задается в виде таблиц или определяется экспериментально.

Повышения точности обрабатываемых заготовок можно достичь путем правильного выбора оборудования по точности; своевременного технического обслуживания и текущего ремонта станочного оборудования с целью поддержания его точности в пределах, которые указаны в паспорте; увеличения точности изготовления мерного и фасонного режущего инструмента.

Тепловые деформации.

Механическая обработка заготовок сопровождается значительным выделением тепла, которое распределяется примерно в следующих соотношениях (в % общего количества выделенного тепла): при токарной обработке в стружку идет 50-86, в инструмент - 40-100, а в заготовку - 9-63, в окружающую среду - до 1; при сверлении в стружку - 28,4-30, в сверло - 14, в заготовку - 53, в окружающую среду - 5-3.

Из приведенных данных видно, что при токарной обработке на погрешность выдерживаемого размера удлинение инструмента будет оказывать большее влияние, чем нагрев заготовки. Кроме того, через инструмент тепло будет передаваться узлам станка, вызывая их деформацию. Это отрицательно влияет на точность изготовления высокоточных деталей, например, гидроаппаратуры горных машин. Так, при токарной обработке удлинение резца составит (в мкм) от начала работы: через 5 мин - 38; через 10 мин - 45; через 20 мин - 50-52.

Величина погрешности выдерживаемого размера в 50-52 мкм соответствует отклонению по 6-му качеству точности. За счет неравномерного распределения тепла в узлах станка смещение шпиндельной бабки в вертикальной и горизонтальной плоскостях составит 10-20 мкм; осевое удлинение шпинделя может достигать до 0,1 мм. Поэтому при обработке точных поверхностей необходимо уделять внимание отводу тепла от инструмента, в том числе правильному подбору состава смазочно-охлажденной жидкости (СОЖ) в зависимости от способа обработки и регулирования расхода СОЖ в единицу времени. Например, для чистового точения и растачивания углеродистых легированных сталей рекомендуется применять следующие виды СОЖ:

1. 1,5 %-ная эмульсия на основе состава (в %): петролатум окисленный — 22,4; асидол масляный - 5; масло минеральное ИА-20-62,3; NaOH ($\gamma=1,37 \text{ г см}^3$) - 3,5; вода - 6,8.

2. Осерненная 7 %-ная эмульсия на основе состава (в %): сульфифрезол- 1,4ч-5,0; эмульсол готовый - 4,2ч-1,5; скипидар- 1,4-0,5; вода - остальное до 100.

При сверлении для уменьшения погрешности выдерживаемого размера, формы и взаимного расположения поверхностей, особенно в заготовках с различной жесткостью стенок или при сверлении глубоких отверстий, необходимо применять интенсивное наружное охлаждение, используя специальные приспособления с хладоносителем; специальные составы СОЖ с регулированием их расхода, а также подбирать оптимальные режимы сверления.

Остаточные напряжения в материале заготовки.

Напряжения, возникающие в материале заготовки при ее обработке под действием различных технологических факторов, называют остаточными. Они могут быть сжимающими или растягивающими. Основными причинами появления остаточных напряжений считают: структурные превращения в материале заготовки под действием нагрева или различных силовых полей; неравномерный нагрев и охлаждение заготовки при ее отливке, ковке, термической обработке, сварке; неравномерный съем припуска при обработке. Величина остаточных напряжений $\sigma_{ост}$ может быть весьма значительна: больше чем предел упругости $[\sigma_y]$, но меньше, чем предел текучести материала заготовки $[\sigma_T]$, т.е.

$$[\sigma_y] < \sigma_{ост} < [\sigma_T]$$

Если $\sigma_{ост} = \sigma_T$, то происходит упруго-пластическая необратимая деформация заготовки.

Максимальные остаточные напряжения располагаются в поверхностных слоях или близко к ним на глубине, равной, в зависимости от метода и режима обработки, 0,1-3 мм. Значение $\sigma_{ост}$ в зависимости от материала, способа и режима обработки находится в пределах 150-1200 МПа.

Под действием остаточных напряжений наблюдается изменение формы и взаимного расположения поверхностей заготовки. Поэтому для уменьшения их

влияния на точность обработки рекомендуется перед механической обработкой эти напряжения уменьшить. С этой целью крупные отливки подвергают естественному старению; в мелких и средних отливках остаточные напряжения снимают термической обработкой (медленный нагрев в печи до 500-600 °С, выдержка при этой температуре в течение 1-6 ч, медленное охлаждение); поковки отжигают: детали сложной геометрической формы после сварки медленно охлаждают.

Численное значение погрешности формы и взаимного расположения поверхностей обрабатываемой заготовки зависит от величины и знака остаточных напряжений и в каждом случае устанавливается по результатам специальных экспериментов.

Обеспечение требуемых свойств поверхностного слоя деталей.

Как было показано ранее, к горным машинам как объектам эксплуатации предъявляют высокие требования по надежности, одним из основных показателей которой является ресурс.

Ресурс машины в конечном итоге зависит от ресурса деталей. Последний, в свою очередь, во многом определяется свойствами поверхностного слоя глубиной до 1,5-5 мм в зависимости от размеров детали. Поверхностный слой испытывает максимальные растягивающие напряжения при работе деталей на изгиб, кручение и максимальные контактные нагрузки; подвержен износу и коррозии. Практика показала, что разрушение деталей, как правило, начинается с поверхности или на небольшой глубине. В тех случаях, когда трещина идет с большой глубины детали (5-10 мм и более от поверхности), то причиной являются дефекты заготовки, например раковины при литье; разрывы материала в глубине поковки; непровары, раковины, неметаллические включения в сварном шве при сварке. Дефекты необходимо обнаруживать и заготовки выбраковывать или исправлять в процессе изготовления деталей.

Для обнаружения дефектов и устранения их отрицательного влияния на ресурс обработку крупногабаритных заготовок (литье, поковки) начинают с тех поверхностей, где возможно образование дефектов. При обнаружении дефектов прекращают дальнейшую обработку заготовки. Если возможно, дефект исправляют, в противном случае заготовку выбраковывают. Благодаря этому экономятся трудовые и материальные ресурсы по сравнению с тем технологическим процессом, в результате которого деталь была бы изготовлена и дефект был бы обнаружен при приемочном контроле.

Возможную точность, достигаемую различными способами обработки, можно представить схематично в такой последовательности:

- А. Чистовое обтачивание деталей малых размеров с последующей зачисткой абразивной шкуркой – до 0,02 мм (20 мкм);
- Б. Точное шлифование – до 0,005 мм (5 мкм);
- В. Шлифование в прецизионных работах – до 0,0025 мм (2,5 мкм);
- Г. Притирка – до 0,0005 мм (0,5 мкм);
- Д. Доводка плоскопараллельных измерительных плиток – до 0,00005 мм (0,05 мкм).

Некоторые из факторов, влияющих на точность обработки, создают случайные погрешности.

Случайные погрешности имеют различное значение для отдельных деталей одной и той же партии. Эти погрешности вызываются случайными причинами или

действиями многих величин припускаторов, влияние которых на процесс обработки имеет случайных характер. Например, случайные погрешности возникают вследствие неоднородности и неодинаковой твердости обрабатываемого материала, колебания величины припуска и т.п. Благодаря случайным погрешностям размеры деталей в партии получаются различными, с колебаниями размеров в пределах допуска. Иначе говоря, получается рассеяние размеров деталей в партии. Часть деталей будет иметь размеры, близкие к верхнему пределу допуска, часть – близкие к нижнему пределу допуска и часть – в середине поля допуска.

Кривые рассеяния характеризуют точность обработки детали. Случайные погрешности в размерах обрабатываемых деталей партии подчиняются закону нормального распределения, который графически изображается кривой Гаусса (а), имеющей симметричную форму с округленной и с каждой стороны по вершины.

Уравнение кривой нормального распределения имеет следующий вид:

$$y = \varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

где y – частота появления погрешности;

σ – среднее квадратичное отклонение аргумента, равное квадратному корню из средней арифметической квадратов всех отклонений;

e - основание натуральных логарифмов ($e=2,718\dots$);

x – отклонение действительных размеров от средних;

$x=L_i-L_{cp}$ (L_i – действительные размеры, L_{cp} - средние размеры).

Если разбиты все детали в партии на группы по интервалам размеров, то средний размер детали в партии L_{cp} равен среднему арифметическому из размеров всех деталей всех групп, т.е.

$$L_{cp} = \frac{m_1 L_1 + m_2 L_2 + \dots + m_k L_k}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=k} L_i m_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} L_i m_i}{n},$$

где m_1, m_2, \dots, m_k – количество деталей в каждой группе;

L_1, L_2, \dots, L_k - размеры отдельных групп деталей, соответствующие каждому интервалу;

$n=m_1 + m_2 + \dots + m_k$ - общее количество измеренных деталей в партии;

k - число групп, соответствующее числу интервалов.

Среднее квадратичное отклонение σ выражается формулой

3. Точность при различных способах обработки.

Необходимая точность обработки, отвечающая требованиям заданного качества точности, достигается на различных станках разными способами.

Точность обработки отверстия по IT7 качеству достигается чистовым развёртыванием, протягиванием, шлифованием, притиркой, доводкой абразивными головками (хонингование), суперфинишем. Этими же способами можно получить точность IT6 качества, но при более тщательной работе на хорошо выверенных и вполне исправных, неизношенных станках.

Точность обработки отверстия по IT9 и IT10 качеству достигается чистовым развёртыванием; такую же точность можно получить и чистовым резцом на вполне исправных станках и при тщательной работе; экономичнее этот качество точности достигается шлифованием.

Точность обработки отверстия по IT11 качеству можно получить растачиванием чистовыми резцами на токарных или револьверных станках или сверлением с помощью кондуктора.

Точность обработки отверстия по IT12 и IT14 качеству можно получить сверлением или растачиванием на всех станках, включая автоматы, выполняющие такие операции.

Точность обработки валов по IT5-IT6 качеству после предварительной токарной обработки достигается последовательным шлифованием - черновым (предварительным) и чистовым (окончательным).

Для обработки валов по IT7 качеству применяется шлифование после предварительной обработки на токарных и револьверных станках. Эту точность можно получить и не применяя шлифования, если на токарных и револьверных станках работают токари высокой квалификации.

По IT9-IT10 качеству точности валы обрабатываются на токарных и револьверных станках, а также на автоматах отделочными резцами.

Для получения валов с точностью IT11 качества необходима черновая и чистовая обработка на токарных и револьверных станках.

Точность IT12-IT14 качества достигается на универсальных токарных и револьверных станках с использованием универсального режущего инструмента.

Вывод: Общие требования к параметрам точности, прочности и ресурсу горных машин обычно выражают в натуральных величинах, что не позволяет объективно сопоставлять эти характеристики для различных элементов машин по размерам, типам, конструктивному исполнению и функциональному назначению. Наиболее общей и универсальной характеристикой требований к параметрам точности элементов, и в первую очередь деталей, из которых состоят горные машины, следует считать уровень качества их изготовления.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое точность?
2. Перечислите основные факторы, влияющие на точность обработки.
3. Какие погрешности называются систематическими?
4. Какие погрешности называются случайными?
5. Приведите примеры случайных и систематических погрешностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 534с.
2. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.- 496с.
4. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
5. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
6. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №9
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН.
(2 ЧАСА).

План лекции:

1. Понятие о качестве поверхности.
2. Значение качества поверхностей деталей машин.
3. Критерии и классификация шероховатости.
4. Способы оценки шероховатости.

Цель и задачи:

1. Изучение методов определений качества поверхности и её значения в машиностроении.
2. Определение критериев и подразделений шероховатости.

Ключевые слова по теме лекции:

Макрогеометрия; волнистость; микрогеометрия; износостойчивость; качество неподвижных соединений; шероховатость; прочность деталей; сопротивление коррозии; другие эксплуатационные требования; базовая линия; средняя высота неровностей; среднее арифметическое отклонение; высота неровностей; профилографы, профилометры; эталоны;

1. Понятие о качестве поверхности.

Качество обработанной поверхности характеризуется двумя основными признаками:

- а) физико-механическими свойствами поверхностного слоя металла;
- б) степенью шероховатости поверхности (иначе - чистотой или гладкостью поверхности).

Качество поверхностного слоя металла обуславливается свойствами металла и методами механической обработки.

В процессе механической обработки об действия режущего инструмента на поверхности металла остаются гребешки и впадины, и структура поверхностного слоя изменяется; поверхностный слой испытывает пластические деформации, и образуется наклеп, твердость его повышается, возникают внутренние напряжения.

Степень наклепа металла и глубина проникновения пластических деформаций зависят от метода обработки и режима резания (подачи, глубины и скорости резания). При повышении подачи и глубины толщина наклепанного слоя увеличивается, при повышении скорости резания, напротив, уменьшается. При легком режиме резания толщина наклепанного слоя выражается в сотых долях миллиметра, а при более тяжелых (при большой подаче и глубине резания) - в десятых долях миллиметра.

Различают следующие отклонения обработанной поверхности по геометрическим признакам;

1. Макрогеометрия (макронеровности) поверхности, характеризуемая погрешностями формы - отклонениями от правильной геометрической формы (овальность, конусность, бочкообразность и т.д.).

2. Волнистость поверхности, т.е. наличие периодически повторяющихся, примерно одинаковых волнообразных отклонений.

3. Микрогеометрия (микронеровности) поверхности, т.е., шероховатость, обусловленная наличием гребешков и впадин (рис.12.). Величина микронеровностей характеризует чистоту обработанной поверхности. Поверхность может быть волнистой и в то же время грубошероховатой 1 или незначительно шероховатой - чистой 2, так же как и ровная поверхность может быть грубо - или значительно шероховатой 3, или чистой 4.

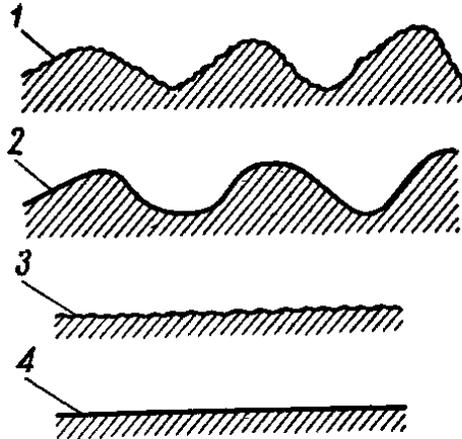


Рис.12. Виды поверхностей: 1-волнистая и шероховатая; 2-волнистая и чистая (гладкая); 3-ровная и шероховатая; 4-ровная и чистая (гладкая).

Отклонения от правильной геометрической формы являются одним из факторов точности обработки поверхности; поэтому эти отклонения рассматриваются при общем изучении вопросов точности обработки деталей.

Волнистость поверхности детали возникает при обработке вследствие вибрации технологической системы станок – приспособление – инструмент - деталь, неравномерности процесса резания, биения на поверхности деталей средних и крупных размеров при обработке точением, фрезерованием, шлифованием.

Поверхности, обработанные металлорежущими инструментами (резцом, фрезой и др.), имеют шероховатость различного характера; продольную - в направлении вектора скорости резания и поперечную - в направлении, перпендикулярном указанному вектору, т.е. в направлении подачи.

Продольная шероховатость образуется вследствие колебаний силы резания при обработке, которые могут вызвать вибрации, увеличивающие продольную шероховатость. Возможны и другие причины образования продольной шероховатости, например образование нароста.

Поперечная шероховатость обычно больше, чем продольная. При чистовой обработке поверхностей деталей абразивным инструментом шероховатость поверхности в продольном и поперечном направлениях примерно одинакова.

К числу многих факторов, от которых зависит качество обрабатываемой поверхности, относятся;

- А) род и свойства обрабатываемого материала;
- Б) способ обработки (точение, строгание, шлифование и т.д.);
- В) режим резания металла (скорость резания, подача, глубина резания);
- Г) жесткость системы станок-приспособление - инструмент- деталь;

- Д) геометрические параметры инструмента;
- Е) материал инструмента;
- Ж) охлаждение в процессе резания.

Параметры и условия работы, характерные для современных машин, предъявляют высокие требования к качеству поверхностей сопрягаемых деталей. Сюда относится;

- А) быстроходность машин;
- Б) высокие удельные нагрузки;
- В) большая мощность маши при сравнительно малом весе;
- Г) высокие давления и температуры;
- Д) требования к долговечности и надежности работы машины;
- Е) высокая точность работы механизмов и всей машины.

Качество поверхностей оказывает значительное влияние на эксплуатационные свойства деталей.

Так, износостойчивость поверхностей помимо многих других факторов зависит от ее качества. На износ поверхностей деталей влияют микронеровности, волнистость и микронеровности.

2. Значение качества поверхностей деталей машин.

Повышение качества трущихся поверхностей увеличивает срок службы машины, удлиняет их долговечность.

Качества неподвижных соединений. Для получения прочного неподвижного соединения двух деталей необходимо, чтобы класс шероховатости был достаточно высок, т.е. микронеровности были возможно меньше.

Прочность деталей. Качества поверхности в значительной мере влияет на прочность деталей, особенно при переменных нагрузках. Концентрация напряжений, вызывающая разрушение детали, происходит вследствие неровностей ее поверхностей. Высокая чистота поверхности, полученная в результате отделочных операции, значительно повышают усталостную прочность, так как чем меньше микронеровности, тем меньше возможность появления поверхностных трещин от усталости металла.

Сопротивление коррозии. Коррозия поверхностей металлических деталей вызывается действием газов, жидкостей, атмосферным влиянием. Чем больше шероховатость обработанной поверхности, тем активнее воздействие коррозии.

При изготовлении деталей горных машин необходимо постоянно контролировать и улучшать в экономически целесообразных пределах свойства поверхностного слоя деталей.

К свойствам поверхностного слоя относят шероховатость, волнистость, прочность, пластичность, электросопротивление, намагниченность, соотношение и состояние фаз микроструктуры поверхностного слоя материала и т. д.

При изготовлении деталей горных машин контролируют шероховатость, волнистость, твердость или микротвердость поверхностного слоя, состав микроструктуры, глубину упроченного слоя. На передовых машиностроительных заводах экспериментально определяют величину и знак остаточных напряжений, глубину их залегания.

3. Критерии и классификация шероховатости.

Шероховатостью поверхности (микрogeометрией) называют совокупность неровностей с относительно малыми шагами на базовой длине рельефа поверхности детали. Волнистость поверхности отличается от шероховатости тем, что неровности поверхности периодически повторяются с большим шагом, чем базовая длина. Параметры шероховатости поверхности регламентированы ГОСТ 2789-73. Наиболее часто для оценки шероховатости применяют параметры: среднее арифметическое отклонение профиля поверхности R_a ; высоту неровностей профиля R_z . Эти параметры обычно указывают на чертеже детали. Шероховатость поверхности зависит от способа получения и вида заготовки, вида механической обработки.

Среднее арифметическое отклонение R_a - профиля равно среднему арифметическому из абсолютных значений отклонений профиля h от средней линии в пределах базовой длины S .

$$R_a = \frac{1}{l} \int_a^b [h] dx \quad \text{или} \quad R_a \approx \sum_{i=1}^n [h]$$

Высота неровностей R_z (по десяти точкам) - это среднее расстояние между пятью высшими H и пятью низшими точками измеряемого профиля в пределах базовой длины S .

$$R_z = \frac{(H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9) - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5}$$

R_{max} - наибольшая высота неровностей (рис.13.).

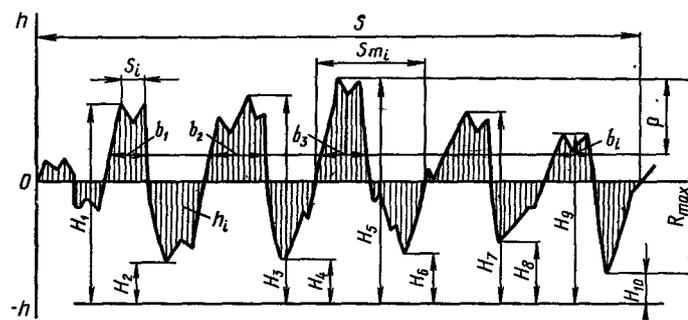


Рис.13. Рельеф поверхности.

При механической обработке шероховатость поверхности зависит от вида и режима обработки, жесткости системы СПИД, вида и расхода СОЖ, физико-механических свойств материалов инструмента и заготовки и др.

Выбирая численные значения шероховатости поверхности для рабочих поверхностей детали, необходимо учитывать условия их работы в сборочной единице машины и затраты на обработку, При больших значениях R_a или R_z снижаются затраты на обработку и уменьшается износостойкость поверхности детали. Оптимальная исходная шероховатость, по данным А. С. Смирнова, должна быть близка к шероховатости поверхности после ее приработки в сборочной единице. Например, при испытании на прирабатываемость и износостойкость пар трения сталь-графито-пласт АМС-1 оптимальная шероховатость стального образца соответствовала $R_a=0,25$ мкм, при $R_a<0,25$ мкм износ увеличивался. На этих же

парах трения уменьшение шероховатости поверхности с 5 мкм до 0,5 мкм увеличивает затраты на обработку в 16 раз.

На эксплуатационные характеристики деталей влияют и такие параметры микрогеометрии, как наибольшая высота неровностей профиля, средний шаг неровностей, относительная опорная длина профиля, радиус округления вершин профиля и др.

Оценивая влияние параметров микрогеометрии на эксплуатационные свойства, необходимо их рассматривать в комплексе. Например, совпадение направления штрихов обработки с направлениями скольжения и действия сил изгиба будет уменьшать износ, увеличивая усталостную прочность. Большая высота микронеровностей отрицательно влияет на усталостную прочность, особенно в местах конструктивных концентраторов напряжения, и снижает контактную жесткость. Уменьшение шероховатости увеличивает усталостную прочность деталей, особенно тех, которые изготовлены из высокопрочных легированных сталей. Это объясняется тем, что впадины профиля микрогеометрии поверхности являются концентраторами напряжения.

Если при обработке используют типовые или групповые процессы, то применительно к изделию уточняют; последовательность выполнения операций данных процессов. Для каждой технологической операции уточняются технологические переходы, выбирают средства технологического оснащения, уточняются маршруты перемещения заготовок по цеху; назначают и рассчитывают режимы обработки.

Проводят нормирование технологических операций, определяют штучное время на обработку и устанавливают норму расхода материалов, обосновывают разряд исполнителя. Разрабатывают с учетом стандартов ССБТ инструкции по правилам техники безопасности и производственной санитарии, охране окружающей среды. Оценивают технико-экономические показатели вариантов технологических процессов и выбирают оптимальный для конкретных условий производства.

На разработанный технологический процесс оформляют технологическую документацию в соответствии с ЕСТД, проводят ее нормоконтроль и согласование со службами завода, которые будут причастны к функционированию технологического процесса. Разработанную технологическую документацию утверждает руководство предприятия, после чего она может использоваться на рабочих местах.

4. Способы оценки шероховатости.

Шероховатость (класс шероховатости) поверхности оценивается путём измерения микронеровностей различными приборами, к числу которых относятся следующие основные: профилографы, профилометры, оптические приборы.

Принцип работы профилометров основан на измерении микронеровностей поверхности путём ощупывания её алмазной иглой. При перемещении по поверхности обработанной детали игла вследствие неровностей поверхности колеблется вдоль своей оси, причём частота и амплитуда её колебаний соответствует шагу и высоте неровностей. Прибор имеет электрическое устройство со специальными датчиками, с помощью которого автоматически определяет

величину среднеквадратического отклонения от средней линии профиля обработанной поверхности детали.

Профилографы также основаны на принципе ошупывания поверхности алмазной иглой. При помощи записывающего устройства профиль поверхности записывается на специальной ленте в увеличенном виде (заданном масштабе).

В производственных условиях шероховатость поверхности деталей часто оценивают путём сравнения их с эталонами чистоты, представляющими собой плоские или цилиндрические образцы, изготовленные из различных материалов (сталь, латунь и др.) с шероховатостью обработанных поверхностей, соответствующей известной шероховатости.

Наборы образцов - эталонов изготавливают для разных видов механической обработки: точения, шлифования, фрезерования и т.д.

Вывод: Так как любая деталь, сформированная из заготовки, изменяет свои геометрические форму и размеры, а из деталей с этими размерами изготовляют сборочные единицы и машины в целом, то при изготовлении машины в качестве одного из основных показателей качества выступает точность изготовления.

При изготовлении и восстановлении деталей могут появиться внутренние трещины и трещины, выходящие на поверхность детали, остаточные напряжения, прижоги при шлифовании, отслоения покрытий (при электролитическом хромировании, окраске), значительное повреждение деталей. Эти характеристики качества оцениваются либо измерительным, либо органолептическим методом.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое точность?
2. Что такое макронеровность и микронеровность?
3. Методы определений шероховатости поверхности.
4. По каким параметрам определяется микронеровность поверхности?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение,1985.- 496с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция №10

ВИДЫ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ ГОРНЫХ МАШИН. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Виды заготовок.
2. Механическая обработка заготовок.
3. Факторы, влияющие на величины припусков.

Цель и задачи:

1. Изучение студентами видов заготовок и их выбора их исходных данных.
2. Ознакомление студентами деталей и узлов горных машин, и предназначение их в машине.

Ключевые слова по теме лекции:

Отливки; поковки и штамповки; прокат; припуск; общий припуск; межоперационный припуск; симметричный припуск;

1. Виды заготовок.

Заготовкой называют отливку, поковку и прокат, которые подвергаются последующей обработке для получения детали. До начала обработки такую заготовку обычно называют **черновой заготовкой**.

Исходная заготовка – обжатый слиток дляковки крупных деталей, отрезанный кусок сортового проката для свободнойковки или штамповки.

Выбор заготовки – значит, установить способ получения ее, наметить припуски на обработку, рассчитать размеры заготовки и указать допуски на неточность ее изготовления.

Если на чертеже указан материал Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, 12ХНЗА, 20Х, 40Х, что заготовку получают кузнечным способом или из проката. Если указан – литая сталь, чугун, силумин, бронза и др. сплавы, то заготовку получают методом литья.

Расход материала определяется массой

$$Q = Q_d + Q_m + Q_z$$

Q_d – масса горной детали;

Q_m – технологический отход (припуск, угар, литейная и штамповочная уклоны);

Q_z – заготовительный отход (отход прутка, линейных размеров).

Правильный выбор заготовки – важное условие, от которого зависят трудоемкость изготовления и себестоимость детали.

Основные факторы, влияющие на выбор заготовки:

1. Материал детали, его свойства и характеристика;
2. Конструкция детали, ее форма и размеры;
3. Объем выпуска деталей;
4. Наличие необходимого оборудования;
5. Требуемая точность выполнения заготовки, технические условия, предъявляемые к работе детали в машине;
6. Время, необходимое для подготовки производственных заготовок (изготовление штампов, моделей, пресс-форм).

Анализ исходных данных. Приступая к проектированию технологического процесса, необходимо изучить конструкцию детали и технические условия на ее изготовление, уточнить материал детали, оценить ее технологичность. Цель такого анализа - выявление недостатков конструкции детали по сведениям, содержащимся в чертеже и технических условиях, а также возможное улучшение технологичности ее изготовления. Рабочие чертежи должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали: необходимое и достаточное количество видов, сечений, разрезов, все размеры с необходимыми допусками; шероховатость обрабатываемых поверхностей; требования по форме и взаимному расположению поверхностей; сведения о материале детали, термообработке, покрытиях и т.п.

Улучшение технологичности конструкции детали позволяет снизить себестоимость ее изготовления, не ограничивая функционального назначения детали. Выбор материалов вида термообработки деталей машин определяют: необходимостью обеспечить работоспособность деталей в течение заданного срока службы при заданных размерах; условиями изготовления и экономической целесообразностью; условиями восстановления при ремонте.

Для повышения механических и других свойств сплавов их подвергают термической, химико-термической обработке и механическому упрочнению. Для деталей горных машин применяют следующие виды термообработки: отжиг, нормализацию, улучшение, закалку и отпуск; химико-термическую обработку. Отжиг применяют для снижения твердости и улучшения обрабатываемости, исправления структуры, снижения остаточных напряжений в отливках и штамповках для ответственных деталей.

Нормализацию используют для улучшения обрабатываемости резанием заготовок из низко- и среднеуглеродистых сталей. Улучшение (закалка с высокотемпературным отпуском) способствует улучшению структуры и снятию остаточных напряжений после черновой обработки. После улучшения возможна обработка лезвийным инструментом. Закалку используют для повышения прочности, упругости, твердости и износостойкости.

Ниже приведены рекомендации по выбору материала основных групп деталей.

Корпусные детали горных машин отливают из стали, изредка из чугуна. В единичном и мелкосерийном производстве стараются для удешевления применять сварные корпусные детали. Валы повышенной несущей способности изготавливают из термообработываемых и легированных сталей марок 45, 40Х, для ответственных валов применяют более дорогие легированные стали марок 40ХН, 30ХГТ, 40ХНМА, 30ХГСА и др. Валы из этих сталей обычно подвергают улучшению или закалке ТВЧ с низким отпуском. На быстроходные валы, вращающиеся в подшипниках качения, расходуют низкоуглеродистые стали марок 20Х, 12ХНЗА, 12ХН4А, 18ХГТ, которые подвергают цементации с последующей закалкой. При выборе материалов для зубчатых колес должны быть обеспечены необходимая стойкость поверхностных слоев зубьев (против выкрашивания, абразивного износа и заедания) и прочность зубьев на изгиб. В соответствии с этими критериями работоспособности основными материалами для зубчатых колес служат термически обработанные стали. Поверхностную закалку применяют для колес малых и средних размеров преимущественно с нагревом ТВЧ, а для крупных - преимущественно с нагревом кислородно-ацетиленовым пламенем. Закалка с нагревом ТВЧ широко распространена для средненапряженных колес. Наиболее применяемы стали марок

40X и 45. Твердость на поверхности не превышает HRC 50. Цементация (нитроцементация) с последующей закалкой позволяет получить наибольшие твердость и несущую способность поверхностных слоев зубьев, а при упрочнении выкружки - также весьма высокую прочность зубьев на изгиб. Широко применяются хромистые стали марок 15X и 20X, а для ответственных конструкций, особенно работающих с перегрузками и ударными нагрузками, — марок 12ХНЗА, 15ХФ, 18ХГТ, 18ХНВА, 20Х2Н4А. Толщина цементованного слоя не более 1,5-1,8 мм, твердость поверхности HRC 58-63.

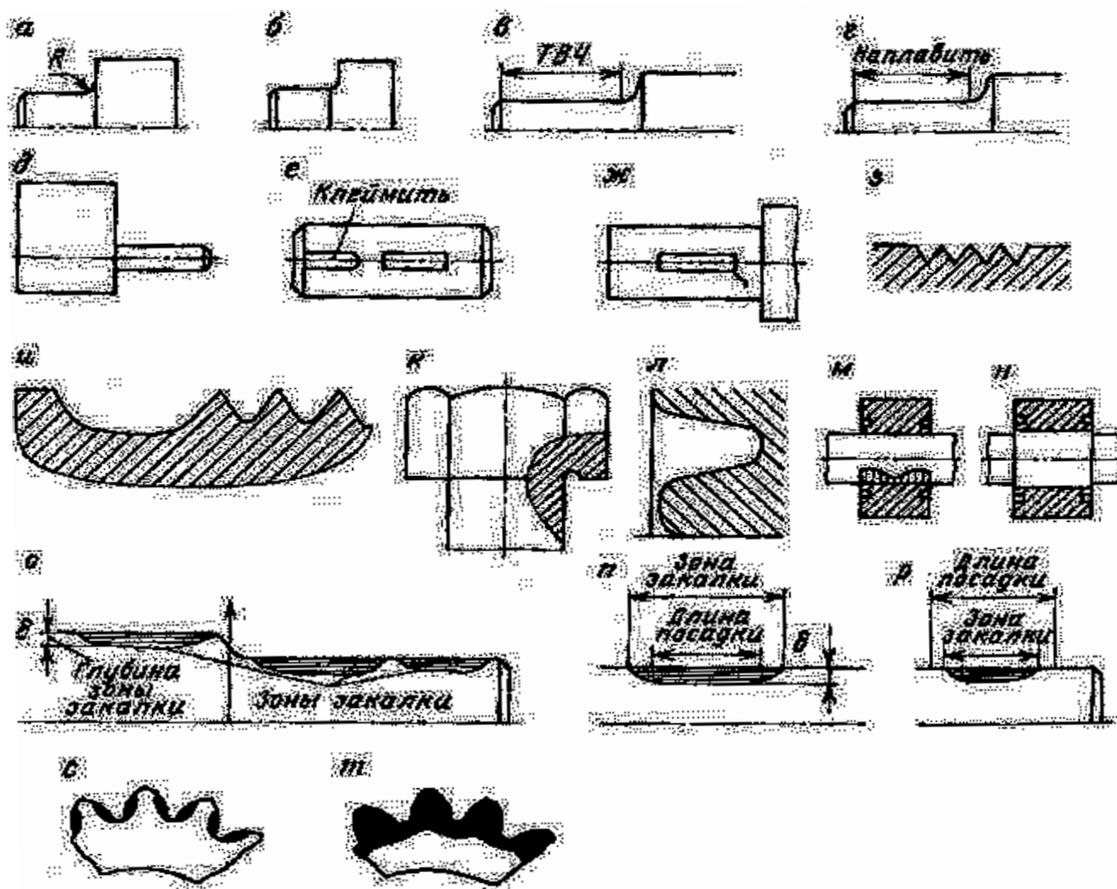


Рис. 14. Нетехнологичные формы деталей и способы повышения их конструктивной прочности

Улучшаемые стали применяют для зубчатых колес, испытывающих очень большое общее число циклов нагружения, при котором закалка до высокой твердости не дает существенных преимуществ; при отсутствии жестких требований к габаритам; по технологическим соображениям. При этом в качестве материалов применяют качественные углеродистые стали марок 40, 45, 50, 50Г и легированные марок 50С2Г, 40Х, 40ХН, 35ХНЗМ и др.

Оценивая технологичность конструкции детали, обращают внимание на концентраторы напряжений.

Конструкция детали не должна иметь ярко выраженных концентраторов напряжений. На рис. 14 приведены наиболее характерные виды конструктивных концентраторов напряжения и способы уменьшения их вредного влияния на долговечность. Маленький радиус галтели (рис. 14, а), отсутствие или неправильная форма выкружки (рис. 14, б), неверно установленная зона закали ТВЧ (б) или зона наплавки (г), большая разностенность толщины элементов детали (д), неправильно

выбранное место клеймения (*e*), отсутствие радиуса закругления у шпоночной канавки (*ж*) или у основания резьбы (*з*) и другие концентраторы затрудняют изготовление детали и в этих местах вероятно появление различных дефектов (подрезов, трещин) как при изготовлении, так и в процессе работы машины. Поэтому, обрабатывая деталь на технологичность, необходимо устранять концентраторы напряжений или уменьшать их вредное влияние.

Острые концентраторы напряжения необходимо плавно выводить до их основания, причем риски желательно располагать перпендикулярно к направлению возможного возникновения трещин.

Кромки отверстий необходимо раззенковывать, не допускать недосверленных отверстий и заусенцев.

У начала резьбы желательно делать плавную выточку глубиной до внутреннего диаметра резьбы (рис. 14, *и*). Выточка уменьшает концентрацию напряжений у первых ниток резьбы, где преимущественно и возникают трещины усталости. Если в месте перехода от стержня к головке болта требуется точный прямой угол и недопустима галтель, то следует сделать у головки болта кольцевую выточку (рис. 14, *к*).

Обычная галтель легче повреждается кромками отверстия, чем кольцевая выточка. Если трещины часто зарождаются на вдавленных участках в местах запрессовки, то целесообразно на торцовой поверхности сделать выточки, уменьшающие вредное действие кромок (рис. 14, *л*).

Возможны и другие конструктивные решения. Так, наличие канавки на торце ступицы (рис. 14, *м*) или утолщение подступичной части (рис. 14, *н*) способствует повышению пределов выносливости вала от 30 до 90 %.

Нельзя допускать острых входящих углов у шпоночных канавок и пазов без соответствующих выкружек, различных выточек и резких переходов в сечениях ответственных деталей. Так как большинство деталей горных машин проходит термообработку, необходимо обращать внимание на соответствие между видом термообработки, глубиной упрочненного слоя, твердостью, микроструктурой поверхностного слоя и материалом детали.

Оптимальный вариант расположения закаленной зоны на ступенчатых деталях - это закалка с выходом на галтель. При невозможности выполнить это требование необходимо закаленные зоны располагать относительно конструктивных элементов деталей, как показано на рис. 14, *о*. Длина закаленной зоны должна быть больше длины нагруженной шейки (рис. 14, *п*); если она меньше (рис. 14, *р*), то в переходном слое концентрируются напряжения и деталь разрушается, не выдерживая расчетного ресурса. Неправильно назначенное место термообработки или режим термообработки приводят к тому, что галтель зуба шестерни или колеса может быть не закалена (рис. 14, *с*) или зуб закален насквозь (рис. 14, *т*). В первом случае галтель ослаблена, во втором - материал зуба хрупкий: в том и другом случаях зубья будут ломаться. При завышенной температуре закалки и других отклонениях в поверхностном слое наблюдается большое количество остаточного аустенита (стали марок 12ХНЗА, 20Х2Н4А). Если цементация будет вестись без применения защитных атмосфер, то может появиться обезуглероженный слой. Отклонение времени термообработки может привести к появлению грубой цементитной сетки. Обезуглероженный слой отличается пониженной твердостью и соответственно меньшей износостойкостью. При грубой цементитной сетке

разрушение начинается по самой сетке - детали с такой микроструктурой плохо работают при знакопеременных нагрузках.

Важной задачей отработки конструкции на технологичность является возможность проведения механической обработки заготовки с наименьшими затратами. Это возможно, если в конструкции детали использованы унифицированные элементы, обеспечивающие применение стандартного или нормализованного режущего инструмента и приспособлений, предусмотрено удобство подвода и отвода режущего инструмента (рис. 15, а). У ступенчатых валов (рис. 15, б) необходимо предусматривать симметричную конструкцию, унификацию размеров ступеней, минимальный перепад диаметральных размеров. Это позволит применять одни и те же способы наладки при обработке заготовок, сокращает объем механической обработки. В деталях целесообразно предусматривать сквозные отверстия вместо глухих, так как их легче выполнить. В глухих отверстиях следует предусматривать выточку для выхода режущего инструмента (рис. 15, в). Поверхности сверления должны быть перпендикулярны к оси инструмента, что предотвращает его поломку (рис. 15, г). При нарезании резьбы нужна заходная часть, выточки или дополнительная длина отверстия для сбега резьбы (рис. 15, д). Обрабатываемые плоскости следует располагать на одном уровне (рис. 15, е), что дает возможность вести обработку на проход, уменьшать протяженность длинных плоскостей (рис. 15, ж) с целью сокращения времени на обработку. Обрабатываемые плоскости должны быть выше прижимающих плоскостей (рис. 15, з), что дает возможность применять высокопроизводительные методы обработки, например протягивание. У шпоночных канавок должны быть закругления (рис. 15, и), у закрытых гнезд пазов переходную часть необходимо делать криволинейной (рис. 15, к).

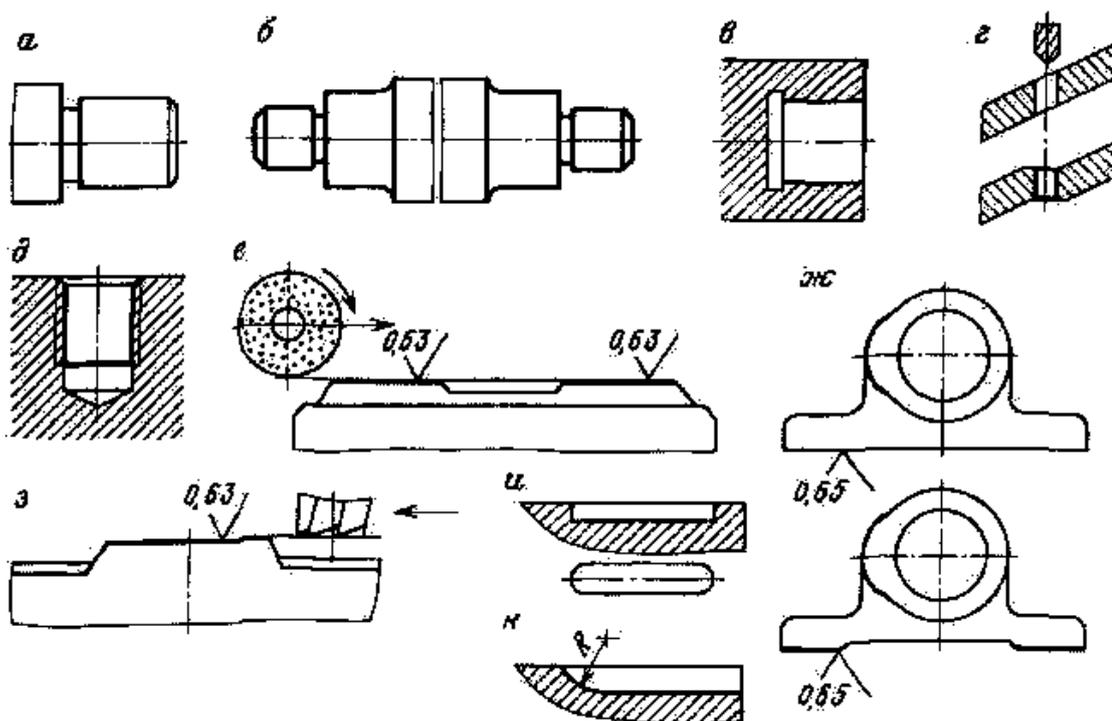


Рис. 15. Конструктивные формы элементарных поверхностей, обеспечивающие повышение технологичности деталей

Следует обращать внимание на возможность совмещения измерительных и технологических баз, постоянство баз при выполнении технологического процесса. Хорошая проработка чертежа позволяет получить существенное снижение затрат на изготовление детали.

При проектировании технологического процесса необходимо установить тип и виды производства, определить размер партии. Это можно сделать, если будет известен состав операций и программа выпуска. Так как для детали технологический процесс еще не спроектирован, то состав операции можно определить по действующему типовому или групповому технологическому процессу или аналогу единичного процесса. Для этого, пользуясь классификатором ЕСКД, находят для детали подходящую группу и по группе действующий типовой или групповой технологический процесс или аналог единичного процесса. Устанавливают число разнородных операций. Зная программу выпуска, рассчитывают коэффициент закрепления операций и определяют тип производства, определяют размер партии для условий серийного производства. По типу производства устанавливают способ обеспечения нормируемой точности.

Состав процесса аналога, выбранный способ обеспечения нормируемой точности позволяют предварительно назначить состав средств технологического оснащения.

Выбор исходной заготовки и методов ее получения определяется:

технологической характеристикой материала детали, т. е. его литейными свойствами, свариваемостью, способностью претерпевать пластические деформации при обработке давлением, а также структурными изменениями материала заготовки в результате того или иного метода получения заготовки (расположение волокон в поковках; величина зерна в отливках и др.);

конструктивными формами и размерами заготовки;

требуемой точностью выполнения заготовки, шероховатостью и качеством ее поверхностных слоев;

годовой программой выпуска;

экономичностью изготовления.

Выбор заготовки - значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Последовательность выбора заготовки следующая. На основании изучения действующих типовых, групповых технологических процессов или аналога единичного процесса устанавливают процесс, подходящий для изготовления детали и определяющий вид заготовки (отливка, поковка, штамповка, прокат, сварная конструкция).

Разрабатывают чертеж заготовки и указывают технологические допуски, которые необходимо выдержать при изготовлении заготовки. На чертеже заготовки приводят технические требования на ее приемку. К ним относятся: термообработка и твердость; допустимая величина остатков заусенца; способ очистки поверхности; глубина наружных дефектов; дефекты формы (сдвиг, эксцентricность сечений или отверстий, кривизна и др.); технологические радиусы закруглений и уклоны, допустимые дефекты и др.

Затем выбирают метод формообразования заготовки (табл. 6,7,8) (литьем в песчаные или металлические формы; свободной ковкой, ковкой в закрытых

штампах и др.) и вид оборудования (молоты, прессы, горизонтально-ковочные машины и др.). От вида оборудования зависит точность изготовления заготовки, припуски, напуски, уклоны и т.д.

В первую очередь выбирают такой способ изготовления заготовки, который полностью обеспечивает точность и качество детали, а также условия работы, например направление волокон, плотность и пр.

Выбор метода получения заготовки должен быть увязан с последующей механической обработкой, так как каждому методу соответствует определенные точность и область рационального применения. Расширение допуска на заготовку приводит к снижению затрат, так как можно применить метод, не требующий затрат на оснастку, например свободную ковку вместо горячей штамповки. Однако широкий допуск у заготовки ведет к увеличению затрат на механическую обработку и расхода материала. Поэтому допуск на размер заготовки нужно выбирать с учетом себестоимости изготовления детали (рис. 16).

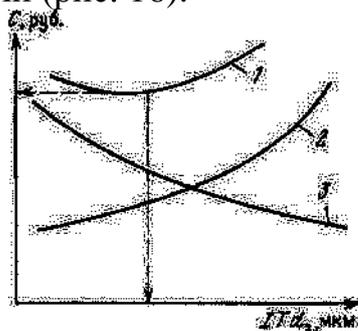


Рис. 16. График зависимости себестоимости изготовления (C , сум) детали от допуска на размер заготовки (ITd_3):

- 1 - себестоимость детали; 2 - затраты на получение заготовки;
- 3 - затраты на механическую обработку

При изготовлении заготовок необходимо предусмотреть операции подготовки заготовок к механической обработке:

для отливок - удаление литников и прибылей, очистку отливок, термическую обработку, удаление поверхностной корки для отливок в земляные формы (обдирку). Для этого применяют электрогидравлическую обработку, гидроабразивную, обработку на шлифовально-обдирочных станках или с применением пневматических зубил, шлифовальных машин;

для поковок - удаление облоя в электрическом поле, устранение окалины в дробе- и пескоструйных установках или галтовку во вращающихся барабанах, термическую обработку, очистку травлением, правку поковок в холодном и горячем состояниях;

для проката - правку, калибровку и резку. Правку проката диаметром 8-100 мм производят на правочно-калибровочных станках, которые обеспечивают точность на 1 мм длины: для черного проката - 0,5-0,9 мм; предварительно обточенного - 0,05-0,2 мм; калибровку по диаметру - 0,03-0,05 мм. Правку штучного проката делают на прессах или накатных станках; листовой прокат толщиной до 40 мм и длиной до 3 м правят на листопрямительных вальцах. Точность правки на 1 м длины: для круглого проката - 0,05-0,15 мм; для листового - 1-2 мм. Резку проката осуществляют на токарных станках (диаметр заготовок до 80 мм, точность резки 0,3-0,8 мм); на фрезерно-отрезных станках (диаметр заготовки до 500 мм и более, ширина реза 0,5-

3 мм); на приводных механических ножовках (диаметр проката до 300 мм, ширина реза 1,0-3,5 мм), ленточными пилами и абразивными кругами, приводными ножницами (листовая сталь толщиной до 20 мм и шириной до 3 м); под прессом (диаметр заготовок 10-70 мм, точность резки 2-4 мм), плазменно-дуговым способом, ацетилено-кислородным пламенем (для получения заготовок сложной геометрической формы). При резке труднообрабатываемых материалов и получении точных заготовок используют новые физические методы обработки: лазерный, электронно-лучевой, ультразвуковой, электроискровой, анодно-механический.

Выбор технологических баз. При выборе технологических баз необходимо учитывать типовые схемы базирования, а также схемы базирования, которые были применены в действующих на предприятии типовых, групповых технологических процессах и аналогах единичных процессов.

Таблица 4. Характеристика методов выполнения заготовок

Методы выполнения заготовок	Наибольшие	Наименьшие	
Литье в землю при ручной формовке	Не ограничены	Толщина стенок до 3-5 мм	Самая сложная
То же, при машинной	250 кг	То же	То же
То же, при формовке по шаблону	Не ограничена		Преимущественно тела вращения
Литье в стержнях	То же		Самая сложная
Центробежное	Обычно 200 кг		Преимущественно тела вращения
Литье в постоянные формы	Обычно до 100 кг (можно до 7000 кг)	10 г - чугун, 5 г - цветные металлы	Простая и средняя (возможность извлечения отливки)
Прецизионное литье (по выплавляемым моделям, в оболочковые формы)	Не ограничены	Толщина стенок до 0,8 мм	Очень сложная
Литье под давлением	10-16 кг	0,5-1.0 мм	Ограничивается возможностью изготовления
Свободная ковка	Не ограничены	Не ограничены	Простая
Штамповка под молотами	Обычно до 100 кг	Толщина стенок 2,5 мм	Ограничивается возможностью изготовления штампов
Штамповка на горизонтальных ковочных машинах	То же	То же	То же
Штамповка выдавливанием без заусенцев	Диаметр до 200 мм	Толщина стенок для алюминиевых сплавов до 1,5 мм	Простая
Фасонная вальцовка	Обычно до 50 кг	То же	« »

Штамповка на калибровочных прессах	Обычно до 100 кг	Толщина стенок 1,5 мм	Ограничивается возможностью штампа
Чеканка и калибровка штамповок	То же	То же	То же
Холодная высадка	Диаметр 10-25 мм	Диаметр 3 мм	Простая
Листовая штамповка (вырезка)	Толщина 20 мм	Толщина 0,1 мм	Сложная
Резка сортового материала (прутков)	Согласно сортаменту		Простая

Точность выполнения заготовок, мм	Качество поверхности	Материал	Тип производства
1 - 10 в зависимости от размеров	Весьма грубая	Чугун, сталь, цветные металлы и сплавы	Индивидуальное и мелкосерийное
1-2	Грубая	То же	Крупносерийное и массовое
4-15 в зависимости от размеров	Весьма грубая	« »	Индивидуальное и мелкосерийное
1 - 10 в зависимости от размеров	Грубая	« »	Индивидуальное серийное и массовое
1-8	Гладкая	« »	Крупносерийное и массовое
0,1-0,5	Гладкая и весьма гладкая ($R_z=20+80$ мкм)	« »	То же
0,05-0,15	Весьма гладкая	Обычно трудно поддающийся обработке	Индивидуальное и серийное
0,05-0,20	То же	Сплавы цветных металлов	Крупносерийное и массовое
1,5-2,5	Весьма грубая	Углеродистые и легированные стали	Индивидуальное и мелкосерийное
0,4-2,5	Грубая	То же	Серийное и массовое
0,4-2,5	« »	« »	Крупносерийное и массовое

0,2-0,5	Гладкая	« »	То же
0,4-2,5	Грубая		« »
0,4-1,3	Гладкая	Углеродистые и легированные стали	
0,05-0,10	Весьма гладкая	То же	
0,10-0,25	Гладкая	Сталь, пластичные материалы	« »
0,05-0,50	« »	Все виды листового материала	Серийное и массовое
0,5-6,0	Зависит от метода резки		Индивидуальное и массовое
0,05—0,25	Весьма гладкая	Пластмассы с волокнистым или порошкообразным	Серийное и массовое
0,10—0,25 на ход пуансона и 0,05 перпендикулярно к	То же	Все виды металлов	То же
	Грубая для сварных швов	Сталь	Единичное, мелкосерийное

Продолжение табл.4

Методы выполнения заготовок	Размеры и масса		Сложность формы
	наибольшие	наименьшие	
Прессование пластмасс Прессование из порошкообразных металлов и графита Сварка электродуговая	450 мм при толщине стенок 8 мм Площадь поперечного сечения 100 см ² До 170	Толщина стенок 0,8 мм Толщина стенок 2,0 мм Толщина стенок листа 10-30 мм	Ограничивается возможностью изготовления форм То же и давлением в направлении хода пуансона Самая сложная

2. Механическая обработка заготовок.

Всякая заготовка, предназначенная для дальнейшей механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали.

Припуск - это излишек материала, необходимый для получения окончательных размеров и заданного класса шероховатости поверхности детали. Поверхности детали, не подвергающиеся механической обработке, припусков не имеют.

Припуски разделяют на общие и межоперационные. Общий припуск - это припуск, снимаемый в течении всего процесса обработки данной поверхности - от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационный припуск - это припуск, который удаляют при выполнении отдельной операции.

Припуск должен иметь размеры, обеспечивающие выполнение необходимой для данной детали механической обработки при удовлетворении установленных требований к шероховатости и качеству поверхности металла и точности размеров деталей при наименьшем расходе материала и наименьшей стоимости детали.

Величины припусков могут определяться расчётно-аналитическим и табличным методами.

Величина припуска, определяемая расчётом, выражается следующими формулами:

а) Симметричный припуск - на диаметр наружных и внутренних поверхностей вал вращения (вал и отверстие):

$$2Zi_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

симметричный припуск - на обе противолежащие параллельные плоские поверхности:

$$2Zi_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

асимметричный припуск - на плоскую поверхность

$$Zi_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

$$Zi_{\min} = H_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

где, Zi_{\min} - минимальный припуск на выполняемый переход;

Rz_{i-1} - высота микронеровностей, полученная на предыдущей операции;

T_{i-1} - толщина дефектного слоя, оставшегося от предшествующей обработки; ρ_{i-1} - суммарное значение пространственных отклонений;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемой операции;

i - индекс поверхности, предшествующей обработке.

3. Факторы, влияющие на величины припусков

Величины припусков на обработку и допуски на размеры заготовок зависят от ряда факторов, степень влияния которых различна. К числу основных факторов относятся следующие:

- а) материал заготовки;
- б) конфигурация и размеры заготовки;
- в) вид заготовки и способ её получения;
- г) требования в отношении механической обработки;
- д) технические условия в отношении качества и шероховатости поверхности и точности размеров детали.

Материал заготовки. У заготовок, получаемых литьём, поверхностный слой имеет твёрдую корку. Для нормальной работы режущего инструмента необходимо, чтобы глубина резания была больше толщины корки отливки; исходя из этого должен быть назначен припуск.

Поковки и штамповки могут быть из легированной или углеродистой стали. Поковки выполняют из слитка или проката. При изготовлении на них образуется слой окалины, который при дальнейшей механической обработке сильно

увеличивает износ режущего инструмента. Глубина резания здесь также должна быть больше толщины слоя окалины.

Конфигурация и размеры заготовки. Заготовку сложной конфигурации получить свободной ковкой затруднительно, поэтому ради упрощения формы заготовки иногда оказывается необходимым увеличивать припуски на обработку.

В штамповках сложной конфигурации затруднено течение материала, поэтому для таких штамповок также необходимо увеличивать припуски.

В отливках сложной конфигурации в целях достижения более равномерного остывания металла необходимо делать плавные, постепенные переходы от тонких стенок к толстым, не допуская резкого изменения поперечных сечений. Это требование также вызывает необходимость увеличения припусков.

При изготовлении крупных отливок необходимо считаться с усадкой, которая в таких отливках достигает значительных размеров, и назначать для них увеличенные припуски.

Вид заготовки и способ её изготовления. Заготовки бывают в виде отливок, поковок, штамповок и проката. В зависимости от вида заготовки и способа её получения величины припусков и допуски на размеры заготовки различны. Так, для литой детали, изготовленной ручной формовкой, припуск больше, чем в отливке машинной формовки.

Технические условия в отношении качества, шероховатости поверхности и точности размеров детали. Требования, предъявляемые к детали в соответствии с техническими условиями, обуславливают величину припуска: чем выше эти требования, тем больше должна быть величина припуска. Например, если по техническим условиям требуется, чтобы поверхность металла была чистой, без каких-либо расслоений, черноты, раковин и т.д., то припуск приходится увеличивать для удаления с поверхности металла всех этих недостатков. Если размеры детали должны быть выполнены точно в пределах установленных допусков, то припуск должен обеспечивать возможность достижения необходимой точности и шероховатости поверхности, что должно быть учтено при определении величины припуска.

Вывод: Требования в отношении механической обработки в соответствии с требованиями к шероховатости поверхности и точности размеров детали принимается тот или иной способ механической обработки. Для каждой промежуточной операции механической обработки необходимо оставлять припуск, снимаемый режущим инструментом за один или несколько проходов. Следовательно, общий припуск находится в зависимости от способов механической обработки, требующейся для изготовления детали по техническим условиям.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды заготовок вы знаете?
2. Приведите примеры заготовок деталей машин?
3. Что такое припуск?
4. Какие виды припусков Вы знаете?
5. Как рассчитываются припуски на обработку?
6. Перечислите факторы, влияющие на величину припуска?

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
2. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение,1985.- 496с.
3. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ ЗАГОТОВКИ.
(2 ЧАСА).**План лекции:**

1. Понятие о припуске.
2. Припуски на механическую обработку деталей горных машин и механизмов.
3. Изменение припусков.

Цель и задачи:

1. Изучение студентами принципов назначения припусков на все виды обработок.
2. Предназначение припусков для техники.

Ключевые слова по теме лекции:

Отливки; поковки и штамповки; прокат; припуск; общий припуск; межоперационный припуск; симметричный припуск;

1. Понятие о припуске.

Припуском на обработку поверхности называют избыточной (сверх чертежного размера детали) слой материала, который оставляют для съема режущим инструментом при механической обработке заготовки.

Различают операционную (переходную) и общую припуски на обработку.

Операционным припуском называется слой материала, удаляемый при выполнении данной операции (перехода).

Общим припуском на обработку называется слой материала, который должен быть удален в результате выполнения всех предусмотренных технологическим процессом операций механической обработки для получения размера и шероховатости поверхности, заданных чертежом и техническими условиями.

$$Z = \sum_1^n Z_i$$

При черновой обработке также снимает дефектный слой, который включает в себя выпуклости, вмятины, обезуглероженный слой при нагреве, а также погрешности размеров и геометрической формы детали. Дефектный слой поковок составляют 1,5-3 мм, штамповок 0,5...1,5 мм, горячекатаного проката 0,5...1 мм, отливок из серого чугуна 1...2 мм, стальных отливок 1...3 мм. Припуск на обработку измеряют по нормам к обрабатываемой поверхности и задают обычно в миллиметрах на сторону (односторонний) или на диаметр (двухсторонний), обязательно оговаривают в технологической документации.

Определение операционных припусков и допусков на них

Операционные припуски на обработку назначают по следующей схеме:

1. Намечают план обработки детали, обеспечивающий точность размеров и заданную шероховатость поверхности;
2. Определяют припуск на черновую обработку как разность между общим припуском на обработку и суммой операционных припусков на чистовую и отделочную операции.

Определяют допуски на припуски:

при обработке наружных поверхностей

минимальный припуск $Z_{min}=a_{min}-b_{max}$

максимальный припуск $Z_{max}=a_{max}-b_{min}$

внутренних поверхностей

минимальный припуск $Z_{min}=b_{min}-a_{max}$

максимальный припуск $Z_{max}=b_{max}-a_{min}$

где a_{max} и a_{min} – максимальный и минимальный размеры, полученные на предыдущем переходе; b_{max} и b_{min} – максимальный и минимальный припуски, заданные для выполняемого перехода, мм.

Номинальный припуск Z_n определяется как сумма минимального припуска Z_{min} и допуска δ_a

$$Z_n = Z_{min} + \delta_a$$

Максимальный переходной припуск Z_{max} как сумма минимального припуска Z_{min} и допуска δ_b заданного для выполнения данного перехода

$$Z_{max} = Z_{min} + \delta_b$$

Допуск на переходный припуск равен разности Z_{max} и Z_{min}

$$\delta_z = Z_{max} - Z_{min} = (Z_n + \delta_b) - (Z_n - \delta_a) \text{ или } \delta_z = \delta_a + \delta_b$$

где $\delta_a = a_{max} - a_{min}$, $\delta_b = b_{max} - b_{min}$

По максимальному припуску рассчитывают и выбирают режимы резания, а номинальными припусками оперируют во всех технологических расчетах.

Цель расчета припусков - установить толщину слоя материала, который необходимо удалить на каждом переходе, и определить промежуточные размеры заготовки. Под припуском понимают слой материала, который снимают при обработке заготовки для достижения заданной точности и качества обрабатываемой поверхности. Припуск определяют для каждой обрабатываемой поверхности заготовки. В зависимости от схемы обработки заготовки различают промежуточный, общий, симметричный и асимметричный припуски.

Промежуточным припуском называют слой материала, снимаемый при выполнении данного технологического перехода механической обработки. Промежуточный припуск определяется как разность размеров заготовки и размеров, полученных после выполнения перехода (рис. 17, а):

для внешних поверхностей $z_b = a - b$;

для внутренних поверхностей $z_b = b - a$,

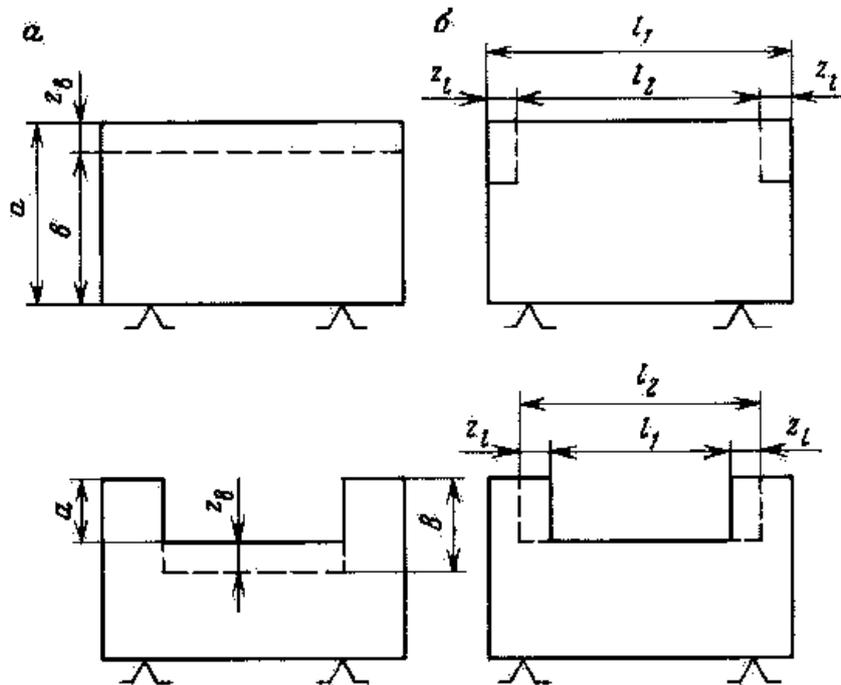


Рис. 17. Схемы расположения промежуточного (а) и симметричного (б) припусков для наружных и внутренних поверхностей заготовок где z_b - промежуточный припуск, мм; a - исходный размер заготовки, мм; b - размер заготовки после выполнения технологического перехода, мм.

Общим припуском называют сумму промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности.

Суммарные припуски имеют место при обработке тел вращения или параллельной обработке противоположных плоских поверхностей, когда с каждой обрабатываемой поверхности при технологическом переходе снимают слои материала равной толщины (рис. 17, б):

При асимметричном припуске с каждой противоположной стороны за один технологический переход снимают слои материала разной толщины.

2. Припуски на механическую обработку

Всякая заготовка, предназначенная для дальнейшей механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали.

Припуск - это излишек материала, необходимый для получения окончательных размеров и заданного класса шероховатости поверхности детали. Поверхности детали, не подвергающиеся механической обработке, припусков не имеют.

Припуски разделяют на общие и межоперационные. Общий припуск - это припуск, снимаемый в течение всего процесса обработки данной поверхности - от размера заготовки до окончательного размера готовой детали. Межоперационный припуск - это припуск, который удаляют при выполнении отдельной операции.

Припуск должен иметь размеры, обеспечивающие выполнение необходимой для данной детали механической обработки при удовлетворении установленных требований к шероховатости и качеству поверхности металла и точности размеров деталей при наименьшем расходе материала и наименьшей стоимости детали.

Величины припусков могут определяться расчётно-аналитическим и табличным методами.

Существует два метода установления припусков: опытно-статистический и расчетно-аналитический. При опытно-статистическом методе значение припусков устанавливают на основании исследований, обобщения передового опыта и оформляют в виде таблиц. При расчетно-аналитическом методе, который разработан проф. В. М. Кованом, величину припуска определяют, исходя из учета погрешности обработки на предшествующем и данном технологическом переходах. По данному методу минимальная величина припуска должна быть такой, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя материала заготовки, полученные на предшествующем переходе, а также погрешность установки заготовки, возникающая на выполняемом переходе.

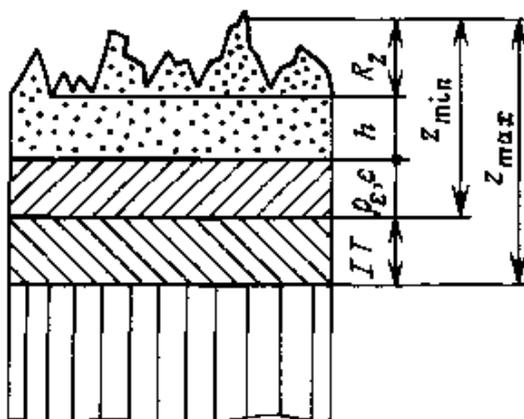


Рис. 18. Условная схема формирования минимального и максимального припусков.

Минимальный и максимальный припуск - соответственно минимальная и максимальная толщина слоя материала заготовки, снимаемого при технологическом переходе. На основании расчета минимального припуска находят промежуточные и исходные размеры заготовки, ее максимальный припуск. На рис. 18 представлена схема промежуточных и исходных размеров заготовки, максимального и минимального припусков при фрезеровании поверхности.

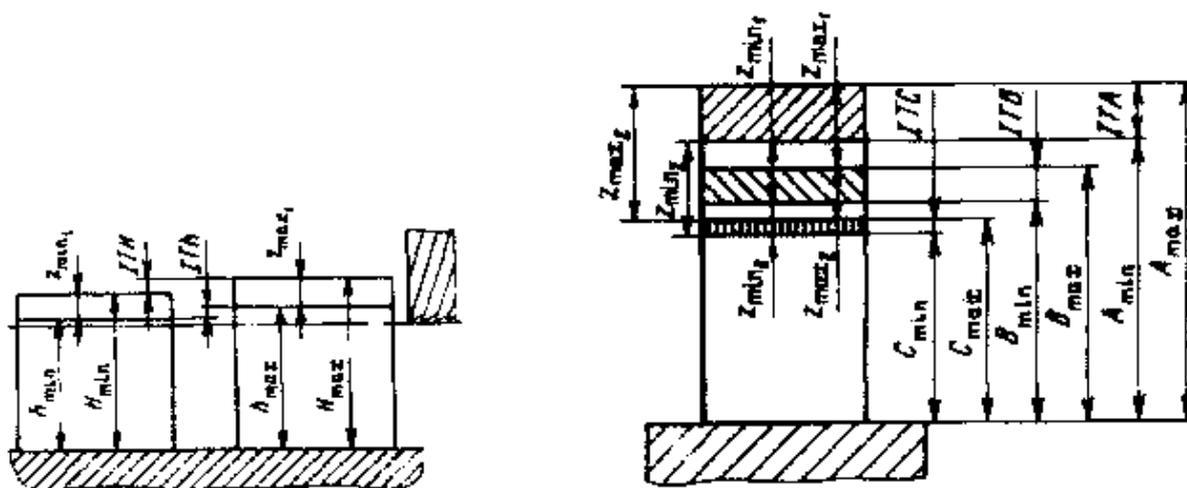


Рис. 19. Схема промежуточных и исходных размеров заготовки и припусков при одной операции обработки заготовки

Заготовка имеет исходные размеры H_{max} и H_{min} , допуск на размер H . При обработке заготовки на предварительно настроенном оборудовании за один рабочий ход за счет упругих деформаций системы СПИД происходит копирование поверхности заготовки. Это приводит к тому, что при обработке заготовки с

наибольшим предельным размером выдерживаемый размер получается наибольшим (h_{max}); при обработке заготовки с наименьшим предельным размером (mm) - наименьшим (h_{min}). В тех случаях, когда обработка поверхности выполняется за несколько рабочих ходов, суммарный минимальный припуск равен сумме минимальных промежуточных припусков, суммарный максимальный припуск сумме максимальных промежуточных припусков.

Схема расстановки промежуточных исходных размеров (рис. 19) заготовки, минимальных и максимальных припусков при двух операциях обработки заготовки, например черновом и чистовом фрезеровании поверхности. Расчет припусков начинают вести от исходной поверхности детали, характеристики которой можно установить из чертежа.

Расчет припусков позволяет установить размеры заготовки и размеры по переходам. Если в качестве заготовки выступает прокат, то окончательные размеры заготовки выбирают по соответствующему ГОСТу. Берут ближайший больший размер, скорректировав при этом максимальный припуск на черновой операции.

В условиях тяжелого машиностроения, когда ведется обработка индивидуальных заготовок в расчетных формулах, вместо погрешности установки берут погрешность выверки. Величину последней назначают в зависимости от метода выверки. Расчетно-аналитический метод применяют в условиях средне- и крупносерийного и массового производств, а также при обработке индивидуальных заготовок в тяжелом машиностроении.

3. Изменение припусков.

Величины припусков на обработку и допуски на размеры заготовок зависят от ряда факторов, степень влияния которых различна. К числу основных факторов относятся следующие: материал заготовки; конфигурация и размеры заготовки; вид заготовки и способ её получения; требования в отношении механической обработки; технические условия в отношении качества и шероховатости поверхности и точности размеров детали.

Материал заготовки. У заготовок, получаемых литьём, поверхностный слой имеет твёрдую корку. Для нормальной работы режущего инструмента необходимо, чтобы глубина резания была больше толщины корки отливки; исходя из этого должен быть назначен припуск.

Поковки и штамповки могут быть из легированной или углеродистой стали. Поковки выполняют из слитка или проката. При изготовлении на них образуется слой окалины, который при дальнейшей механической обработке сильно увеличивает износ режущего инструмента. Глубина резания здесь также должна быть больше толщины слоя окалины.

Конфигурация и размеры заготовки. Заготовку сложной конфигурации получить свободной ковкой затруднительно, поэтому ради упрощения формы заготовки иногда оказывается необходимым увеличивать припуски на обработку.

В штамповках сложной конфигурации затруднено течение материала, поэтому для таких штамповок также необходимо увеличивать припуски.

В отливках сложной конфигурации в целях достижения более равномерного остывания металла необходимо делать плавные, постепенные переходы от тонких стенок к толстым, не допуская резкого изменения поперечных сечений. Это требование также вызывает необходимость увеличения припусков.

При изготовлении крупных отливок необходимо считаться с усадкой, которая в таких отливках достигает значительных размеров, и назначать для них увеличенные припуски.

Вид заготовки и способ её изготовления. Заготовки бывают в виде отливок, поковок, штамповок и проката. В зависимости от вида заготовки и способа её получения величины припусков и допуски на размеры заготовки различны. Так, для литой детали, изготовленной ручной формовкой, припуск больше, чем в отливке машинной формовки.

Требования в отношении механической обработки. В соответствии с требованиями к шероховатости поверхности и точности размеров детали принимается тот или иной способ механической обработки. Для каждой промежуточной операции механической обработки необходимо оставлять припуск, снимаемый режущим инструментом за один или несколько проходов. Следовательно, общий припуск находится в зависимости от способов механической обработки, требующейся для изготовления детали по техническим условиям.

Технические условия в отношении качества, шероховатости поверхности и точности размеров детали. Требования, предъявляемые к детали в соответствии с техническими условиями, обуславливают величину припуска: чем выше эти требования, тем больше должна быть величина припуска. Например, если по техническим условиям требуется, чтобы поверхность металла была чистой, без каких-либо расслоений, черноты, раковин и т.д., то припуск приходится увеличивать для удаления с поверхности металла всех этих недостатков. Если размеры детали должны быть выполнены точно в пределах установленных допусков, то припуск должен обеспечивать возможность достижения необходимой точности и шероховатости поверхности, что должно быть учтено при определении величины припуска.

Вывод: Расчет припусков позволяет установить размеры заготовки и размеры по переходам. Если в качестве заготовки выступает прокат, то окончательные размеры заготовки выбирают по соответствующему ГОСТу. Берут ближайший больший размер и заносят его в таблицу, скорректировав при этом максимальный припуск на черновой операции.

В условиях тяжелого машиностроения, когда ведется обработка индивидуальных заготовок в расчетных формулах, вместо погрешности установки берут погрешность выверки. Величину последней назначают в зависимости от метода выверки. Расчетно-аналитический метод применяют в условиях средне- и крупносерийного и массового производств, а также при обработке индивидуальных заготовок в тяжелом машиностроении.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие виды заготовок Вы знаете?
2. Приведите примеры заготовок деталей машин?
3. Что такое припуск?
4. Какие виды припусков Вы знаете?
5. Как рассчитываются припуски на обработку?
6. Перечислите факторы, влияющие на величину припуска?

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 534с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 448с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция № 12 ТЕХНИЧЕСКАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Понятия о технической норме.
2. Структура нормы времени на обработку.
3. Определение квалификации работы.

Цель и задачи:

1. Техническое нормирование как основной фактор производительности.
2. Изучение основных норм времени и применение её на практике.

Ключевые слова по теме лекции:

Техническая норма времени; основное (технологическое) время; вспомогательное время; оперативное время; нормой штучного времени; время обслуживания рабочего места; время перерывов на отдых и физические потребности; разряд работ; тарифная сетка.

1. Понятия о технической норме.

Норма штучного времени при выполнении станочных работ состоит из следующих основных частей:

- 1) основного или технологического времени;
- 2) вспомогательного времени;
- 3) времени обслуживания рабочего места;
- 4) времени перерывов на отдых и физические потребности.

Основное и вспомогательное время в сумме составляет время оперативной работы или оперативное время.

Когда норма времени дается на изготовление одной штуки, она называется **нормой штучного времени**.

Кроме того, предусматривается подготовительно-заключительное время, которое в норму штучного времени не входят и определяются отдельно на всю партию деталей.

Таким образом, общее калькуляционное время на одну штуку или иначе штучного и подготовительно-заключительного времени, приходящегося на одну штуку.

Основное время – это время, в течение которого производится снятие стружки, т.е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали. Если этот процесс совершается только станком без непосредственного участия рабочего, то это время будет машинно-автоматическим; если же процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего, то это время будет машинно-ручным.

В основное время входят время, затрачиваемое на врезание и перебег режущего инструмента на обратные ходы, на проход инструмента при пробных стружках; поэтому при подсчете основного времени расчетная длина обработки принимается с учетом всех этих приемов.

Во вспомогательное время входит:

- а) время управления станком – пуск в ход, останов, перемена скорости и подачи и т.п.;
- б) время на перемещение инструмента;
- в) время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали во время работы;
- г) время на приемы измерения детали: взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т.п.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно-ручным.

Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы, сюда входит:

- а) время на подналадку и регулировку станка в процессе работы;
- б) время на смену затупившегося инструмента;
- в) время на правку инструмента оселком или алмазом в процессе работы;
- г) время на удаление стружки в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим в течение смены, сюда входит:

- а) время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- б) время на чистку и смазку станка;
- в) время на осмотр и опробование станка.

Время перерывов на отдых и физические потребности может быть принято лишь в размере, регламентированном условиями производства и условиями работы на данном станке, причем время перерывов на отдых вводится в норму времени только в случае физически тяжелых или утомительных работ.

Время перерывов на отдых и на физические потребности исчисляется суммарно в процентах к оперативному времени.

Подготовительно-заключительное время, как уже отмечалось, устанавливается на всю партию деталей и в норму штучного времени не входит; оно включается в калькуляционное время.

В подготовительно-заключительное время входит:

- а) время на ознакомление рабочего с работой и на чтение чертежа;
- б) время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей;
- в) время на снятие инструмента и приспособлений по окончании обработки данной партии деталей.

Норма штучного времени выражается следующей формулой:

$$t_{шт} = t_o + t_e + t_{об} + t_{ф} \text{ (мин)}$$

где $t_{шт}$ – норма штучного времени;

t_o – основное время;

t_e – вспомогательное время;

$t_{об}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{ф}$ – время на физические потребности.

Так как время на обслуживания рабочего места складывается из времени на техническое обслуживание, то общая формула штучного времени может быть написана в таком виде:

$$t_{шт} = t_o + t_e + t_{м.об} + t_{о.об} + t_{ф} \text{ (мин)}$$

Оперативное время t_{on} равно $t_{on}=t_{on}+t_e$

Норма времени на обработку данной партии деталей T_n выразится следующей формулой:

$$T_n=t_{um}n+T_{n.з.}$$

n – количество деталей в партии, *шт*;

$T_{n.з.}$ – подготовительно-заключительное время на всю партию деталей, мин.

Норма общего калькуляционного времени на 1 шт. t_k , или научно-калькуляционного времени определяется по формуле: $t_k=T_n/n=t_{um}+T_{n.з.}/n$

Как отмечалось, в крупносерийном и массовом производстве при необходимости более точной нормой штучного времени целесообразно для некоторых типов станков время не технического обслуживания по формуле $t_{m.об}=t_{cp} t_o/T_u$

где t_{cp} – время на смену и регулирование инструмента;

T_u – период стойкости инструмента.

Норма выработки в смену $N_{см}$ в штуках выражается следующей формулой:

$$N_{см}=T_{см}/t_{um}$$

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин. (при 7 часовом рабочем дне – 420 мин).

Норма выработки за 1 час в штуках равна

$$N_{час}=60/t_{um}$$

Время является общесистемным свойством производственного процесса, которое необходимо учитывать при проектировании и выполнении данного процесса.

Производственная операция является первичным расчетным элементом для установления суммарных затрат времени на выполнение производственного процесса.

Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы или нормы выработки в штуках в единицу времени.

Правильное нормирование затраты рабочего времени на обработку деталей, сборку и изготовление всей машины имеет весьма большое значение для производства. Величина затраты времени на изготовление той или иной продукции при надлежащем качестве ее является одним из основных критериев для оценки совершенства технологического процесса.

Норму времени определяют на основе технологического расчета и анализа, исходя из условий возможно более полного использования технических возможностей оборудования и инструмента в соответствии с требованиями к обработке данной детали или сборке изделия.

В машиностроительном производстве при обработке деталей на металлорежущих станках определяется норма времени на отдельные операции или норма выработки деталей в штуках в единицу времени (час, смену). И так, под технической нормой времени понимают время, устанавливаемое на выполнение данной операции при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства с учетом передового производственного опыта.

Техническая норма времени, определяющая затрату времени на обработку, служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия.

На основе технических норм рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов, производится все планирование производства.

Для установления нормы времени необходимо обеспечить следующие условия:

1) работа должна выполняться рабочим соответствующей квалификации;
2) должны быть применены эффективные для данной работы приспособления и инструменты;

3) должны быть установлены оптимальные режимы резания исходя из возможности рационального применения одновременной обработки нескольких деталей, одновременной работы несколькими инструментами в тех случаях, где это возможно, одновременного обслуживания одним рабочим нескольких станков;

4) припуски на обработку должны быть оптимальными, сорт и качество материала – нормальными для данного завода; станок должен быть исправным, а качество инструмента нормальным;

5) в норму времени не должны быть включены те ручные приемы, которые могут быть выполнены одновременно с работой станка, т.е. перекрыты машинным временем;

6) в норму времени не должно включаться время на исправление забракованных деталей или на изготовление взамен новых;

7) организация рабочего места должна предусматривать заблаговременную доставку к нему чертежей и нарядов на работу, материалов, инструментов, приспособлений, а также сдачу их по окончании работы вспомогательными рабочими;

8) заточка инструмента должна быть централизованной, т.е. инструмент должен затачиваться в заточном отделении цеха специальными рабочими – заточниками. Инструмент заменяется через установленные промежутки времени или по требованию заточника. Каждое рабочее место должно быть обеспечено дополнительным комплектом инструмента. Заточенный инструмент подается к рабочему месту в готовом виде;

9) в норму времени не должны входить потери времени из-за каких-либо организационных неполадок. К числу этих неполадок относятся: перерыв в подаче энергии, задержка и доставка материала и др.

10) норма времени должно устанавливаться в расчете на нормальные условия работы, и каких-либо потерь времени, связанные с отклонениями от нормальных условий, как зависящие от рабочего, так и не зависящие от него, не входят в норму.

Для расчета нормы времени необходимо определить расчетные размеры обрабатываемых поверхностей для каждой операции или перехода, входящего в состав операции, выполняемой на данном станке.

Эти размеры отличаются от размеров окончательно обработанной детали, поставленных на чертеже.

Расчетная длина обработки l (или l') будет иметь следующее выражение:

$$\begin{aligned} \text{при присутствии пробных стружек} \quad l &= l_o + l_{ep} l_n; \\ \text{при взятии пробных стружек} \quad l' &= l_o + l_{ep} + l_n + l_{cmp} \end{aligned}$$

здесь l_o – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_{ep} – длина врезания и подхода инструмента, мм;

l_n – длина пробега инструмента, мм;

$l_{сmp}$ – общая длина проходов при взятии стружек, мм.

Время является общесистемным свойством производственного процесса, которое необходимо учитывать при проектировании и выполнении данного процесса.

Производственная операция является первичным расчетным элементом для установления суммарных затрат времени на выполнение производственного процесса.

При выполнении производственной операции рассчитывают технически обоснованную норму времени, под которой понимают регламентированное время выполнения данной операции в определенных организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного производства.

Технически обоснованная норма времени должна быть прогрессивной и динамичной. Она должна учитывать технические возможности технологического оснащения рабочих мест с учетом последних достижений науки и техники в данной области, а также наилучшую организацию производства для данных условий.

Технически обоснованная норма времени служит основой для установления расценок, расчета производительности технологического оборудования, организации управления производством.

Норма времени в зависимости от длительности производственной операции устанавливается в часах или минутах.

Нормой выработки называют регламентированное число изделий, которое должно быть обработано или изготовлено в заданную единицу времени в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма выработки есть величина, обратная величине нормы времени. Нормы времени и выработки устанавливают тремя методами: на основе наблюдений за затратами рабочего времени, расчетом, методом сравнения по укрупненным типовым нормам.

По первому методу норму времени устанавливают в производственных условиях по результатам наблюдений за работой исполнителя. При этом ведут учет всех затрат времени исполнителя (фотография рабочего дня) или изучают затраты времени на выполнение отдельных приемов (хронометраж рабочих операций). Исполнитель сам может вести учет затрат своего времени (самофотография рабочего дня). Фотография и самофотография рабочего дня позволяет укрупнено установить затраты времени по отдельным частям производственной операции; хронометраж дает возможность изучить отдельные элементарные приемы исполнителя и установить резервы повышения производительности за счет обучения рациональным приемам. Фотографию и самофотографию рабочего дня применяют при единичном и мелкосерийном производствах; хронометраж - при серийном, крупносерийном и массовом производствах.

Второй метод, расчетно-аналитический (метод нормативов), базируется на расчете времени выполнения технологических переходов операции и анализе последовательности и содержания действий рабочего и технологического оборудования при наивыгоднейшем использовании его эксплуатационных свойств.

Приемы рабочего разбивают на элементарные движения (микроэлементы), на которые известны затраты энергии. Для конкретных условий проектируют трудовой

процесс исполнителя по минимуму затрат энергии на выполнение приема. В настоящее время в НИИ труда разработаны алгоритмы проектирования трудового процесса исполнителя (слесаря, станочника) на ЭВМ. Спроектированный трудовой процесс сравнивают с фактическим трудовым процессом, находят отклонения и обучают рабочего тем элементарным движениям, которые он выполняет с большими затратами времени, чем запроектировано.

Расчетно-аналитический метод более прогрессивен по сравнению с другими методами, и его рекомендуется применять при любых видах и типах производства.

По третьему методу норму времени устанавливают по укрупненным типовым нормам, которые разработаны для типовых операций и процессов. Сравнивая спроектированный процесс изготовления с типовым процессом аналога, устанавливают норму времени. Данный метод наименее точен и, как правило, имеет большую погрешность в сторону увеличения нормы времени. Точность установления нормы времени во многом зависит от квалификации нормировщика. Поэтому данный метод в основном применяют при единичном производстве на ремонтных предприятиях при освоении ремонта нового изделия.

При обработке отдельных заготовок норма времени рассчитывается по каждой производственной операции, выполняемой на данном рабочем месте, и равна штучному времени.

2. Структура нормы времени на обработку

Норма штучного времени при выполнении станочных работ состоит из следующих основных частей:

1. Основного или технологического времени;
2. Вспомогательного времени;
3. Времени обслуживания рабочего места;
4. Времени перерывов на отдых и физические потребности.

Основное (технологическое) время - это время, в течение которого производится снятие стружки, т.е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали.

Вспомогательное время - это время, которое необходимо для выполнения вспомогательных операций (действий). Во вспомогательное время входит:

- а) время на управление станком (включение и выключение станка, останов, переключение скорости или подачи и т.д.);
- б) время на установку, закрепление и снятие приспособления, инструмента, детали;
- г) время на приёмы измерения детали (взять инструмент, измерить, отложить и т.п.);

Основное и вспомогательное время в сумме составляют время оперативной работы или оперативное время.

Когда норма времени даётся на изготовление одной детали (штуки), она называется нормой штучного времени.

Время обслуживания рабочего места подразделяется на техническое и организационное.

Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы. Сюда входит:

- а) время на подналадку и регулировку станка в процессе работы;

- б) время на смену затупившегося инструмента;
- в) время на правку инструмента в процессе работы;
- г) время на удаление стружки во время работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течении смены. Сюда входит:

- а) время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- б) время на чистку и смазку станка;
- в) время на осмотр и опробование станка.

Время перерывов на отдых и физические потребности может, принято лишь в размере, регламентированном условиями производства и условиями работы на данном станке, причём время перерывов на отдых вводится в норму времени только в случае физически тяжелых или утомительных работ. Время перерывов на отдых и физические потребности исчисляется суммарно в процентах к оперативному времени.

Подготовительно-заключительное время устанавливается на всю партию деталей и в норму штучного времени не входит; оно включается в калькуляционное время. В подготовительно-заключительное время входит:

- а) время на ознакомление рабочего с работой и на чтение чертежа;
- б) время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей;
- в) время на снятие инструмента и приспособлений по окончании обработки данной партии деталей.

В массовом производстве, а также в крупносерийном, близком по организации технологического процесса к массовому, подготовительно-заключительное время в норму времени станочника не входит, так как настройку станка, инструмента и приспособлений, а также подготовку рабочего места производят до начала смены специальные наладчики и вспомогательные рабочие. В серийном производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места также производят специальные наладчики и вспомогательные рабочие, но некоторая небольшая часть подготовительно-заключительного времени приходится и на станочника. В единичном и мелкосерийном производстве настройку станка, инструмента и приспособлений и подготовку рабочего места выполняется самим рабочим, и время, затрачиваемое им на эту работу достигает значительных размеров. В норму штучного времени это время не включается, но нормируется отдельно и оплачивается рабочему по отдельной расценке.

Норма штучного времени выражается следующей формулой:

$$t_{ум} = t_o + t_с + t_{об} + t_ф$$

где $t_{ум}$ - норма штучного времени; t_o - основное (технологическое) время; $t_с$ - вспомогательное время; $t_{об}$ - время обслуживания рабочего места; $t_ф$ - время на физические потребности.

Штучное-калькуляционное время определяется

$$t_{ум-к} = t_o + t_с + t_{об} + t_ф + t_{n-3}/n$$

где t_{n-3} - подготовительно-заключительное время; n - количество деталей в партии.

Штучное время производственной операции можно определить как интервал времени, определяемый отношением календарного времени производственной

операции к числу изделий, одновременно изготавливаемых или ремонтируемых на одном рабочем месте.

Время выполнения основной технологической операции (основное технологическое время) - время, необходимое для изменения внутрисистемных свойств предмета производства (геометрических размеров заготовки, шероховатости поверхности, физико-механических свойств детали и физико-механических свойств ее поверхностного слоя и т.д.).

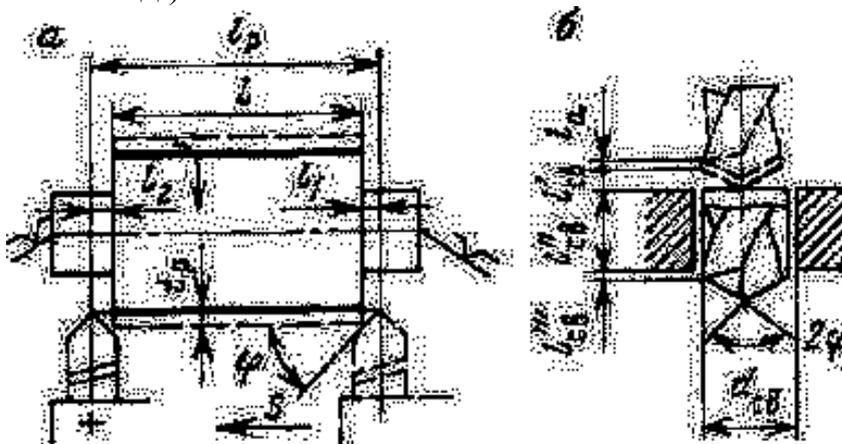


Рис. 20. Схема для расчета длины механической обработки заготовок:

a - при точении, *б* - при сверлении

При автоматизированных и автоматических операциях необходимо учитывать путь холостого подхода инструмента к заготовке (рис.20), что повышает надежность работы инструмента за счет плавного его врезания.

Время выполнения вспомогательных технологических операций (вспомогательное технологическое время) - время, затрачиваемое на изменение положения заготовки в пространстве перед началом выполнения основной технологической операции (установка и закрепление, изменение позиции, открепление и снятие обработанной заготовки); на изменение положения приспособлений и инструмента в пространстве (изменение позиции приспособления и инструмента, подвод и отвод инструмента); включение и выключение станка.

Вспомогательное время может быть перекрываемым или не перекрываемым. Перекрываемое вспомогательное время - та часть данного времени, которая совмещается с основным технологическим временем; не перекрываемое вспомогательное время - оставшаяся, не совмещаемая часть данного времени. При расчетах учитывают не перекрываемую часть времени.

Сумма основного технологического времени и не перекрываемого вспомогательного технологического времени называется оперативным технологическим временем.

Вспомогательное время можно рассчитывать по формулам, выбирать по таблицам, устанавливать по данным хронометража или результатам расчета микроэлементных нормативов исполнителя. Время на выполнение операции организации должно включать в себя время на:

- техническую подготовку операции - знакомство и изучение чертежа изделия;
- изучение операционной карты и другой технологической документации;
- знакомство с нарядом;

обеспечение операции, подготовку заготовок, рабочего места, станка, приспособлений, инструмента;

перерывы исполнителя для отдыха, производственную гимнастику и личные надобности;

контроль выполнения операции - входной контроль заготовок, контроль состояния оборудования, приспособлений и инструмента перед началом операции, контроль хода выполнения операций, приемо-сдаточный контроль обработанных заготовок. Время на подготовку заготовок связано с их доставкой, если на участке доставка заготовок не централизована.

Время на подготовку рабочего места и оборудования включает в себя чистку и смазку станка и приспособлений в течение смены и в ее конце, регулировку и подналадку станка. Время на подготовку инструмента включает в себя время на получение инструмента в инструментально-раздаточной кладовой, правку инструмента (заточку резцов, правку шлифовальных кругов), смену инструмента в процессе выполнения операции. При выполнении операции необходимо учесть время на сдачу готовых деталей в кладовую участка.

Время управления по ГОСТ 23004-78 (время выполнения операции управления) - время, затрачиваемое на наблюдение за технологической операцией и воздействие на средства управления для их правильного функционирования.

Время управления может быть перекрываемым и не перекрываемым. Учитывается в расчетах только не перекрываемое время. Величину времени управления устанавливают по данным хронометража.

Подготовительно-заключительное время выполнения производственной операции - часть времени выполнения операций организации и управления, на которую необходимо увеличить $t_{ум}$ при обработке партии заготовок. Обработывая партию заготовок, приходится затрачивать время на подналадку оборудования и приспособлений, смену и наладку режущего инструмента, сдачу готовой продукции.

При выполнении производственной операции рассчитывают технически обоснованную норму времени, под которой понимают регламентированное время выполнения данной операции в определенных организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного производства.

Технически обоснованная норма времени должна быть прогрессивной и динамичной. Она должна учитывать технические возможности технологического оснащения рабочих мест с учетом последних достижений науки и техники в данной области, а также наилучшую организацию производства для данных условий.

Технически обоснованная норма времени служит основой для установления расценок, расчета производительности технологического оборудования, организации управления производством.

Норма времени в зависимости от длительности производственной операции устанавливается в часах или минутах.

Нормой выработки называют регламентированное число изделий, которое должно быть обработано или изготовлено в заданную единицу времени в определенных организационно-технических условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма выработки есть величина, обратная величине нормы времени. Нормы времени и выработки устанавливают тремя методами: на основе наблюдений за затратами рабочего времени, расчетом, методом сравнения по укрупненным типовым нормам.

По первому методу норму времени устанавливают в производственных условиях по результатам наблюдений за работой исполнителя. При этом ведут учет всех затрат времени исполнителя (фотография рабочего дня) или изучают затраты времени на выполнение отдельных приемов (хронометраж рабочих операций). Исполнитель сам может вести учет затрат своего времени (самофотография рабочего дня). Фотография и самофотография рабочего дня позволяет укрупнено установить затраты времени по отдельным частям производственной операции; хронометраж дает возможность изучить отдельные элементарные приемы исполнителя и установить резервы повышения производительности за счет обучения рациональным приемам. Фотографию и самофотографию рабочего дня применяют при единичном и мелкосерийном производствах; хронометраж - при серийном, крупносерийном и массовом производствах.

Второй метод, расчетно-аналитический (метод нормативов), базируется на расчете времени выполнения технологических переходов операции и анализе последовательности и содержания действий рабочего и технологического оборудования при наивыгоднейшем использовании его эксплуатационных свойств.

Приемы рабочего разбивают на элементарные движения (микроэлементы), на которые известны затраты энергии. Для конкретных условий проектируют трудовой процесс исполнителя по минимуму затрат энергии на выполнение приема. В настоящее время в НИИ труда разработаны алгоритмы проектирования трудового процесса исполнителя (слесаря, станочника) на ЭВМ. Спроектированный трудовой процесс сравнивают с фактическим трудовым процессом, находят отклонения и обучают рабочего тем элементарным движениям, которые он выполняет с большими затратами времени, чем запроектировано.

Расчетно-аналитический метод более прогрессивен по сравнению с другими методами, и его рекомендуется применять при любых видах и типах производства.

По третьему методу норму времени устанавливают по укрупненным типовым нормам, которые разработаны для типовых операций и процессов. Сравнивая спроектированный процесс изготовления с типовым процессом аналога, устанавливают норму времени. Данный метод наименее точен и, как правило, имеет большую погрешность в сторону увеличения нормы времени. Точность установления нормы времени во многом зависит от квалификации нормировщика. Поэтому данный метод в основном применяют при единичном производстве на ремонтных предприятиях при освоении ремонта нового изделия.

При обработке отдельных заготовок норма времени рассчитывается по каждой производственной операции, выполняемой на данном рабочем месте, и равна штучному времени

Штучное время производственной операции можно определить как интервал времени, определяемый отношением календарного времени производственной операции к числу изделий, одновременно изготавливаемых или ремонтируемых на одном рабочем месте.

Время выполнения основной технологической операции (основное технологическое время) - время, необходимое для изменения внутрисистемных свойств предмета производства (геометрических размеров заготовки, шероховатости поверхности, физико-механических свойств детали и физико-механических свойств ее поверхностного слоя и т.д.).

Вспомогательное время может быть перекрываемым или не перекрываемым. Перекрываемое вспомогательное время - та часть данного времени, которая совмещается с основным технологическим временем; не перекрываемое вспомогательное время - оставшаяся, не совмещаемая часть данного времени. При расчетах учитывают не перекрываемую часть времени.

Сумма основного технологического времени и не перекрываемого вспомогательного технологического времени называется оперативным технологическим временем.

Вспомогательное время можно рассчитывать по формулам, выбирать по таблицам, устанавливать по данным хронометража или результатам расчета микроэлементных нормативов исполнителя. Время на выполнение операции организации должно включать в себя время на:

техническую подготовку операции - знакомство и изучение чертежа изделия; изучение операционной карты и другой технологической документации; знакомство с нарядом;

обеспечение операции, подготовку заготовок, рабочего места, станка, приспособлений, инструмента;

перерывы исполнителя для отдыха, производственную гимнастику и личные надобности;

контроль выполнения операции - входной контроль заготовок, контроль состояния оборудования, приспособлений и инструмента перед началом операции, контроль хода выполнения операций, приемо-сдаточный контроль обработанных заготовок. Время на подготовку заготовок связано с их доставкой, если на участке доставка заготовок не централизована.

Время на подготовку рабочего места и оборудования включает в себя чистку и смазку станка и приспособлений в течение смены и в ее конце, регулировку и подналадку станка. Время на подготовку инструмента включает в себя время на получение инструмента в инструментально-раздаточной кладовой, правку инструмента (заточку резцов, правку шлифовальных кругов), смену инструмента в процессе выполнения операции.

При выполнении операции необходимо учесть время на сдачу готовых деталей в кладовую участка.

Время управления по ГОСТ 23004-78 (время выполнения операции управления) - время, затрачиваемое на наблюдение за технологической операцией и воздействие на средства управления для их правильного функционирования.

Время управления может быть перекрываемым и не перекрываемым. Учитывается в расчетах только не перекрываемое время. Величину времени управления устанавливают по данным хронометража.

Подготовительно-заключительное время выполнения производственной операции - часть времени выполнения операций организации и управления, на которую необходимо увеличить $t_{ум}$ при обработке партии заготовок. Обработывая партию заготовок, приходится затрачивать время на подналадку оборудования и приспособлений, смену и наладку режущего инструмента, сдачу готовой продукции.

3. Определение квалификации работы.

При установлении нормы времени на выполнение данной операции на выбранном станке определяется также разряд квалификации работы по тарифно-

квалификационному справочнику соответствующей отрасли промышленности. Требования, предъявляемые к рабочему для выполнения работы в отношении знания, навыков и степени самостоятельности, определяют разряд квалификации рабочего. Чем больше при выполнении данной работы требуется знаний, опыта и самостоятельности, тем выше должен быть разряд исполнителя.

При единичном производстве требуется умение налаживать станки, устанавливать деталь и инструмент, пользоваться измерительным инструментом общего назначения, поэтому квалификация рабочего должна быть высокой.

В серийном производстве работа специализирована и поэтому квалификация рабочего может быть ниже. В массовом производстве при высокой механизации и автоматизации труда, концентрации операций на одном станке требуются рабочие высокой квалификации; при дифференциации процесса обработки на элементарные операции могут быть использованы рабочие низкой квалификации.

Тарифная сетка состоит из квалификационных разрядов, для которых соотношение ставок оплаты труда выражается тарифным коэффициентом, определяющим отношение каждого тарифного разряда к первому разряду.

Ставка оплаты труда устанавливается для первого разряда; для других разрядов оплата определяется умножением ставки первого разряда на тарифный коэффициент данного разряда.

Методы нормирования труда технологических процессов сборки аналогичны нормированию техпроцессов механической обработки - используются опытно-статистические нормы времени сборки, определенные хронометражом, и технически обоснованные методы, когда норма на сборку одного изделия рассчитывается по справочным данным с учетом условий сборки.

Хронометраж для определения опытно-статистической нормы на сборочные операции проводится нормировщиком по приемам работы наиболее опытного слесаря-сборщика. В последствии норма времени систематически пересматривается при ее перевыполнении большинством сборщиков на 120% в условиях сдельно-премиальной оплаты труда.

Структура технически обоснованной нормы штучного времени $t_{шт}$ на сборочные операции состоит из:

- 1) основного (технологического) времени- t_o ;
- 2) вспомогательного времени - $t_в$;
- 3) времени на обслуживание рабочего места - $t_{об}$;
- 4) время на физические надобности и отдых - $t_ф$.
- 5) оперативного времени- суммы основного и вспомогательного времени:
 $t_{оп} = t_o + t_в$;
- 6) подготовительно- заключительного времени $t_{п.з.}$, устанавливаемого в условиях серийных видов производств на партию собираемых изделий.

В массовом производстве при повторении одних и тех же операций на рабочих местах и отсутствия их переналадок подготовительно- заключительное, время в норму штучного времени не входит:

$$t_{ум} = t_o + t_в + t_{об} + t_ф; \text{ [мин]}$$

В серийных видах производств при сборке изделий партиями и переналадке рабочих мест сборщиков время на проведение операций сборки называют штучно-калькуляционным, в которое входит и доля подготовительно-заклучительного времени, приходящаяся на одно изделие:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_o + t_e + t_{об} + t_{ф} + \frac{t_{п.з.}}{n} ; [\text{мин}],$$

где n - число изделий в производственной партии.

При расчетах по формулам (1) и (2) основное время определяют по справочным данным с учетом вида производства, веса и габаритов собираемого изделия, уровня механизации сборочного места и т.д. Вспомогательное время определяют также по техническим нормативам на те или иные приемы вспомогательных работ при сборке. Времена обслуживания и отдыха принимают в процентном отношении от оперативного времени. Так, время на обслуживание рабочего места сборщика составляет примерно 2-3% от оперативного времени в зависимости от оборудования. Время перерывов на физические потребности назначается равным примерно 2% от оперативного времени. Подготовительно - заключительное время определяется также по нормативам в зависимости от сложности оснастки и приспособлений, применяемых для сборки изделий.

Вывод: Технически обоснованная норма времени на сборочные операции пересматривается только в случае модернизации существующего технологического процесса сборки, например, при замене ручного сборочного инструмента на механизированный и т.д.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое техническая норма времени?
2. Что такое технически-обоснованная норма времени?
3. Как определяется норма времени?
4. Что такое штучное время, и из каких составляющих оно состоит?
5. От чего зависит разряд работ?
6. Как определить норму времени методом хронометража?
7. Когда пересматриваются нормы времени, установленные методом хронометража?
8. Когда пересматриваются технически-обоснованные нормы времени?
9. Что такое штучно-калькуляционное время, и из каких составляющих оно состоит?
10. На какие действия расходуется подготовительно-заключительное время?
11. От чего зависит разряд работ?
12. Какое количество разрядов имеет квалификация работ и что такое тарифная сетка оплаты?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 534с.
3. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
4. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.- 496с.

Лекция № 13**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ. (2 ЧАСА).****План лекции:**

1. Проектирования технологических процессов механической обработки горного оборудования.
2. Технологическая документация процесса сборки.

Цель и задачи:

1. Изучение и приобретение навыков технолога для проектирования технологических процессов.
2. Экономия для производства.

Ключевые слова по теме лекции:

Рабочий чертёж; производственная программа; заготовка; материал; точность; припуск; вид производства; режим резания; режущий инструмент; приспособление; измерительный инструмент; операционная карта; маршрутная карта; эскизная карта.

1. Проектирования технологических процессов механической обработки горного оборудования.

Основой для проектирования технологических процессов механической обработки является подметальная производительная программа, составленная на основании общей производительной программы завода, рабочие чертежи машин и технические условия на их изготовление. Чертежи должны включать; рабочие чертежи деталей, выпускаемых машин; сборочные чертежи узлов и отдельных механизмов; чертежи общих видов машин. На рабочих чертежах, необходимых для проектирования технологических процессов обработки деталей на металлорежущих станках, должны быть указаны:

а) вид заготовки; б) материал и его марка; в) обрабатываемые поверхности; г) обозначение класса шероховатости поверхности после обработки; д) допуски на точность обработки; е) вид термической обработки.

На сборочных и общих видах должны быть указаны:

а) конструктивные зазоры; б) допуски размеры, определяющие взаимное расположение детали; в) особые требования, касающиеся сборки соединений и монтажа всей машины.

В спецификациях деталей по каждому изделию должны быть указаны:

а) наименование деталей; б) вес – чистый и черный; в) вид материала и его марка, химический состав и механические свойства; г) вид заготовки; д) количество деталей на одно изделие; е) для нормальных деталей номер ГОСТа описание конструкции изделий должно дать правильное и полное представление об их работе, назначениях и функциях отдельных частей и их взаимодействия.

Проектирование технологического процесса механической обработки деталей включает решение следующих основных вопросов.

1. установление вида производства и организационной формы выжигания технологического процесса;

2. определение величины партии деталей, запускаемых в производство одновременно, для серийного производства и определение величины такта выпуска деталей для поточного производства;
3. выбор вида заготовок и определение их размеров;
4. установление плана и методов механической обработки поверхностей деталей с указанием последовательности технологических процессов;
5. выбор типов и определение технических характеристик;
6. определение размеров обрабатываемых деталей;
7. определение режимов работы на выбранных станках по каждой операции;
8. определение нормы времени на обработке по каждой операции;
9. определение квалификации работы;
10. оценка технико-экономической эффективности спроектированного технологического процесса.

Для достижения наибольшей производительности следует принимать меры к увеличению эксплуатационных возможностей станков. К числу таких мероприятий относятся:

- 1) повышение числа оборотов шпинделей путем замены электродвигателей, применения натяжных устройств для ремней и т.д.;
- 2) повышение мощности и тяговой силы оборудования путем замены электродвигателей, применения натяжных устройств для ремней и т.д.;
- 3) увеличение прочности лимитирующих звеньев механизмов;
- 4) увеличение жесткости обрабатываемых деталей и надежности их крепления путем применения специальных зажимных устройств и приспособлений;
- 5) улучшение эксплуатационных свойств режущего инструмента, повышение его прочности и надежности крепления и т.д.

Выбор величин элементов резания и параметров инструмента для точения ведется в следующем порядке (таблица 5, 6, 7):

- 1) Выбирается глубина резания, устанавливаемая в зависимости от припуска на обработку и числа проходов.
- 2) Выбирается режущий инструмент – устанавливаются его тип, размер, материал и наиболее выгодная геометрия в зависимости от: а) вида обрабатываемой детали; б) характера обработки; в) материала режущей части инструмента; г) жесткости и виброустойчивости системы.
- 3) Определяются подачи в зависимости от: а) вида детали и характеристики ее обрабатываемых поверхностей (жесткости, прочности и виброустойчивости, состояния поверхностного слоя, микрогеометрии поверхности); б) режущего инструмента (прочности, жесткости, износоустойчивости и виброустойчивости); в) характеристики станка (прочности механизмов подач, скоростей, жесткости, виброустойчивости и кинематики).
- 4) Выбирается период стойкости режущего инструмента в зависимости от типа и размера инструмента, характеристики обрабатываемой детали и условий работы.
- 5) Определяются скорость резания и число оборотов шпинделя в зависимости от ранее выбранных факторов.

2. Технологическая документация процесса сборки

Регламент технологического процесса сборки оформляется в виде следующих документов (ГОСТ 3.1407-91):

- 1) маршрутная карта;
- 2) операционная карта;
- 3) схемы сборки;
- 4) карта эскиза собираемого узла;
- 5) график сборки;
- 6) ведомость сборочных комплектов;
- 7) ведомость оснастки;
- 8) карта контроля и регулировки.

В маршрутной карте содержатся сведения по последовательности технологического процесса сборки изделия и его отдельных узлов.

В операционной карте сборки указывается содержание работ по проведению операции сборки. Кроме того, в этих картах указываются следующие данные: а) наименование изделия; б) годовой выпуск изделий; в) число изделий в партии; г) разбивка всех работ по стадиям сборки; д) наименование операции, описание работ по переходам на каждой стадии сборки; е) состав сборочного комплекта на операцию- перечень деталей, узлов, крепежа, инструментов, приспособлений и т. д.) такт сборки и время выполнения каждой операции; з) норма времени на всех рабочих, выполняющих данную операцию; и) разряды квалификации работ; к) конструктивные зазоры и другие технические требования, которые должны быть выдержаны при выполнении операций сборки; л) эскизы, показывающие конструкцию собираемых узлов, их положение в сборочных приспособлениях, способы и место закрепления троса или цепей для подъема или переворота изделия и т. д.

Схема сборки в мелкосерийном производстве составляется общая на все изделия, а в серийных и массовых производствах - отдельно на каждый собираемый узел и общую сборку изделие. Схемы сборки сопровождаются картами эскизов конструкции собираемых узлов.

Графики сборки составляются в случае изготовления узлов сложных изделий в разных цехах для обеспечения четкой подачи этих узлов на общую сборку, например - в самолетостроении.

Ведомости сборочных комплектов и оснастки заполняются отдельно для организации работы службы снабжения и подготовки производства.

В карте контроля и регулировки указаны параметры качества изделия, которые необходимо получить после завершения сборочного процесса. В случае необходимости карта содержит перечень приемных испытаний, результаты которых должны подтвердить уровень качества готового изделия.

Принципы сборки и формы организации сборочных работ

Различают следующие принципы получения нужных видов соединений при сборке:

- а) по принципу индивидуальной пригонки;
- б) по принципу полной взаимозаменяемости;
- в) по принципу неполной взаимозаменяемости;

г) по принципу группового подбора (селективная сборка).

Индивидуальная подгонка применяется в единичном и мелкосерийном производстве. В этом случае одну из пары деталей подгоняют под другую для получения необходимого вида соединения методами ручной обработки и доводки-опиловкой напильником, пришабриванием, притиркой, шлифованием, раздвижной разверткой и т.д. На чертежах такие соединения сопровождаются надписью «подогнать по месту».

Сборка по принципу полной взаимозаменяемости применяется в крупносерийном и массовом производстве, а также при изготовлении стандартных деталей (крепеж, подшипники качения и т. д.). При этом детали в механических цехах обрабатывают в пределах жестких полей допусков, которые гарантируют получение необходимого вида соединения при сборке любых деталей из пары без подгонки или подбора. Принцип полной взаимозаменяемости удобен для сборки, но требует увеличенных затрат в механической обработке из-за жестких полей допусков.

При реализации принципа не полной взаимозаменяемости несколько увеличивают поля допусков на годные детали, что удешевляет механическую обработку. При этом, согласно закону нормального распределения, которому подчиняются такие случайные величины, как рассеивание фактических размеров, количество не собираемых между собой деталей из-за попадания их размеров в крайние пределы принятых допусков будет непропорционально увеличению поля допуска, а значительно меньше (форму кривой нормального распределения). В процессе сборки не собираемые детали откладываются в тару, а затем их собирают методом индивидуального подбора. Сборка по принципу полной взаимозаменяемости применяется в серийных видах производства.

Сборку с неполной взаимозаменяемостью можно производить путем жестких или подвижных компенсаторов, когда собираются несколько деталей в ряд, например - вал с зубчатыми колесами, проставными втулками, подшипниками и т. д. В этом случае на одном из концов сборочной единицы конструктивно оставляют зазор, больший по размеру наибольшей накопленной погрешности размеров деталей, измеряется фактический зазор, который восполняется набором колец-компенсаторов или подвижной крышкой.

Принцип группового подбора в сборке используется в тех случаях, когда необходимо обеспечить в достаточно большом количестве собираемых пар деталей очень жесткий допуск. Например, в плунжерной паре топливных насосов дизельных двигателей должен выдерживаться зазор в пределах 1,5-2мкм. Такую точность механической обработкой при реализации полной взаимозаменяемости обеспечить невозможно, поэтому поле допуска на этапе механической обработки увеличивают в несколько раз. Затем все детали измеряются и раскладываются по группам размеров, а пары деталей собирают из соответствующих групп, обеспечивая тем самым данный допуск сборочного соединения. Такая сборка называется также селективной.

По формам организации работ сборка подразделяется на два основных вида: стационарную (неподвижную) и подвижную.

Стационарная сборка характеризуется тем, что изделие собирается одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте, к которому подаются все детали и узлы.

Подвижная сборка отличается тем, что изделие собирается с перемещением по рабочим местам, где одним или несколькими рабочими осуществляются одни и те же операции; при этом на каждое рабочее место систематически поступают свои сборочные комплекты (узлы, детали), необходимые для выполнения закрепленных операций сборки.

Стационарная сборка применяется в единичном и серийных видах производства, а для отдельных сборочных единиц - в массовом производстве. Подвижная сборка применяется в серийном и массовом производствах. Стационарная сборка изделий может осуществляться тремя методами: концентрацией операций, частичной и полной дифференциацией. Метод концентрации заключается в том, что сборка изделия выполняется одним или несколькими рабочими от начальника внутри бригады. Такой метод сборки применим в условиях индивидуального производства, т. к. характеризуется высокой квалификацией сборщиков, большим объемом подгоночных работ, длительным временем сборки с низкой производительностью и высокой стоимостью.

При частичной дифференциации операций сборки внутри бригады сборщиков имеется специализация (слесари, электрики, регулировщики). Кроме того, отдельные узлы и механизмы собираются вне стенда общей сборки другими сборщиками, что сокращает время, затрачиваемое на сборку. Такой метод применяется в серийном производстве.

Полная дифференциация заключается в том, что процесс сборки разбивается на отдельные операции, каждая из которых выполняется одним или несколькими рабочими, последовательно переходящими от одного сборочного стенда к другому. При синхронизации времени выполнения каждой операции с соблюдением такта сборки возможна организации поточной неподвижной сборки - например, сборка самолетов.

Стационарную сборку изделий, в зависимости от их габаритов и конструкции, можно проводить: а) непосредственно на полу (сборочная площадка); б) на специальных сборочных стендах; в) на фундаментах; г) на сборочных станках; д) на столах или верстаках. Около рабочих мест неподвижной сборки устанавливают вертикально- и радиально-сверлильные станки для сверления и нарезания резьбы, обработки отверстий под подшипники, а также прессы для выполнения неподвижных соединений деталей.

Подвижная форма организации сборочных работ применяется только при полной дифференциации операций на транспортных устройствах различного вида: а) рольгангах; б) рельсовых и безрельсовых тележках с ручным перемещением; в) на соединенных между собой рельсовых тележках, образующих тележечный конвейер с приводом от электродвигателя; г) на конвейерах различного типа - ленточных, пластинчатых, цепных, подвесных, напольных, подпольных, разомкнутых, круговых; д) на специальных конвейерах, изготовленных для сборки одного изделия; е) на рельсовых путях; ж) на подвесных однорельсовых путях; з) на карусельных столах; и) на роторных конвейерах (с вращением собираемого изделия).

Движение транспортных средств при подвижной сборке может быть двух типов - непрерывным и периодическим. При непрерывном движении конвейера рабочие выполняют операции сборки, когда изделие проходит зону рабочего места.

При этом скорость движения конвейера должна соответствовать времени, необходимому рабочим для выполнения своих операций.

При периодическом движении конвейера последний выполняет только функцию транспортирования, а операции сборки выполняются рабочими при остановке конвейера. В этом случае продолжительность остановки должна соответствовать времени выполнения операции. Вид движения конвейера-непрерывное или периодическое- принимается в зависимости от размера производственной программы, такта выпуска, характера собираемых изделий, трудоемкости и сложности сборочных операций и других технологических факторов.

Сборочный процесс при поточной сборке расчленяется на простейшие операции, равные или кратные такту по времени их выполнения. Достигнуть синхронизации времени сборочных операций можно такими технологическими и организационными приемами:

- 1) увеличение количества рабочих на данной операции;
- 2) применение специальных приспособлений и инструментов;
- 3) предварительное соединение деталей в сборочные единицы;
- 4) объединение (укрупнение) или расчленение (разукрупнение) операций;
- 5) организация работы на параллельных рабочих местах линии сборочного потока.

Таблица 5. Последовательность обработки отверстий в сплошном материале заготовок корпусных деталей

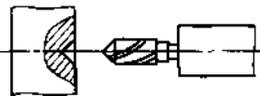
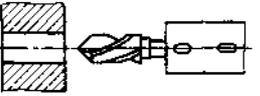
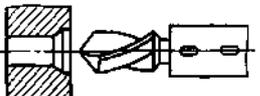
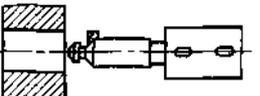
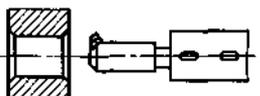
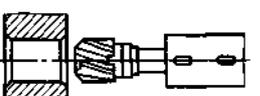
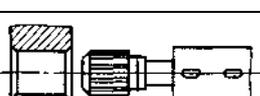
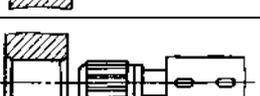
Номер перехода	Эскиз	Наименование перехода
1.		Центровка
2.		Предварительное сверление
3.		Рассверливание
4.		Предварительное растачивание
5.		Снятие фасок
6.		Зенкерование
7.		Предварительное развертывание
8.		Чистовое развертывание

Таблица 6. Последовательность обработки отверстий, имеющих в заготовке

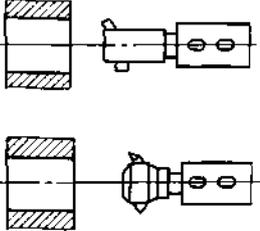
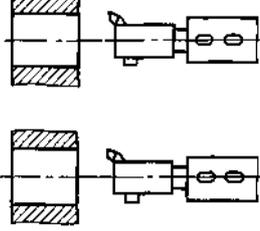
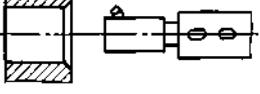
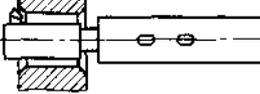
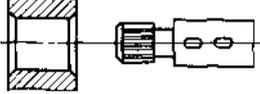
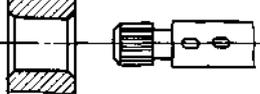
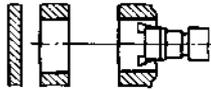
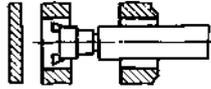
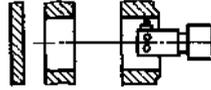
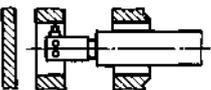
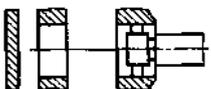
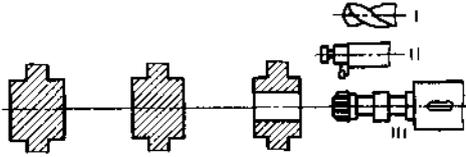
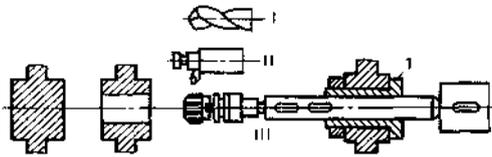
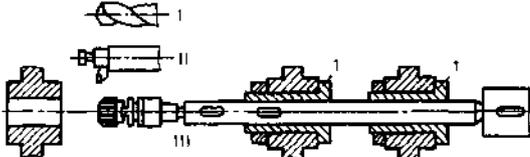
Номер перехода	Эскиз	Наименование и содержание перехода
1.		<p>Первое черновое растачивание односторонним резцом (выправление обрабатываемой поверхности)</p> <p>Второе черновое растачивание (снятие основной части припуска)</p>
2.		<p>Чистовое растачивание: первый проход</p> <p>второй проход</p>
3.		<p>Снятие фаски с лицевой стороны</p>
4.		<p>Снятие фаски с обратной стороны</p>
5.		<p>Предварительное развертывание</p>
6.		<p>Чистовое окончательное развертывание</p>

Таблица 7. Последовательность обработки отверстий на одной оси

Номер перехода	Эскиз	Наименование и содержание перехода
1.	<p>Обработка двух отверстий</p> 	Черновое растачивание отверстия в ближней стенке детали
2.		То же, в дальней стенке детали
3.		Чистовое растачивание отверстия в ближней стенке детали
4.		То же, в дальней стенке детали
5.		Чистовое развертывание отверстия в ближней стенке детали
6.		То же, в дальней стенке детали
7.	<p>Обработка нескольких отверстий</p> 	Сверление (I), растачивание (II) и развертывание (III) отверстия в первой стенке
8.		Установка направляющей втулки (1) в первом отверстии. Сверление (I) растачивание (II), развертывание (III) отверстия во второй стенке
9.		Установка направляющей втулки (1) во втором отверстии. Сверление (I), растачивание (II), развертывание (III) отверстия в третьей стенке

Вывод: Порядок составления маршрута обработки может видоизменяться в зависимости от конкретных условий, но общий принцип проектирования, требующий обеспечения заданного качества изготовления при минимуме удельных затрат на изготовление детали, остается неизменным.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие исходные данные для проектирования технологического процесса механической обработки детали?
2. Какие данные нужно определить из рабочего чертежа детали?
3. Какими принципами нужно руководствоваться при проектировании технологических процессов механической обработки?
4. Как составляется план механической обработки?
5. Когда обрабатываются поверхности – технологические установочные базы?
6. Сколько раз можно использовать черновые установочные базы для базирования заготовки?
7. Как производится выбор оборудования, приспособления, режущего и измерительного инструмента?
8. По каким параметрам детали выбирают модель станка для ее обработки?
9. В какой последовательности производится расчёт режимов резания?
10. Какие формы технологической документации заполняются при оформлении технологического процесса механической обработки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 448с.
2. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 272с.
3. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
4. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
5. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.

Лекция № 14

КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Назначение корпусных деталей.
2. Обработка корпусных деталей.
3. Metalлоконструкции.

Цель и задачи:

1. Научиться характеризовать и обрабатывать корпусные детали.
2. Изучение корпусных деталей и металлоконструкций.

Ключевые слова по теме лекции:

Заготовка, литье, качество, редуктор, экскаватор, механизм, технологический маршрут, отверстие, наружная поверхность, сверление, растачивание, резец, шаблон, прокаты.

1. Назначение корпусных деталей.

В горных машинах корпусные детали и металлоконструкции наиболее сложные и трудоемкие в изготовлении. Поскольку они являются базовыми и несущими элементами машин, испытывают значительные знакопеременные нагрузки, к точности их изготовления предъявляют высокие требования.

К корпусным деталям горных машин относятся корпуса редукторов, гидравлических механизмов подачи и насосных станций, гидрораспределителей и др.

В зависимости от размеров корпусных деталей заготовки для их изготовления получают литьем в песчаные формы (стальные заготовки), сваркой, комбинированным методом - сваркой и литьем (сварно-литые заготовки), ковкой. Литые заготовки используют для корпусов средних размеров и сравнительно простой геометрической формы, например корпусов редукторов привода забойных конвейеров. Сварные и комбинированные заготовки используют для корпусных деталей больших размеров и сложной геометрической формы.

Корпуса небольших размеров (гидрораспределителей, клапанных коробок) изготавливают из поковок.

Для корпусных деталей в горном машиностроении в основном применяют стали, реже чугун и совсем редко цветные сплавы (корпуса гидромурфт, отбойных молотков, пневмораспределителей и др.). Наибольшую трудоемкость в изготовлении имеют корпуса редукторов. Например, технологический процесс изготовления корпуса редуктора режущей части комбайна 2ГШ68 состоит из 120 операций.

Качество изготовления корпусных деталей во многом зависит от качества заготовки. При конструировании литого корпуса или его части следует обеспечить направленное затверждение металла от нижних частей детали к верхним, которые должны питаться металлом из прибылей, в противном случае в отливке могут образоваться усадочные раковины.

У корпусных деталей различают опорные и привалочные плоскости. Опорными плоскостями корпус редуктора стыкуется с фундаментной плитой, например, редуктора шахтной подъемной машины или с поворотной рамой

карьерного экскаватора. Привалочными плоскостями корпуса стыкуются с другими сборочными единицами. Например, у корпуса редуктора режущей части очистных комбайнов 2К52МУ, КШ1КГУ и др. несколько привалочных плоскостей, по которым он стыкуется с электродвигателем, механизмом подачи комбайна, редукторами шнеков комбайна. Опорные плоскости имеют шероховатость $R_z=80-20$ мкм, привалочные плоскости, основные и крепежные отверстия имеют шероховатость $R_z=20$ мкм - $R_a=2,5$ мкм. Точность диаметральных размеров основных отверстий, которые служат опорами для валов, находится в пределах 7—9 квалитетов точности. Межосевые расстояния основных отверстий имеют допуски, обеспечивающие работу зубчатых и червячных передач 8-й степени точности.

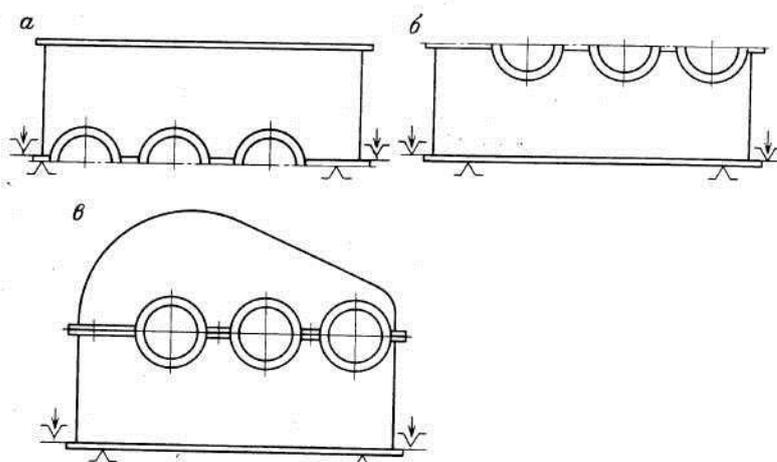


Рис. 21. Схемы базирования заготовок корпусных деталей при обработке по черновой (а) и чистовым (б, в) технологическим базам

Допускается непараллельность осей основных отверстий от 0,02 до 0,07 мм на 100 мм длины, неперпендикулярность торцовых поверхностей к осям отверстий - 0,02-0,05 мм на 100 мм радиуса, допустимое отклонение от прямолинейности привалочных поверхностей 0,02-0,1 мм на 1 м длины.

Проектируя технологический маршрут обработки заготовок для корпусных деталей, особое внимание следует обращать на выбор черновой базы, а также соблюдать правило единства и постоянства баз. Необходимо стремиться, к тому, чтобы обработка всех основных отверстий корпуса и привалочных поверхностей проводилась с одной установки. На рис. 21 показаны схемы базирования корпуса редуктора привода шахтной лебедки. При базировании по схеме а обрабатывают поверхности корпуса, которые в дальнейшем являются чистовой базой, при базировании по схеме б ведутся обработка поверхности разъема, привалочной поверхности, растачивание основных отверстий корпуса.

В тех случаях, когда поверхности корпуса нельзя использовать для базирования, заготовку устанавливают в приспособление (для корпусов небольших размеров) и всю последующую обработку корпуса стараются вести при одной установке приспособления.

Изготовление корпусных деталей горных машин начинают с разметки заготовок, которую выполняют в следующей последовательности. Сначала наносят основные центровые риски. Затем от центровых рисков наносят все остальные горизонтальные и вертикальные риски, определяющие контуры детали, проводят окружности отверстий. Если заготовка имеет отверстия и центровые риски отверстий

нельзя установить, то за исходные поверхности при разметке принимают те, которые остаются необработанными.

Если у корпусной детали имеются стенки, толщину которых необходимо выдержать, то разметку начинают с учетом этого условия. У заготовок корпусных деталей, имеющих наружные и внутренние необработанные поверхности, при разметке за исходные принимают наружные поверхности. Ввиду сложности корпусных деталей горных машин в процессе обработки приходится разметку делать несколько раз. Поэтому при повторной разметке, как только у заготовки появилась начисто обработанная поверхность, дальнейшую разметку ведут от этой поверхности. При разметке необходимо соблюдать принцип единства баз, т. е. разметку нужно вести от одной поверхности. Приняв за исходную какую-то поверхность, наносят основную центровую риску и уже от нее откладывают все остальные размеры. При разметке наносят все осевые линии, проверяют наличие припуска на обрабатываемых поверхностях. Поскольку заготовки сложных корпусных деталей в процессе разметки приходится переустанавливать по несколько раз, важно, чтобы разметка производилась от одних и тех же поверхностей.

Разметку заготовок корпусных деталей проводят на специальных разметочных плитах.

2. Обработка корпусных деталей.

После разметки заготовку устанавливают на станке, выверяют и закрепляют. Выверка заготовок корпусных деталей может производиться по разметочным рискам, по плоскости, по индикатору с державкой и оправкой, с помощью индикаторного центроискателя с шаблоном-линейкой и т. д. Вид обработки заготовки определяют типом обрабатываемой поверхности. Наружные плоскости строгают на продольно-строгальных станках, фрезеруют на консольно-фрезерных, продольно-фрезерных станках и карусельно-фрезерных станках, у заготовок небольших размеров наружные поверхности могут обтачиваться.

Выбор метода обработки наружных поверхностей заготовок корпусных деталей, типа станка, вида режущего инструмента зависит от размеров и сложности заготовки, типа производства.

После обработки наружных поверхностей проводят контроль полученных размеров и последующую слесарную обработку. На последней удаляют заусенцы, притупляют острые кромки. Далее заготовка передается на расточную операцию.

Операция растачивания основных отверстий корпуса очень ответственная, так как от ее выполнения зависит взаимная параллельность и перпендикулярность валов редуктора. На сложность обработки влияет и форма отверстия. Перед растачиванием корпус соединяют с крышкой, корпус в сборе базируют по чистой базе (рис. 21, в).

Обработка основных отверстий делится на черновую, чистовую и отделочную. При черновой обработке стараются удалить основной слой снимаемого материала, не потеряв ось отверстия за счет упругих деформаций системы СПИД; при черновой обработке допускается некоторая погрешность формы отверстия. Поэтому для черновой обработки применяют высокопроизводительный режущий инструмент высокой жесткости. При чистовой обработке важно обеспечить точность и прямолинейность положения оси отверстия, требуемую шероховатость обработанной поверхности. На чистовых режимах применяют режущий инструмент

большой стойкости и достаточно точное и жесткое оборудование или то же оборудование, на котором проводили черновую обработку, но на других режимах (меньший припуск, большая скорость резания). Иногда вводят получистовую обработку - промежуточную между черновой и чистовой. Отделочную обработку применяют для получения отверстий высокой точности и чистоты.

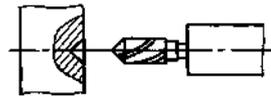
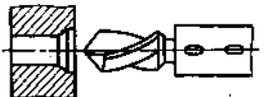
Для обработки отверстий в зависимости от их вида, размеров применяют расточные резцы, фрезы, сверла, зенкеры, развертки, расточные головки, расточные пластины. Размерно-чистовую обработку отверстий можно выполнять с помощью способов ППД, используя шариковые и роликовые раскатки. Вид и размеры отверстия накладывают свои особенности и на последовательность их обработки. В табл. 8 приведена последовательность переходов при обработке отверстий в сплошном материале; в табл. 9 - обработка отверстий, имеющих в заготовке; в табл. 10 - консольная обработка двух отверстий, лежащих на одной оси.

Перед началом обработки отверстий в сплошном материале на основании разметки наносят центровые отверстия во избежание увода сверла и после этого приступают к сверлению и последующей обработке.

Для сверления и рассверливания используют сверла спиральные с цилиндрическим хвостиком (диаметром $d=0,25-0,3$ мм и длиной $l<245$ мм) или спиральные с коническим хвостиком ($d=6-80$ мм, $l<285$); с пластинками твердого сплава сплошные или с внутренним отверстием для подвода охлаждающей жидкости, что важно при сверлении глубоких отверстий ($d=5-40$ мм, $l=385$ мм); насадные ($d=30-75$ мм) или шпиндельные ($d=30-135$ мм, $l=30-135$ мм) с внутренним подводом охлаждающей жидкости; лопаточные (пушечные) для глубокого сверления ($d=2-30$ мм), а также кольцевые головки ($d=60-100$ мм) для кольцевого сверления, оснащенные тремя - шестью ножами с твердосплавными режущими пластинами.

Для повышения точности и исправления геометрии отверстия, улучшения чистоты обрабатываемой поверхности служат зенкеры. Для небольших отверстий применяют зенкеры с коническим

Таблица 8. Последовательность обработки отверстий в сплошном материале заготовок корпусных деталей хвостиком; для отверстий большого диаметра - зенкеры насадные цельные или со вставными ножами.

Номер	Эскиз	Наименование перехода
1		Центровка
2		Предварительное сверление
3		Рассверливание

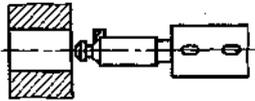
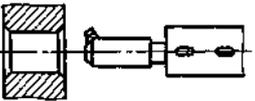
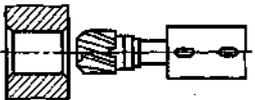
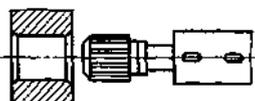
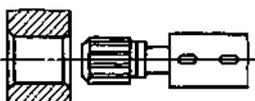
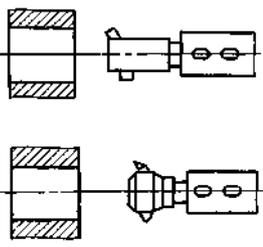
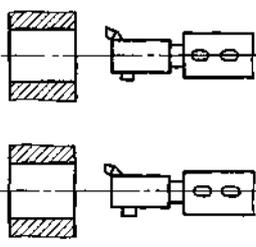
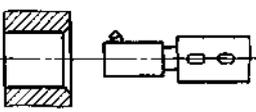
4		Предварительное растачивание
5		Снятие фасок
6		Зенкерование
7		Предварительное развертывание
8		Чистовое развертывание

Таблица 9. Последовательность обработки отверстий, имеющих в заготовке

Номер перехода	Эскиз	Наименование и содержание перехода
1		Первое черновое растачивание односторонним резцом (выправление обрабатываемой поверхности) Второе черновое растачивание (снятие основной части припуска)
2		Чистовое растачивание: первый проход второй проход
3		Снятие фаски с лицевой стороны

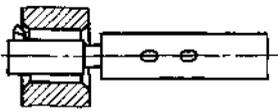
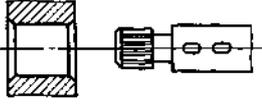
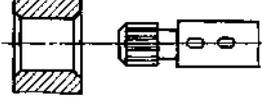
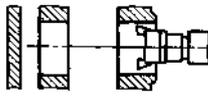
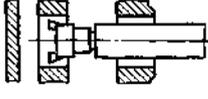
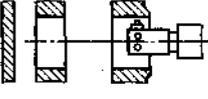
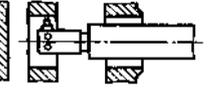
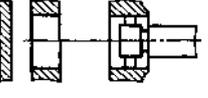
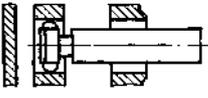
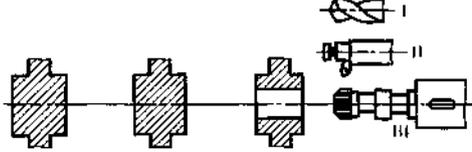
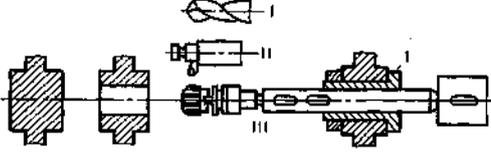
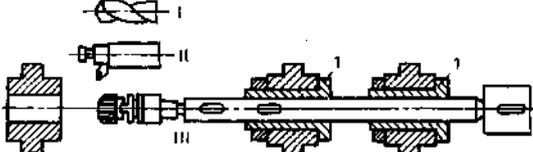
4		Снятие фаски с обратной стороны
5		Предварительное развертывание
6		Чистовое окончательное развертывание

Таблица 10. Последовательность обработки отверстий на одной оси

Номер перехода	Эскиз	Наименование и содержание перехода
1	Обработка двух отверстий 	Черновое растачивание отверстия в ближней стенке детали
2		То же, в дальней стенке детали
3		Чистовое растачивание отверстия в ближней стенке детали
4		То же, в дальней стенке детали
5		Чистовое развертывание отверстия в ближней стенке детали
6		То же, в дальней стенке детали

7	<p style="text-align: center;">Обработка нескольких отверстий</p> 	<p style="text-align: center;">Сверление (I), расточивание (II) и развертывание (III) отверстия в первой стенке</p>
8		<p style="text-align: center;">Установка направляю- щей втулки (I) в первом отверстии. Сверление (I), расточивание (II), развертывание (III) отверстия во второй стенке</p>
9		<p style="text-align: center;">Установка направляю- щей втулки (I) во второй стенке. Сверление (I), расточивание (II), развертывание (III) отверстия в третьей стенке</p>

Развертки, используемые для изготовления точных отверстий с высокой чистотой поверхности, могут быть ручными и машинными. Последние часто оснащают пластинками твердого сплава; если диаметр развертываемого отверстия более 50 мм, то для достижения заданных точности и шероховатости отверстия используют развертки сборной конструкции, оснащенные пластинками твердого сплава.

Растачивание уже имеющихся в заготовке одного отверстия (см. табл. 9) или нескольких отверстий (см. табл. 10) можно проводить с помощью коротких (рис. 22, а) или удлиненных расточных оправок на один или два резца. Короткие концевые оправки применяют при расточке отверстий, диаметр которых больше диаметра шпинделя станка; удлиненные концевые оправки применяют при обработке отверстий, диаметр которых меньше диаметра шпинделя станка. Длина удлиненных концевых оправок может достигать до 1000 мм. Кроме концевых оправок для расточки отверстий применяются борштанги (рис. 22, в), длина которых может достигать до 4000 мм. Коническим хвостиком борштангу закрепляют в шпинделе станка, а цилиндрическую часть — во втулке люнета задней стойки. По всей длине борштанги имеются отверстия для установки и закрепления резцов. Растачивание отверстий можно производить с помощью расточных головок и патронов. На рис. 22, г приведены концевые двухрезцовые расточные головки для диаметра отверстия

85-300 мм; на рис. 22, д приведены разъемные расточные блоки и насадные головки (рис. 22, в). Разъемные расточные блоки применяют для обработки отверстий диаметром 145-400 мм в корпусных деталях и базовых металлоконструкциях. Отверстия диаметром 400-850 мм можно растачивать двухрезцовыми расточными головками. Диаметр растачивания регулируется за счет сменных колодок, которые крепятся винтами к корпусу блока.

В качестве рабочего инструмента используют расточные патроны, в которых за счет дополнительных насадок диаметр расточки можно увеличивать с 80 до 200 мм.

При растачивании нескольких отверстий, лежащих в одной оси, используют направляющие втулки, которые повышают жесткость оправки и препятствуют ее уводу.

Установку резцов на оправках и борштангах проводят с помощью шаблонов, специальных штангенциркулей или индикаторных приборов. Кольцевые шаблоны (рис. 23, а) применяют для установки вылета резца в консольных оправках, если противоположная от режущей кромки резца сторона оправки не имеет срезов или лысок. Диаметр отверстия шаблона

$$D_{Ш}=(d_{отв}+d_0)/2,$$

где $D_{отв}$ - диаметр растачиваемого отверстия, мм;

d_0 - диаметр цилиндрической части оправки в сечении по режущей кромке резца, мм.

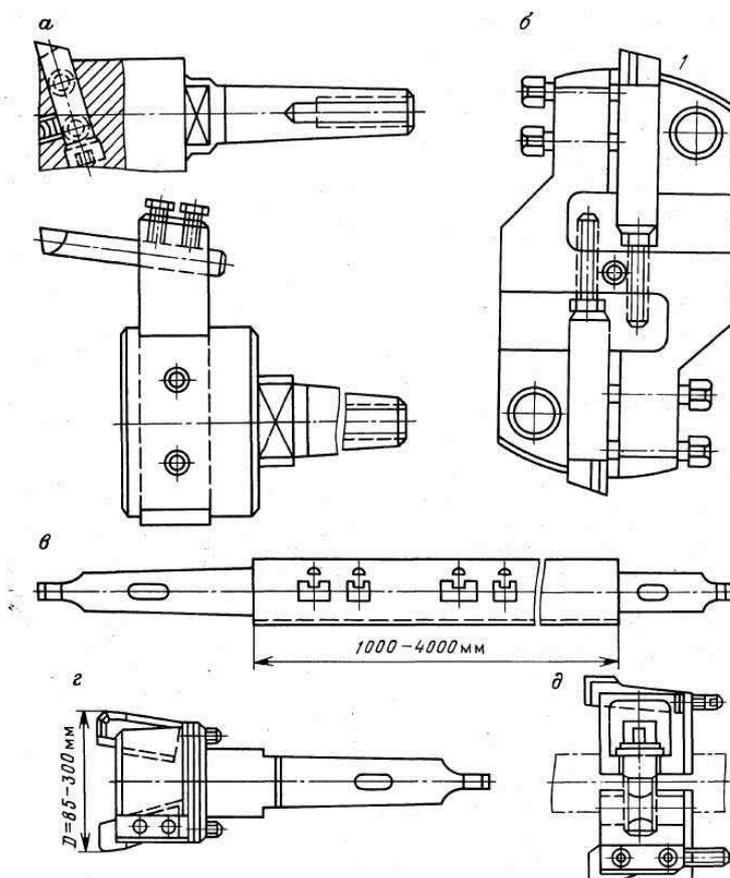


Рис. 22. Инструмент, применяемый для растачивания отверстий: а - расточные оправки для отверстий среднего диаметра; б - расточная оправка для отверстий большого диаметра; в - борштанга; г - концевая двухрезцовая расточная головка; д - разъемный расточной блок

В качестве шаблонов используют шаблон-полукольцо (рис. 23, б) или предельный шаблон (рис. 23, в). При использовании шаблона-полукольца вылет резца

$$H=(d_{омв}-d_o)/2$$

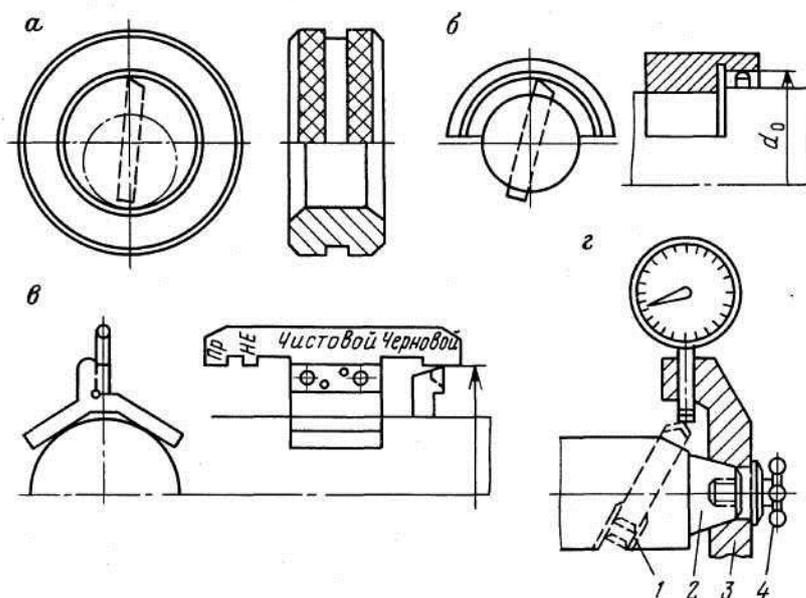


Рис. 23. Способы установки резцов на оправках и борштангах: а - кольцевой шаблон; б - шаблон-полукольцо; в - предельный шаблон; г - индикаторный прибор (1 - регулировочный винт; 2 - корпус оправки; 3 - индикаторный прибор; 4 - винт)

Когда применяют предельный шаблон, то его используют для установки резца при черновой и чистовой расточках. Опорная часть шаблона изготовлена в виде призмы, с помощью которой его устанавливают на оправке. На одной стороне шаблона мерительная часть предназначена для установки резца при черновой расточке, на другой - для чистовой расточки. Перепад между проходной и непроходной мерительными плоскостями соответствует половине допуска на изготовление отверстия. Индикаторные приборы (рис. 23, г) применяют в тех случаях, когда на расточных оправках имеется специальный конус.

Растачивание основных отверстий заготовок корпусных деталей производят на горизонтально-расточных станках или на координатно-расточных станках. При выборе типа горизонтально-расточного станка необходимо учитывать диаметр растачиваемого отверстия и глубину расточки, габариты и массу заготовки. Координатно-расточные станки применяют для окончательной обработки точно расположенных отверстий. Современные координатно-расточные станки позволяют обеспечивать точность расстояний между отверстиями до 0,005 мм на 1 м длины между ними, отклонения на конусность и овальность находятся в пределах 0,001—0,002 мм, точность пересечения отверстий в пределах 0,002-0,003 мм.

Обработка крепежных и прочих отверстий в заготовках, корпусных деталей может проводится по разметке или с помощью кондукторов коробчатого типа или накладных кондукторов. В единичном и мелкосерийном производствах обработку проводят на вертикально-сверлильных станках (масса заготовки до 30 кг) или радиально-сверлильных станках (масса заготовки свыше 30 кг), в крупносерийном и

массовом производствах — на многошпиндельных агрегатных станках. В условиях автоматизированного производства, оснащенного многооперационными станками, технологический процесс изготовления корпусных деталей имеет свои особенности. Изготовленные корпусные детали проходят проверку на точность. С помощью угольников, уровня, индикаторов вначале проверяют параллельность, перпендикулярность и угол наклона наружных поверхностей корпуса. После этого проверяют соосность отверстий корпуса, параллельность оси отверстия базовой плоскости, расстояние от оси отверстия до плоскости, неперпендикулярность торцевой плоскости к оси отверстия, положение осей отверстия в одной плоскости, межосевое расстояние и параллельность осей, неперпендикулярность осей отверстий. На рис. 24 приведены схемы проверки параметров основных отверстий корпусных деталей.

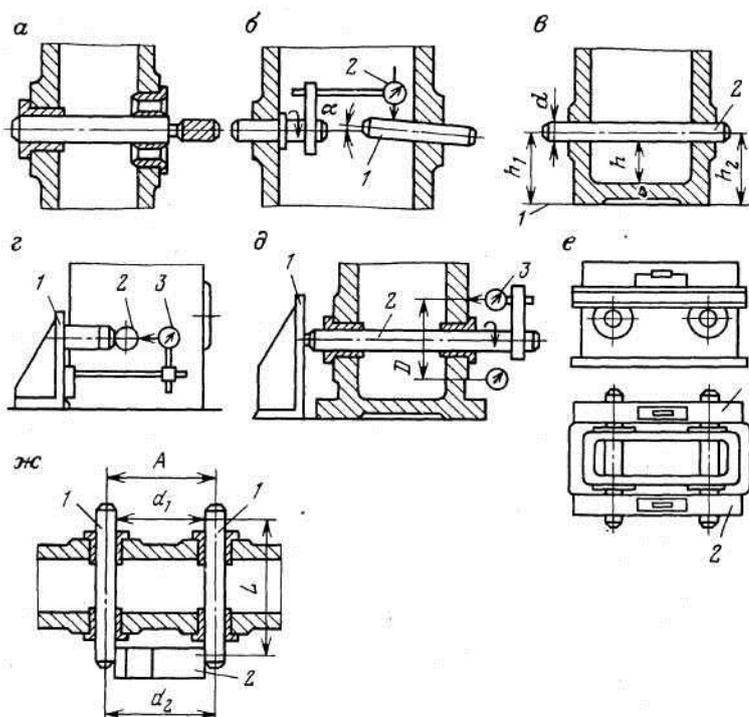


Рис. 24. Схемы проверки параметров основных отверстий корпусных деталей: а - по контрольному валлику; б - по контрольному валлику (1) и индикатору (2); в - по поверочной плите (1) и контрольному валлику (2); д - диаметр валика; h , h_1 , h_2 - расстояния от поверхности плиты до контрольного валика; г - по угольнику (1), контрольному валлику (2), индикатору (3); д - по угольнику (1), контрольному валлику (2), индикатору (3), D - контролируемый размер; е - по уровню (1, 2); ж - по контрольным валликам (1) и плоскопараллельным плиткам (2); A - межцентровое расстояние, d_1 и d_2 - контролируемые размеры.

3. Металлоконструкции

В зависимости от типа изготавливаемых горных машин их металлоконструкции имеют различные массу и сложность. Металлоконструкции горношахтного оборудования (забойные и ленточные конвейеры, секции механизированных деталей) сравнительно просты. В то же время металлоконструкции карьерного горного оборудования (карьерные механические лопаты, драглайны, роторные экскаваторы, отвальные мосты) весьма сложные, отличаются большими габаритами и массой. Например, опорная рама шагающего экскаватора ЭШ-15/90А имеет

диаметр 14 м, высоту 1,1 м и массу 154,2 т; поворотная платформа этого экскаватора имеет размеры (длина×ширина×высота) 25,5×11,6×1,89 м и массу 216 т.

Металлоконструкции горных машин, как правило, состоят из отдельных простых элементов, которые в зависимости от типа машины или механизма получают из листового проката, литьем, ковкой или штамповкой. Например, поворотная платформа шагающего экскаватора ЭШ-15/90А состоит примерно из 1011 наименований деталей, при общем количестве деталей порядка 2400 шт. Металлоконструкции горных машин в основном изготавливают с помощью электродуговой сварки.

Клепанные металлоконструкции применяют на шагающих экскаваторах при сборке опорной рамы на месте монтажа экскаватора.

Поскольку металлоконструкции горных машин состоят из простых элементов, при конструировании их целесообразно унифицировать, чтобы при изготовлении организовать поточное производство или специализированные участки. Например, в ПО «Уралмашзавод» разработана укрупненная классификация деталей, которые изготавливаются в блоке цехов сварных машиностроительных конструкций (БЦСМК) завода. Детали и заготовки сгруппированы по способу получения заготовки - из листового проката, фасонного проката и труб, литых кованных заготовок. В пределах каждой группы созданы подгруппы в зависимости от сечения и размеров: детали из листового проката разбиты по толщине (до 6 мм; 6-12 мм; 12-24 мм; свыше 25 мм); детали из фасонного проката разбиты с учетом исходной формы (уголковый прокат, швеллеры, двутавры, рельсы, трубы); детали из листового и фасонного проката дополнительно сгруппированы с учетом внешнего контура (плоские, гнутые, цилиндрические, с прямолинейными сторонами, с криволинейными сторонами и т. д.). Данная классификация была положена в основу создания предметно-замкнутых участков с законченным циклом изготовления деталей. Для каждой группы по представителю деталей разработаны маршрутно-технологические карты и подобраны средства технологического оснащения. Изготовленные в данном цехе детали поступают на сборку металлоконструкций.

Для производства крупных металлоконструкций характерны следующие особенности:

металлоконструкции изготавливают по отдельным секциям;

перед обработкой проводят контрольную сборку металлоконструкции, при которой делают выверку отдельных частей и их разметку под механическую обработку;

после контрольной сборки проводят механическую обработку отдельных секций металлоконструкций;

при механической обработке металлоконструкций могут использовать переносные станки, например радиально-сверлильные для сверления отверстий под крепежные элементы;

окончательную сборку металлоконструкции проводят на месте - монтажа машины.

Вывод: В тех случаях, когда обработку заготовок корпусных деталей производили на многооперационных станках или на ГПС, точность изготовления корпусных деталей можно проверить на измерительных машинах.

Для повышения долговечности сварных металлоконструкций целесообразно все ответственные сварные швы упрочнять чеканкой роликом или металлической щеткой.

Вопросы для самоконтроля:

1. Виды получения корпусных деталей?
2. Какие плоскости корпусных деталей знаете?
3. С чего начинают проектирование корпусных деталей?
4. Обработка корпусных деталей?
5. Какие приборы используют для проверки изготовленных корпусных деталей?
6. Строение металлоконструкций?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –456 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 221 с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 401 с.
4. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 178 с.

Лекция № 15

ВАЛЫ, ГИДРОЦИЛИНДРЫ И ШТОКИ. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Назначение валов в машинах.
2. Методы обработки и получения валов.
3. Гидроцилиндры и штоки в горных машинах.

Цель и задачи:

1. Ознакомление студентов с видами валов.
2. Изучение обработки валов на металлорежущих станках.

Ключевые слова по теме лекции:

Комбайны, термическая обработка, роторные и карьерные экскаваторы, шлицы, фрезерование, шпоночные пазы, резьба, серийное производство, технологический процесс, гидроцилиндры, плунжеры.

1. Назначение валов в машинах.

Валы горных машин являются ответственными деталями, передающими большие крутящие моменты. Они, как правило, ступенчатые, со шпоночными пазами, шлицами, наружной резьбой и резьбовыми отверстиями. Некоторые валы, например выходной вал редуктора шнека очистных комбайнов, имеют сквозные отверстия для подачи воды на орошение забоя. Валы с нарезкой зубьев относят к подгруппе валов-шестерен. Валы горных машин изготавливают из качественных конструкционных сталей - среднеуглеродистых или низколегированных. Все ответственные валы горных машин подвергают термической обработке. В зависимости от типа горных машин размеры и масса валов, изменяются в широких пределах: по диаметру - от 80 до 800 мм, по длине - от 800 до 9000 мм, по массе — от 100 до 25 000 кг. Крупногабаритные валы находят применение на стационарном шахтном оборудовании (шахтные подъемные установки, шахтные вентиляторные установки главного проветривания) и на карьерном горном оборудовании (карьерные и роторные экскаваторы). К валам горных машин предъявляют высокие требования по точности и шероховатости: диаметры посадочных шеек выдерживают по 6-8 квалитетам точности; овальность и конусность шеек не превышает 0,2-0,5 допуска на их диаметр; биение посадочных шеек относительно базирующих не должно превышать 10-40 мкм; непараллельность шпоночных пазов или шлицев не должна быть более 0,1 мкм на 1 мм длины; допустимая искривленность оси 0,03-0,05 мм на 1 м длины; шероховатость поверхности посадочных шеек $R_a=2,5-0,63$ мкм, а торцов и выступов вала от $R_z=20$ мкм до $R_a=2,5$ мкм.

Валы горных машин изготавливают в условиях единичного или серийного, реже, крупносерийного производств. Способ получения заготовок для валов зависит от типа производства и размеров вала. Крупногабаритные валы (диаметром более 500 мм, длиной более 5000 мм) получают из слитков свободной ковкой на прессах, валы меньших размеров - из проката, свободной ковкой на прессах или молотах, ковкой в подкладных штампах, горячей штамповкой.

Припуски и допуски черновых размеров заготовок выбирают: для поковок, полученных свободной ковкой на прессах, по ГОСТ 7062-79; для поковок, полученных свободной ковкой на молотах, и для горячих штамповок.

Поковки валов перед механической обработкой целесообразно подвергать термической обработке.

В условиях крупносерийного и массового производств заготовки ступенчатых валов штампуют на молотах и прессах; изготавливают на ротационно-ковочных или горизонтально-ковочных машинах, применяют поперечно-винтовую прокатку.

Метод получения заготовок выбирают по себестоимости, учитывая затраты на получение заготовки по сопоставимым вариантам и на черновую механическую обработку. Ступенчатые валы с небольшой разницей диаметра ступеней делают из прутков горячекатаного проката.

Для уменьшения кривизны поковок и проката заготовки перед механической обработкой подвергают правке, что позволяет снизить кривизну до 0,5 мм на 1 м длины. Для заготовок, полученных ковкой, несоосность шеек заготовок ступенчатых валов не должна превышать 1/4 поля допуска на диаметр большой шейки. При изготовлении валов в качестве черновых баз принимают необработанные наружные поверхности, в качестве чистовых - вспомогательные технологические базы. Это преимущественно центровые гнезда, центровые фаски. Используют в качестве вспомогательных и дополнительных технологических баз специально проточенные пазы под люнеты. В тех случаях, когда выполняют фрезерные, шпоночно-фрезерные, сверлильные операции, вал устанавливают на призмы. В качестве чистовых баз используют опорные поверхности вала под подшипники или шейки под насаживаемые на вал зубчатые колеса, шкивы, муфты.

2. Методы обработки и получения валов.

Последовательность операций изготовления валов зависит от их формы и размеров, материала, размера партии, но примерно она такова: заготовительная, разметочная, отрезная и центровальная или фрезерно-центровальная, предварительная токарная, термическая (нормализация или улучшение), черновая токарная, чистовая токарная, зубофрезерная или шлицефрезерная, фрезерование шпоночных пазов, сверление, фрезерование лысок, скосов и т.д., нарезание резьбы, термическая (химико-термическая обработка или закалка ТВЧ), шлифовальная, упрочняющая. Контрольные операции назначают в зависимости от способа получения заданной точности.

Технологический маршрут изготовления шлицевых валов определяют способом центрирования втулки по шлицевому валу: по внутреннему диаметру вала, наружному диаметру вала, боковым поверхностям шлицев, боковым сторонам эвольвентных выступов или вспомогательным цилиндрическим поверхностям. Для повышения точности шлицевых соединений центрирующие поверхности имеют более высокую точность и меньшую поверхность по сравнению с другими.

Для шлицев закаливаемых валов и центрируемых по наружной поверхности технологический маршрут должен выполняться в следующем порядке: фрезерование шлицев с припуском, шлифование боковых поверхностей; чистовое шлифование боковых поверхностей шлицев после термической обработки и чистового наружного шлифования.

Если валы при изготовлении не подвергают закалке, то окончательной операцией при обработке шлицев будет чистовое фрезерование. Для шлицев, закаливаемых и центрируемых по поверхности внутреннего диаметра валов, технологический процесс изготовления шлицев включает операции: фрезерование шлицев с припуском под шлифование, фрезерование канавок для выхода круга при шлифовании центрирующей поверхности внутреннего диаметра, чистовое шлифование боковых поверхностей и центрирующей поверхности внутреннего диаметра после термической обработки.

Существуют многие способы фрезерования шлицев. Наиболее прогрессивными являются предварительное фрезерование прямобочных шлицев фасонными дисковыми фрезами и чистовое фрезерование поверхностей шлицев торцовыми фрезами, оснащенными пластинами из твердого сплава. Обработку выполняют на горизонтальных продольно-фрезерных станках с применением делительных приспособлений. Такой способ в 3-4 раза более производительен, чем изготовление шлицев на шлицефрезерных станках.

Для шлиценарезания валов диаметром 20-50 мм с длиной обработки от 70 до 400 мм применяют строгание набором фасонных резцов, собранных в головке; шлицепротягивание двумя блочными протяжками одновременно двух диаметрально противоположных впадин на валу с последующим поворотом вала на определенный угол после каждого хода протяжки; накатку шлицев роликами, рейками или многороликовыми профильными головками. Отделку шлицевых поверхностей выполняют на одношпиндельном станке, работающем с тремя шлифовальными кругами (рис. 25, а); на двухшпиндельном станке с тремя кругами (рис. 25, б) и на одношпиндельном станке с одним профильным кругом (рис. 25, в). Наибольшее распространение получила отделка поверхностей по второму способу, как более простому по настройке станка на заданный режим работы.

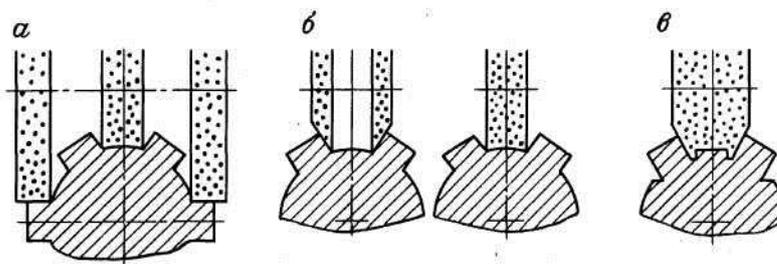


Рис. 25. Схемы отделочной обработки шлицевых частей валов:

а - тремя шлифовальными кругами на одношпиндельном станке; б - то же, на двухшпиндельном; в - профильным кругом на одношпиндельном станке

Шпоночные пазы валов изготавливают кольцевыми дисковыми фрезами. При этом технологическими базами служат центровые отверстия при установке заготовки в центрах или наружные цилиндрические поверхности вала при установке в призмах. Установка вала в центрах или самоцентрирующихся тисках обеспечивает минимальную погрешность базирования. Несквозные шпоночные пазы обрабатывают на фрезерных или специальных с пальцевыми фрезами станках. Сквозные шпоночные пазы целесообразно выполнять дисковой фрезой на проход - наиболее производительный способ.

На валах горных машин более часто, чем наружные, встречаются внутренние резьбы. Внутренние резьбы могут быть глухими или сквозными, например, у выходного вала редуктора шнека очистного комбайна. Если внутренняя резьба глухая, то отверстие сверлят на большую глубину, чем длина резьбы. Диаметр отверстия под нарезание резьбы зависит от диаметра, шага, вида и способа нарезания резьбы. Диаметр отверстия должен быть меньше диаметра резьбы.

При нарезании наружных резьб, наоборот, диаметр заготовки должен быть больше диаметра резьбы. Поэтому перед нарезанием резьбы необходимо по таблицам установить, каким должен быть внутренний диаметр отверстия или наружный диаметр заготовки. Способ нарезания внутренних резьб зависит от диаметра резьбы, типа производства. При единичном производстве внутренние резьбы до диаметра 39 мм нарезают метчиками вручную, резьбы большого диаметра - машинными метчиками на горизонтально-расточных станках или резцами на токарных. При нарезании глубоких резьб для точной остановки подачи и вращения метчика применяют специальные самовыключающиеся патроны.

В условиях серийного и массового производств для нарезания внутренних резьб используют машинные метчики на резьбонарезных, сверлильных, револьверных, агрегатных станках, полуавтоматах и автоматах. Выбор типа оборудования зависит от конкретных условий.

Способ нарезания наружной резьбы также зависит от типа производства, а также требований к точности резьбы. Круглыми плашками нарезают резьбы с точностью $8d$. Плашками с доведенными режущими кромками можно калибровать резьбу и получить точность, соответствующую $6h$. Резьбонарезные головки, обеспечивающие точность резьбы $4h...6h$, допускают несколько переточек и регулировку в определенных пределах диаметра нарезаемой резьбы. Плашки в головке могут быть плоскими круглыми, гребенчатыми.

Короткие резьбы на валах, когда они близко примыкают к торцу ступени вала большого диаметра, нарезают гребенчатой групповой фрезой. Последнюю выбирают такой длины, чтобы она была на две-три нитки больше длины нарезаемой резьбы. Нарезание выполняется за $1\frac{1}{4}$ оборота вала, фреза или вал перемещается в осевом направлении на один шаг нарезаемой резьбы, точность получаемой резьбы $4h-6h$. Нарезание резьбы групповыми фрезами производят на специальных резьбонарезных станках.

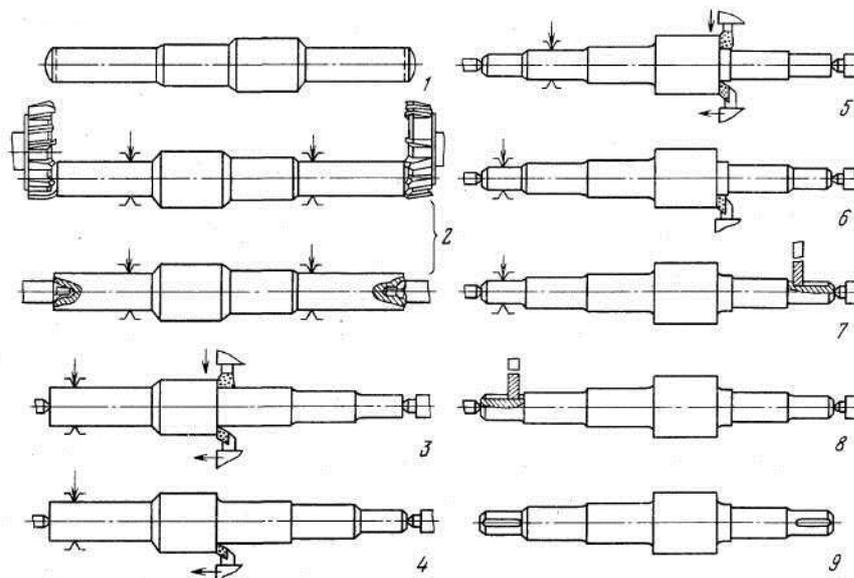


Рис. 26. Схема обработки ступенчатого вала на переналаживаемой автоматической линии (по С. А. Картавову)

Широко распространен способ нарезания резьб резьбовыми резцами, особенно на крупногабаритных деталях.

В условиях крупносерийного и массового производств изготавливать валы целесообразно на переменном-поточных и постоянно-поточных линиях или на переналаживаемых автоматических линиях. При поточном производстве все станки устанавливают по ходу технологического процесса. Доставку заготовок от одного станка к другому производят в контейнерах с помощью электрокар, если обработку заготовок производят на поточных линиях, или с помощью конвейеров - при обработке заготовок на автоматических линиях. В этих условиях стараются вести обработку методом концентрации операций (рис. 26, операции 2, 8, 5).

Для изготовления вала по схеме, показанной на рис. 26, переналаживаемая поточная линия включает:

фрезерно-центровальный станок (для операций 1 и 2);

два гидрокопировальных токарных станка для черновой токарной обработки (операции 3, 5), два гидрокопировальных станка для чистовой токарной обработки (операции 4, 6), два специальных горизонтально - фрезерных станка (для операций 7, 8).

Между собой станки могут быть связаны пластинчатым конвейером-питателем, который подает заготовки к фрезерно-центровальному станку или шаговым фронтальным конвейером. Автоматические линии оборудуют системами встроенного автоматического контроля получаемых размеров (операция 9).

В условиях мелкосерийного производства валов небольших и средних размеров целесообразно применять многооперационные станки или ГПС. В настоящее время для обработки тел вращения созданы системы АСВ-20; АСВ-30, АСВР, позволяющие без участия людей обрабатывать заготовки валов, технологический процесс которых содержит 20-40 операций.

Таблица 11. Область рационального применения упрочняющих способов ППД

Способ упрочнения	Свойства упрочненного поверхностного слоя			Область применения
	Шероховатость, мкм	Глубина, мм	Приращение твердости	
Обкатка роликом, шариком	$R_a=2,5-0,16$	0,1-7	НВ 20-100	Для плоских поверхностей, валов, осей, ступиц диаметром 50-800 мм и твердостью Н В 150-360
Центробежно-ударное упрочнение	$R_a=1,25-0,16$	0,05-1	НВ 20-100 при исходной твердости НВ 150-360 HRC 2-10 при исходной твердости HRC>40	Для плоских поверхностей, валов, осей диаметром 20-100 мм и твердостью от Н В 150 до HRC 62
Чеканка роликом	$R_a=2,5-0,16$	0,2-4	То же	Для любых поверхностей и различных деталей твердостью от Н В 150 до HRC 62
Обработка дробью	$R_z=20-R_a1,25$	0,05-4	HRC 2-6	Для деталей сложной конфигурации размерами до 1200X800X800 мм и твердостью HRC> 40

3. Гидроцилиндры и штоки в горных машинах.

В горном машиностроении значительный удельный вес занимает изготовление гидравлических устройств горных машин: гидравлических стоек, гидродомкратов, гидроблоков, гидравлических насосов и насосных станций для шагающих экскаваторов, буровых станков, гидрофицированных крепей и гидropередвижчиков конвейеров, гидродвигателей типа ДП для механизмов подачи очистных комбайнов, турбомуфт, клапанов, гидроаккумуляторов.

Данные сборочные единицы состоят из типовых деталей (корпуса, валы небольших размеров, оси и т.д.), технология изготовления которых была рассмотрена ранее. Для каждой конкретной детали будет изменяться состав технологических операций, но принцип построения технологического процесса сохранится.

Особое место по изготовлению гидравлических устройств занимают наиболее массовые детали, такие, как цилиндры, штоки, поршни гидравлических стоек и гидродомкратов, прецизионные детали гидроблоков, гильзы, золотники, поршни, втулки и элементы гидроклапанов. Все они имеют высокую чистоту поверхности, к ним предъявляются повышенные требования по точности, герметичности, коррозионной стойкости. Технологический процесс изготовления таких деталей предусматривает операции электролитического хромирования, цинкования; большой удельный вес в технологическом процессе занимают отделочные операции.

К этому классу устройств по технологии изготовления примыкают устройства, работающие на энергии сжатого воздуха: компрессоры, пневмодвигатели, пневмораспределители, пневмо-клапаны, краны и т. д., которые используют в

системах управления карьерными экскаваторами, станциями или в пневматических забойных машинах, работающих на энергии сжатого воздуха. Наибольшее применение гидравлические устройства находят в очистном горношахтном оборудовании: гидравлические стойки, механизированные крепи, насосные станции, гидравлические механизмы подачи очистных комбайнов и т. д. Это связано с широким внедрением на очистных работах механизированных комплексов. В горных машинах наибольшее распространение получили цилиндры двустороннего действия с односторонним штоком и плунжером одностороннего действия. Применяют и телескопические цилиндры. В угольном машиностроении наружные диаметры гидравлических цилиндров, плунжеров, штоков, поршней и внутренние диаметры гидравлических цилиндров регламентированы: наружный диаметр изменяется от 25 до 340 мм, внутренний - от 35 до 200 мм. Силовые гидроцилиндры рассчитаны на давление рабочей жидкости 5-40 МПа, их длина колеблется от 165 до 2120 мм, масса - от 14 до 500 кг. В горном оборудовании, например на шагающих экскаваторах, применяют мощные силовые гидравлические цилиндры. На экскаваторе ЭШ-15/90А внутренний диаметр подъемного цилиндра равен 820 мм, длина около 2000 мм, масса цилиндра 14 т. Максимальное рабочее давление в цилиндрах 4 МПа.

Размеры и масса цилиндров, штоков накладывают свои особенности на выбор метода получения заготовки, последовательность технологического процесса изготовления.

Внутреннюю поверхность цилиндров обрабатывают по 9-10 квалитетам точности; ее шероховатость $R_a=0,63-0,16$ мкм без продольных рисок; непрямолинейность оси цилиндра не более 0,8 мм на длине 1000 мм; конусность и овальность внутренней поверхности на всей длине не более половины допуска на внутренний диаметр; разностенность цилиндра не превышает 1 мм; биение посадочных поверхностей относительно внутренней поверхности до 0,05 мм. Силовые гидроцилиндры подземного горношахтного оборудования изготавливают из горячекатаных труб длиной до 6 м, выпускаемых металлургической промышленностью страны согласно ГОСТ 8732-78, бесшовных холоднодеформированных труб (ГОСТ 8733-74). На изготовление цилиндров идут стали марок 35, 45, 30ХГСА.

Конструктивно-технологическое подобие гидроцилиндров позволяет из всего их множества, применяемого в очистном горношахтном оборудовании, сформировать группы и для каждой из них разработать комплексный технологический процесс. Комплексный технологический процесс изготовления цилиндров рассмотрим на примере гидравлического цилиндра стойки крепи М87Д (рис. 27). Видно, что цилиндр как деталь комплексный - состоит из четырех элементов. Труба цилиндра как комплексная деталь является представителем 48 аналогичных элементов гидроцилиндров как механизированных крепей, так и проходческих и очистных комбайнов по групповому технологическому процессу; остальные элементы гидравлического цилиндра стойки изготавливают в группе по индивидуальным или типовым технологическим процессам. Это позволяет процесс изготовления гидравлического цилиндра разбить на два этапа: изготовление отдельных элементов цилиндра; сборка и сварка элементов цилиндра и обработка цилиндра в сборе. К наиболее трудоемким в изготовлении элементам относится труба цилиндра, так как к ней предъявляются более высокие требования по точ-

ности и шероховатости, чем к другим элементам, и технологический процесс ее изготовления включает большое число операций.

Изготовление гидравлических цилиндров имеет свои особенности:

технологической базой на первой операции обработки является наружная необработанная поверхность заготовки; на последующих операциях - обработанные поверхности (фаски, торец, чистовые наружные поверхности);

изготовление цилиндра включает сборочно-сварочные операции, которых в зависимости от конструкции цилиндра может быть несколько. Так как элементы цилиндра изготавливают из хорошо или удовлетворительно свариваемых сталей, то это не вызывает особых трудностей при сварке. В целях уменьшения деформации труб сварку целесообразно вести током обратной полярности (плюс на электроде и минус на заготовке). Применяют электроды Э-50А. В тех случаях, когда ведут автоматическую сварку под слоем флюса, используют сварочную проволоку Св-08А и флюс АН348А; для повышения прочностных свойств материала заготовки назначают операции термической обработки - улучшение или нормализацию. После сборочно-сварочных операций с целью снятия внутренних напряжений проводят низкий отпуск заготовок.

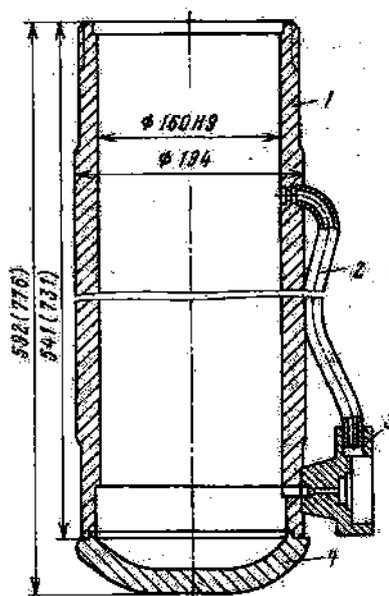


Рис. 27. Цилиндр стойки крепи М87Д: 1 - труба; 2 - трубопровод; 3 - бобышка; 4 - дно

В зависимости от точности заготовки растачивание внутреннего отверстия трубы включает операции: черновое и чистовое растачивание; окончательную размерно-чистовую обработку специальными инструментами - раскатниками (раскатывание) для труб с большой разностенностью; чистовое растачивание и раскатывание для труб повышенной точности.

Черновое и чистовое растачивание проводят специальными многолезцовыми расточными головками, резцы которых оснащены пластинками твердого сплава. Расточная головка для чернового растачивания (рис. 28) имеет направляющие из твердого сплава ВК3 или Т15К6. Зазор между направляющими и поверхностью отверстия не должен превышать 0,3 мм. Головка для чистового растачивания плавающего типа, оснащена плавающей регулируемой твердосплавной разверткой. Последняя оснащена режущими пластинками из твердого сплава, которые можно

регулировать по мере их износа. Направляющие расточной головки делают из бензо- и износоустойчивой резины или из твердых пород дерева. Направляющие устанавливают с натягом 0,25-0,3 мм. Плавающая развертка позволяет получить равномерный припуск на всей внутренней поверхности, что важно для последующей операции раскатывания.

Черновое и чистовое растачивание проводят при обильной подаче СОЖ с целью удаления стружки из трубы.

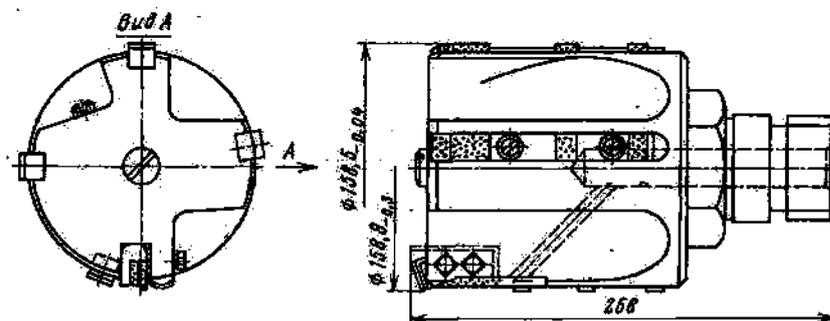


Рис. 28. Головка для чернового растачивания гидравлических цилиндров

Чистовое растачивание исправляет погрешность, вызванную деформацией при сварочной и термической операциях.

Отделочная операция для гидравлических цилиндров - это операция раскатывания специальным инструментом - раскатником (рис. 29), у которого рабочими элементами являются ролики или шарики, расположенные по окружности инструмента. Инструменты по числу рядов роликов или шариков могут быть одно- или двухрядными. Число рядов рабочих элементов влияет на чистоту обработки. Первый ряд деформирующих элементов выполняет предварительное сглаживание микронеровностей на внутренней поверхности цилиндров, второй - окончательное. Если деформирующие элементы в инструменте расположены под углом к оси инструмента, то инструмент работает с самоподачей.

При отделочной обработке можно совмещать чистовое растачивание с раскатыванием. Для этого применяются специальные комбинированные инструменты, в которых режущий блок совмещен с деформирующим блоком. Используя комбинированные инструменты, необходимо обработку проводить при обильной подаче СОЖ чтобы стружка, образуемая при резании, удалялась из зоны деформирования.

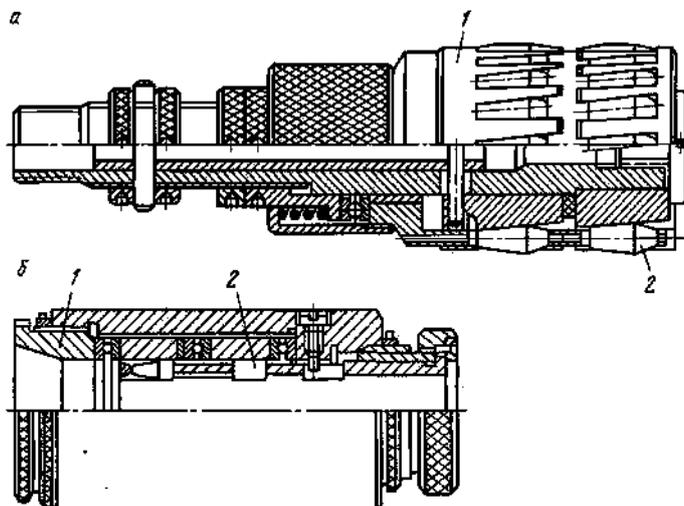


Рис. 29. Инструмент для размерно-чистовой обработки ППД внутренних отверстий цилиндров (а) и штоков (б): 1 - корпус инструмента; 2 - ролики

Основными параметрами при раскатывании являются исходная шероховатость внутренней поверхности цилиндров, величина натяга, жесткость цилиндров, твердость обрабатываемой поверхности, число и вид деформирующих элементов. Скорость обработки и величина подачи изменяются в незначительных пределах.

Величина натяга при раскатывании

$$i = (d_H - d_u) / 2$$

где i - величина натяга, мм; d_H - наружный диаметр инструмента, замеряемый по деформирующим элементам, мм; d_u - внутренний диаметр цилиндра до раскатывания, мм.

Жесткость цилиндра можно оценивать по коэффициенту

$$c = R/h,$$

где R - средний радиус цилиндра, мм;

h - толщина стенки цилиндра, мм.

Для цилиндров горных машин $c > 3$.

Инструменты с роликовыми деформирующими элементами дают лучшие чистоту и точность по сравнению с шариковыми благодаря линейности контакта ролика с поверхностью цилиндра. Оптимальное число роликов в ряду - 6-8 шт.; скорость вращения детали - 90-120 м/мин, подача инструмента до 260 м/мин.

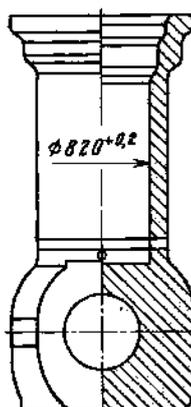


Рис. 30. Сварно-кованый подъемный цилиндр шагающего экскаватора ЭШ-15/90А

Для карьерного оборудования крупногабаритные цилиндры изготавливают из цельно- или сварно-кованых заготовок. Например, подъемный цилиндр шагающего экскаватора ЭШ-15/90А сварно-кованый (рис. 30). Такого рода цилиндры имеют большую массу. Например, у приведенного выше цилиндра масса 14 т. Поэтому технологический процесс изготовления таких цилиндров имеет свои особенности:

заготовки цилиндров после обдирки подвергают нормализации и высокому отпуску;

предусматривают операцию разметки, при которой проверяют припуски на обработку и размечают центр (для цилиндров без прошитого центрального отверстия). Для цилиндров с прошитыми отверстиями перед основной токарной обработкой растачивают выточки для установки центровых пробок;

в зависимости от длины при обработке используют люнеты. Для этого на наружной поверхности цилиндра протачивают пояски шириной 100-250 мм в зависимости от типа применяемого люнета;

для сварно-кованых цилиндров окончательное растачивание проводят после термической обработки заготовки;

завершающими операциями при изготовлении любых типов цилиндров являются: слесарные, контрольные и консервации цилиндров с целью защиты их от коррозии;

у тяжелых цилиндров внутреннюю поверхность покрывают консервационной смазкой. Например, смазкой АМС-3 или ЗЭС, которую наносят на поверхность.

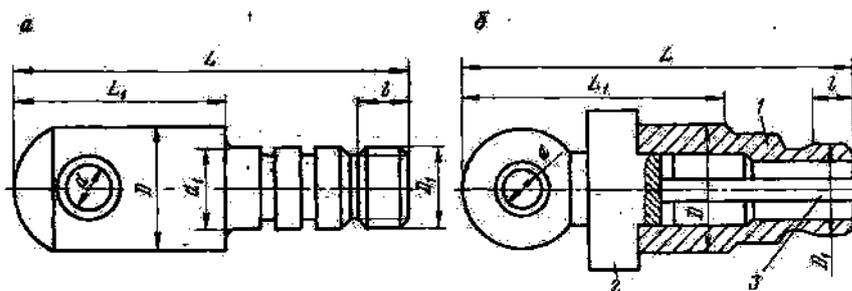


Рис. 31. Цельный (а) и составной (б) штоки горных машин

Цилиндры горношахтного оборудования подвергают антикоррозионной обработке в ваннах. Применяют консервационные масла с присадками АКОР-1, КП, КП-2. Консервационное масло с присадкой АКОР-1 получают смешиванием при температуре 60-70 °С минерального масла «Индустриальное 20А» с присадкой АКОР-1. Состав консервационного масла (в %): индустриальное 20А-85-90, присадка АКОР-1 - 10-15.

Штоки и плунжеры в зависимости от типа изготавливают из сталей марок 30ХГСА, 35, 40Х, 40ХН, 45. Они могут быть цельными и сварными. Для подземного горношахтного оборудования диаметр рабочей части штоков и плунжеров изменяется от 45 до 190 мм, длина от 167 до 1800 мм. На карьерном оборудовании диаметр штоков (плунжеров) более значителен - до 750 мм. Штоки могут быть цельные и полые, плунжеры - только полыми. Штоки могут быть изготовлены из одной заготовки (рис. 31, а) или быть составными (рис. 31, б), из нескольких частей: трубы 1, головки 2 и вставной трубки 3. Если шток цельный, то технологический процесс его изготовления включает один этап, для составного

штока - два этапа. На первом этапе изготавливают отдельно каждую часть штока, на втором - производят сборку, сварку и окончательную механическую обработку.

Рабочие поверхности штоков и плунжеров горных машин изготавливаются по 8-9-му качеству точности, имеют шероховатость, равную $R_a=0,63-0,16$ мкм. Конусность и овальность наружных поверхностей на всей длине у штоков и плунжеров не должна быть более половины допуска на диаметр, изогнутость по всей длине не более 0,07 мм и биение рабочей поверхности относительно наружной поверхности поршня - не более 0,05 мм. Так как горношахтное оборудование работает в агрессивной влажной среде, рабочую поверхность штоков и плунжеров подвергают электролитическому хромированию на толщину, равную 0,03-0,04 мм.

В зависимости от конструкции и размеров заготовкой для изготовления штоков и их составных частей может быть прокат, тонкостенная труба, поковка. Для крупногабаритных штоков карьерного оборудования заготовкой является поковка.

Из рис. 31 видно, что отдельные составные части штоков имеют простую геометрическую форму, поэтому технологический процесс изготовления можно строить на принципах, которые использовались при изготовлении деталей типа валов и цилиндров.

В тех случаях, когда конструкция штока или плунжера предусматривает отверстия, все они должны быть изготовлены до сборочной операции. Перед сборкой и сваркой в отверстия ставят заглушки в целях предотвращения их загрязнения. После сварки проводят низкий отпуск заготовок и заглушки удаляют.

Проектируя технологический процесс изготовления штоков и плунжеров, необходимо широко использовать групповые методы обработки, в основу которых положена комплексная деталь. Например, эскизы штоков, приведенные на рис. 30, являются комплексными деталями для штоков первого (пять наименований штоков) и восьмого (семь наименований штоков) типов механизированных крепей.

Особенность технологического процесса изготовления штоков состоит в широком использовании способов размерно-чистовой обработки ППД наружной рабочей поверхности (операция обкатывания) и электролитического хромирования. Обкатывание рабочим инструментом - обкатниками (рис. 28, б) ведут в режиме: натяг 0,06-0,15 мм, окружная скорость заготовки 90-100 м/мин, подача инструмента 160-200 м/мин. Типы конструкций обкатников могут быть такими же, как и раскатников: шариковые, роликовые, одно- и двухрядные. При обработке труб штоков можно применять комбинированный инструмент, который последовательно производит чистовое обтачивание и последующее обкатывание наружной поверхности.

Электролитическое хромирование проводят в конце технологического маршрута изготовления штоков и плунжеров. При хромировании анодом служит пластина из свинца, катодом - шток (плунжер). Величину катодной плотности тока ($D_k, A/dm^2$) рассчитывают по площади покрываемой поверхности детали:

$$D_k = I/F_d$$

где I - сила тока, пропускаемого через электролит, А;

F_d - площадь покрываемой поверхности детали, dm^2 .

Осадок хрома должен быть молочного цвета. Он пластичен и имеет достаточную износостойкость. Блестящие и матовые осадки хрома имеют более высокую твердость, менее пластичны и соответственно более хрупкие. При ударах кусочков угля, породы о поверхность штоков и плунжеров во время работы

комбайна в покрытиях появляются трещины, что ведет к последующей интенсивной коррозии поверхности этих деталей.

После хромирования детали подвергают термической обработке при температуре 180-200 °С в течение 30 мин. Цель этой операции - удалить водород из осадка хрома и тем самым повысить его пластичность.

Заключительная операция - полирование штоков и плунжеров.

Контроль точности изготовления гидроцилиндров, штоков и плунжеров - это проверка линейных размеров и шероховатости обработанных поверхностей; оценка погрешности геометрической формы и взаимного расположения поверхностей; оценка твердости рабочей поверхности; визуальный контроль или с помощью люминесцентной дефектоскопии трещиноватости электролитического осадка хрома.

Вывод: Как отмечалось ранее, валы горных машин при работе испытывают большие знакопеременные нагрузки и в то же время имеют различные концентраторы напряжений (галтели, канавки, шлицы, шпоночные пазы, резьбы и т.д.). Поэтому технологический процесс изготовления валов должен завершаться упрочняющей операцией ППД.

Точность изготовления гидроцилиндров, штоков и плунжеров проверяют с помощью тех же универсально-измерительных средств, что и точность валов, внутренних отверстий корпусных деталей, зубчатых колес.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких условиях изготавливают валы?
2. Какие виды валов вы знаете?
3. Методы повышения качества изготовления валов?
4. Из каких стадий состоит сборка?
5. Испытание валов на большие нагрузки?
6. Виды гидроцилиндров в горных машинах?
7. Особенность изготовления штока?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –385 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 401 с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 265 с.
4. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 178 с.

Лекция № 16

ЗУБЧАТЫЕ И ЧЕРВЯЧНЫЕ КОЛЕСА. (2 ЧАСА).

План лекции:

1. Зубчатые колеса в горных машинах.
2. Методы изготовления зубчатых колес.
3. Червячные колеса и их назначения.

Цель и задачи:

1. Ознакомление студентов с видами зубчатых и червячных колес и их назначений.
2. Изучение обработки зубчатых колес на металлорежущих станках и повышение их качества.

Ключевые слова по теме лекции:

Цилиндрические и косозубые типы, шестерня, технологическая база, эскиз, обдирочная операция, планшайба, червячная фреза, долбяк, конические валы, фрезерование, червяк, шлифовальные круги.

1. Зубчатые колеса в горных машинах.

Геометрические размеры зубчатых колес горных машин изменяются в значительных пределах: $1 < l_6/d_6 < 1$, где l_6 - длина базового отверстия колеса; d_6 - диаметр базового отверстия. Это нужно учитывать при выборе технологических баз в процессе обработки заготовок зубчатых колес.

При $l_6/d_6 > 1$ технологической базой является направляющая базирующая поверхность отверстия и опорной - базирующая поверхность торца, при $l_6/d_6 < 1$ установочной технологической базой служит обработанный торец заготовки, а опорной базирующей поверхностью - поверхность внутреннего отверстия. Как правило, зубчатые колеса горных машин одновенцовые, они могут быть цилиндрическими или коническими, по форме зуба - прямозубыми, косозубыми, с круговым зубом, шевронными. На карьерных лопатах и драглайнах, роторных экскаваторах распространены венцовые шестерни, составленные из отдельных секторов. Наружный диаметр таких шестерен может достигать до 8535 мм.

Зубчатые колеса горных машин выполняют в пределах 7-й и 8-й степеней точности. Крупные цилиндрические и конические зубчатые колеса, нарезаемые на работающих по методу копирования станках, имеют 9-ю и 10-ю степени точности. Изготавливают зубчатые колеса из качественных конструкционных сталей марок 25ХГТ, 25Х27НТА, 20Х2Н4А, 34ХН1М, 35ХМЛ и др.

Основной метод получения заготовок для зубчатых колес горных машин - свободнаяковка на прессах или молотах; может применяться штамповка для зубчатых колес с модулем до 6 мм. Для зубчатых колес карьерного оборудования наряду с поковками используют и литые заготовки. При изготовлении поволок литых заготовок стараются получить заготовки с прошитыми внутренними отверстиями. Так как зубчатые колеса горных машин - это наиболее ответственные детали, их подвергают различным видам термической обработки: химико-термической, включающей цементацию, высокий отпуск, закалку, низкий отпуск (сталь марки 20Х2Н4А) или нитроцементацию, закалку, низкий отпуск (сталь марки

25ХГТ); улучшению и закалке ТВЧ зубьев (сталь марок 35ХМЛ, 34ХН1М). Все зубчатые колеса необходимо упрочнять способами ППД.

Технологической базой на первой операции обработки заготовок зубчатых колес в большинстве случаев является необработанная наружная цилиндрическая поверхность, при дальнейших операциях - обработанные отверстия и базовый торец. В качестве базового торца принимают торец, обработанный в размер на чистовой операции. Поэтому в технологических процессах для зубчатых колес, нарезаемых без вала, обычно принято оговаривать нанесенные на базовом торце специальные метки или круговые риски. Наличие метки (риски) говорит о том, что данный торец должен служить базовым при установке и проверке положения заготовки при ее обработке. При шлифовании внутренних отверстий после термообработки заготовку базируют по впадинам между зубьями. Если зубчатое колесо напрессовывают на вал, то в зависимости от степени точности зубчатых колес нарезание может производиться до запрессовки колеса на вал или после запрессовки совместно с валом. Средние и крупные колеса в тяжелом машиностроении 7-й и 8-й степеней точности, как правило, стремятся обрабатывать после их запрессовки на вал. В этом случае вал колеса используют как оправку для обтачивания по наружному диаметру заготовки и подрезки торцов, что обеспечивает минимальное биение поверхности колеса относительно опорных шеек вала. Такие валы с напрессованными на них колесами встречаются у шагающих экскаваторов. Геометрические размеры, точность изготовления и материал зубчатых колес накладывают свои особенности на последовательность технологического процесса.

На рис. 32 приведены эскизы зубчатых колес редуктора очистного комбайна РКУЮ ($m=10$ мм, $z=32$) и главной лебедки экскаватора ЭШ-15/90А ($m=26$ мм, $z=103$). Данные колеса отличаются размерами и материалом. Первую шестерню изготавливают из стали марки 20Х2Н4А, вторую - марки 35ХМЛ.

Изготовление крупногабаритных зубчатых колес (рис. 32, б) имеет свои особенности. Если заготовкой для зубчатого колеса является отливка, то при первой установке обрабатывается прибыльная сторона заготовки. При этом удаляется большая масса металла, снимается литейная корка, заготовка сильно нагревается появляются внутренние и температурные напряжения. Чтобы избежать влияния данных напряжений на точность обработки, нельзя сразу обрабатывать все поверхности заготовки. Нужно дать время на перераспределение внутренних напряжений в заготовке. Обдирочные операции выделяются в самостоятельную в тех случаях, когда в технологическом процессе предусматривается промежуточная термическая операция.

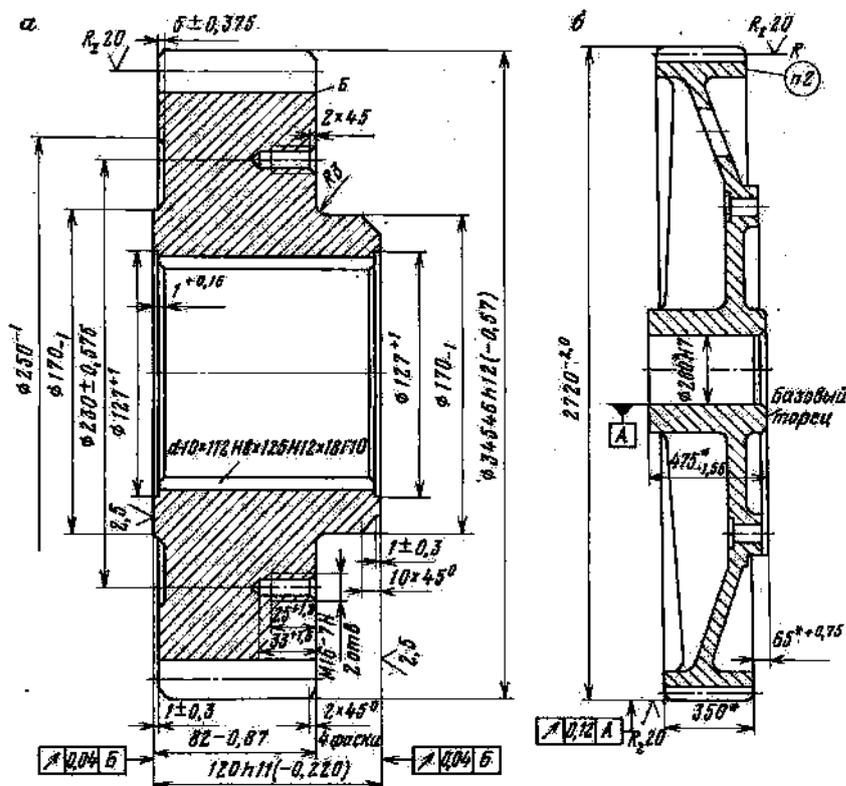


Рис. 32. Зубчатые колеса:

а - редуктора очистного комбайна РКУЮ ($m=10$, $z=32$, сталь марки 20Х2Н4А);
 б - главной лебедки экскаватора ЭШ-15/90А ($m=26$, $z=103$, сталь марки 35ХМЛ)

2. Методы изготовления зубчатых колес.

Изготовление зубчатых колес сопровождается операциями выверки и разметки. Обработку выполняют на карусельных станках. В карьерных одноковшовых и роторных экскаваторах используют разъемные венцовые шестерни с наружным зацеплением с обработанными и литыми необработанными зубьями. У таких колес вначале обрабатывают плоскость разъема. У венцов с прямыми зубьями плоскость разъема фрезеруют на расточных или продольно-фрезерных станках. Расточные станки в этом случае оснащают специальными фрезерными головками. Перед обработкой венцовых шестерен делают их выверку по предварительной разметке. Затем по плоскости разъема натягивают проволоку диаметром 0,5 мм и по ней с помощью чертилки, закрепленной в резцедержателе вертикального суппорта, проводят выверку венца относительно плоскости разъема. Для нарезания цилиндрических крупногабаритных зубчатых колес используют зубофрезерные и зубодолбежные станки. Зубчатые колеса диаметром до 12-500 мм можно изготавливать на зубофрезерном станке модели 5348 с вертикальным расположением оси заготовки до модуля 40 мм червячной фрезой, до модуля 50 мм - дисковой фрезой, до модуля 75 мм - пальцевой фрезой. На станке модели 5375 можно нарезать зубья на шестеренных валах диаметром до 1250 мм при максимальной длине вала 5500 мм с модулем до 30 мм червячной фрезой, до 50 мм - пальцевой фрезой. При нарезании любых колес, в том числе и крупногабаритных, важно обеспечить правильные установку и выверку заготовки, от чего зависит качество нарезания зубьев,

Типовые схемы установки заготовок зубчатых колес на зубо-фрезерных станках приведены на рис. 33. Установку заготовок с оправкой на подставках

применяют для заготовок диаметром до 1000 мм (рис. 33, а); накладные планшайбы применяют при установке заготовок, диаметр которых больше диаметра стола (рис. 33, б).

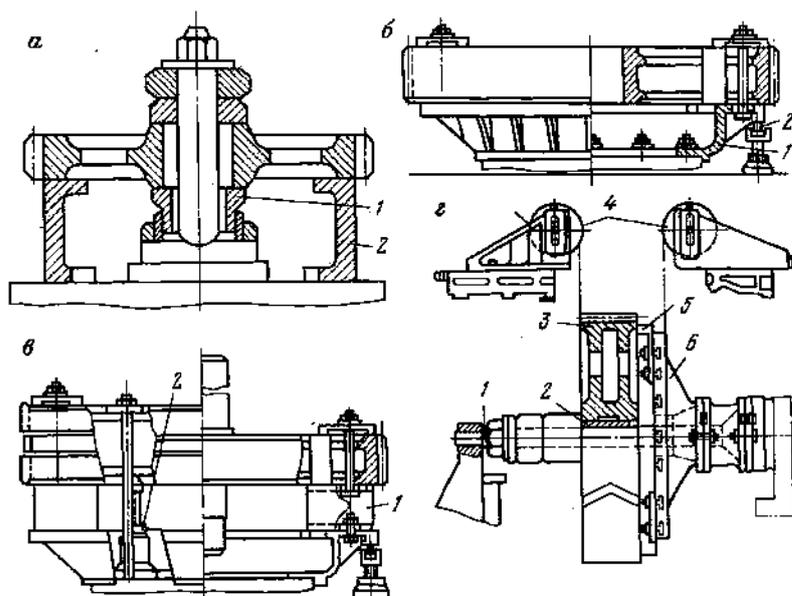


Рис. 33. Типовые схемы установки заготовок (крупногабаритных) зубчатых колес на зубофрезерных станках:

а - с оправкой (1) на подставках (2); б - с накладной планшайбой (1) и опорным роликом (2); в - с промежуточными подставками (1) и домкратами (2); г - с использованием специальных оправок

Планшайба опирается на опорный ролик 2, который воспринимает усилия при зубофрезеровании. Для заготовок валов-шестерен можно использовать промежуточные подставки 1 (рис. 33, в) и домкраты 2. Последние уменьшают деформацию заготовки. Крупные зубчатые венцы диаметром более 8000 мм устанавливаются на двутавровых балках, которые размещены и закреплены на накладном жестком столе, являющемся промежуточным звеном между заготовкой и столом станка. Зубчатый венец в целях уменьшения его деформации при обработке ободом опирают на регулируемые роликовые опоры. Кроме того, дополнительную жесткость обеспечивают растяжки, которые связаны с центральной стойкой. При установке крупных заготовок валов-шестерен используют горшковый патрон, позволяющий регулировать положение заготовки. На станках с горизонтальной осью вращения при установке заготовки зубчатого колеса, размеры которой превосходят диаметр планшайбы, используют оправку 1 (рис. 33, г) с переходной втулкой 2, специальные подставки 5, которые являются промежуточным звеном между планшайбой 6 и заготовкой 3. Для повышения жесткости заготовки устанавливают опорные ролики 4. Выверка заготовок на зубофрезерном станке (рис. 33) может осуществляться по шейкам вала (рис. 34, а) или по внутренней и наружной поверхностям (рис. 34, б).

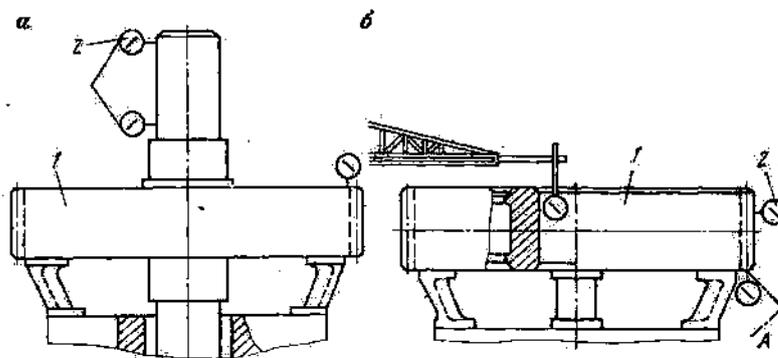


Рис. 34. Выверка положения заготовки при установке на зубофрезерном станке.

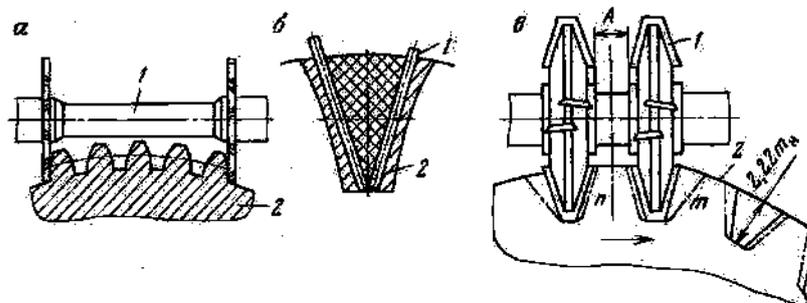


Рис. 35. Схемы прорезания двумя трехсторонними дисковыми фрезами (1) зубьев заготовок зубчатых колес (2):

а - установка дисковых фрез; б - удаление металла из впадины; в - изменение про" филья зуба в зависимости от количества проходов

Нарезают колеса инструментом различных видов. Наиболее распространены червячные фрезы для чернового и чистового зубо-нарезания. Они бывают цельными (до модуля 10 мм), сборными со вставными гребенками (модуль 10-16 мм), сварными (модуль 18-30 мм). Цельные фрезы, вставные гребенки, приваренные зубья в сварных фрезах изготавливают из быстрорежущей стали марок P9 и P18. Дисковые фрезы применяют для чернового нарезания впадин зубьев с модулем 12-30 мм цилиндрических колес с прямыми, косыми и шевронными зубьями, если у последних посередине наружной поверхности имеется проточка. Ножи фрез делают из быстрорежущей стали и иногда оснащают их пластинками из твердого сплава (для зубчатых колес модулем до 12 мм).

На рис. 35 приведены схемы прорезания впадин крупномодульных зубчатых колес двумя трехсторонними дисковыми фрезами.

Пальцевые фрезы применяют для нарезания крупномодульных зубчатых колес до 9-й степени точности с прямыми, косыми и шевронными зубьями. Фрезы используют и при нарезании червяков. Они могут быть черновыми и чистовыми. Этими фрезами можно нарезать зубчатые колеса модуля 75 мм. Пальцевые фрезы различают по номерам. Для каждого модуля применяют набор фрез из 12 номеров. Номер фрезы соответствует определенному интервалу числа зубьев нарезаемого колеса. На рис. 36 показана схема чернового нарезания крупномодульных колес пальцевыми фрезами. Долбяки используют при нарезании шевронных колес, зубчатых колес с прямым зубом. Пальцевые фрезы и долбяки изготавливают из быстрорежущей стали. Для повышения точности изготовления зубьев после

операции зубофрезерования производят иногда шевингование зубьев круглым шевером на специальных шевинговальных станках. Например, на станке модели 5702 можно шевинговать колеса с модулем до 6 мм и наружным диаметром до 320 мм. Шевингование улучшает точность изготовления зубьев примерно на одну степень точности.

Зубчатые колеса горных машин при изготовлении обязательно подвергают термической обработке, ее вид и режимы зависят от материала, размеров и условий работы колеса. Для зубчатых колес малого и среднего модулей и небольших размеров, выполненных из качественных конструкционных сталей, применяют химико-термическую обработку (цементация, нитроцементация с последующей закалкой и низким отпуском); для крупногабаритных зубчатых колес большого модуля - улучшение с последующей закалкой зубьев ТВЧ.

Для ответственных зубчатых колес подземного горношахтного оборудования (очистные комбайны), а также колес 6-й степени точности после термической обработки необходимо производить шлифование зубьев (рис. 37). Шлифование позволяет устранить деформацию зубьев. Иногда после термической обработки применяют хонингование. Хон делается по форме зуба из особого состава с абразивным порошком. Припуск на хонингование не должен превышать 0,02-0,05 мм. Хонингование применяют для шевингованных колес с модулем до 6 мм, имеющих 7-ю степень точности, после их термической обработки. Оно улучшает поверхность зуба и снимает заусенцы.

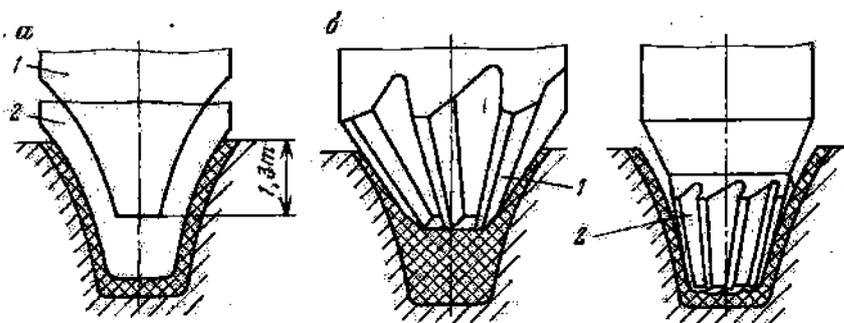


Рис. 36. Схема чернового нарезания крупномодульных колес пальцевыми фрезами:

а - одной; б - двумя поочередно; 1,2 - положения пальцевой фрезы

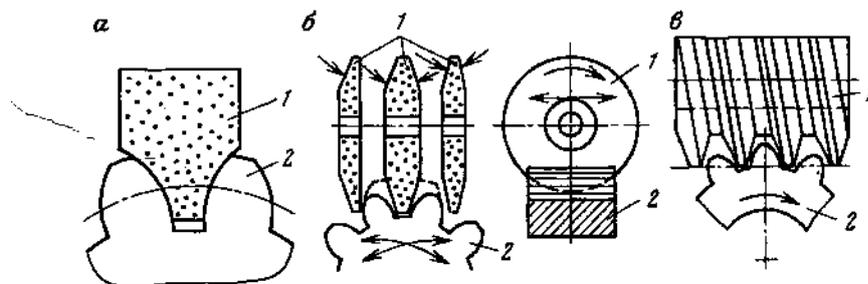


Рис. 37. Схемы зубошлифования:

а - по методу копирования; б - обкаткой зуба дисковыми кругами; в - обкаткой зуба червячным кругом; 1 - инструмент; 2 - заготовка

Технологический процесс изготовления зубчатых колес должен обязательно содержать операцию поверхностного упрочнения: дробенаклепа, чеканки или

обкатки роликом. Дробенаклеп рекомендуется применять для зубчатых колес с модулем до 10 мм и наружным диаметром до 400 мм. Для прямозубых колес большего модуля и диаметра рекомендуют чеканку или обкатку роликом.

Последовательность технологических операций при изготовлении конических зубчатых колес, так же как и ранее рассмотренных цилиндрических, зависит от геометрических размеров, точности изготовления, материала. Заготовки крупных конических зубчатых колес перед зубонарезанием предварительно обрабатывают на токарных или карусельных станках, чистовую обработку выполняют на центральной или шпиндельной оправке. Черновые и чистовые операции штучных заготовок проводят с одной установки. Конические валы-шестерни обрабатывают по маршруту ступенчатых валов. После токарной обработки делают разметку и долбят или протягивают, или фрезеруют шпоночные пазы, шлицы.

При серийном и массовом производствах обработку перед зубонарезанием осуществляют на фрезерно-центровальных станках, токарных гидрокопировальных полуавтоматах, револьверных полуавтоматах и т.д. Порядок построения маршрута обработки заготовок конических зубчатых колес в основном такой же, как и для цилиндрических. Особенности заключаются в установке заготовок перед нарезанием зубьев и в методе нарезания. В зависимости от размеров и формы заготовки могут устанавливаться на станке на оправке или на планшайбе, на специальном приспособлении; заготовки конических валов-шестерен могут крепиться в шпинделе делительной бабки зуборезного станка. При серийном и массовом производствах могут использоваться многоместные приспособления.

Конические зубчатые колеса можно нарезать: резцом по копиру на зубострогальных станках; фрезерованием дисковыми фрезами; пальцевыми фрезами; круговой протяжкой. Зубострогание по копиру можно применять для нарезания крупногабаритных зубчатых колес диаметром до 4800 мм. Строгание двумя резцами по методу обкатки - для нарезания конических зубчатых колес с модулем до 20 мм и диаметром до 1000 мм. Для колес с модулем свыше 5 мм вначале назначают операцию фрезерования дисковыми фрезами, а окончательно - строгание.

Фрезерование двумя дисковыми фрезами по методу обкатки применяют в крупносерийном производстве для колес с модулем до 8 мм и диаметром до 320 мм. Этим методом можно нарезать конические зубчатые колеса с прямым и бочкообразным профилем зуба. Пальцевые фрезы пригодны для нарезания крупногабаритных зубчатых колес до модуля 50 мм. Ими можно нарезать колеса с прямыми, спиральными и шевронными зубьями.

Нарезание конических зубчатых колес круговой протяжкой применяют для прямозубых колес небольшого диаметра. За один оборот протяжки производят черновое и чистовое фрезерование зуба, снимают фаски с кромок зубьев. Торцовые резцовые головки приемлемы для фрезерования конических зубчатых колес с криволинейными зубьями по методу как копирования, так и обкатки.

Закаленные конические зубчатые колеса шлифуют на специальных станках методом обкатки. Упрочнение дробью для таких колес не рекомендуется, так как приводит к наведению в поверхностных слоях зубьев сжимающих напряжений, что снижает контактную усталостную прочность. Для предупреждения поломок зубьев у корня можно применять чеканку или обкатку роликом, что легко осуществимо на прямозубых зубчатых колесах. Для конических зубчатых колес с криволинейным

зубом необходимы специальные приспособления, которые могли бы копировать форму впадины зуба.

При изготовлении зубчатых колес, так же как и при изготовлении других деталей, стараются вести обработку методом концентрации операций. Для этих целей при крупносерийном и массовом производствах обработку ведут на токарных многошпиндельных полуавтоматах, на токарных одношпиндельных многорезцовых полуавтоматах; на зубофрезерных, зубозакругляющих и зубозачистных полуавтоматах. Интенсификация изготовления зубчатых колес может достигаться за счет автоматизации загрузки станков, применения групповых методов изготовления, внедрения многооперационных станков и гибких производственных систем. Качество изготовления зубчатых колес оценивается по результатам комплексной проверки параметров колес. При этом у цилиндрических зубчатых колес проверяют: шагомером - отклонение основного шага; разность окружных шагов; накопленную погрешность окружного шага; по эвольвентомеру - погрешность профиля; кромочным штангензубомером - толщину зуба колес; тангенциальным зубомером - смещение исходного контура; радиальное биение зубчатого венца; индикаторной или жесткой плоскопараллельной скобой - длину общей нормали; колебание межцентрового расстояния - по зацеплению изготовленного колеса с эталонным зубчатым колесом; на шумоконтрольном станке - уровень шума в зацеплении с эталонным зубчатым колесом.

При применении наклепа дробью для повышения усталостной прочности конических зубчатых колес необходимо рассчитывать долговечность по контактной прочности, учитывая сжимающие остаточные напряжения от наклепа дробью.

У конических зубчатых колес проверяют: толщину зубьев по хорде окружности, соответствующей положению делительного конуса со стороны большого диаметра; угол и профиль нарезанных зубьев; направления зубьев с помощью специальных валиков-калибров; величину и расположение пятна контакта; величину бокового зазора. Выбор контролируемых параметров определяется конкретными условиями производства.

3. Червячные колеса и их назначения.

В горных машинах находят применение цилиндрические и глобоидные червячные передачи. Цилиндрические червячные передачи по форме винтовой поверхности могут быть: архимедова червячная передача; эвольвентная червячная передача; конволютная червячная передача; нелинейчатые червяки. В цилиндрических и глобоидных червячных передачах червяк изготавливают из цементируемых или улучшаемых марок сталей, которые имеют твердость HRC 48-58 в быстроходных высоконагруженных передачах и HB<270 в тихоходных малонагруженных. Глобоидные червяки выполняют из стали марки 35ХМА. Червячные колеса изготавливаются из бронзы (при $v_0 > 5$ м/с) или серого чугуна ($v_0 < 2$ м/с), где v_0 - окружная скорость червячного колеса. Червяки бывают цельные (червяки-валы) и червяки-штулки (насадные червяки). Червячные колеса бывают цельными и составными. Поэтому в технологическом процессе изготовления насадных червяков и составных червячных колес предусматривают операцию запрессовки.

В зависимости от типа производства и размера червячных передач заготовки являются: для червяков - прутки в единичном и мелкосерийном производствах и штамповки - в серийном и массовом производствах; для червячных

колес - отливки, полученные точными методами литья (литье под давлением, корковое литье, литье в кокиль) в серийном производстве; отливки с предварительно формованными зубьями - в единичном производстве для ответственных передач.

Технологический процесс изготовления червяка можно разбить на три этапа: первый - предварительная обработка до изготовления профиля червяка, второй - изготовление профиля червяка, третий - термическая и отделочная обработка червяка.

Первый этап технологического процесса строится так же, как и процесс изготовления ступенчатого вала. Второй этап включает операции, в зависимости от размеров червяка, черногого и чистового нарезания витков червяка. Если червяки высокой степени точности, то при чистовом нарезании оставляют припуск на шлифование. Третий этап назначают для червяков, изготавливаемых из цементуемых сталей. На этом этапе выполняют операцию химико-термической обработки (цементация с последующей закалкой и низким отпуском), операцию шлифования витков червяка и шлифование посадочных мест. Для крупных червяков из улучшаемых сталей термическая обработка (улучшение) назначается перед токарной обработкой. После черногого и чистового нарезания витков червяка поверхность червяков закаливают ТВЧ. В этом случае операцию шлифования витков червяка не назначают.

Существуют несколько методов нарезания червяков. Одним из наиболее распространенных методов является нарезание червяков с помощью профильных резцов на токарно-винторезных станках. Используют резцы с прямолинейным профилем. Данным методом нарезают архимедовы, эвольвентные и конволютные червяки. Требуемый профиль обеспечивают за счет соответствующей установки резца. Данный метод применяют в единичном и мелкосерийном производствах. В серийном и массовом производствах цилиндрические червяки нарезают дисковыми фрезами (рис. 38) с криволинейным профилем для архимедова, эвольвентного и нелинейчатого червяка и с прямолинейным профилем для кон-волютного червяка. При этом червяки с $m < 10$ мм нарезают за один проход; червяки с $m > 10$ мм - за два прохода. Дисковые фрезы применяют для черногого нарезания червяков. Фрезерование производят на зубофрезерных станках. Эвольвентные червяки с большим углом подъема можно нарезать на универсальных зубофрезерных и шлицефрезерных станках червячными фрезами по методу обкатки. Используют червячные фрезы с прямолинейной режущей кромкой. Поскольку точность нарезания здесь невысока, то метод используют на предварительных операциях.

В крупносерийном и массовом производствах нашли применение такие методы, как нарезание круглым долбяком на универсальных зубофрезерных станках с протяжным суппортом и специальных станках и нарезание кольцевыми головками на токарных станках (вихревое нарезание червяков). Данные методы обеспечивают хорошую точность и высокопроизводительное нарезание круглым долбяком, применяют для архимедовых и эвольвентных червяков; вихревое нарезание — для архимедовых, эвольвентных и конволютных червяков, используя соответствующий профиль резцов (криволинейный - для архимедовых и эвольвентных, прямолинейный - для конволютных). Нарезание червяков большого модуля ($m > 6$ мм) производят пальцевыми фрезами или торцовой резцовой головкой. Применяются данные методы в единичном мелкосерийном производстве для

нарезания червяков 8-9-й степени точности. Отделочная операция червяков включает операцию шлифования. Для высокоточных червяков (например, 4-й степени точности) после термической обработки могут назначать получистовое и чистовое шлифование. Шлифование червяков может быть одно- и двухсторонним и осуществляется с помощью шлифовальных кругов различной формы: дисковых, чашечных, пальцевых (рис. 39).

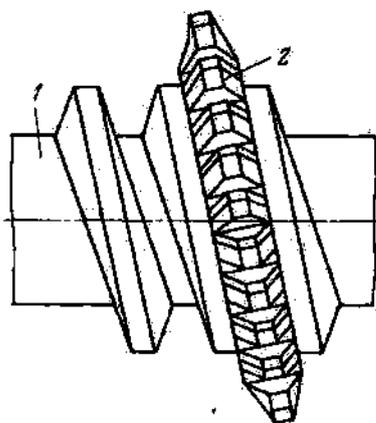


Рис. 38. Схема нарезания червяков дисковыми фрезами: 1 - заготовка; 2 - инструмент

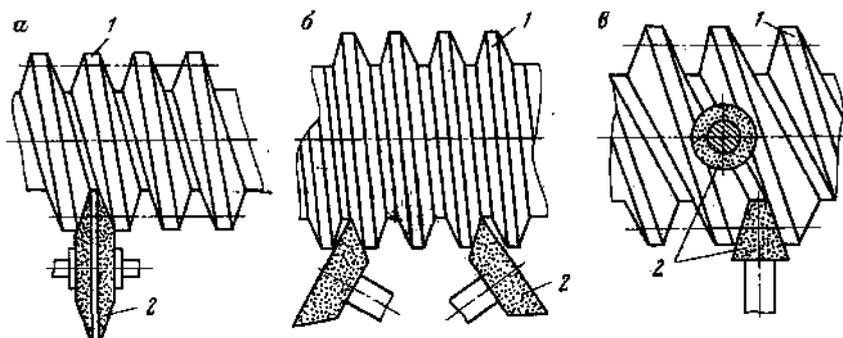


Рис. 39. Схема шлифования червяков (1) шлифовальными кругами (2): а - с прямолинейным профилем; б - чашечными; в - пальцевыми

Дисковые шлифовальные круги могут иметь прямобочный, прямолинейный и криволинейный профиль. Круги с прямобочным профилем применяют для шлифования архимедовых червяков 8-9-й степени точности, имеющих малый угол подъема; круги с прямолинейным профилем применяют при одностороннем шлифовании эвольвентных червяков (рис. 39, а); круги с криволинейным профилем приспособлены для шлифования архимедовых и эвольвентных червяков. Чашечные конические круги (рис. 39, б) рекомендуют для одностороннего шлифования архимедовых и эвольвентных червяков. Для червяков крупного модуля ($m > 15$ мм) при одностороннем и двухстороннем шлифовании профиля применяют пальцевые круги (рис. 39, в). Ими шлифуют профиль архимедовых и эвольвентных червяков. Червячные колеса имеют меньшую твердость, чем червяки, и при изготовлении не подвергаются термической обработке. Поэтому технологический процесс их

изготовления ближе подходит к процессу изготовления цилиндрических зубчатых колес из улучшаемых сталей.

Изготовление зубьев червячного колеса складывается из двух операций - чернового и чистового нарезания. Для червячных колес высокой степени точности вместо чистового нарезания назначают операцию фрезерования под шевингование и заканчивают отделку зуба операцией шевингования. Могут в качестве отделочной операции назначать притирку червячного колеса с чугунным червячным притиром.

Червячные колеса крупного модуля, а также при изготовлении колес в условиях единичного и мелкосерийного производства нарезают с помощью летучих резцов по методу тангенциальной подачи на зубофрезерных станках. Летучие резцы закреплены в скалке, которая установлена в суппорте станка. Расстояние между резцами проверяют с помощью шаблона. Ось скалки и ось колеса должны находиться в одной плоскости с режущими гранями резцов на одинаковой высоте от стола. После чернового нарезания станок перестраивается и на нем производят чистовое нарезание.

Червячные колеса мелкого и среднего модулей нарезают на зубофрезерных станках: при черновом фрезеровании зубьев - цилиндрической червячной фрезой методом радиальной подачи; при чистовом фрезеровании зубьев - конусно-цилиндрической червячной фрезой методом тангенциальной подачи. В этом случае при нарезании колеса приходится менять инструмент.

При нарезании зубьев методом комбинированной подачи используют цилиндрическую червячную фрезу. В этом случае черновое нарезание осуществляют при радиальной подаче, а чистовое - при тангенциальной. После изготовления червяка и колеса осуществляют их комплексную проверку.

У червяков 5-9-й степени точности, которые находят применение в горных машинах, контролируют осевой шаг, профиль и радиальное биение витков. Точность осевого шага проверяют после установки червяка в центрах на разметочной плите с помощью специального индикаторного приспособления. Угол и форму профиля червяка проверяют по шаблону или специальными приборами. Биение витков червяка относительно опорных шин контролируют с помощью инструментальных микроскопов или калиброванных роликов и индикаторов.

Вывод: К червячным колесам применимы такие же методы контроля точности, что и к цилиндрическим зубчатым колесам. Отличие состоит в том, что у червячных колес проверяют параметры зубчатого венца в средней плоскости и дополнительно погрешность производящей поверхности инструмента, измерение которой производят с помощью прибора для контроля винтовой линии червяков.

Для червяка в сборе с червячным колесом обязательна проверка пятна контакта на краску.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды зубчатых колес вы знаете?
2. Как изготавливаются зубчатые колеса?
3. Технологический процесс изготовления зубчатых колес?
4. Какие инструменты применяются для изготовления зубчатых колес?
5. Сколько и какие этапы технологического процесса изготовления червяка вы знаете?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –326 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 486 с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 382 с.
4. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 243 с.

План лекции:

1. Объемы и место сборочных процессов в производстве машин и механизмов.
2. Проектирование сборочных процессов.
3. Стадии сборки, структура технологического процесса сборки, схемы сборки.

Цель и задачи:

1. Ознакомление студентов со сборочным процессом.
2. Проектирование студентами деталей и узлов горных машин, а также изучение предназначения их в машине.

Ключевые слова по теме лекции:

Сборочные процессы; сборочная единица; узловая сборка; общая сборка; сборочный стенд; сборочный конвейер; операция; позиция; переход; установ.

1. Объемы и место сборочных процессов в производстве машин и механизмов

Сборка - образование соединений различного вида для получения из деталей готового изделия.

Согласно ГОСТ 2.101-68 установлены следующие виды изделий: детали; сборочные единицы (узлы); комплексы; комплекты.

Деталь- изделие, изготовленное из однородного материала без применения операций сборки (винт, болт, втулка, вал, зубчатое колесо и т. д.).

Сборочная единица-изделие, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (мясорубка, редуктор, станок и т. д.). Для указания степени сложности сборочной единицы применяются такие понятия, как подузел, узел, механизм, агрегат, машина.

Комплекс - несколько сложных изделий, не соединяемых между собой на заводе- изготовителе сборочными операциями, предназначенные все вместе для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (комплекс технологического обслуживания автомобилей; кормоприготовительный комплекс и т. д.)

Комплект - несколько изделий, не соединяемых между собой на заводе-изготовителе операциями сборки, представляющих собой набор, имеющий общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, инструментов и т. д.)

Виды соединений при сборке бывают:

а) неподвижное неразъемное (сварка, клепка, склеивание, посадки с натягом и т. д.);

б) неподвижное разъемное (болтовое или винтовое, посадка на конус, посадка переходная);

в) подвижное разъемное (пара «винт- гайка», посадки с зазором, шарнирные соединения и т. д.);

г) подвижное неразъемное (соединение рукоятки и ее оси с развальцовкой последней, подшипники качения и т. д.) - встречаются редко.

Сборочные работы - заключительный этап производственного процесса изготовления машин. Качество проведения сборки значительно влияет на эксплуатационные показатели машины, ее надежность и долговечность.

Объем сборочных работ в общей трудоемкости получения готовой машины занимает от 20 - 30% (сельхозмашиностроение) до 40- 60% (самолетостроение).

Место и формы организации сборочных работ определяются характером выпускаемых изделий и объемом производства. В единичном и мелкосерийном производствах сборка проводится на сборочных участках механосборочных цехов. В серийном производстве могут быть созданы отдельные сборочные чехи. В крупносерийном и массовом производствах, сборка отдельных частей изделий (узлов) проводится в конце прямочных или поточных линий, а сборка самого изделия - на отдельном сборочном конвейере.

Время на сборочные работы в процентах от времени на механическую обработку в зависимости от вида производства составляет:

- единичное и мелкосерийное - 40- 50%;
- среднесерийное - 30- 35%;
- крупносерийное - 20-25%;
- массовое - менее 20%.

2. Проектирование сборочных процессов.

Основными исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- 1) чертежи общих видов изделия и его сборочных единиц;
- 2) технические условия на приемку и испытание изделия;
- 3) производственная программа выпуска изделия;
- 4) спецификация узлов и деталей изделия.

На чертежах общих видов и сборочных единиц необходимо обратить внимание на технические условия, касающиеся сборки, на допуски линейных и угловых размеров, определяющих взаимное расположение деталей, конструктивные зазоры, величину перемещений отдельных деталей в процессе работы механизма и т.д.

В технических условиях на приемку изделия указывают пределы параметров, в которых изделие считается качественным. Зачастую эти параметры определяются испытаниями.

В производственной программе, кроме годового выпуска изделия и узлов к нему, должна быть представлена масса собираемых узлов и машин.

В спецификациях поступающих на сборку деталей и сборочных единиц (узлов) указываются их наименование, номер, количество, идущее на одно изделие, из какого цеха или склада поступает на сборку.

3. Стадии сборки, структура технологического процесса сборки. Схемы сборки.

На основе изучения чертежей сборочных единиц и общих видов составляется логическая схема сборки, определяющая взаимную связь и последовательность

соединений отдельных элементов в конструкцию готового изделия. Процесс сборки должен протекать по принципу «от простого к сложному» по следующим стадиям:

- а) сборка подузлов и узлов;
- б) сборка агрегатов и механизмов;
- в) общая сборка готового изделия и его регулировка.

В единичном и мелкосерийном производстве добавляется ручная подгонка. Каждая из этих стадий состоит из операций, установок, переходов, приемов.

Операция - законченная часть сборочного процесса, осуществляемая одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте.

Переход - законченная часть операции, которая не может быть расчленена на другие переходы и выполняется без смены инструментов одним или несколькими рабочими одновременно.

Прием - часть перехода, состоящая из ряда простейших движений, выполняемых рабочим в процессе сборки.

Установка - придание определенного положения собираемому узлу или изделию.

Для наглядного представления о последовательности выполнения сборочного процесса составляют его графическое отображение - технологическую схему сборки. Схема показывает, из каких деталей и каким способом составляются простейшие их соединения для получения соответствующей сборочной единицы. Единые правила оформления технологических схем сборки в системе ЕСТД отсутствуют. Из применяемых способов изображения схем сборки наиболее простым и информативным является следующая форма. Каждой детали собираемого узла или машины соответствует прямоугольник, в элементах которого располагают информацию:

- 1) наименование детали (для стандартных деталей их обозначение полностью и номер стандарта - ГОСТ, или технического условия - ТУ);
- 2) номер позиции этой детали на сборочном чертеже и ее заводской номер-шифр;
- 3) количество этих деталей, идущих на сборку одного изделия.

Схема сборки начинается с базовой детали - той, которая определяет положение всех деталей в изделии. От прямоугольника базовой детали проводится линия сборки, к которой последовательно присоединяются в порядке проведения процесса сборки прямоугольники, соответствующие другим деталям, либо подузлам, собираемым с данной сборочной единицей. На соединительных линиях сборки надписываются дополнительные условия осуществления соединений, такие как: завернуть, запрессовать, смазать солидолом, расклепать, развальцевать и т. д.

Заканчивается схема сборки прямоугольником, соответствующим узлу или изделию в сборе.

Расчленение изделия на отдельные механизмы, агрегаты и узлы зависит от его конструктивных особенностей и для каждого типа машин такое расчленение, будет носить индивидуальный характер с соблюдением следующих общих правил:

- 1) выделение того или иного соединения в сборочную единицу должно быть возможным и целесообразным как в конструктивном, так и в технологическом отношении;
- 2) необходимо обеспечить последовательную технологическую связь в проведении сборочных операций выделенных частей изделия;

3) на общую сборку должны подаваться в возможно большем количестве собранные подузлы, узлы и агрегаты при наименьших количествах отдельных деталей;

4) общая сборка по возможности должна быть освобождена от выполнения мелких сборочных соединений и различных вспомогательных работ.

Выполнение этих правил позволит наиболее рационально организовать процесс сборки с наименьшей ее трудоемкостью.

Вывод: Если изделие имеет сложную конструкцию, то в условиях, начиная от серийного производства, его сборку проводят отдельно по узлам, а затем - общую сборку. В этом случае, как на каждый собираемый узел, так и на общую сборку составляют отдельные технологические схемы сборки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое сборка машин и механизмов?
2. Какие виды сборки бывают?
3. Каково место сборочных процессов в производстве машин и механизмов?
4. Из каких стадий состоит сборка?
5. Какие данные необходимы для проектирования технологического процесса сборки?
6. Что такое технологическая операция сборки?
7. Что такое позиция сборки?
8. Что такое установка при сборке?
9. Что такое переход сборочной операции?
10. Что показывают схемы сборки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 534с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 448с.
4. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 272с.

Лекция № 18
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ.
(2 ЧАСА).

План лекции:

1. Экономичность и рациональность в машиностроении.
2. Установление планов и методов обработки.
3. Выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента.

Цель и задачи:

1. Изучение студентами обязанностей технологов и конструкторов.
2. Основные понятия в машиностроении и направления как основа проектирования.

Ключевые слова по теме лекции:

Рабочий чертёж; производственная программа; заготовка; материал; точность; припуск; вид производства; режим резания; режущий инструмент; приспособление; измерительный инструмент; операционная карта; маршрутная карта; эскизная карта.

1. Экономичность и рациональность в машиностроении.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин имеет целью установить наиболее рациональный и экономичный способ обработки; при этом, как отмечалось выше, обработка деталей на металлорежущих станках должна обеспечить выполнение требований, предъявляемых поверхностям, взаимному расположению осей и поверхностей, правильности контуров и форм. Таким образом, спроектированных технологический процесс механической обработки деталей должен при его осуществлении обеспечить выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранной машины.

При проектировании технологических процессов изготовления деталей машин необходимо учитывать основные направления в современной технологии машиностроения, которые сводятся к следующему:

1. Стремление к максимальному сокращению обработки металла резанием путем придания, заготовленным деталям машин наибольшей точности и приближения их по форме, размером и качеству поверхностей к готовым деталям. При точных заготовках не только экономится металл, вследствие уменьшения припусков, но и значительно уменьшается трудоемкость обработки, сокращается потребность в металлорежущих станках и инструментах, снижается себестоимость всего процесса изготовления деталей и машин. Получение точных заготовок деталей машин в виде отливок достигается, как уже указывалось, применением взамен литья в землю высокопроизводительных и точных процессов литья; литья в постоянные формы, в оболочковые формы, литья под давлением, центробежного литья, литья по выплавляемым моделям, которые обеспечивают получение отливок деталей с допусками по 4-5 классам точности. Часть таких отливок вовсе не подвергается механической обработке или проходит только отделочные операции. Получение точных заготовок способом пластической деформации достигается применением штампования, чеканки и калибрования заготовок на мощных ковочных машинах,

прокатной на специальных станах сложных фасонных профилей деталей и профилей периодического сечения, применением электронагрева токами промышленной и высокой частоты. Такие способы получения заготовок также дают возможность резка снизить припуски и, следовательно, объем механической обработки. Получение точных заготовок достигается также применением методов порошковой металлургии и металлокерамических деталей.

2. Интенсификация технологических процессов и повышение производительности труда путем применение для механической обработки высокопроизводительного автоматизированного оборудование и агрегатных станков, работа которых основана на принципе высокой концентрации операций; путем применения твердосплавного и металлотермического инструмента, приспособлений с быстродействующими зажимными устройствами: путем повышения режимов обработки, максимального сокращение вспомогательного времени за счет механизации и автоматизации процессов загрузки деталей в станок и разгрузки их со станка посредством применения новых более современных методов обработки; наиболее широкое использование станков с программным управлением.

3. Достижение наиболее производительными методами обработки высокой точности размеров и формы деталей, качества их поверхностей точности сопряжений, обеспечивающих износоустойчивость деталей, надежность, прочность и долговечность современных машин с высокими значениями основных параметров. Замена механических связей гидравлическими, пневматическими, пневмогидравлическими и электрическими также способствует повышению точности работы механизмов.

4. Развитие так называемой упрочняющей технологии, т.е. повышения прочностных и эксплуатационных свойств деталей путем упрочнения поверхностного слоя механическими или термохимическими средствами.

5. Применение для выполнения различных технологических процессов станков все большей мощности, что вызывается увеличением габаритов обрабатываемых деталей, концентрацией значительного количества операций. Осуществляемых одновременно большими количеством инструментов, высокими режимами обработки, механизацией и автоматизацией различных вспомогательных работ.

6. Выдвижение при проектировании на первый план оптимального технологического процесса, по которому komponуются из стандартных узлов специальные высокопроизводительные станки. Пополним это направление: основной для проектирования технологического процесса механической обработки деталей массового производства являются не те или иные существующие станки, а оптимальный технологический процесс изготовления детали раньше технологические процессы разрабатывались, базируясь на определенные типы станков, выпускаемых станкостроительной промышленностью; в современных условиях спроектированный оптимальный технологический процесс изготовления детали. Раньше технологические процессы разрабатывались, на определенные типы станков, выпускаемых станкостроительных заводах; в современных условиях по спроектированному оптимальному технологическому процессу, строят обработку стандартных узлов специальные высокопроизводительные автоматы и полуавтоматы, агрегатные станки карусельного и барабанного типов,

скомпонованные из силовых головок. Это положение относится к наиболее распространенной группе многопозиционных, многоинструментальных полуавтоматов, автоматов и автоматических линии, строящихся по принципу высокой концентрации операций и совмещения одном станке различных видов обработки.

7. Применение переносных агрегатных станков для обработки тяжелых деталей для мощных гидротурбин, прокатных станков, мощных прессов. Обычно при обработке таких тяжелых деталей затрачивается много машинного времени и времени на установку и выборку деталей на станке. Наиболее рациональным методом, требующим в несколько раз меньше времени, является обработка таких деталей неподвижном состоянии, для чего они устанавливается на обработанной металлической плите; переносной агрегатные станки, устанавливаемый на той же плите вокруг обрабатываемой детали, обрабатывают одновременно несколько ее поверхностей методом операций. При разработке технологических операций уточняют последовательность технологических переходов каждой операции, производят окончательный выбор средств технологического оснащения и расчет их потребности, назначают или рассчитывают режимы обработки. Проектируя технологические операции, уточняют технологический маршрут изготовления детали.

2. Установление планов и методов обработки.

Один из основных критериев совершенства спроектированной технологической операции - оперативное время ее выполнения. Чем меньше оперативное время выполнения операции, тем она более технологична. Другой критерий оценки - коэффициент совмещения оперативного времени $k_{\text{оп}}$, который учитывает долю оперативного непрерывного времени во всем оперативном времени.

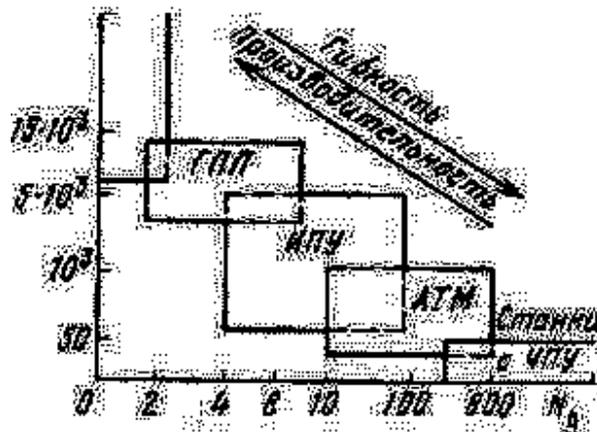


Рис. 40. Области целесообразного применения различных типов ГПС
(по В. И. Горюшкину)

Отсюда следует вывод, что в производственной системе первичным элементом является производственная операция, в ГПС - автономный технологический модуль. Автономным технологическим модулем может быть многооперационный станок с встроенным или автономным роботом или многооперационный станок с транспортно-стыковочным устройством, например конвейером или простейшим механизмом приема и перемещения заготовки. Из автономных технологических модулей (АТМ) строятся гибкие производственные линии (ГПЛ), интегрированные производственные участки (ИПУ). На рис. 40.

приведены области применения различных типов ГПС. Видно, что выбор типа ГПС зависит от номенклатуры деталей (L) и годовой программы выпуска (N_3). При номенклатуре деталей порядка 400 и более и годовой программе выпуска до 60 шт. в год можно применять однооперационные станки с ЧПУ. Если программа выпуска увеличивается, а номенклатура уменьшается, то используют АТМ, ИПУ или ГПЛ. Это в основном область мелкосерийного и серийного производства. При крупносерийном и массовом типах производства рекомендуется использовать поточные автоматические линии. Гибкие производственные системы весьма эффективны при многономенклатурном производстве. В среднем одна ГПС способна изготовить до 10 наименований деталей. Использование ГПС позволяет увеличить объем производства в 5-10 раз при сокращении численности персонала в 2-3 раза. Использование ГПС эффективно, если их загрузка в течении суток будет составлять, так же как и многооперационных станков, не менее 0,85-0,9. Поэтому при проектировании технологического процесса изготовления деталей и ориентировании его на использование многооперационных станков или гибких производственных систем необходимо начинать с технико-экономического обоснования целесообразности их применения для конкретных условий производства.

3. Выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента.

Устанавливая при проектировании технологического процесса план и метод обработки деталей, одновременно указывают, на каком станке будет выполняться операция, и приводят его характеристику: наименование станка, модель, основные размеры, мощность двигателя, стоимость и др.

Решающим фактором при выборе того или иного станка (если обработка возможна на различных станках, и обеспечивается удовлетворение технических требований к детали) является экономичность. В этом случае следует провести технико-экономическое сравнение обработки данной детали на разных станках при заданной годовой программе и принять ту модель станка, которая обеспечивает наименьшую трудоёмкость и наименьшую себестоимость обработки.

При проектировании технологического процесса обработки, наряду с выбором оборудования необходимо установить, какое приспособление необходимо для выполнения на данном станке намеченной операции.

В единичном и мелкосерийном производстве широко применяется обработка без приспособлений или с приспособлениями универсального типа, которые являются принадлежностями станков (тиски, универсальные делительные головки и т.д.). В крупносерийном и массовом производстве применяют главным образом специальные приспособления, которые сокращают вспомогательное и основное время больше, чем универсальные, при более высокой точности.

Одновременно с выбором станка и приспособления для каждой операции выбирается необходимый режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемой точности и класса шероховатости обработанной поверхности; указывается краткая характеристика инструмента, наименование и размер, марка материала и номер стандарта. Если для данной операции требуется специальный инструмент, то в технологической документации отмечается - "специальный инструмент".

Применение того или другого типа инструмента зависит от следующих факторов: вида станка; метода обработки; материала обрабатываемой детали, её размера и конфигурации; требуемых точности и класса шероховатости обработки; вида производства.

При выборе и установлении метода обработки наряду с режущим инструментом указывается измерительный инструмент, необходимый для измерения детали в процессе её обработки или после неё с краткой его характеристикой: наименование, тип, размер. При единичном и мелкосерийном производстве применяется измерительный инструмент общего назначения - линейки, штангенциркули, микрометры, нутромеры, глубиномеры и т.д. В серийном и массовом производстве применяется специальный измерительный инструмент - калибры и шаблоны. Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности и требуемой точности.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие исходные данные для проектирования технологического процесса механической обработки детали?
2. Какие данные нужно определить из рабочего чертежа детали?
3. Какими принципами нужно руководствоваться при проектировании технологических процессов механической обработки?
4. Как составляется план механической обработки?
5. Когда обрабатываются поверхности – технологические установочные базы?
6. Сколько раз можно использовать черновые установочные базы для базирования заготовки?
7. Как производится выбор оборудования, приспособления, режущего и измерительного инструмента?
8. По каким параметрам детали выбирают модель станка для её обработки?
9. В какой последовательности производится расчёт режимов резания?
10. Какие формы технологической документации заполняются при оформлении технологического процесса механической обработки?

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –571 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 521с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 424 с.
4. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 401с.

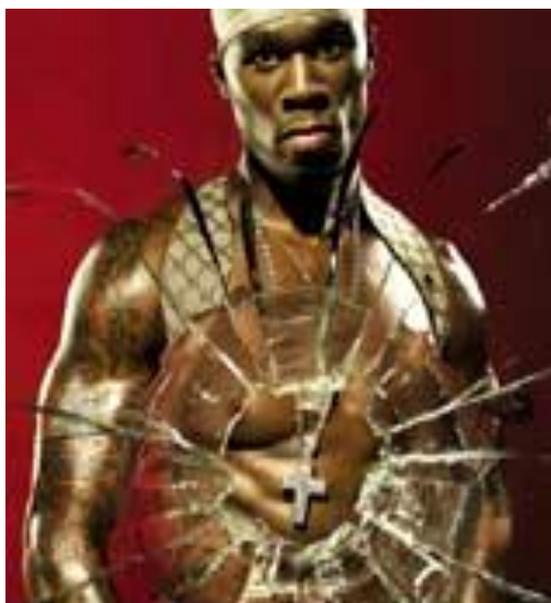
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология машиностроения. В 2-х томах. Под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГУ им. Н.Э. Баумана, 1998. –564 с.
2. Егоров М.Е., Дементьев В. И., Дмитриев В.Л. Технология машиностроения. М.; Высшая школа, 1976.- 534с.
3. Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. Технология машиностроения (специальная часть). М.: Машиностроение, 1973.- 448с.
4. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев: Высшая школа, 1984.- 272с.
5. Солод Г.И., Морозов В.И., Русихин В.И. «Технология машиностроения и ремонт горных машин». М.: Недра, 1988 г. 424 с.
6. Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова. М.: Машиностроение, 1977.- 416с.
7. Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн.1. Технология станкостроения. М.: Машиностроение, 1982.-239с.
8. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение,1985.- 496с.
9. Колев К.С. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 256с.
10. Ковшов А.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроения, 1987.- 320с.
11. Данилевский В.В. Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1977.- 479с.
12. www.spmi.ru/skeleton/1/261
13. www.gorprom.riu.ru/rub/novosti.htm
14. www.burma.tsu.tula.ru:7777/pls/gtimg/ST_ENTER.Go
15. www.usmga.ru/content.asp?id=254
16. www.univer.zhez.kz/main_instituts_gi.htm

<i>Введение</i>		3
<i>Лекция 1.</i>	Введение. Общие понятия по предмету основы горного машиностроения.	4
<i>Лекция 2.</i>	Основные понятия об изделии, агрегатах, сборочных единицах.	9
<i>Лекция 3.</i>	Производственный и технологический процессы в машиностроении.	14
<i>Лекция 4.</i>	Конструктивно-технологическая характеристика деталей горных машин.	21
<i>Лекция 5.</i>	Обзор применяемых видов обработки деталей горных машин.	26
<i>Лекция 6.</i>	Технологичность конструкции деталей горных машин.	31
<i>Лекция 7.</i>	Поверхности и базы обрабатываемой детали.	38
<i>Лекция 8.</i>	Требования к точности и прочности деталей горных машин.	47
<i>Лекция 9.</i>	Показатели качества изготовления деталей горных машин.	60
<i>Лекция 10.</i>	Виды заготовок деталей горных машин.	66
<i>Лекция 11.</i>	Расчет припусков на механическую обработку заготовки.	79
<i>Лекция 12.</i>	Техническая норма времени.	86
<i>Лекция 13.</i>	Основные принципы проектирования технологических процессов механической обработки.	99
<i>Лекция 14.</i>	Корпусные детали и металлоконструкции.	108
<i>Лекция 15.</i>	Валы, гидроцилиндры и штоки.	120
<i>Лекция 16.</i>	Зубчатые и червячные колеса.	133
<i>Лекция 17.</i>	Технология сборочных процессов.	145
<i>Лекция 18.</i>	Основные направления в технологии машиностроения.	149
<i>Список используемой литературы</i>		154

E-mail: sanches.87@list.ru
gipart-87@list.ru
G-UNIT-87@list.ru





LOONEY TUNES
www.hebus.com



Навоий-2006