

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Старорусский политехнический колледж (филиал)

Учебно-методическая документация

КОНСПЕКТЫ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине Технология машиностроения

специальность 15.02.08 Технология машиностроения
(объем аудиторных часов - 53)

Старая Русса
2019г.

Рассмотрены и утверждены
методическим советом колледжа
(Протокол № 2 от 03.09.2019г.)

Разработчик:

Чегодаева Ирина Борисовна, преподаватель высшей квалификационной категории Федерального государственного образовательного учреждения среднего профессионального образования «Старорусский политехнический колледж» (филиал) НовГУ

СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка.....	4
1.1 Перечень формируемых компетенций.....	4
1.2 Распределение фонда времени лекционных занятий.....	6
2 Содержание лекций.....	8
Информационное обеспечение обучения.....	109
Лист регистрации изменений.....	111

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Конспекты лекций, являющиеся частью учебно-методического комплекса по дисциплине Технология машиностроения составлены в соответствии с

- 1 Федеральным государственным образовательным стандартом (далее – ФГОС) по специальности СПО 15.02.08 Технология машиностроения;
- 2 рабочей программой дисциплины;

Конспекты лекций охватывают 53 часа аудиторных занятий, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять методику отработки деталей на технологичность;
- применять методику проектирования операций;
- проектировать участки механических цехов;
- использовать методику нормирования трудовых процессов;

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- способы обеспечения заданной точности изготовления деталей;
- технологические процессы производства типовых деталей и узлов машин.

1.1 Перечень формируемых компетенций

Общие компетенции (ОК):

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

1.2 Распределение фонда времени лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела и темы лекции	Вид лекции	Кол. часов по очной форме обучения
	Введение	вводная	2
1.	Раздел 1 Основы технологии машиностроения		18
1.1	Тема 1.1 Производственный процесс и технологический процесс механической обработки детали	Текущая	2
1.2	Точность механической обработки	Текущая	2
1.3	Выбор баз при обработке заготовок	Текущая	2
1.4	Способы получения заготовок	Текущая	2
1.5	Припуски на механическую обработку	Текущая	2
1.6	Технологичность конструкции машин	Текущая	2
1.7	Принципы проектирования, правила разработки технологических процессов	Текущая	2
1.8	Технологическая документация	Текущая	2
1.9	Контроль качества деталей	Текущая,	2
2.	Раздел 2 Основы технического нормирования		6
2.1	Классификация затрат рабочего времени	Текущая	2
2.2	Фотография рабочего времени. Хронометраж	Текущая	2
2.3	Норма времени и ее структура. Нормативы для технического нормирования	Текущая	2
3	Раздел 3 Методы обработки основных поверхностей деталей машин		20
3.1	Обработка наружных поверхностей тел вращения	Текущая	4
3.2	Обработка резьбовых поверхностей	Текущая	2
3.3	Обработка шлицевых поверхностей	Текущая	2
3.4	Обработка отверстий	Текущая	4
3.5	Обработка плоских поверхностей и пазов	Текущая	4
3.6	Обработка фасонных поверхностей	Текущая	2

3.7	Обработка зубчатых поверхностей	Текущая	2
5	Раздел 5. Автоматизированное проектирование технологических процессов		5
5.1	Общие принципы ТПП	Текущая	2
5.2	Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	Текущая	3
7	Раздел 7 Технология сборки машин		2
7.1	Основные понятия о сборке. Методы сборки	Текущая	2
	Всего		53

2 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Содержание и сущность предмета Технология машиностроения, его задачи, связь с другими дисциплинами.

История развития науки о способах обработки заготовок.

Роль и задачи технолога на предприятии.

Основные направления развития современной технологии машиностроения.

Техника (искусство, ремесло, мастерство) - совокупность средств человеческой деятельности, созданных для осуществления процессов производства и обслуживания непроеизводственных потребностей общества.

Технология - совокупность методов (обработки, изменения состояния, свойств, формы сырья, материалов полуфабрикатов), осуществляемых в процессе производства продукции.

Инструмент - орудие человеческого труда или исполнительный механизм машин.

Производство - процесс создания материальных благ, которые необходимы для жизни человека и разных видов его деятельности.

Способы производства: первобытно-общинный, рабовладельческий, феодальный, капиталистический.

Каждому способу производства соответствуют свои орудия труда, машины, сооружения и различные механизмы.

Объекты производства: изделия - (деталь, сборочная единица, комплекс, комплект).

Заготовка- предмет производства, из которого изменением формы, размеров, чистоты поверхности и свойств материала изготавливают деталь.

Технология машиностроения – наука, изучающая производственные процессы, их научные обобщения с установлением закономерностей в технологии механической обработки и сборки с целью использования этих закономерностей для обеспечения выпуска машин заданного качества, в установленном производственной программой количестве и при наименьших народно-хозяйственных затратах.

К «технологии машиностроения» относятся следующие отрасли производства: технология литья, технология обработки давлением, технология сварки, технология механической обработки, технология сборки машин.

Однако под «технологией машиностроения» обычно понимают научную дисциплину, изучающую преимущественно процессы механической обработки заготовок и сборки машин и попутно затрагивающую вопросы выбора заготовок и методы их изготовления. Это объясняется тем, что в машиностроении заданные формы деталей с требуемой точностью и качеством их поверхностей достигаются в основном механической обработкой.

Сложность процесса механической обработки, большой объем вопросов, возникающих при написании технических процессов, обусловили возникновение смежных дисциплин.

РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Тема 1.1 Производственный процесс машиностроительного завода и технологический процесс механической обработки детали

Цель:

- формирование знаний о содержании производственного процесса, типах машиностроительного производства, структуре технологического процесса обработки деталей.

Основные понятия

Производственный процесс, технологический процесс, технологическая операция, технологический переход, рабочий ход, позиция, установ, тип производства, коэффициент закрепления операций.

План лекции

- 1 Понятие о производственном и технологическом процессах машиностроительного предприятия: получение заготовок, обработка заготовок, сборка.
- 2 Цель производственного процесса.
- 3 Структура технологического процесса обработки детали, основные термины и определения.
- 4 Понятие о технологической операции и её элементах.
- 5 Понятие о производственной и операционной партии, цикле технологической операции, такте, ритме выпуска изделий.
- 6 Типы машиностроительного производства и их характеристика по технологическим, организационным и экономическим признакам.
- 7 Коэффициент закрепления операций ($K_{зо}$), его определение и физический смысл.

Основная часть

Производственный процесс - характеризуется совокупностью действий, в результате которых материалы и полуфабрикаты превращаются в готовые изделия в соответствии с их служебным назначением. Для функционирования производственного процесса необходимы соответствующие исходные данные.

Технологический процесс - часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, форм и других свойств предмета производства. Это понятие имеет весьма широкие границы и в различные периоды времени уточняется соответствующими стандартами, однако главным остается понятие о непосредственном изменении состояния объекта труда.

Технологическая операция - это часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте, над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми предметами, одним или несколькими рабочими.

Рабочее место представляет собой часть производственной площади, оборудованной в соответствии с выполняемой работой. Работа в рамках одной операции предусматривает условие непрерывности в том смысле, что исключается переход к выполнению другой работы. В автоматизированном и гибком автоматизированном производствах понятие технологической операции несколько изменяется.

Технологический процесс предусматривает также наличие вспомогательных операций, связанных с транспортированием, контролем и другими действиями, не изменяющими свойств объектов труда.

Составными частями операции являются технологические переходы, характеризующиеся постоянством применения инструмента и обрабатываемых поверхностей.

Технологический переход - законченная часть технологической операции, выполняемая над одной или несколькими поверхностями заготовки, одним или несколькими одновременно работающими инструментами при неизменных

режимах обработки. Обработка следующей поверхности заготовки или изменение режимов обработки означают наличие нового перехода.

Вспомогательный переход не изменяет состояние объекта труда, но сопровождает выполнение технологического перехода. Затраты времени на вспомогательные операции и переходы следует неизменно сокращать.

Проход (рабочий ход) - часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и связанная с изменением состояния этой заготовки. В свою очередь частью прохода является прием - законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением. Приемы состоят из отдельных движений. Операции, переходы и проходы всегда выполняются на рабочих местах в одной или нескольких позициях, а также с одного или нескольких установок.

Позиция - фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой совместно с оснасткой относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения операции или ее части.

Установ - часть операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок.

Технологическая операция является основной единицей производственного планирования и учета. Каждый технологический процесс разрабатывают применительно к определенному типу производства, который представляет собой классификационную категорию производства, выделяемую по принципу объема годового выпуска продукции и широте номенклатуры производства изделий. Технологический процесс, прогрессивный для одного типа производства, может быть совершенно неприемлемым для другого типа производства.

Современное производство подразделяется на массовое, серийное и единичное.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, изготавливаемых непрерывно в течение большого

отрезка времени. Это означает, что на каждом рабочем месте постоянно выполняется одна и та же работа, т.е. технологические операции постоянно повторяются (например, сверление отверстий в поршнях автомобиля данной модели). Поэтому используют специальное оборудование, которое расставляют в цехах в полном соответствии с выполнением операций технологического процесса; ему подчиняют работу транспортирующих устройств, контроль, работу складов заготовок и др. Современное массовое производство использует роботы, автоматические линии и целые производственные системы, управляемые ЭВМ. Применяемые заготовки характеризуется высокой точностью.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых периодически повторяющимися партиями, сравнительно большим объемом выпуска. Такой тип производства является основным и на его предприятиях выпускается 75-80 % всей продукции машиностроения. В зависимости от количества изделий в партии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство. Используемое оборудование% универсальные, специализированные и специальные станки, автоматические линии. Большое распространение получают станки с ЧПУ. Расстановка станков чаще всего проводится по технологическим группам, хотя встречаются и другие виды компоновки станков. Заготовками являются горячий и холодный прокат, поковки, точные штампованные заготовки и отливки.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой выпускаемых изделий и малым объемом их выпуска. Такой объем, как правило, исчисляется штуками или десятками штук. Технологические операции, выполняемые в производстве этого типа, повторяются нерегулярно или не повторяются совсем. Используют универсальное оборудование, которое расставляется по технологическим группам. Заготовки имеют простейшую форму. Так, крупносерийное производство приближается к массовому, а мелкосерийное - к единичному.

Установление типа производства при разработке технологических процессов является обязательным, поскольку в каждом типе производства для изготовления деталей одного и того же наименования используют совершенно различные технологические процессы. Решение такой задачи оказывается весьма сложным и, как правило, связано с выполнением ряда этапов. Очевидно, что отнесение изделий по их габаритам в ту или иную группу без учета других особенностей этих изделий, является в значительной степени произвольным. Тем не менее, представляется возможным в самом первом приближении наметить тип производства. Эта работа требует дальнейших уточнений на основе использования коэффициентов закрепления операций, т.е. отношения числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест. Принимают следующие значения коэффициентов закрепления операций: для мелкосерийного производства св. 20 до 40 ; для среднесерийного производства св. 10 до 20; для крупносерийного производства св. 1 до 10. Для массового производства коэффициент закрепления операций равен 1. Определение коэффициентов закрепления операций требует в свою очередь прикидочных расчетов и определения числа операций и рабочих мест исходя из заданного объема месячного выпуска изделий.

Следовательно, такие расчеты уже делаются с ориентацией на определенный тип производства и в дальнейшем требуют ряда последовательных уточнений. Выполняя эту работу, технологи опираются на опыт изготовления аналогичных изделий в конкретных производственных условиях. Вид оборудования, применяемого в различных типах производства, определяется технологическим процессом

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие процессы в совокупности составляют производственный процесс?
- 2 Что такое технологический процесс?
- 3 Назовите составные элементы технологического процесса.

4. Дайте характеристику типов производства: единичного, серийного, массового.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.2 Точность механической обработки

Цель:

- формирование знаний о влиянии различных методов обработки на точность, факторах, определяющих точность обработки, факторах, влияющих на точность обработки.

Основные понятия

Точность обработки, погрешность обработки, достижимая точность, экономическая точность

План лекции

1. Факторы, определяющие точность обработки.
2. Факторы, влияющие на точность обработки.
3. Понятие об экономической и достижимой точности.
4. Методы оценки погрешностей обработки.
5. Точность, получаемая различными способами обработки

Основная часть

Точностью обработки называется степень соответствия детали после ее обработки требованиям чертежа.

Погрешность обработки – это разность между действительным значением и точным значением какой-либо величины.

Реальная поверхность – это поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от окружающей среды.

Чертеж детали представляет собой номинальную поверхность детали с нанесенными на нее допусками.

В понятие точность входят:

- точность размеров;
- точность формы;
- точность взаимного расположения поверхностей;
- качество поверхностного слоя;
- физико-механические свойства материала.

Различают понятия: достижимая точность – точность, которая может быть достигнута существующими методами обработки и экономическая точность – точность, которая достигается с наименьшими затратами.

Технологическую систему характеризуют следующие основные погрешности:

- установки заготовок в приспособлении с учетом колебания размеров баз, контактных деформаций установочных баз заготовки и приспособления, точности изготовления и износа приспособления
- колебания упругих деформаций технологической системы под влиянием
- нестабильных нагрузок, действующих с системе переменной жесткости.
- наладки технологической системы на выдерживаемой размер.
- износа режущего инструмента
- износа станка
- колебания упругих элементов технологической системы вследствие их нагрева при резании, трения подвижных элементов системы, изменения температуры в цехе.

Погрешности измерения обычно рассматриваются в составе погрешностей наладки, однако, при значительном их влиянии на общую погрешность данные погрешности можно рассматривать отдельно.

Погрешность обработки возникает в результате смещения элементов технологической системы под действием сил резания и является результатом упругих деформаций заготовок, резца, инструмента, изменения величины стыковых зазоров, положения режущей кромки инструмента относительно детали.

В процессе изготовления деталей машин качество их изготовления зависит от технологических факторов, в большей или меньшей степени влияющих на точность обработки. Часть из этих факторов является причиной систематических погрешностей, которые носят постоянный или переменный характер,

Другая часть факторов, влияющих на точность обработки является причиной случайных погрешностей, приводящих к рассеянию размеров деталей в пределах поля допуска. Случайные погрешности возникают вследствие колебания величин припусков в различных деталях, различных параметров.

Если после измерения партию деталей разбить на группы с одинаковыми размерами, и отклонениями и построить графическую зависимость, то получим кривую распределения размеров, которая характеризует точность обработки деталей. Случайные погрешности в размерах обрабатываемых деталей подчиняются закону нормального распределения, который графически изображается кривой Гаусса.

Если разбить все детали партии на группы по интервалам размеров, то средний размер детали в партии $L_{\text{ср}}$ равен среднему арифметическому из размеров всех деталей.

Закон нормального распределения в большинстве случаев оказывается справедлив при механической обработке заготовок с точностью 8, 9 и 10 квалитетов и грубее, а при обработке по 7, 8 и 6 квалитетам распределение их

размеров подчиняется закону Симпсона, который графически выражается равнобедренным треугольником.

Если рассеивание размеров зависит от только от переменных систематических погрешностей, то распределение действительных размеров партии обработанных заготовок подчиняется закону равной вероятности.

Закон равной вероятности распространяется на распределение размеров заготовок повышенной точности (5-6 квалитет и выше), при их обработке по методу пробных ходов.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Назовите факторы, определяющие точность обработки.
- 2 Какие факторы влияют на точность обработки?
- 3 Понятие об экономической и достижимой точности.
- 4 Какие знаете методы оценки погрешностей обработки?
- 5 Каким образом производится исследование точности с помощью точечных диаграмм?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.3 Выбор баз при обработке заготовок

Цель:

- формирование знаний о базах, правилах и принципах выбора баз, условных обозначениях опор и зажимов на операционных эскизах

Основные понятия

База, базирование, явные и скрытые базы, конструкторские, технологические, измерительные базы, установочные базы, направляющая база, опорная база, двойная направляющая база, двойная опорная база

План лекции

- 1 Базы, их классификация и назначение.
- 2 Основные схемы базирования.
- 3 Рекомендации по выбору баз.
- 4 Погрешности базирования и закрепления заготовок при обработке.
- 5 Условные обозначения опор и зажимов на операционных эскизах

Основная часть

База – это поверхность заготовки или сборочной единицы, с помощью которой ее ориентируют при установке для обработки на станке.

Базирование – это придаваемое заготовке (сборочной единице) положение, определяемое базами, относительно выбранной системы координат (ГОСТ 21495-76).

Известно, что всякое твердое тело имеет в пространстве 6 степеней свободы относительно выбранной системы координат: поступательные движения по координатным осям и вращательные движения около каждой из них. Для обеспечения неподвижности заготовки в выбранной системе координат на нее необходимо наложить 6 двусторонних геометрических связей, для создания которых нужен комплект баз.

Базой может служить поверхность, сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащие заготовке.

Связь заготовки с избранной системой координат символизирует опорная точка. Для лишения 6 степеней свободы заготовке требуется 6 неподвижных опорных точек, расположенных в трех перпендикулярных плоскостях.

Опорные точки на схеме базирования изображают условными знаками и нумеруют порядковыми номерами, начиная с базы, на которой располагается наибольшее количество опорных точек.

Технологические базы используются для определения положения заготовки в процессе изготовления или ремонта, они бывают основные и вспомогательные. Основная технологическая база – это база, которая совпадает с конструкторской или измерительной. Например, при обработке шатунных шеек коленвала за технологическую базу принимают поверхность коренных шеек, которая является конструкторской.

Вспомогательная технологическая база – специально созданная поверхность у заготовки для базирования при обработке, которая не участвует в выполнении служебного назначения изготовленной детали заготовки (центровочные отверстия у коленвала, например).

В связи с тем, что базирование связано с частичным или полным лишением степеней свободы заготовки в выбранной системе координат, установлена следующая разновидность баз: установочная, направляющая, двойная направляющая, опорная, двойная опорная.

Установочная база – лишает заготовку трех степеней свободы: перемещения вдоль оси Z и поворота вокруг осей X и Y за счет опорных точек 1, 2, 3.

Направляющая база – лишает заготовку двух степеней свободы: перемещения вдоль оси Y и поворота вокруг оси Z за счет опорных точек 4, 5.

Опорная база – лишает заготовку одной степени свободы: перемещения вдоль оси X за счет опорной точки 6.

Двойная направляющая база – (поверхность цилиндра с опорными точками 1, 2, 3, 4) лишает заготовку четырех степеней свободы: перемещения вдоль осей X и Z и поворота вокруг них.

Двойная опорная база – лишает заготовку двух степеней свободы: перемещений вдоль двух осей X и Z .

При базировании возможны явные и скрытые базы. Явные базы – это реальные поверхности, разметочные риски, точки пересечения рисков у заготовок. Скрытые базы – воображаемые плоскости, оси, точки у заготовок.

Выбор баз при механической обработке заготовки следует проводить с учетом трех основных принципов базирования: совмещение конструкторской, технологической и измерительной баз, постоянство технологических баз, последовательность баз. Только при этом достигается наивысшая точность обработки с минимальной погрешностью базирования и закрепления.

На первой установке технологической операции за технологическую базу принимается необработанная поверхность заготовки, так называемая черновая база, которая должна иметь разовое использование. За черновую базу лучше принять поверхности, расположенные параллельно, перпендикулярно или концентрично технологической базе.

На последующих стадиях обработки за базу принимают обработанные поверхности заготовки.

За технологическую установочную базу принимается по возможности большая по длине и меньшая по ширине поверхность заготовки, при необходимости допускается искусственное увеличение базовых поверхностей в виде приливов, надставок.

В производственных условиях всегда имеют место погрешности обработки $\varepsilon_{\text{уст}}$, зависящие от условий установки, т.е. от погрешности базирования $\varepsilon_{\text{баз}}$, погрешности закрепления $\varepsilon_{\text{закр}}$ заготовки и от неточности приспособления $\varepsilon_{\text{пр}}$. Для уменьшения этих погрешностей важно соблюдать правила базирования: правило «шести точек», правило «постоянства баз», правило «совмещения баз». При несоблюдении правила «совмещения баз» возникает необходимость в пересчете конструкторских размеров в технологические. Цель пересчета состоит в определении погрешности размера замыкающего звена и сравнении ее с допуском конструкторского размера.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Дайте определение базы. В чем заключается принцип единства баз?
- 2 Изобразите схему базирования призматических заготовок, коротких цилиндрических заготовок, длинных цилиндрических заготовок.
- 3 Каким образом определяется погрешность установки? Дайте определение составляющих погрешностей.
- 4 Каким образом обозначаются опоры и зажимы на операционных эскизах?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.4 Способы получения заготовок

Цель:

- формирование знаний о влиянии способа получения заготовки на технико-экономические показатели техпроцесса обработки, о способах получения литых заготовок, кованных и штампованных заготовок, о методах предварительной обработки заготовок.

Основные понятия

Отливки, поковки, заготовки из проката, коэффициент использования материала

План лекции

- 1 Заготовки из металла: литые заготовки, кованные и штампованные заготовки, заготовки из проката.
- 2 Заготовки из неметаллических материалов.
- 3 Коэффициент использования материала.

- 4 Выбор заготовок. Влияние способа получения заготовок на технико-экономические показатели технологического процесса.
- 5 Предварительная обработка заготовок

Основная часть

Одним из направлений повышения конкурентоспособности продукции машиностроения являются снижение металлоемкости, сокращение отходов и потерь металла за счет рационального применения заготовок, экономичных методов формообразования и механической обработки. Немаловажное значение при этом имеет выбор метода получения заготовок, соответствующих производственным условиям конкретного машиностроительного предприятия. Рационально выбранная заготовка позволяет уменьшить припуски и, как следствие, объем последующей обработки резанием, трудоёмкость и себестоимость изготовления продукции.

Основные методы получения заготовок: различные методы литья, методы пластического деформирования и формообразования (ковка, штамповка, высадка), размерная резка из проката, порошковая металлургия. Сложность выбора метода получения заготовки состоит в том, что часто сталкиваются противоположные технические требования. Решение этого вопроса многовариантное, выбор одного из вариантов не очевиден и часто основан на инженерной интуиции и практическом опыте. Кроме того, принятие решений происходит в условиях производственных ограничений, ограничений материальных ресурсов, экономических возможностей, энергетических ресурсов, наличия квалифицированных кадров и др.

Заготовки получают в основном двумя методами — литьем или обработкой давлением (пластическим деформированием). Иногда для крупногабаритных деталей допускается использование сварных заготовок или комбинированных (т. е. полученных сваркой предварительно отштампованных или отлитых отдельных элементов сложной формы).

На первом этапе выбора метода получения заготовки исходят из физико-механических свойств материала детали, а именно из пластичности материала и его литейных свойств.

В случае, когда свойства материала допускают использование и литья, и методов пластического деформирования, то выбор должен основываться в первую очередь на особенности формы детали.

Если имеются полости сложной формы, а также выступы и впадины на боковых наружных и внутренних поверхностях, часто единственно возможным является метод литья. Причём обязательно с применением формы разового использования, так как для извлечения отливки форма и стержни должны быть разрушены.

Если же форма детали позволяет применять как штамповку, так и литье, то выбор метода должен исходить из технических требований к детали, особенно макро- и микроструктуре внутренних и поверхностных слоев детали. Кроме того, необходимо учитывать объем производства (годовую программу выпуска деталей) и тип производства.

Заготовки из проката используют в тех случаях, когда форма детали наиболее близко соответствует форме какого-либо сортового материала, нет значительной разницы в поперечных сечениях детали и можно для получения окончательной ее формы избежать снятия большого количества металла, а также для получения поковок и штампованных заготовок.

Для заготовок применяют сортовой или фасонный прокат, используют калиброванные прутки.

Выбор вида исходной заготовки можно выполнить одним из упрощенных способов, сравнивая себестоимости двух вариантов, например поковки и проката.

Выбор является целесообразным, если выполняется соотношение

$$C^I_3 - C^{II}_3 < P^{II}_{\text{ПРЕД}} - P^I_{\text{ПРЕД}}, \quad (1.1)$$

где C_3^I и C_3^{II} – себестоимость исходных заготовок по первому и второму вариантам;

$R_{\text{ПРЕД}}^{II}$ и $R_{\text{ПРЕД}}^I$ – расценки на выполнение предварительной механической обработки исходных заготовок, полученные в результате определения основного времени на удаление излишнего припуска (или напуска) при двух вариантах вида исходных заготовок.

Значение себестоимости можно найти, используя формулу:

$$C_3 = am_3 K_{\text{П}}, \quad (1.2)$$

где a – стоимость единицы массы металла заготовок в зависимости от его марки, геометрической сложности исходной заготовки и способа получения;

m_3 – масса исходной заготовки;

$K_{\text{П}}$ – коэффициент, учитывающий тип и вид производства исходных заготовок.

Значение коэффициента $K_{\text{П}}$ приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Значение коэффициента $K_{\text{П}}$

Тип производства	Отливки	Поковки	
		на молотах и ковочных машинах	на кривошипных прессах
Массовое	1,0	0,8	0,65
Крупносерийное	1,15	1,0	1,0
Среднесерийное	1,35	1,4	2,0
Мелкосерийное	1,55	1,8	3,0

Оценкой выбора вида исходной заготовки может служить и коэффициент использования материала, в идеале приближающийся к 1.

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{И.М}} = M_{\text{Д}}/M_{3.П}, \quad (1.3)$$

где $M_{\text{Д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{3.П}$ – масса материала исходной заготовки с неизбежными технологическими

потерями, кг.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие основные методы получения заготовок из металла вы знаете? Какие методы получения заготовок из неметаллических материалов вы знаете?
- 2 Как определить коэффициент использования заготовок?
- 3 Как осуществляется выбор заготовок?
- 4 Каково влияние способа получения заготовок на технико-экономические показатели технологического процесса?
- 5 Каким образом производится предварительная обработка заготовок?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.5 Припуски на механическую обработку

Цель:

- формирование понятий о припусках на обработку и факторах, влияющих на величину припуска, знаний о зависимости величины припуска от заданной точности и шероховатости поверхности, от способа получения заготовки.

Основные понятия

Припуск межоперационный, общий припуск на обработку, операционный размер, расчетно-аналитический метод определения припусков.

План лекции

- 1 Понятие о припусках, операционных размерах, допускаемых отклонениях на них.

- 2 Схемы расположения припусков, операционных размеров, допускаемых отклонений.
- 3 Факторы, влияющие на величину припусков.
- 4 Методы определения припусков: расчетно-аналитический, опытно-статистический (табличный).

Основная часть

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода. Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и для компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе.

Минимальный припуск:

а) при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения

$$2Z_{i \min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right]; \quad (1.4)$$

б) при обработке поверхностей вращения в центрах

$$2Z_{i \min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\sum i-1} \right) \quad (1.5)$$

в) при последовательной обработке противоположащих поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\sum i-1} + \varepsilon_i; \quad (1.6)$$

где Rz_{i-1} - высота неровностей профиля по десяти точкам на предшествующем переходе;

h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой);

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - суммарное отклонение расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности) на предшествующем переходе;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Отклонение расположения Δ_{Σ} необходимо учитывать у исходных заготовок (под первый технологический переход), после черновой и получистовой обработки лезвийным инструментом (под последующий технологический переход) и после термической обработки. В связи с закономерным уменьшением величины Δ_{Σ} при обработке поверхности за несколько переходов на стадиях чистовой и отделочной обработки, ею пренебрегают.

На основе расчета промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам. Промежуточные расчетные размеры устанавливают в порядке, обратном ходу технологического процесса обработки этой поверхности, т. е. от размера готовой детали к размеру исходной заготовки, путем последовательного прибавления (для наружных поверхностей) к исходному размеру готовой детали промежуточных припусков или путем последовательного вычитания (для внутренних поверхностей) от исходного размера готовой детали промежуточных припусков. Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам определяют, округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры вычисляют путем прибавления (вычитания) допуска к округленному наименьшему (наибольшему) предельному размеру.

Предельные значения припусков $Z_{\max}$ определяют как разность наибольших

(наименьших) предельных размеров и $Z_{\min}$ как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого (выполняемого и предшествующего) переходов.

Общие припуски $Z_{o\max}$ и $Z_{o\min}$ находят как сумму промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{o\max} = \sum Z_{i\max}, \quad (1.7)$$

$$Z_{o\min} = \sum Z_{i\min}. \quad (1.8)$$

Правильность расчетов определяют по уравнениям:

$$Z_{i\max} - Z_{i\min} = T_{i-1} - T_i; \quad (1.9)$$

$$2Z_{i\max} - 2Z_{i\min} = T_{D_{i-1}} - T_{D_i}; \quad (1.10)$$

$$Z_{o\max} - Z_{o\min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}; \quad (1.11)$$

$$2Z_{o\max} - 2Z_{o\min} = T_{D_{\text{заг}}} - T_{D_{\text{дет}}}; \quad (1.12)$$

где T_{i-1} , $T_{D_{i-1}}$ - допуски размеров на предшествующем переходе;

T_i , T_{D_i} - допуски размеров на выполняемом переходе;

$T_{\text{заг}}$, $T_{D_{\text{заг}}}$ - допуски на исходную заготовку;

$T_{\text{дет}}$, $T_{D_{\text{дет}}}$ - допуски на деталь.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Дайте определение припуска на обработку.
- 2 Назовите факторы, влияющие на величину припусков на обработку.
- 3 Какие вы знаете методы определения припусков?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.6 Технологичность конструкции машин

Цель:

- формирование представлений о влиянии технологичности конструкции детали на технико-экономические показатели техпроцесса обработки;
- формирование знаний критериев оценки технологичности конструкции детали;

Основные понятия

Критерий технологичности, качественная оценка технологичности, количественная оценка технологичности

План лекции

- 1 Понятие о технологичности конструкции
- 2 Критерий технологичности конструкции детали, изделия. Необходимость отработки конструкций деталей на технологичность при разработке технологических процессов
- 3 Правила обеспечения технологичности изделий на всех стадиях разработки. Качественный и количественный методы оценки технологичности конструкции машин

Основная часть

Критерий технологичности – это экономическая целесообразность при заданном качестве и принятых условиях производства, эксплуатации и ремонта. Цель анализа технологичности – выявление недостатка конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях и возможное улучшение технологичности изделия.

Основные задачи анализа технологичности – возможное уменьшение трудоемкости и металлоемкости, а, следовательно, снижение себестоимости изделия.

Комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости:

- повышение серийности путем стандартизации, унификации и группирования деталей и их элементов по конструктивно-технологическим признакам;
- ограничение номенклатуры конструкций и применяемых материалов;
- снижение массы изделий и применение высокопроизводительных типовых технологических процессов и средств технологического оснащения.

Отработку на технологичность проводят на всех стадиях конструкторской разработки.

Оценку технологичности конструкции детали производят по качественным и количественным показателям.

Качественная оценка технологичности конструкции детали указывается словами «хорошо – плохо», «допустимо – недопустимо» и т.д.

Количественная оценка технологичности конструкции производится по следующим коэффициентам.

- 1 Трудоемкость изготовления изделия, Т, час.
- 2 Технологическая себестоимость изделия, С_т, руб.
- 3 Коэффициент унификации конструктивных элементов детали

$$K_{уэ} = Q_{эу}/Q_{э}, \quad (1.13)$$

где $Q_{эу}$ – число унифицированных элементов детали, шт.,

$Q_{э}$ – общее число конструктивных элементов детали, шт.

Деталь технологична, если $K_{уэ} > 0,6$.

- 4 Коэффициент использования материала

$$K_{и.м} = M_{д}/M_{з.п}, \quad (1.14)$$

где $M_{д}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{з.п}$ – масса материала заготовки с неизбежными технологическими

потерями, кг.

5 Коэффициент точности обработки

$$K_{ТЧ} = 1 - (1/A_{CP}), \quad (1.15)$$

где A_{CP} – средний квалитет точности,

$$A_{CP} = (P_1 + 2P_2 + 3P_3 + \dots + 17P_{17}) / \sum_{i=1}^{17} P_i, \quad (1.16)$$

где P_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1 ... 17 квалитетам.

Деталь считается технологичной по этому показателю, если $K_{Т.ч} > 0,8$.

6 Коэффициент шероховатости поверхности

$$K_{Ш} = 1/B_{CP}, \quad (1.17)$$

где B_{CP} – средняя шероховатость поверхности, определяемая в значениях параметра R_a , мкм.

$$B = (0,01P_1 + 0,02P_2 + \dots + 40P_{13} + 80P_{14}) / \sum_{i=1}^{14} P_i, \quad (1.18)$$

где $P_1; P_2; \dots; P_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

Если $K_{Ш} < 0,32$, деталь является технологичной по данному показателю.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Раскройте содержание понятия о технологичности конструкции изделия.
- 2 Назовите показатели, по которым проводится количественная оценка технологичности конструкции изделия.
- 3 Каким образом производится качественная оценка технологичности конструкции изделия?
- 4 Почему необходимо обрабатывать конструкции деталей на технологичность при разработке технологических процессов?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е

изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.7 Принципы проектирования, правила разработки технологических процессов

Цель:

- формирование представлений о классификации технологических процессов обработки деталей;

- формирование знаний о влиянии годового объема выпуска деталей на характер технологического процесса, этапах проектирования технологического процесса, исходных данных для проектирования техпроцесса обработки детали

Основные понятия

Единичный технологический процесс, групповой технологический процесс, типовой технологический процесс

План лекции

Классификация технологических процессов по ГОСТ 3.1109–82. Исходная информация для разработки технологических процессов. Последовательность проектирования техпроцесса. Вспомогательные и контрольные операции в технологическом процессе. Особенности проектирования техпроцессов обработки деталей на станках с ЧПУ. Оценка технико-экономической эффективности технологического процесса обработки. Понятие о технологической дисциплине. Методы внедрения, производственной отладки технологических процессов. Понятие о технологической дисциплине. Контроль за соблюдением технологической дисциплины.

Характер проектируемого технологического процесса зависит от типа производства.

Для мелкосерийного производства характерно использование группового метода обработки с применением универсального оборудования, в том числе станков с

ЧПУ, универсальных приспособлений (УСП), универсального режущего и измерительного инструмента.

В среднесерийном и крупносерийном производстве ориентируются на применение переменного-поточных линий, специализированных и специальных станков, специальных приспособлений, режущего и измерительного инструмента.

В массовом производстве разрабатывается технологический процесс для непрерывной поточной линии с использованием специальных станков, приспособлений и максимальной механизацией и автоматизацией процесса.

Разрабатывая технологический маршрут обработки, следует максимально использовать типовые технологические процессы, которые приводятся в справочной и учебной литературе.

В зависимости от количества изделий и условий их изготовления различают три вида технологических процессов: единичный, типовой и групповой.

Единичный технологический процесс - это процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Такой процесс разрабатывают, как правило, для оригинальных деталей или сборочных единиц, которые по своим формам, свойствам поверхностных слоев, материалу и другим показателям не имеют общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, изготавливаемыми ранее на данном предприятии.

Единичный технологический процесс создают на основе общих закономерностей (правил) разработки процессов изготовления деталей, однако при этом требуется учет специфики и требований, предъявляемых к точности размера, форм, взаимному расположению поверхностей, а также к поверхностным слоям.

Типовой технологический процесс - это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими

признаками. Такая общность позволяет в свою очередь разработать общность содержания и последовательности выполнения большинства технологических операций и переходов для всей группы изделий, что имеет неоспоримые преимущества технического и экономического характера.

Типизация технологических процессов в машиностроении является безусловно прогрессивным явлением, так как позволяет при всем многообразии деталей машиностроительного производства обеспечить устранение многообразия технологических процессов обоснованным сведением их к ограниченному числу. Каждый типовой технологический процесс основывается при этом на применении наиболее совершенных способов обработки, которые обеспечивают достижение наивысшей производительности при наименьших затратах труда. Типовой технологический процесс предусматривает выделение в группе однотипных изделий, изготавливаемых в конкретных производственных условиях, типового представителя группы. В качестве представителя выбирают изделие, для изготовления которого требуется наибольшее количество основных и вспомогательных операций, характерных для изделий, входящих в эту группу. Процесс, разработанный для типового представителя, может быть положен в основу процесса для любого другого изделия, входящего в группу.

Типовые технологические процессы представляются специальной документацией, которая включает в себя классификатор заготовок и собственно типовой процесс. Использование такой документации существенно упрощает разработку технологических процессов. Размерные группы деталей связаны с размерными рядами станков, на которых эти детали могут быть обработаны.

Групповой технологический процесс - это процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками. Такой процесс создается с использованием определенных классификационных признаков. Таковыми являются технологические признаки, которые позволяют создать для группы заготовок общую наладку оборудования и использовать

общую технологическую оснастку. Работа по созданию групповых технологических процессов проводится только для отдельных предприятий вне зависимости от типа производства.

Групповые технологические процессы появились как развитие типовых процессов, но в первых технологическая классификация заготовок связывается с видами обработки на станках определенных групп - токарных, револьверных, сверлильных, фрезерных и пр. В группе объединяются заготовки, у которых имеется общность обрабатываемых поверхностей или их сочетаний. При этом (в отличие от типовых процессов) в одну группу могут попасть заготовки различных конфигураций и разного служебного назначения.

Разработка технологического процесса обработки заданной детали заканчивается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса по ГОСТ 3.1118-82 и ГОСТ 3.1121-84.

Рекомендуется маршрутно-операционная степень детализации описания технологического процесса, которая предусматривает краткое описание содержания отдельных операций в маршрутной карте и полную разработку наиболее сложных операций.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Как классифицируются технологические процессы?
- 2 Что является исходной информацией для разработки технологических процессов?
- 3 Какие особенности проектирования техпроцессов обработки деталей на станках с ЧПУ?
- 4 Что такое технологическая дисциплина? Кто осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е

изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.8 Технологическая документация

Цель:

- формирование знаний о видах технологической документации, правилах оформления маршрутной карты техпроцесса, операционного эскиза, операционной карты механической обработки, карты контроля.

Основные понятия

Маршрутная карта, карта эскизов, операционная карта, ведомость оснастки, технологическая инструкция

План лекции

- 1 Виды технологической документации.
- 2 Правила оформления маршрутной карты.
- 3 Правила оформления операционного эскиза.
- 4 Правила оформления операционной карты механической обработки.
- 5 Правила оформления карты контроля.

Основная часть

Основными видами технологических документов (ГОСТ 3.1102—73) являются: маршрутная карта, карта эскизов, технологическая инструкция, ведомость оснастки, операционная карта и др.

Маршрутная карта — технологический документ, содержащий описание технологического процесса изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения) по всем операциям различных видов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативах в соответствии с установленными формами.

Карта эскизов — технологический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологического процесса, операции,

технологического перехода или ремонта изделия (включая контроль и перемещения).

Технологическая инструкция — технологический документ, содержащий описание приемов работы, или технологических процессов изготовления, или ремонта изделия (включая контроль и перемещения), правил эксплуатации средств технического оснащения, описание физических и химических явлений, возникающих при отдельных операциях.

Ведомость оснастки — документ, содержащий перечень стандартных и специальных приспособлений, необходимых для оснащения технологического процесса изготовления изделия.

Операционная карта — технологический документ, содержащий описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки и данных о средствах технологического оснащения.

Технологический процесс механической обработки оформляется на специальных картах, форма которых установлена ГОСТ 3.1105—74 и ГОСТ 3.1404—74. ГОСТ 3.1104—74 устанавливает общие требования к выполнению технологических документов.

Марку эскизов следует разрабатывать для операций и переходов. На карте эскизов должны быть указаны данные, необходимые для выполнения технологического процесса механической обработки (размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости поверхностей, технические требования и т. д.). Обрабатываемые поверхности следует обводить сплошной линией от 2s до 3s (s — толщина сплошной основной линии). На эскизах все обрабатываемые поверхности нумеруют арабскими цифрами. Номер обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6—8 мм и соединяют выносной линией с изображением этой поверхности. Эскиз показывает состояние обрабатываемых поверхностей детали, полученных в результате окончания данной операции или

перехода. На эскизе приводится изображение режущего инструмента в конце хода и способ крепления заготовки.

ГОСТ 3.1502—74 устанавливает правила оформления документов на технический контроль— операционной карты технического контроля и ведомости операций технического контроля.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете виды технологической документации?
- 2 Какие сведения заносятся в маршрутную карту?
- 3 Как оформляется операционный эскиз?
- 4 Как оформляется операционная карта механической обработки?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 1.9 Контроль качества деталей

Цель:

- формирование представлений о видах контроля (пассивном и активном);
- формирование знаний о способах контроля наружных цилиндрических поверхностей (валов), внутренних цилиндрических поверхностей (отверстий), резьбы, зубчатых колес.

Основные понятия

Механические приборы, оптические приборы, пневматические приборы, электрические приборы

План лекции

- 1 Способы контроля валов
- 2 Способы контроля отверстий

- 3 Способы контроля резьбы
- 4 Способы контроля зубчатых колес
- 5 Механизация и автоматизация контроля
- 6 Брак продукции, анализ причин и пути устранения

Основная часть

В зависимости от производственной программы, стабильности измеряемых параметров могут быть использованы универсальные, механизированные или автоматические средства контроля. При ремонте наибольшее распространение получили универсальные измерительные приборы и инструменты. По принципу действия они могут быть разделены на следующие виды.

Механические приборы — линейки, штангенциркули, пружинные приборы, микрометрические и т. п. Как правило, механические приборы и инструменты отличаются простотой, высокой надежностью измерений, однако имеют сравнительно невысокую точность и производительность контроля.

Оптические приборы — окулярные микрометры, измерительные микроскопы, коллимационные и пружинно-оптические приборы, проекторы, интерференционные средства и т. д. При помощи оптических приборов достигается наивысшая точность измерений. Однако приборы этого вида сложны, их настройка и измерение требуют больших затрат времени, они дороги и часто не обладают высокой надежностью и долговечностью.

Пневматические приборы — длинномеры. Этот вид приборов используется в основном для измерений наружных и внутренних размеров, отклонений формы поверхностей (в том числе внутренних), конусов и т. п. Пневматические приборы имеют высокую точность и быстродействие. Ряд измерительных задач, например точные измерения в отверстиях малого диаметра, решается только приборами пневматического типа. Однако приборы этого вида чаще всего требуют индивидуальной тарировки шкалы с использованием эталонов.

Электрические приборы. Они получают все большее распространение в автоматической контрольно-измерительной аппаратуре. Перспективность приборов обусловлена, их быстроедействием, возможностью документирования результатов измерений, удобством управления. Основным элементом электрических измерительных приборов является измерительный преобразователь (датчик), воспринимающий измеряемую величину и вырабатывающий сигнал измерительной информации в форме, удобной для передачи, преобразования и интерпретации. Преобразователи классифицируют на электроконтактные, электроконтактные шкальные головки, пневмоэлектроконтактные, фотоэлектрические, индуктивные, емкостные, радиоизотопные, механотронные.

Общим направлением развития измерительных средств для мелкосерийного, индивидуального и специализированного производства является создание универсальных сборных, легко перенастраиваемых приспособлений, состоящих из агрегатных узлов серийного производства. Такие узлы сборных приспособлений широко выпускаются как в нашей стране, так и за рубежом. Выбор тех или иных узлов и приспособлений проводят по соответствующей справочной литературе. Существуют два метода контроля точности резьб - дифференцированный (поэлементный) и комплексный.

Дифференцированный метод применяют, когда на каждый параметр резьбы допуски указаны отдельно. При этом отдельно контролируют шаг, средний диаметр, половину угла профиля. Данный метод является сложным и трудоемким, поэтому используется для контроля точных резьб (калибров, резьбообразующего инструмента, специальных резьбовых деталей), а также используется при наладке технологического процесса и при исследовании причин дефектов.

Комплексный метод контроля применяют для резьбовых деталей, допуск среднего диаметра которых является суммарным допуском. Метод основан на одновременном контроле среднего диаметра, шага, половины угла профиля,

внутреннего и наружного диаметров резьбы путем сравнения действительных размеров с предельными. Это обеспечивается использованием предельных калибров.

В крупносерийном и массовом производстве контроль предельными резьбовыми калибрами является основным. Также этот метод применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

Выбор метода контроля зубчатых колес зависит от технологии производства и состояния зубообрабатывающего оборудования. Согласно положению стандарта если изготовитель существующей системой контроля технологического процесса обеспечивает требуемую точность изготовления и сборки зубчатых колес, непосредственный их контроль, а также контроль передач по всем показателям установленного контрольного комплекса не являются обязательными.

Если зубчатые колеса по точности соответствуют требованиям установленных норм, контроль зубчатой передачи в сборе необязателен; если собранная передача по точности отвечает требованиям назначенных норм, контроль точности зубчатых колес не является необходимым.

Выбор контрольного комплекса зависит от масштабов производства, требуемой точности и типоразмеров изготавливаемых зубчатых колес, наличия зубоизмерительных средств, а также от назначения проверяемых зубчатых колес. Следует учитывать и двоякую цель измерений: во-первых, контроль изготовленных колес предназначен для выявления и изъятия бракованных деталей (приемочный контроль), а во-вторых, результаты измерений зубчатых колес могут быть использованы для оперативного вмешательства в управление производством и корректировки технологических процессов.

При приемочном контроле зубчатых колес в соответствии с основным следствием из принципа инверсии (необходимость соблюдения единства баз) рекомендуется использовать в качестве измерительной базы конструкторскую (монтажную), т.е. поверхность, определяющую положение зубчатого колеса в

собранном узле или механизме. Для соблюдения этих условий при приемочном контроле в качестве измерительной базы желательно воспроизвести рабочую ось колеса – его основную конструкторскую базу, а сам контроль осуществлять в однопрофильном зацеплении с ответным или с контрольным зубчатым колесом. Понятно, что такие условия не всегда реализуемы и пригодны для измерения ограниченной номенклатуры показателей.

В стандарте указано, что все контрольные комплексы являются равнозначными, однако при установлении контрольного комплекса для готовых зубчатых колес следует отдавать предпочтение не частным комплексам, а комплексным показателям.

Поэлементный контроль геометрических показателей зубчатых колес имеет определенные достоинства. Выбор поэлементных показателей точности вместо комплексных может быть обусловлен относительной простотой и дешевизной средств измерений по сравнению с приборами для измерения комплексных показателей. Кроме того, средства измерений поэлементных показателей в ряде случаев значительно удобнее при выявлении конкретных технологических погрешностей (с целью подналадки технологического процесса). Поэлементные измерения показателей точности зубчатых колес можно осуществлять непосредственно на технологическом оборудовании или на рабочем месте около него. Поэтому при контроле точности технологических процессов чаще выбирают поэлементные показатели (параметры), непосредственно связанные с технологическими источниками погрешностей. Некоторые параметры зубчатого колеса измеряют непосредственно на зуборезном станке, не снимая колеса со станка.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете способы контроля валов?
- 2 Какие знаете способы контроля отверстий?
- 3 Какие знаете способы контроля резьбы?

4 Какие знаете способы контроля зубчатых колес?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

РАЗДЕЛ 2 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Тема 2.1 Классификация затрат рабочего времени

Цель:

- формирование представлений о классификации затрат рабочего времени;
- формирование знаний структуры затрат рабочего времени, нормы времени и ее структуры

Основные понятия

Нормирование труда, норма времени, норма выработки, норма численности, норма обслуживания

План лекции

- 1 Понятие о классификации трудовых процессов.
- 2 Структура затрат рабочего времени, норма времени и ее структура.
- 3 Формула для расчета штучного времени.
- 4 Виды норм труда

Основная часть

Нормирование труда — это определение необходимых затрат рабочего времени на выполнение конкретного объема работ в конкретных организационно-технических условиях.

Рабочее время — установленная законодательством продолжительность рабочего дня (рабочей недели), в течение которого рабочий выполняет порученную ему работу. В соответствии с единой классификацией затрат рабочего времени все рабочее время делится на две части: время, связанное с выполнением задания (нормируемое время), и время потерь (ненормируемое время), т.е. все рабочее время делят на нормируемое и ненормируемое. Нормируемое время состоит из подготовительно-заключительного времени, оперативного времени, времени обслуживания рабочего места, перерывов на отдых и личные надобности, перерывов по организационно-техническим причинам. В свою очередь,

оперативное время состоит из основного (технологического) и вспомогательного времени. Время обслуживания рабочего места также подразделяется на время организационного обслуживания и время технического обслуживания.

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим на подготовку к выполнению заданной работы и на действия, связанные с ее окончанием (получение технической документации, ознакомление с технологическим процессом и чертежом, получение заготовок и необходимой оснастки и т.д.).

Оперативное время используют непосредственно для выполнения заданной работы. Оно состоит из основного (технологического) и вспомогательного времени.

Основное (технологическое) время — это время, затрачиваемое рабочим на изменение предмета труда (его формы, размеров, внешнего вида, физико-химических или механических свойств и т.д.), его состояния и положения в пространстве и повторяющееся при изготовлении каждой единицы продукции.

К **вспомогательному времени** относится время, которое затрачивается на приемы рабочего, без которых невозможен ход основного (технологического) процесса: установка и снятие детали, управление станком, подвод и отвод инструмента, измерение обрабатываемого предмета и т.д. Вспомогательное время нормируется либо с помощью специальных нормативов, либо путем непосредственных хронометражных исследований.

Время обслуживания рабочего места используется рабочим для ухода за своим рабочим местом и поддержания его в рабочем состоянии на протяжении смены и подразделяется на время организационного и технического обслуживания рабочего места.

Время организационного обслуживания не связано с выполняемой работой и реализуется два раза в смену: в начале смены (осмотр и опробование оборудования, раскладка инструмента и других предметов постоянного

использования) и в конце смены (уборка рабочего места, смазывание оборудования, передача рабочего места сменщику и т.д.).

Время технического обслуживания связано с выполняемой операцией. К этому времени относится время, затрачиваемое на подналадку оборудования и приспособлений в процессе работы, смену затупившегося инструмента, уборку стружек и т.д.

Время перерывов на отдых и личные надобности состоит из времени перерывов на отдых и времени перерывов на личные надобности. Время перерывов на отдых включается в норму в соответствии с существующими нормативами в зависимости от действия факторов утомляемости. Время перерывов на личные надобности устанавливается обычно в размере 8—10 мин на смену и во всех случаях включается в норму времени.

Время перерывов по организационно-техническим причинам — это перерывы, связанные с ремонтом станков по графику, ожиданием обслуживания из-за совпадения занятости рабочего на одном станке с необходимостью обслуживать другие и т.д.

Все затраты времени на хождение и поиски (материала, заготовок, инструмента, мастера, наладчика и т.п.) относятся к потерям на непроизводительную работу. К ним относят также затраты времени на изготовление продукции, забракованной не по вине рабочего. Все ожидания (работы, заготовок, инструмента, ремонта станка, мастера и т.п.) — это потери по организационно-техническим причинам.

Под потерями рабочего времени по вине рабочего понимают перерывы в работе вследствие нарушения трудовой дисциплины и распорядка дня (опоздание на работу и после обеда, преждевременный уход на обед, посторонние разговоры и т.п.). Все затраты рабочего времени определяются на принятую для расчета единицу работы (операцию и т.д.) и состоят из двух основных частей: подготовительно-заключительного и штучного времени.

Норма штучного времени – это время, затрачиваемое на выполнение определенной операции.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете категории затрат рабочего времени?
- 2 Какие категории затрат включаются в норму времени?
- 3 Как рассчитывается штучное и штучно-калькуляционное время?
- 4 Какие знаете виды норм труда?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 2.2 Фотография рабочего времени. Хронометраж

Цель:

- формирование представлений о методах изучения затрат рабочего времени;
- формирование знаний о назначении фотографии рабочего времени, разновидности фотографии рабочего времени, назначении хронометража

Основные понятия

Фотография рабочего времени, хронометраж

План лекции

- 1 Фотография рабочего времени и ее назначение.
- 2 Разновидности фотографии рабочего времени.
- 3 Методика и техника проведения наблюдений.
- 4 Баланс рабочего времени, т.е. распределение по категориям затрат рабочего времени.
- 5 Назначение и цель хронометражных наблюдений.
- 6 Методы обработки хронометражных наблюдений.

7 Практическое использование данных хронометража

Основная часть

Фотографией рабочего времени называется метод изучения затрат рабочего времени путем наблюдения и замеров всех без исключения затрат времени в порядке их фактической последовательности. Основным ее назначением является определение структуры затрат рабочего времени, выявление непроизводительной работы рабочего (оборудования) и всех потерь рабочего времени, т.е. выявление резервов производства, изучение производственного опыта по использованию рабочего времени и получение исходных данных для разработки нормативов подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и времени на отдых и личные потребности.

В зависимости от цели и назначения различают следующие ФРВ:

- по объекту наблюдения: индивидуальную, групповую, бригадную, производственного процесса;
- по методу наблюдения: сплошные замеры, выборочные замеры, периодические замеры, моментные наблюдения;
- по способу наблюдения: визуально или посредством специальных приборов;
- по форме записи: цифровую, индексную, графическую, смешанную.

Этапы проведения ФРВ: подготовка к наблюдению; непосредственное наблюдение; обработка результатов наблюдений.

Хронометраж — это способ изучения временных затрат путем замеров и фиксации продолжительности действий, подлежащих выполнению.

Объектом хронометража являются операция и ее составляющие элементы. Хронометраж может быть сплошной и выборочный.

При проведении хронометража рабочего времени существует ряд основных правил и требований:

- 1 Наблюдатель должен быть достаточно квалифицированным, чтобы уметь разделить и описать процесс. Он также должен владеть техникой хронометража и в случае необходимости уметь оценить степень результативности.
- 2 Наблюдатель должен располагаться таким образом, чтобы оказывать как можно меньшее воздействие на наблюдаемого работника и как можно меньше мешать ему; с другой стороны, он должен иметь возможность хорошего обзора всего рабочего процесса.
- 3 В целях обеспечения непрерывности проведения хронометража, следует, по возможности, избегать дискуссий с теми лицами, за которыми ведется наблюдение, а также с третьими лицами.
- 4 Следует соблюдать условия коллективного договора, а в случае необходимости, и регламент предприятия в отношении информирования руководства и других производственных служб о проведении хронометража.
- 5 Хронометраж нельзя проводить без ведома наблюдаемого работника. Поэтому работников, над которыми будет проводиться наблюдение, необходимо перед их началом поставить в известность относительно цели исследования.
- 6 Лист хронометража является документом; поэтому в нем не должно быть исправлений; записи должны выполняться с помощью техники, не допускающей исправлений.
- 7 Должно обеспечиваться соблюдение требований по технике безопасности.

Каждый этап процесса измерений начинается начальным и заканчивается конечным событием. Конечное событие измеряемого этапа является, одновременно, начальным событием следующего. Начальное событие каждого этапа процесса задается началом первого элемента процесса (например, этап: закрепить деталь; начальное событие: взять деталь). Конечное событие этапа процесса задается концом последнего элемента процесса (например, отпустить

закрепленную деталь). Моментом измерения времени всегда является заключительное действие этапа процесса; оно характеризуется элементом процесса. Исключением из этого правила является начало хронометража, которое совпадает с начальным действием первого этапа процесса.

Если ранее результаты хронометража считывались и заносились в соответствующие листы вручную, то сегодня в тех же целях, как правило, применяются электронные приборы для измерения времени.

В результате замеров получают ряд продолжительностей для каждого элемента, называемый хроноряд. Определяют коэффициент устойчивости хроноряда, равный отношению максимального к минимальному значению величины. Значение коэффициента должно быть в пределах 1,2-2,8. Обеспечение устойчивости достигается путем исключения дефектных замеров. Устойчивый хроноряд служит для расчета продолжительности данного элемента операции, который может быть выполнен следующими методами:

- методом нахождения средней арифметической величины;
- методом нахождения моды;
- методом нахождения медианы.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете методы изучения затрат рабочего времени?
- 2 Что такое фотография рабочего времени?
- 3 С какой целью проводится ФРВ?
- 4 **Каково назначение и цель хронометражных наблюдений?**

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

Тема 2.3 Норма времени и ее структура. Нормативы для технического нормирования

Цель:

- формирование знаний о способах определения основного времени на станочную операцию, формул для расчета основного, штучного, штучно-калькуляционного времени и факторов, влияющих на их продолжительность

Основные понятия

Норма времени, норма штучного времени, норма штучно-калькуляционного времени, подготовительно-заключительное время

План лекции

- 1 Основное (машинное) время и порядок его определения.
- 2 Нормативы для технического нормирования.
- 3 Норма штучного времени.
- 4 Основное и вспомогательное время. Оперативное время.
- 5 Формула для расчета нормы штучного времени для различных типов производства

Основная часть

Норма времени – это регламентируемое время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Расчет нормы штучного и штучно-калькуляционного времени производится с использованием нормативов для серийного производства по формулам:

$$T_{шт} = \frac{1}{q}(t_0 + t_B)(1 + \frac{a_{обс} + a_{омл}}{100}) \quad , \quad (2.1)$$

$$T_{ук} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n} \quad , \quad (2.2)$$

$$t_{on}=t_o+t_B \quad , \quad (2.3)$$

где t_o – основное (машинное) время, мин.;

t_B – вспомогательное время, мин.;

$t_{оп}$ – оперативное время;

$a_{обс}$ – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени;

$a_{отл}$ – время на отдых и личные потребности рабочего, в % от оперативного времени;

n – размер партии, шт.,

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время;

q – число одновременно обрабатываемых заготовок.

Для крупносерийного и массового производства расчет ведется по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_B + t_{обс} + t_{отл}, \quad (2.4)$$

где $t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места;

$t_{отл}$ – время на отдых и личные потребности рабочего.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Как определить основное (машинное) время на операцию механической обработки?
- 2 Какие расчеты проводятся по проектированию станочной операции?
- 3 Что такое оперативное время?
- 4 Назовите формулы для расчета нормы штучного времени для различных типов производства.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, [1] с.: ил.

РАЗДЕЛ 3 МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОСНОВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Тема 3.1 Обработка наружных поверхностей тел вращения

Цель:

- формирование знаний о методах обработки наружных поверхностей тел вращения на различном обрабатывающем оборудовании;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции, рассчитывать нормы времени

Основные понятия

Токарная обработка, шлифование, отделочные методы обработки, полирование, доводка, суперфиниширование, обработка давлением

План лекции

- 1 Виды обработки наружных поверхностей тел вращения в зависимости от технических требований, предъявляемых к ним.
- 2 Установление последовательности типовых способов обработки для обеспечения требуемой точности и шероховатости.
- 3 Виды токарной обработки. Схемы токарной обработки ступенчатого вала. Обработка заготовок на токарно-револьверных станках. Схемы технологических наладок.
- 4 Токарная обработка деталей на станках с ЧПУ. Выбор деталей, технологические возможности и оснащение токарных станков с ЧПУ.
- 5 Нормирование токарной операции
- 6 Шлифование наружных поверхностей заготовок тел вращения на центровых круглошлифовальных станках методами продольной и поперечной подачи, глубинным методом.

- 7 Бесцентровое шлифование наружных поверхностей заготовок тел вращения методом продольной и поперечной подач.
- 8 Отделочные методы обработки.
- 9 Обработка давлением.

Основная часть

Точение

Поверхности тел вращения представляют собой наиболее распространенный вид обрабатываемых поверхностей заготовок

Технологической базой при черновой обработке наружной поверхности заготовки тела вращения (вала) являются поверхности центровых отверстий. Черновую обработку наружных поверхностей выполняют как на обычных, так и на многорезцовых станках (в зависимости от типа производства).

Уменьшение машинного времени может быть достигнуто в результате применения трех основных технологических приемов: деления длины обработки, деления длины наибольшей ступени и деления припуска. Так, при обработке наружной поверхности трехступенчатого вала на универсальном токарном станке расчетная длина рабочего хода составит сумму длин этих ступеней плюс длина, необходимая для врезания и перебега резца.

На многорезцовом токарном станке, снабженном соответствующей многорезцовой державкой и несколькими резцами, можно произвести эту же работу с уменьшением длины рабочего хода примерно в три раза, так как каждый резец при этом будет обрабатывать только свою ступень. Это соответственно позволяет уменьшить примерно в три раза основное время обработки. Чем больше частей, на которые разделена длина обработки (в зависимости от количества резцов, одновременно участвующих в работе), тем больше сокращается основное время. Этот метод обработки позволяет сократить и время вспомогательных приемов, так как отпадает необходимость настройки резца на обработку каждой из ступеней вала (резцы устанавливаются в

многолезцовой державке станка с перепадами, равными разности радиусов цилиндрических поверхностей обрабатываемых ступеней).

Заготовку ступенчатого вала можно обрабатывать по наружной поверхности с большим припуском по условиям, определяемым стойкостью резца и мощностью универсального токарного станка, за несколько рабочих ходов в случае, показанном на рисунке, за три рабочих хода с глубиной резания.

При обработке на том же станке с применением нескольких резцов число рабочих ходов может быть сокращено до одного.

В случаях, когда весь припуск может быть снят за один ход при максимальной нагрузке на резец, применение метода «деление припуска» позволяет разгрузить каждый из работающих резцов, соответственно изменить режимы резания и уменьшить машинное время

Шлифование – основной метод чистовой обработки наружных цилиндрических поверхностей. Как правило, все наружные цилиндрические поверхности с точностью выше 8 качества и шероховатостью $Ra=1.6\ldots 0,4$ мкм подвергают после чистового точения шлифованию.

При обработке на круглошлифовальных станках заготовки устанавливают в центрах, патроне, цанге или в специальном приспособлении.

Различают следующие разновидности (методы) шлифования:

1 Шлифование с продольным движением подачи

Применяют при обработке заготовок значительной длины. Осуществляется за четыре этапа: врезание, чистовое шлифование, выхаживание и отвод. В этом случае продольная подача является функцией ширины шлифовального круга.

$$S_{пр} = KV_k,$$

где $K=0,6-0,85$ – для чернового шлифования, и $K=0,2-0,4$ – для чистового.

Поперечная подача на глубину шлифования осуществляется шлифовальным кругом в конце каждого двойного хода заготовки. $S_{поп}$ принимается в зависимости от материала, заготовки, круга и вида обработки ($0,005\ldots 0,05$ мм)

В конце обработки продольные проходы выполняют без поперечной подачи, так называемое выхаживание.

2 Шлифование методом поперечной подачи, так называемое врезное шлифование, применяют для обработки поверхностей, длина которых не превышает ширину шлифовального круга. Его преимущество – большая производительность и простота наладки. Однако оно уступает продольному шлифованию по достигаемому качеству поверхности. Врезное шлифование широко применяют в массовом и крупносерийном производстве. Рекомендуемые скорости резания $V=50-60\text{ м/с}$; поперечная подача при окончательном шлифовании $S_{\text{поп}}=0,001\dots0,005\text{ мм/об}$.

3 Разновидностью шлифования с продольным движением подачи является глубинное шлифование. Оно характеризуется большой глубиной резания (0,1-0,3 мм) и малой скоростью резания. При этом способе шлифования меньше, чем при врезном, сказывается влияние погрешности формы исходной заготовки и колебания припуска. Поэтому глубинное шлифование применяют для обработки заготовок без предварительной лезвийной обработки, и, как правило, снимают припуск за один рабочий ход. Производительность труда при этом повышается в 1,2...1,3 раза.

Бесцентровое шлифование наружных поверхностей заготовок тел вращения методом продольной и поперечной подач применяется при значительных объемах производства, так как более производительнее, чем шлифование в центрах. Сущность бесцентрового шлифования заключается в том, что шлифуемая заготовка помещается между шлифовальным и ведущим кругами и поддерживается ножом (опорой). Центр заготовки при этом должен быть выше линии, соединяющей центры обоих кругов на 10-15 мм во избежание получения огранки. Шлифовальный круг имеет окружную скорость $V_k=30-65\text{ м/с}$, а ведущий – $V_v=10-40\text{ м/мин}$. Так как коэффициент трения между кругом и обрабатываемой заготовкой больше, чем между заготовкой и кругом 2 (почему?), то ведущий круг

сообщает заготовке вращение со скоростью круговой подачи V_b . Благодаря скосу ножа, направленному в сторону ведущего круга, заготовка прижимается к этому кругу. Продольная подача заготовки обеспечивается за счет наклона ведущего круга на угол α . При этом скорость подачи заготовки рассчитывается по формуле:

$$V_s = V_b \cdot \mu \cdot \sin \alpha, \quad (3.1)$$

где $\mu=0,98 \dots 0,95$ – коэффициент проскальзывания;

$\alpha=3 \dots 5^\circ$ - предварительная обработка ($t=0,05 \dots 0,15$ мм);

$\alpha=1 \dots 2^\circ$ - окончательная обработка ($t=0,01 \dots 0,03$ мм).

На бесцентрово-шлифовальных полуавтоматах и автоматах можно шлифовать заготовки деталей типа тел вращения с цилиндрическими, коническими и фасонными поверхностями. Применяют два метода шлифования: проходное и врезное. При проходном шлифовании за несколько рабочих ходов можно достигнуть точности по 6 качеству и $Ra=0,2$ мкм.

Врезным шлифованием обрабатывают заготовки круглых деталей с уступами, а также заготовки, имеющие форму конуса. При этом методе оси кругов параллельны или ведущий круг устанавливается под малым углом ($\alpha=0,2 \dots 0,5^\circ$), а осевому перемещению обрабатываемой заготовки препятствует установленный упор.

Все перечисленные выше методы шлифования применяют как для предварительной, так и для чистовой обработки. В качестве отделочной обработки используют тонкое шлифование. Оно позволяет получать 5-6 качество и $Ra=0,1$ мкм. Тонкое шлифование осуществляется мягкими мелкозернистыми кругами. Рабочая скорость круга более 40 м/с при небольшой окружной скорости обрабатываемой заготовки (до 10 м/мин) и малой глубине резания (до 5 мкм). Процесс осуществляется с обильным охлаждением.

Отделочные методы обработки

На этапе отделочной обработки обеспечиваются повышенные требования к шероховатости поверхности. При этом могут повышаться в небольшой степени точность размеров и формы обрабатываемой поверхности.

Доводка – абразивная обработка, при котором инструмент и заготовка одновременно совершают любое движение со скоростями одного порядка или при неподвижности одного из них другой совершает сложное движение. Она обеспечивает малые отклонения размеров, отклонение формы обрабатываемых поверхностей и $Ra=0.16...0,01\text{мкм}$. Этот метод характеризуется одновременным протеканием механических, химических и физико-химических процессов. Доводку выполняют с помощью притиров или на специальных доводочных станках.

Притирка – доводка притиром или доводка деталей, работающих в паре для обеспечения наилучшего контакта рабочих поверхностей. Например, притирка клапанов двигателя внутреннего сгорания к седлам клапанов.

В единичном производстве притирку производят на токарном станке притиром в виде втулки, сделанной по размеру притираемой детали, с одной стороны втулка разрезана. Втулку смазывают доводочной пастой или тонким слоем мелкого корундового порошка. Деталь смазывают жидким машинным маслом или керосином. Припуск на доводку составляет $5..20\text{ мкм}$ на диаметр. Скорость вращения заготовки $V_{заг}=10..20\text{ м/мин}$.

В крупносерийном и массовом производстве процесс механизирован и называется лаппингование. Притирка осуществляется между двумя чугунными (свинцовыми, медными) притирами. Диски вращаются в разные стороны. Детали закладываются в сепаратор, закрепленный на кривошипе. Достижимая точность процесса- 6 квалитет, $Ra=0,05...0,025\text{ мкм}$.

Суперфиниширование – отделочная обработка наружных цилиндрических поверхностей деталей абразивными брусками.

В результате суперфиниширования шероховатость поверхности снижается до $Ra=0,1...0,012\text{мкм}$. Существенного изменения размеров не наблюдается. Обработка производится мелкозернистыми брусками с добавлением смазочного вещества (смесь керосина с маслом) при небольшой скорости (до $2,5\text{м/с}$) и небольшими давлениями инструмента на поверхность детали ($0,05 - 0,3\text{ МПа}$). В простейших схемах обработки на различных универсальных станках осуществляются следующие движения: вращение заготовки (окружная скорость $0,05...2,5\text{м/с}$); возвратно-поступательное движение (колебание инструмента, амплитуда $2...6\text{ мм}$, число двойных ходов $200-1000$ в минуту); перемещение инструмента вдоль поверхности заготовки. Толщина снимаемого слоя металла $0,005...0,02\text{мм}$.

Полирование предназначено для уменьшения параметров шероховатости поверхности без устранения отклонений размеров и формы детали. При окончательном полировании достигается параметр шероховатости $Ra=0,1...0,012\text{мкм}$. Абразивными инструментами являются эластичные круги (войлок, ткань, кожа) покрытые полировальными пастами, шлифовальные шкурки и свободные абразивы. В качестве абразивных материалов применяют электрокорунд, карбиды кремния, бора, пасты ГОИ, алмазные и эльборовые шкурки.

Обработка давлением

Методы поверхностного пластического деформирования (ППД) – один из наиболее простых и эффективных путей повышения работоспособности и надежности изделий машиностроения. В результате ППД повышаются твердость и прочность поверхностного слоя, уменьшается параметр шероховатости Ra . Основные способы поверхностного пластического деформирования приведены в таблице.

Качество обрабатываемой поверхности при обкатывании роликами и шариками в значительной степени зависит от режимов деформирования. До

обкатывания и раскатывания заготовки обрабатывают точением или шлифованием, обеспечивая точность по 7-9 качеству и $Ra = 1.6 \dots 0.2$. Припуск на обработку составляет $0,005 \dots 0,02$ мм.

Широко применяется центробежное (инерционное) упрочнение. При этом используется центробежная сила шариков (роликов), свободно сидящих в радиальных отверстиях быстровращающегося диска. Шарики при вращении диска смещаются в радиальном направлении, нанося многочисленные удары по заготовке и пластически деформируя поверхность.

Для получения поверхностей с минимальным параметром шероховатости и упрочненным слоем небольшой глубины применяют алмазное выглаживание. Процесс аналогичен обкатыванию, но инструментом служит кристалл алмаза, находящийся в специальной державке.

Таблица 3.1 - Виды обработки наружных поверхностей тел вращения в зависимости от технических требований,

Параметры обработки	Точение				Шлифование			Отделочная обработка		
	Черновое	Получистовое	Чистовое	Тонкое	Предварительное	Чистовое	Тонкое	Доводка (притирка)	Суперфиниширование	Полирование
IT	14..12	13..11	10..8	8...7	9...8	7..6	6..5	5..3	5...3	4..3
Ra	50... 6,3	25... 3,2	6,3... 1,6	1,6... 0,4	6,3... 0,4	1,6... 0,4	1,6... 0,1	0,16... 0,01	0,1... 0,01	0,1.. 0,01

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете виды обработки наружных поверхностей тел вращения в зависимости от технических требований, предъявляемых к ним?
- 2 Как разрабатываются технологические наладки на операцию?
- 3 Какие знаете способы токарной обработки ступенчатого вала?
- 4 Какие приспособления используются для установки заготовок на токарных станках?
- 5 Какие знаете методы шлифования наружных поверхностей заготовок тел вращения?
- 6 Какие приспособления используются для установки заготовок на токарных станках?
- 7 Какие знаете методы обработки наружных поверхностей, не сопровождающиеся снятием стружки?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема 3.2 Обработка резьбовых поверхностей

Цель:

- формирование знаний о методах получения резьбовых поверхностей;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции, рассчитывать нормы времени

Основные понятия

Метрическая резьба, резьбовой резец, машинный метчик, ручной метчик, плашка, гребенка, резьбовая фреза

План лекции

- 1 Виды обработки резьбовых поверхностей деталей и их выбор.
- 2 Подготовка стержня под образование наружной резьбы.
- 3 Нарезание наружной резьбы.
- 4 Шлифование резьбы.
- 5 Накатывание резьбы. Оборудование и оснастка.
- 6 Подготовка отверстия под нарезание метрической резьбы.

Основная часть

Детали машин с разнообразными резьбовыми поверхностями встречаются весьма часто. Выбор способа образования резьбы помимо показателей самой резьбы диктуется качеством материала детали, ее конфигурацией и размерами, типом производства и др.

В машиностроении наиболее распространена метрическая резьба. Метрические резьбы выполняют с отклонениями, обозначаемыми для болтов буквами h , g , e , d , для гаек H , G . По точности различают три класса резьбы: точные (Т), средние (С) и грубые (Г), и соответственно им устанавливают поля допусков. Для класса Т устанавливают поля допусков $4h$, $4H5H$, $5H$; для класса С - $6h$, $6g$, $6e$, $6d$ и $5H6H$, $6H$, $6G$; для класса Г - $8h$, $8g$ и $7H$, $7g$.

Выбор способа образования резьбы по главным показателям (точности, шероховатости поверхности и производительности) осуществляется, исходя из условия задачи. Существует много различных способов изготовления резьбы как обработкой резанием, так и методом поверхностного пластического деформирования. Каждый из методов имеет свои особенности и эффективен применительно к конкретным обстоятельствам. Для установления наиболее выгодного и приемлемого в заданных условиях можно действовать методом исключения.

Нарезание различных по профилю и назначению резьб выполняют с помощью резьбовых резцов, плашек, метчиков, резьбовых фрез, гребенок, круглых роликов и плоских плашек, специальных шлифовальных кругов.

Крепежные резьбы треугольного профиля в единичном и мелкосерийном производстве нарезают резьбовыми резцами, плашками, метчиками, резьбовыми фрезами на универсальных станках; в массовом производстве такие резьбы накатывают с помощью круглых роликов или плоских плашек на болтах и крепежных винтах на специальных станках.

Накатывание резьбы - один из наиболее производительных и экономичных способов в условиях крупносерийного и серийного производства. Накатыванием называют поверхностное пластическое деформирование. Накатанные резьбы имеют высокие эксплуатационные свойства.

Упорные и ходовые резьбы высокой степени точности (8-й квалитет и выше) прямоугольного и трапецеидального профиля нарезают с помощью резьбовых резцов (если поверхность незакаленная) или шлифуют шлифовальным одноконтурным или многоконтурным кругом соответствующего профиля по гладкой закаленной поверхности на резьбошлифовальном станке.

Выбор методов обработки, используемых в технологическом процессе изготовления детали, всегда обусловлен целью получить поверхности с заранее заданными свойствами. Общей характеристикой метода обработки поверхности является обрабатывающий инструмент и кинематика процесса - движения детали и инструмента, осуществляемые в процессе обработки.

Выбирая метод обработки, ориентируются, прежде всего, на его технологические возможности. Необходимые для обработки оборудование и инструмент позволяют судить об экономичности метода - целесообразности применения его в данных производственных условиях. Методы «лезвийной» обработки позволяют обрабатывать материалы с твердостью HRC<40.

Нарезание внутренней резьбы

Внутреннюю резьбу нарезают в основном метчиками. Используют также резцы, гребенки, резьбовые фрезы. В зависимости от способа нарезания

резьбы метчики разделяют на машинные для нарезания резьбы на станках и ручные, или слесарные, применяющиеся при нарезании резьбы вручную.

При нарезании машинными метчиками резьба нарезается за один ход одним метчиком. Лишь в случаях нарезания длинных резьб или резьб в глухих отверстиях применяют два метчика. Точные резьбы после нарезания доводят калибровочным метчиком вручную или на станке. Ручными метчиками резьбу нарезают за два или три рабочих хода в зависимости от размера резьбы соответственно различными метчиками, входящими в комплект. Машинными метчиками резьбу нарезают как в сквозных, так и в глухих отверстиях на резьбонарезных, сверлильных, револьверных станках, токарных автоматах и полуавтоматах.

Для нарезания резьбы в глухих отверстиях станки должны быть снабжены ограничителями рабочего хода с переключением на обратный при достижении метчиком конечного положения. Остановка вращения метчика может быть осуществлена также с помощью самовыключающихся патронов.

Переключение вращения шпинделя необходимо также и при использовании самовыключающихся патронов, за исключением специальных станков для нарезания гаек.

Для нарезания резьбы метчиками применяют различные типы патронов.

Жесткие патроны представляют собой простую державку для метчика. Эти патроны используют только на револьверных станках и автоматах, где обеспечивается соосность отверстия и метчика.

Плавающие патроны не только обеспечивают самоустановку метчика по оси нарезаемого отверстия, но и позволяют выполнять быструю смену метчика, не останавливая вращения шпинделя. Вместо плавающих патронов, особенно для метчиков небольших диаметров, применяют также посадку метчика в жестком патроне с некоторым зазором, позволяющим ему самоустанавливаться. Метчик с патроном чаще всего соединяют с помощью квадратного хвостовика метчика.

Самовыключающиеся от упора патроны применяют для нарезания резьбы метчиком (и круглыми плашками) на револьверных станках и автоматах, а также на многошпиндельных резьбонарезных станках.

Для нарезания гаек применяют гайконарезные станки, работающие длинными гаечными метчиками или метчиками, имеющими длинный изогнутый хвостовик.

Резьбу нарезают, применяя смазывающе-охлаждающие жидкости: в стали — осерненное масло (сульфофрезол), в чугуне — керосин.

При нарезании однозаходных и многозаходных нестандартных резьб для чистового нарезания используют резьбовые резцы. Основным недостатком фасонных резцов является низкая производительность, так как они не могут производительно работать при значительной толщине стружки и высоких скоростях резания. При обработке этим способом требуется несколько рабочих ходов.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете методы обработки резьбовых поверхностей? Какие факторы влияют на выбор метода обработки?
- 2 Как определяется диаметр стержня под образование наружной резьбы.
- 3 Как осуществляется нарезание наружной резьбы.
- 4 В каких случаях применяют шлифование резьбы, накатывание резьбы?
- 5 Как определяется диаметр отверстия под нарезание метрической резьбы?
- 6 Как осуществляется нарезание внутренней резьбы?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема 3.3 Обработка шлицевых поверхностей

Цель:

- формирование знаний о методах получения шлицевых поверхностей на различном обрабатывающем оборудовании;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции

Основные понятия

Центрирование шлицев, фрезерование шлицев, строгание шлицев, протягивание шлицев

План лекции

- 1 Виды шлицевых поверхностей, их назначение.
- 2 Выбор метода обработки шлицевых поверхностей в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
- 3 Обработка наружных шлицевых поверхностей на горизонтально–фрезерных и шлицефрезерных станках.
- 4 Шлицестрогание, шлицепротягивание, накатывание шлицевых поверхностей.
- 5 Шлифование шлицевых поверхностей.
- 6 Обработка шлицевых отверстий. Сущность процесса. Применяемое оборудование и технологическая оснастка

Основная часть

Форма шлицев бывает прямоугольная эвольвентная и треугольная. Технологический процесс изготовления шлицев валов зависит от того, какой принят способ центрирования вала и втулки. Наиболее точным является способ центрирования по внутреннему диаметру шлицев вала; он применяется, например, в станкостроительной и реже в автомобильной промышленности.

Шлицы на валах и других деталях изготавливаются различными способами, к числу которых относятся: фрезерование с последующим шлифованием, накатывание (шлиценакатывание), протягивание, строгание (шлицестрогание).

Наиболее распространенным способом изготовления шлицев является фрезерование. А остальные способы получения шлицев целесообразно применять в крупносерийном и массовом производстве.

Фрезерование шлицев

Шлицы валов небольших диаметров (до 100 мм) обычно фрезеруют за один проход, больших диаметров — за два прохода. Черновое фрезерование шлицев, в особенности больших диаметров, иногда производится фрезами на горизонтально-фрезерных станках, имеющих делительные механизмы.

Более производительным способом является одновременное фрезерование двух шлицевых канавок двумя дисковыми фрезами специального профиля.

Чистовое фрезерование шлицев дисковыми фрезами производится только в случае отсутствия специального станка или инструмента, так как оно не дает достаточной точности по шагу и ширине шлицев.

Более точное фрезерование шлицев производится методом обкатки при помощи шлицевой червячной фрезы. Фреза помимо вращательного движения имеет продольное перемещение вдоль оси нарезаемого вала. Этот способ является наиболее точным и наиболее производительным.

Шлифование шлицев

При центрировании шлицевых валов по наружному диаметру шлифуют только наружную цилиндрическую поверхность вала на обычных круглошлифовальных станках.

Если шлицевые валы после чернового фрезерования прошли термическую обработку в виде улучшения или закалки, то после этого они не могут быть фрезерованы начисто; необходимо шлифовать по поверхностям впадины (т. е. по внутреннему диаметру) и боковые стороны шлицев. Наиболее производителен способ

шлифования фасонным кругом, но при таком способе шлифовальный круг изнашивается неравномерно ввиду неодинаковой толщины снимаемого слоя у боковых сторон и впадины вала, поэтому требуется частая правка круга.

Для объединения двух операций шлифования в одну применяются станки, на которых шлицы шлифуют одновременно тремя кругами. Один шлифует впадину, а два других боковые поверхности шлицев.

Накатывание шлицев

Накатывание шлицев без нагрева детали осуществляется роликами, имеющими профиль, соответствующий форме поперечного сечения шлицев. Вращающиеся на осях ролики по одному на каждый шлиц расположены радиально в сегментах массивного корпуса накатной головки. При передвижении головки по детали свободно вращающиеся ролики, вдавливаясь в поверхность вала, образуют на ней шлицы соответствующей профилю ролика формы. Все шлицы накатываются одновременно, без вращения детали.

Протягивание и строгание шлицев

Одним из методов изготовления шлицев на поверхности валов или подобных деталей является протягивание их на горизонтально-протяжных станках с применением специального приспособления.

Для протягивания сквозных шлицев применяется специальная протяжка с ножами, профиль режущей части которых отвечает форме шлица. Каждый шлиц протягивается поочередно с помощью делительного устройства.

Обработка шлицевых отверстий

Обработка шлицевых поверхностей в отверстиях втулок, зубчатых колес и других деталей обычно производится протягиванием. Шлицевые отверстия малого диаметра протягивают одной комбинированной протяжкой. Если втулка или зубчатое колесо подвергается термической обработки, то после этого на внутришлифовальном станке шлифуется цилиндрическая поверхность отверстия, которая сопрягается с дном впадины шлицевого вала.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете виды шлицевых поверхностей, их назначение?
- 2 Как осуществляется выбор метода обработки шлицевых поверхностей в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей?
- 3 Какими методами обрабатываются наружные шлицевые поверхности?
- 4 Как получают шлицевые отверстия?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема 3.4 Обработка отверстий

Цель:

- формирование знаний о методах обработки внутренних поверхностей тел вращения на различном обрабатывающем оборудовании;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции, рассчитывать нормы времени.

Основные понятия

Сверление, зенкерование, развертывание, протягивание отверстий, шлифование, отделочные методы обработки, норма штучного времени.

План лекции

- 1 Виды отверстий
- 2 Способ обработки в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей
- 3 Сверление, рассверливание, зенкерование и развертывание отверстий. Растачивание, протягивание и шлифование отверстий

- 4 Отделочная обработка отверстий
- 5 Нормирование сверлильной операции. Расчет основного, вспомогательного времени. Установление нормы штучного и штучно–калькуляционного времени на операцию.

Основная часть

Наиболее распространенным методом получения отверстий в сплошном материале является сверление. Движение резания при сверлении — вращательное, движение подачи - поступательное.

Зенкерованием обрабатывают отверстия, предварительно штампованные, литые или просверленные. Припуск под зенкерование (после сверления) равен 0,5—3 мм на сторону. Зенкеры выбирают в зависимости от обрабатываемого материала, вида обрабатываемого отверстия (сквозное, ступенчатое, глухое), диаметра отверстия и заданной точности. Отверстие, обработанное зенкером, получается более точным, чем обработанное сверлом. Зенкер имеет три и более режущие кромки, он прочнее сверла, поэтому сечение стружки при зенкеровании получается тоньше, а подача в 2,5— 3 раза больше, чем при сверлении.

Зенкерование может быть как предварительным (перед развертыванием), так и окончательным. Зенкерование применяют также для обработки углублений и торцовых поверхностей.

Для уменьшения увода зенкера от оси отверстия (особенно при обработке литых или штампованных глубоких отверстий), предварительно растачивают его до диаметра, равного диаметру зенкера на глубину, примерно равную половине длины рабочей части зенкера.

Для обработки высокопрочных материалов применяют зенкеры, оснащенные пластинками из твердого сплава. При работе твердосплавными зенкерами скорость резания в 2—3 раза больше, чем зенкерами из быстрорежущей

стали. При обработке материалов высокой прочности и отливок по корке скорость резания твердосплавных зенкеров следует уменьшать на 20—30 %.

Развертывание применяют в тех случаях, когда необходимо получить точность и качество поверхности выше, чем это может быть достигнуто зенкером. Развертка имеет больше режущих кромок, чем зенкер, поэтому при развертывании уменьшается сечение стружки и повышается точность отверстия. Отверстия малого диаметра (до 10) развертывают после сверления, отверстия большего диаметра перед развертыванием обрабатывают, а торец подрезают. Припуск под развертывание равен 0,15—0,5 мм для черновых разверток и 0,05—0,25 мм для чистовых разверток.

При работе чистовыми развертками применяют качающиеся оправки, которые компенсируют несовпадение оси отверстия с осью развертки. Чтобы обеспечить высокое качество обработки, сверление, зенкерование (или растачивание) и развертывание отверстия производят за одну установку заготовки на станке.

Подача при развертывании стальных деталей равна 0,5—2 мм/об, чугуна — 1 - 4 мм/об. Скорость резания при развертывании 6—16 м/мин. Чем больше диаметр обрабатываемого отверстия, тем меньше должна быть скорость резания при одинаковой подаче; при увеличении подачи скорость резания снижают.

Растачивание

Растачивают отверстия на токарных станках, если диаметр отверстия по размеру нельзя обработать зенкером или сверлом на данном станке, а также если отверстие имеет неравномерный припуск или непрямолинейную образующую.

У токарных расточных стержневых резцов консольная часть выполняется круглой, а стержень, служащий для его крепления,—квадратным (12X12, 16X16, 20X20, 25X25 мм). Для этих резцов наименьший диаметр растачиваемого отверстия равен 30—65 мм.

Расточный резец имеет меньшее сечение державки и больший вылет (чем резец для наружного точения), что вызывает отжим резца и способствует возникновению вибраций; поэтому при растачивании, как правило, снимают стружку меньшего сечения и снижают скорость резания.

При черновом растачивании стали глубина резания достигает 3 мм; продольная подача 0,08—0,2 мм/об, а скорость резания 25 м/мин для быстрорежущих резцов и 50—100 м/мин для твердосплавных резцов. При чистовом растачивании стали глубина резания не превышает 1 мм, продольная подача — 0,05—0,1 мм/об, а скорость резания — 40—80 м/мин для быстрорежущих резцов и 150—200 м/мин для твердосплавных резцов.

Обработка отверстий выполняется на:

- вертикальных сверлильных станках;
- радиально-сверлильных станках;
- многошпиндельных сверлильных станках;
- горизонтальных сверлильных станках для грубого сверления;
- центровальных - для получения в торцах заготовок центровочных отверстий;
- горизонтально- расточных станках;
- координатно-расточных станках;
- алмазно-расточных станках.

Сверлильные операции охватывают все виды обработки отверстий осевыми инструментами. Формула машинного времени для сверлильных работ полностью совпадает с той же формулой для токарных работ.

Основные параметры режущих инструментов заложены, как правило, в их конструкции; для сверл особое значение имеет выбор формы заточки.

Глубина резания определяется как полуразность диаметров последующих инструментов. Для сверления $t = D/2$, но определение этой величины не является необходимым, так как в режимах резания учитывается диаметр сверления.

Величина подачи при сверлении в большинстве случаев ограничена прочностью сверла. Специфичным фактором для процесса сверления является отношение длины отверстия к его диаметру: в зависимости от этого отношения в нормативах предусмотрены поправочные коэффициенты на подачу и скорость резания, а также оговорена необходимость уменьшения подачи на выходе сверла при сверлении «на проход» во избежание поломки сверла. При работе сверлами, диаметр которых близок к максимальному для данного станка, необходимо проверять подачу по прочности механизма подачи станка. Расчетный режим резания проверяют также по крутящему моменту, допустимому на станке при данной частоте вращения шпинделя станка. Проверка по мощности станка особенно важна при работе с многошпиндельной головкой.

Определение режимов резания при зенкеровании в основном аналогично определению их при сверлении; однако в нормативах даются указания на необходимость уменьшения подачи при работе с повышенной против нормативной глубиной резания.

Выбор подачи для развертывания зависит главным образом от допустимой шероховатости обработанной поверхности и требуемого качества точности. Эти же факторы определяют необходимость снижения скорости резания при чистовом развертывании.

Для всех инструментов при обработке глухих отверстий установлены максимальные величины допустимых минутных подач. Подрезание торцов, зенкование и центрование отверстий предусмотрены с ручной подачей, поэтому в нормативах приведено машинно-ручное время на эти переходы.

При расчете машинного времени для нарезания резьбы машинным метчиком необходимо учитывать время на вспомогательный ход — вывинчивание метчика из отверстия, а при нарезании резьбы гаечным метчиком — длину рабочей части метчика: она представляет перебег инструмента.

Нормативы времени, как уже было сказано выше, определяют время на установку и снятие детали независимо от вида применяемого оборудования. В случае применения специальных приспособлений необходимо возможно точнее определять основные элементы конструкции приспособления и установочные (базовые) поверхности. Для специальных приспособлений отдельно установлено время на очистку приспособления от стружки.

Вспомогательное время, связанное с переходом (проходом), зависит от характера обработки, способа подачи и группы станка по наибольшему диаметру сверления. В дополнительных приемах для сверлильных работ нормативами предусмотрено время на включение и выключение вращения шпинделя (для токарных работ оно включено в комплекс приемов на установку и снятие детали); время на смену кондукторной втулки, смазывание инструмента или детали; время на перемещение детали с приспособлением и кантование приспособления. Специфичным при сверлении является время на вывод и ввод сверла для удаления стружки, зависящее от отношения длины отверстия к его диаметру и обрабатываемого материала. При нарезании резьбы гаечным метчиком необходимо учитывать количество гаек, допустимое по хвостовой части метчика, в зависимости от диаметра резьбы.

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности нормируется в процентах от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время устанавливается так же, как и для токарных работ, по трем элементам.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете способы обработки отверстий в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей?
- 2 Какие знаете методы отделочной обработки отверстий?
- 3 Какие методы используются для обработки глубоких и ступенчатых отверстий?

- 4 Как устанавливается норма штучного и штучно-калькуляционного времени на операцию?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема 3.5 Обработка плоских поверхностей и пазов

Цель:

- формирование знаний о методах обработки плоских поверхностей на различном обрабатывающем оборудовании;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции, рассчитывать нормы времени.

Основные понятия

Фрезерование плоскостей, строгание плоскостей, протягивание плоскостей, шлифование плоскостей, шабрение, полирование, доводка.

План лекции

- 1 Виды обработки плоских поверхностей и пазов, их выбор в зависимости от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
- 2 Способы установки и закрепления заготовок различного типа для обработки. Обработка на строгальных и долбежных станках.
- 3 Нормирование строгальных и долбежных работ.
- 4 Фрезерование плоскостей. Виды и способы фрезерования. Применяемое оборудование и инструмент. Фрезерование пазов и шпоночных канавок.
- 5 На каком оборудовании осуществляется протягивание плоскостей? Приведите схему обработки.

6 Какие знаете чистовые методы обработки плоскостей?

Основная часть

Фрезерование в настоящее время является наиболее распространенным методом обработки плоских поверхностей. В массовом производстве фрезерование вытеснило применявшееся ранее строгание.

Фрезерование осуществляется на фрезерных станках. Фрезерные станки разделяются на горизонтально-фрезерные, вертикально-фрезерные, универсально-фрезерные, продольно-фрезерные, карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные и многоцелевые.

Существуют следующие виды фрезерования: цилиндрическое, торцовое, двустороннее, трехстороннее.

Широкое применение находит в настоящее время фрезерование торцовыми фрезами, а при достаточно больших диаметрах фрез – фрезерными головками (торцовыми фрезами со вставными ножами). Это объясняется следующими преимуществами данного фрезерования перед фрезерованием цилиндрическими фрезами:

- применением фрез больших диаметров, что повышает производительность обработки;
- одновременным участием в обработке большого числа зубьев, что обеспечивает более производительную и плавную работу;
- отсутствием длинных оправок, что дает большую жесткость крепления инструмента и, следовательно, возможность работать с большими подачами (глубинами резания);
- одновременной обработкой заготовок с разных сторон (например, при использовании барабаннофрезерных станков).

Фрезерование характеризуется высокой производительностью и сравнительно высокой точностью.

Фрезерование в два перехода (черновой и чистовой) позволяет достичь: по точности размеров – IT9; по шероховатости – $Ra = 6,3...0,8$ мкм; отклонение от плоскостности 40...60 мкм.

Одним из наиболее производительных способов фрезерования является обработка плоскостей на карусельно-фрезерных, барабанно-фрезерных станках, что возможно по непрерывному циклу.

Одним из способов сокращения основного времени является внедрение скоростного и силового фрезерования.

Скоростное фрезерование характеризуется повышением скоростей резания: при обработке стали до 350 м/мин, чугуна – до 450 м/мин, цветных металлов – до 2000 м/мин при небольших подачах на зуб фрезы $S_z = 0,05...0,12$ мм/зуб – при обработке сталей, 0,3...0,8 мм/зуб – при обработке чугуна и цветных сплавов. Силовое фрезерование характеризуется большими подачами на зуб фрезы ($S_z > 1$ мм).

Как скоростное, так и силовое фрезерование выполняется фрезами, оснащенными твердосплавными и керамическими пластинами.

Тонкое фрезерование характеризуется малыми глубинами резания ($t \leq 0,1$ мм), малыми подачами ($S_z = 0,05...0,10$ мм) и большими скоростями резания.

Протягивание плоскостей реализуют на вертикально- и горизонтально-протяжных станках. Протягивание наружных плоских поверхностей благодаря высокой производительности и низкой себестоимости находит все большее применение в крупносерийном и массовом производстве.

Для этих типов производств протягивание экономически выгодно, несмотря на высокую стоимость оборудования и инструмента.

В настоящее время фрезерование часто заменяют наружным протягиванием (плоскости, пазы, канавки и т.п.). В массовом производстве для наружного протягивания применяют высокопроизводительные многопозиционные протяжные станки, а также станки непрерывного действия. Протягивание является

самым высокопроизводительным методом обработки плоскостей, обеспечивающим точность размеров IT7...IT9, шероховатость $Ra = (3,2 \dots 0,8)$ мкм.

Основными преимуществами протягивания по сравнению с фрезерованием являются: высокая производительность; высокая точность; высокая стойкость инструмента.

Ограничениями широкого применения протягивания являются его высокая стоимость и сложность инструмента.

Обычно при протягивании используются следующие режимы: подача на зуб $S_z = 0,1 \dots 0,4$ мм/зуб; скорость резания $v = 6 \dots 12$ м/мин.

Шабрение выполняют с помощью режущего инструмента - шабера, вручную или механическим способом. Шабрение вручную – малопроизводительный процесс, требует большой затраты времени и высокой квалификации рабочего, но обеспечивает высокую точность. Механический способ применяют на специальных станках, на которых шабер совершает возвратно-поступательное движение.

Точность шабрения определяют по числу пятен на площади 25×25 (при проверке контрольной плитой). Чем больше пятен, тем точнее обработка.

Сущность шабрения состоит в соскабливании шаберами слоев металла (толщиной около 5 мкм) для получения ровной поверхности после ее чистовой предварительной обработки. Шабрение называют тонким, если число пятен более 22 и $Ra < 0,08$ мкм, и чистовым, если число пятен 6...10, $Ra < 1,6$ мкм.

Шлифование.

Плоские поверхности обрабатывают шлифованием, полированием и доводкой. Шлифование плоских поверхностей осуществляют на плоскошлифовальных станках с крестовым или круглым столом как обычного исполнения, так и с ЧПУ. Плоское шлифование является одним из основных методов обработки плоскостей деталей машин (особенно закаленных) для достижения требуемого качества. В ряде случаев плоское шлифование может с

успехом заменить фрезерование. Шлифование плоских поверхностей может быть осуществлено двумя способами: периферией круга и торцом круга.

Шлифование периферией круга может осуществляться тремя способами:

- 1) многократными рабочими ходами;
- 2) установленным на размер кругом;
- 3) ступенчатым кругом.

При первом способе поперечное движение подачи круга производится после каждого продольного хода стола, а вертикальное – после рабочего хода по всей поверхности длины деталей .

При втором способе шлифующий круг устанавливается на глубину, равную припуску, и при малой скорости перемещения стола обрабатывают заготовку по всей длине. После каждого рабочего хода шлифовальный круг перемещается в поперечном направлении от 0,7...0,8 высоты круга. Для чистового рабочего хода оставляют припуск 0,01...0,02 мм и снимают его первым способом. Этот способ применяют при обработке на мощных шлифовальных станках.

При шлифовании третьим способом круг профилируют ступеньками. Припуск, распределенный между отдельными ступеньками, снимается за один рабочий ход.

Плоским шлифованием обеспечиваются следующие точность размеров и шероховатость поверхности:

- IT8...IT9, $R_a = 1,6$ мкм – черновое (предварительное) шлифование;
- IT7...IT8, $R_a = 0,4...1,6$ мкм – чистовое шлифование;
- IT7...IT8, $R_a = 0,4...1,6$ мкм – тонкое шлифование.

Шлифование обычно производится с применением СОЖ.

Полирование поверхностей является методом отделочной обработки. В качестве абразивных инструментов применяют эластичные шлифовальные круги, шлифовальные шкурки.

Доводка плоскостей осуществляется на плоскодоводочных станках. Тонкую доводку плоских поверхностей осуществляют притирами. Осуществляют доводку при давлении 20...150 кПа, причем, чем меньше давление, тем выше качество обработанной поверхности. Скорости при тонкой доводке небольшие (2...10 м/мин). С повышением давления и скорости производительность повышается.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете виды обработки плоских поверхностей и пазов?
- 2 Как зависит выбор вида обработки от точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей?
- 3 Какие приспособления используются для установки и закрепления заготовок различного типа для обработки плоскостей?
- 4 Какие схемы используются при обработке на строгальных и долбежных станках?
- 5 На каком оборудовании и какими инструментами осуществляется фрезерование плоскостей? Приведите схемы обработки.
- 6 Каким образом осуществляется фрезерование пазов и шпоночных канавок?
- 7 На каком оборудовании осуществляется протягивание плоскостей? Приведите схему обработки.
- 8 Какие знаете чистовые методы обработки плоскостей?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема 3.6 Обработка фасонных поверхностей

Цель:

- формирование знаний о методах обработки фасонных поверхностей;

- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции,

Основные понятия

Алгебраические поверхности, поверхности с числовыми отметками, конструктивные поверхности, фасонные резцы, копиры, настроенные кинематические цепи, построители.

План лекции

- 1 Классификация фасонных поверхностей.
- 2 Методы обработки фасонных поверхностей фасонным инструментом, с помощью копировальных приспособлений, на копировальных станках и станках с ЧПУ.
- 3 Обработка фасонных поверхностей вращения, прямолинейно-фасонных и объемно – фасонных поверхностей

Основная часть

Обрабатываемые поверхности деталей относят к фасонным, если они образованы криволинейной образующей, комбинацией прямолинейных образующих, расположенных под различными углами к оси детали, или комбинацией криволинейных и прямолинейных образующих.

Классификация фасонных поверхностей:

- алгебраические, подчиненные математическим уравнениям, определенной формы и с определенным расположением в пространстве;
- поверхности с числовыми отметками, форма которых определена отдельными точками, а координаты этих точек заданы в виде числовых отметок;
- конструктивные, форма которых определяется конструктивной необходимостью.

Алгебраические поверхности подразделяются на линейчатые, нелинейчатые и винтовые.

Фасонные поверхности могут быть получены на токарных станках различными способами: сочетаниями поперечной и продольной подач резца относительно заготовки фасонными резцами, профиль которых соответствует профилю готовой детали; поперечной и продольной подачами резца относительно заготовки с использованием приспособлений и копирных устройств, позволяющих обработать поверхность детали по заданному профилю; комбинированным, позволяющим использовать достоинства различных способов для повышения точности и производительности токарной обработки фасонных поверхностей. Обрабатываемые фасонные поверхности могут быть наружными и внутренними.

Фасонные поверхности, в том числе на длинных деталях, обрабатывают остроконечными быстрорежущими и твердосплавными проходными резцами в том случае, если заданный профиль получается с помощью шаблона, копира, приспособлений и т. п. При обработке галтелей и канавок радиусом $R < 20$ мм на стальных и чугунных деталях применяют резцы, режущая часть которых выполнена по профилю обрабатываемой галтели или канавки. При обработке галтелей и канавок с $R > 20$ мм режущую часть резцов выполняют с радиусом скругления, равным $(1,5—2) R$. Обработку в этом случае ведут продольной и поперечной подачами.

Для повышения производительности обработки фасонных поверхностей сложного профиля применяют фасонные резцы, рабочая часть которых может быть выполнена из быстрорежущей стали или твердого сплава, а державка из конструкционной стали, которая соединяется с режущей частью сваркой или механическим креплением.

Для обработки галтелей, резьбы и других фасонных поверхностей применяют фасонные резцы. Профиль режущей кромки этих резцов полностью

совпадает с профилем обрабатываемой поверхности и поэтому передняя поверхность резца должна устанавливаться точно на линии центров станка

Для сохранения обрабатываемого профиля фасонные резцы затачивают по передней поверхности. Это нужно учитывать при установке резцов.

Применение призматических и круглых фасонных резцов позволяет обрабатывать фасонные поверхности сложного профиля.

Контроль фасонных поверхностей выполняют шаблоном или совмещением увеличенного профиля фасонной поверхности детали с ее проецируемым чертежным изображением на экране. Причины отклонения фактического профиля детали: неточность профиля резца или погрешность его установки, а также деформации заготовки, которые вызваны чрезмерно большими подачами

Примерные вопросы к студентам

- 1 Как классифицируются фасонные поверхности?
- 2 Какие знаете методы обработки фасонных поверхностей?
- 3 На каких станках для обработки фасонных поверхностей используют копировальные устройства?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

Тема3.7 Обработка зубчатых поверхностей

Цель:

- формирование знаний о методах обработки зубчатых поверхностей на различном обрабатывающем оборудовании;
- формирование умений устанавливать последовательность типовых способов обработки, разрабатывать технологические операции, рассчитывать нормы времени.

Основные понятия

Зубофрезерование, зубодолбление, зубострогание, зуботочение, зубопротягивание, шлифование зубьев, хонингование зубьев, притирка, обкатка

План лекции

- 1 Технические требования на обработку зубчатых поверхностей.
- 2 Виды обработки зубьев, зубчатых зацеплений и их выбор в зависимости от степени точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.
- 3 Нарезание зубьев цилиндрических колес методами копирования и обкатки.
- 4 Накатывание зубчатых колес.
- 5 Методы отделочной обработки зубчатых поверхностей.
- 6 Нормирование зуборезных работ

Основная часть

Нарезание зубьев по методу копирования осуществляют модульной дисковой или модульной пальцевой фрезой. Нарезание, по существу, представляет собой разновидность фасонного фрезерования. Режущие кромки зубьев дисковой или пальцевой фрезы изготовляют по форме впадины между зубьями колеса, и при фрезеровании они копируют форму впадины, создавая, таким образом, две половины профилей двух соседних зубьев. После нарезания одной впадины заготовка поворачивается на один зуб с помощью делительного механизма, и фреза снова проходит в новой впадине между зубьями, и т. д.

В массовом производстве применяют зубодолбежные резцовые головки, работа которых основана на методе копирования. Производительность такого метода очень высока, точность зависит от точности резцовой головки.

Другой разновидностью нарезания зубчатых колес методом копирования является протягивание как наружных, так и внутренних зубчатых поверхностей, характеризующееся высокой производительностью. Точность зубчатого колеса будет обеспечиваться точностью инструмента – протяжки. Протяжка, выполненная в виде диска

непрерывно вращаясь с постоянной скоростью против часовой стрелки обрабатывает за один оборот только одну впадину колеса.

При методе обкатки заготовка и инструмент воспроизводят движение пары сопряженных элементов зубчатой или червячной передачи. Для этого либо инструменту придается форма детали, которая могла бы работать в зацеплении с нарезаемым колесом, либо инструмент выполняют таким образом, чтобы его режущие кромки описывали в пространстве поверхность зубьев воображаемого колеса, находящегося в зацеплении с нарезаемым зубчатым колесом.

Для нарезания зубьев червячными модульными фрезами требуются универсальные зубофрезерные станки и специальный режущий инструмент - червячные фрезы. Станки выпускают с вертикальной или горизонтальной осями вращения фрезы. Метод является высокопроизводительным.

Фрезу на станке устанавливают таким образом, чтобы ее ось была повернута под углом β подъема винтовой линии витков фрезы. Червячная фреза, кроме вращения, совершает поступательное движение подачи вдоль образующей цилиндра нарезаемого колеса, в результате чего колесо обрабатывается по всей его ширине.

В зависимости от модуля устанавливают число рабочих ходов фрезы: для $m=2 \dots 2,5$ мм — один рабочий ход, для $m > 2,5$ мм — два рабочих хода и более.

Повышения производительности при зубофрезеровании достигают путем увеличения диаметра фрезы (повышается стойкость инструмента), жесткости ее установки, использования специальных инструментальных материалов, в том числе твердосплавных, композиционных, применения многозаходных червячных фрез и увеличения числа одновременно нарезаемых колес.

Зубодолбление. Режущим инструментом является долбяк, представляющий собой зубчатое колесо с эвольвентным профилем зубьев. В процессе нарезания долбяк и нарезаемое зубчатое колесо находятся в относительном движении зацепления (без зазора).

Нарезание зубьев долблением осуществляется на зубодолбежных станках. Обработка за один рабочий ход применяется для зубчатых колес: с $m=1\ldots 2$ мм — за один рабочий ход; с $2 < m < 4$ — за два рабочих хода; с $m > 4$ мм — за три рабочих хода.

Кроме отмеченных обстоятельств, зубодолбление является единственным методом для нарезания колес с внутренним зацеплением (при средних и малых диаметрах), а также при обработке зубчатых венцов в блочных шестернях.

Зубострогание. Этот метод основан на зацеплении колеса и рейки, воспроизводимом инструментом — гребенкой. Обработка колес осуществляется на станках двух типов: с вертикальной и горизонтальной осью заготовки. Станки последнего типа применяют также для обработки колес с неразрывным шевронным зубом.

У зубострогания производительность меньше, чем у зубофрезерования червячной фрезой и зубодолбления.

Зуботочение. Метод основан на воспроизводящем зацеплении пары винтовых колес на скрещенных осях. В качестве многолезцового инструмента применяют цилиндрическое зубчатое колесо, по форме напоминающее долбяк. Производительность зуботочения в 2..4 раза выше производительности зубофрезерования однозаходной фрезой.

Накатывание зубчатых колес

Накатывание зубчатых поверхностей имеет большие преимущества перед способами обработки резанием: повышает производительность в 5—30 раз; увеличивает износостойкость и прочность зубьев; значительно уменьшает отходы металла и др. Различают горячее и холодное накатывание. Горячее накатывание применяют для профилей с модулем больше 2 мм; холодное накатывание рекомендуется для мелкомодульных колес с модулем до 1,5...2 мм.

Может применяться и комбинированное накатывание для средних и крупных модулей (основная пластическая деформация проводится в горячем состоянии, а окончательное профилирование — в холодном).

Горячее накатывание производится как с радиальной, так и с продольной подачей. Схема накатки с продольной подачей аналогична холодному накатыванию.

Схема накатывания с радиальным движением подачи показана на рисунке. Перед накатыванием заготовку нагревают до 1000... 1200 °С за 20...30 с до накатывания, затем устанавливают на оправку специального станка и производят накатывание вращающимися накатниками. Штучное время обработки составляет 30 с – 2 мин в зависимости от модуля.

Шевингование – чистовая обработка зубьев незакаленных зубчатых колес

Шевер для обработки прямозубых зубчатых колес имеет винтовые зубья с углом подъема до 15°, а для обработки косозубых — прямые зубья. На рисунке показан дисковый шевер с режущими кромками на боковых поверхностях зубьев.

Из двух способов шевингования зубьев более распространено шевингование с помощью дискового шевера. Шевингование производят на специальном станке. Шевер, установленный под углом к оси обрабатываемого зубчатого колеса, получает принудительное вращение с частотой 250 об/мин, вызывая этим вращение зубчатого колеса, свободно установленного в центрах на оправке. Скрещивание осей приводит к продольному относительному скольжению зубьев шевера и зубчатого колеса. Столу сообщают продольную подачу 0,1-0,3 мм на один оборот зубчатого колеса. В конце хода стол подают в поперечном (вертикальном) направлении на 0,02...0,04 мм, после чего стол возвращают в начальное положение. Число ходов стола зависит от размера припуска.

Шлифование зубьев зубчатых колес — наиболее надежный метод отделочной обработки, обеспечивающий высокую точность, как правило, закаленных зубчатых

колес. Шлифование зубьев производят на различных зубошлифовальных станках, как методом копирования, так и методом обкатки.

На станках, работающих по методу копирования, шлифуют зубчатые колеса профилированными кругами. Ось заготовки в этих станках расположена горизонтально. Они предназначены главным образом для шлифования прямозубых колес.

Метод обкатки осуществляется на зубошлифовальных станках, которые точны и универсальны в наладке, но производительность которых сравнительно невелика и зависит от принципа работы и типа применяемых шлифовальных кругов.

При шлифовании зубьев этим методом воспроизводится зубчатое зацепление пары рейка — зубчатое колесо. Инструментом является воображаемая рейка, боковые стороны зуба которой образованы шлифовальными тарельчатыми кругами / Шлифовальные круги получают вращательное движение, движение обкатки, заготовка выполняет возвратно-поступательное движение.

Движение обкатки складывается из двух движений: вращения заготовки вокруг своей оси и поступательного движения вдоль воображаемой рейки. В результате этих двух движений заготовка перекачивается без скольжения по воображаемой рейке.

На практике существуют и другие методы — шлифование червячным кругом, двумя дисковыми кругами. Наиболее производительный метод — шлифование абразивными червяками.

Хонингование применяют для чистовой отделки зубьев, как правило, закаленных цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления. Процесс осуществляется на зубохонинговальных станках с помощью зубчатого абразивного инструмента — хона. Зубчатые хоны представляют собой прямозубые или косозубые колеса, обычно состоящие из стальной ступицы и абразивного венца того же модуля, что и обрабатываемое колесо.

Обкатывание зубьев – зацепление с эталонным колесом

Примерные вопросы к студентам

- 1 Каковы технические требования на обработку зубчатых поверхностей?
- 2 Какие знаете виды обработки зубьев? Как зависит выбор вида обработки от степени точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей?
- 4 Каким образом осуществляется нарезание зубьев цилиндрических колес методом копирования?
- 5 Каким образом осуществляется нарезание зубьев цилиндрических колес методом обкатки?
- 6 Какими методами осуществляется зубонарезание конических колес?
- 7 Как осуществляется обработка зубьев червячных пар?
- 8 В каких случаях накатывают зубчатые колеса?
- 9 Какие знаете методы отделочной обработки зубчатых поверхностей?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429,; ил.

РАЗДЕЛ 5 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Тема 5.1 Общие принципы ТПП

Цель:

- формирование представлений об общих принципах технологической подготовки производства
- формирование знаний об основных правилах организации и управления процессом ТПП.

Основные понятия

Технологическая подготовка производства, технологическая документация

План лекции

- 1 Производственная система и ТПП в традиционном производстве на базе станков с РУ и с использованием станков с ЧПУ и ПР.
- 2 Организация и управление процессом ТПП, основные правила

Основная часть

Технологическая подготовка производства (ТПП) представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску продукции необходимого качества при установленных сроках, объеме производства и затратах. Содержание и объем ТПП зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Под технологической готовностью понимается наличие полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для производства новых изделий.

Разработка документации по организации управления ТПП выполняется в три стадии: разработка технического задания, технического и рабочего проектов.

При разработке технического задания выполняется организационно-технический анализ существующих методов и средств ТПП, разрабатываются предложения по организации, планированию и управлению.

В техническом проекте приводится общая структурная схема подготовки производства и организационная структура служб, основные положения по организации работ; выполняются унификация и стандартизация форм документов: разрабатываются технические задания на автоматизацию решения задач по ТПП.

В рабочем проекте излагаются информационная модель ТПП, положения и должностные инструкции, даются решения по типизации и стандартизации технологических процессов, унификации технологической оснастки; выдается рабочая документация для решения задач на ЭВМ.

Технологическая подготовка производства имеет два направления: для освоения производства нового изделия и для совершенствования технологического процесса, не связанного с изменением конструкции изделия. Каждое направление имеет свои задачи, содержание и перечень работ, который зависит прежде всего от вида продукции и назначения технологического процесса. Применяются три формы организации работ по технологической подготовке производства: децентрализованная, централизованная и смешанная. На предприятиях единичного и мелкосерийного производства ТПП выполняется децентрализованно. Отделы главного технолога (ОГТ), главного сварщика (ОГС), главного металлурга (ОГМет) осуществляют методическое руководство, проводят работы по типизации технологических процессов и унификации оснастки. Все остальные работы возлагаются на технические бюро цехов. На предприятиях крупносерийного и массового производства ТПП обычно ведется централизованно — в ОГТ, ОГС, ОГМет. Цеховые бюро занимаются в основном внедрением разработанных технологических процессов. При серийном типе производства чаще используется смешанная форма организации ТПП, при которой бюро выполняют разработку операционных технологических процессов.

Основные этапы технологической подготовки производства:

- предварительная проработка технической документации;
- разработка межцеховых технологических маршрутов;
- разработка операционных процессов;
- проектирование специальной оснастки и оборудования;
- выполнение технологической планировки;
- расчет норм расхода материалов и определение потребности в трудовых и материальных ресурсах;
- отработка и сдача технологического процесса производственным цехам.

Перед разработкой технологического процесса документация проходит предварительную проработку, в которой участвует большинство служб завода. Выполняются технологический контроль чертежей и проработка их на технологичность, определяются объемы работ, сроки, затраты, экономическая эффективность, возможность обеспечения материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами.

Непосредственно технологическая подготовка начинается с разработки межцеховых технологических маршрутов (расцеховка), которые устанавливают последовательность прохождения заготовок, деталей, сборочных единиц по производственным подразделениям. В условиях единичного и мелкосерийного производства, при универсальном оборудовании и оснастке, высокой квалификации рабочих разработка маршрутной технологии часто оказывается достаточной для изготовления деталей и сборки изделия.

В серийном и массовом типах производства необходима и разработка подробных операционных процессов. Организационная схема проектирования зависит от оригинальности технологических решений. Имеется порядок разработки рабочих технологических процессов на базе типовых решений и процессов, с индивидуальными технологическими решениями.

Затем выполняются работы по составлению технологической планировки; по проектированию и изготовлению специальной оснастки, включая установление очередности ее производства с учетом мощности инструментальных цехов; определение потребности в оборудовании, расчет норм расхода материалов и потребности работ и т.д. На основе проектных разработок составляют спецификации, приобретают необходимые материалы и комплектующие изделия, нормализованную оснастку и стандартное оборудование, организуют обучение кадров и проводят строительно-монтажные работы, связанные с техническим перевооружением и реконструкцией производства.

Планирование и координацию всех работ, оперативное регулирование хода ТГШ ведет отдел (бюро) планирования подготовки производства. Он контролирует сроки выполнения отдельных стадий и этапов, следит за комплектностью подготовки производства.

Завершается технологическая подготовка производства выполнением работ по отладке технологического процесса, оборудования и оснастки. Экспериментальную проверку разработанного процесса проводят как в лаборатории ОГТ, так и непосредственно в производственных цехах.

Окончательную проверку технологический процесс проходит во время выпуска установочной серии изделий. О сдаче-приемке разработанного процесса подписывается специальный акт, согласно которому цех обязуется соблюдать принятую новую технологию. Технологическую подготовку рекомендуется проводить параллельно-последовательно с конструкторской по комплексно-совмещенному методу.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Как осуществляется технологическая подготовка производства в традиционном производстве на базе станков с РУ и с использованием станков с ЧПУ и ПР?
- 2 Основные правила организации и управления процессом ТПП?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. – 344 с.: ил.

Тема 5.2 Разработка технологического процесса с использованием САПР ТП

Цель:

- формирование знаний о составе и структуре САПР, основных терминах и определениях, назначении, классификации САПР.

Основные понятия

Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП)

План лекции

- 1 Концепция применения ЭВМ для проектирования технологических процессов
- 2 Предпосылки для внедрения САПР ТП.
- 3 Этапы развития САПР

Основная часть

При проектировании технологических процессов у технолога имеются следующие сферы деятельности:

- оформление технологической документации (маршрутные, операционные карты и другие документы). Это не творческая работа и может быть полностью автоматизирована.
- поиск информации (поиск инструмента, приспособлений, оборудования, заготовок, припусков, нормативов по режимам резания и нормам времени и т. д). Эта процедура автоматизируется на основе использования информационно-поисковой системы (ИПС). При использовании ИПС

условие поиска технолог вводит в режиме диалога. Условия поиска, которые являются стабильными, можно хранить в базе знаний.

- стандартные расчеты (расчет припусков, операционных заготовок, режимов резания и т. п.). Такие расчеты можно полностью автоматизировать.

принятие сложных логических решений (выбор структуры процесса и операций, выбор баз и т. д.). Процесс принятия таких решений полностью автоматизировать не удастся.

Современная концепция применения ЭВМ при проектировании технологии основывается на создании человеко-машинных систем, в которых общение технолога с ЭВМ происходит в режиме диалога. Такие системы получили название "Системы автоматизированного проектирования технологических процессов" или сокращенно САПР ТП. На западе эти системы получили название " Computer Automated Process Planning " или сокращенно CAPP.

Использование ЭВМ требует повышения квалификации технолога по нескольким направлениям.

Во-первых, пользователь САПР ТП должен быть технологом высокой квалификации, т.к. система сама выполняет рутинные работы по поиску нужной информации, стандартным расчетам и оформлению технологической документации. Технолог в режиме диалога должен решать творческие задачи, связанные с принятием сложных логических решений, которые не может выполнить система.

Во-вторых, технолог должен знать язык общения с САПР ТП и уметь ее эксплуатировать, включая анализ ошибок, возникающих в системе, и способы их устранения.

В третьих, у технолога появляется новая функция сопровождения САПР ТП. Эта функция заключается в корректировке баз данных (знаний) и в пополнении их новой информацией, в нахождении и устранении алгоритмических ошибок,

в разработке алгоритмов для дальнейшего совершенствования САПР ТП. Рассматривая историю автоматизации технологической подготовки можно выделить следующие этапы развития проблемы автоматизации ТПП.

1 этап (1960-1970гг) характеризуется выполнением экспериментальных работ, показывающих возможности решения задач технологии с помощью ЭВМ.

2 этап (1970-1980гг) В эти годы под руководством группы ученых: Н. Г. Бруевича, Г. К. Горанского, Н. М. Капустина, С. П. Митрофанова, В. В. Павлова, В. Д. Цветкова были созданы научные школы, поднявшие разработку теоретических основ автоматизации технологической подготовки производства на мировой уровень. На базе теоретических исследований в ведущих по данной проблеме организациях (ИТК (Минск), НИАТ (Москва), ЛИТМО (Ленинград), ЦНИТИ (Москва), МАИ (Москва), МВТУ (Москва) и ряд других) были разработаны и внедрены комплексы автоматизированных систем технологического назначения. Системы создавались сначала для ЭВМ серии "Минск", и далее, по мере смены поколений ЭВМ, был осуществлен переход на ЕС ЭВМ. В разработанных системах преобладали системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) и средств технологического оснащения (САПР СТО).

Обобщение накопленного положительного опыта позволило НИИМаш создать комплекс стандартов для Единой Системы Технологической Подготовки Предприятия (ЕСТПП) и Единой Системы Технологической Документации (ЕСТД). Эти стандарты закрепили достижения СССР по проблеме автоматизации ТПП и сыграли серьезную роль в подготовке промышленных предприятий к переходу на широкое использование ЭВМ в ТПП. Эти годы отличаются большим количеством работ по проектированию локальных систем АСТПП: системы проектирования технологии обработки на станках токарной группы, холодной штамповкой, на сверлильных и фрезерных станках. Для разработанных систем характерны большая сложность алгоритмов и

программ, большой объем нормативно-справочной информации, которую необходимо хранить в памяти ЭВМ. ЕС ЭВМ - это сложный вычислительный комплекс, который устанавливался в вычислительном центре. Часто ВЦ на предприятии располагалось достаточно далеко от технологических служб. Решение задач на ЕС ЭВМ обычно выполнялось в пакетном режиме, при этом быстродействие при решении технологических задач оказалось недостаточно высоким. Из-за высокой стоимости часа работы на ЕС ЭВМ стоимость спроектированных технологических процессов также оказывалась весьма высокой. Полиграфическое качество документов, выводимых на алфавитных цифровых печатающих устройствах, было весьма невысоким, что вызывало трудности с их размножением. Из-за этих факторов существующие ЭВМ оказались малопригодными для решения технологических задач.

3 этап (1980-1990гг) характеризуется расширением фронта работ по автоматизации решения технологических задач. Этому способствовали два обстоятельства.

Во-первых, проведение массовых работ по проектированию и внедрению АСУП на предприятии с различным характером производства, требовало автоматизации решения отдельных задач технологического проектирования. Во-вторых, проведение больших работ по стандартизации процедур и программ обработки информации и появление работ по формализации алгоритмов принятия решений в технологических задачах. Работы по автоматизации технологического проектирования характеризуется направленностью на условия предприятия, где предполагалось внедрение системы. В эти годы был осуществлен постепенный переход на СМ ЭВМ, что позволило организовать решение технологическим задач в режиме диалога и отказаться от ввода данных с помощью перфокарт и перфолент.

4 этап (с 1990гг) характеризуется работами по созданию комплексных систем АСТПП, основанных на использовании единой системы кодирования и единого

математического обеспечения. Широкое распространение относительно недорогих персональных ЭВМ дало возможность поставить ПЭВМ на стол каждого технолога и установить на ней САПР ТП, соответствующую данному предприятию. Очередная смена поколения ЭВМ и переход на персональные ЭВМ потребовала серьезных вложений в создание новых систем. Однако изменение в 90-х годах экономической обстановки в стране и отсутствие должной государственной поддержки не дали возможности быстро осуществить полноценный перевод САПР ТП на персональные ЭВМ и реализовать новые идеи, накопленные на основе анализа результатов функционирования промышленных САПР ТП.

Современные САПР ТП, реализованные на ПЭВМ и внедряемые на промышленных предприятиях, представляют собой, по существу, текстовые редакторы, дополненные в лучшем случае классификаторами для более быстрого заполнения технологических карт и модулями для поиска технологического оснащения. Разработанные в стиле WINDOWS они внешне выглядят весьма привлекательно, однако весьма далеки от того уровня автоматизации, который был достигнут для САПР ТП в эпоху ЕС и СМ ЭВМ. Единственным достоинством таких систем - это их универсальность, которая, по существу, является следствием их примитивности, т. к. для этих систем безразлично какую форму технологической карты заполняет технолог на экране дисплея и для каких деталей или сборочных единиц разрабатывается технологический процесс. Экономическая эффективность таких систем пока остается относительно невысокой.

Предпосылки для внедрения САПР ТП.

Для внедрения САПР ТП на промышленном предприятии необходимы следующие предпосылки:

- 1 Наличие достаточно развитой теории автоматизированного проектирования. В данное время основы такой теории разработаны. Группа ученых нашей страны, которые принимали участие в разработке теории САПР ТП: Г. К. Горанский (ИТК

АН БССР), В. Д. Цветков (ИТК АН БССР), С. П. Митрофанов (ЛИТМО), Б. Н. Челищев (НИАТ), Н. М. Капустин. (МВТУ).

Наличие технических средств. В настоящее время персональные ЭВМ являются относительно недорогими средствами вычислительной техники и могут быть установлены на рабочем месте каждого технолога. ПЭВМ необходимо объединить в сеть для доступа пользователей к централизованным базам данных и электронным архивам.

2 Наличие автоматизированных систем.

В технологических службах промышленного предприятия должен быть установлен комплекс систем проектирования технологических процессов и средств технологического оснащения. Внедряемые системы должны полностью отвечать специфике предприятия и обладать необходимыми функциональными возможностями. Для учета специфики производства разработка и внедрение систем должно выполняться с участием специалистов этого предприятия. Системы должны иметь эффективные механизмы настройки (адаптации) на условия предприятия. В частности, необходимо иметь удобные средства сопровождения баз данных и знаний. На ранних стадиях развития САПР ТП настройка систем на условия предприятия была очень трудоемкой, что часто приводило к их отторжению от технологической подготовки. Системы разрабатывались в разных организациях, вместе эти системы не стыковались, что затрудняло их совместную эксплуатацию и сопровождение. Например, каждая система имела свои базы данных, что приводило к дублированию информации, и программные средства их обслуживания, поэтому сопровождение баз данных было весьма трудоемким и не гарантировало от ошибок. Внедряемые системы должны быть достаточно гибкими для того, чтобы их можно было легко адаптировать к изменившимся условиям и функционально развивать в соответствии с потребностями предприятия.

3 Моральная и организационная готовность предприятия к использованию САПР ТП.

Руководство и сотрудники технологических служб должны понимать необходимость применения ЭВМ для ТПП и чувствовать экономическую эффективность от автоматизации технологического проектирования. Должны быть разработаны документы, фиксирующие функции автоматизированных подразделений ТПП, а также права и обязанности лиц, участвующих в процессе эксплуатации и сопровождения автоматизированных подсистем ТПП. На предприятии должны существовать как службы технического обслуживания средств вычислительной техники, так и службы сопровождения автоматизированных подсистем ТПП. Руководящие сотрудники ТПП с помощью PDM системы должны уметь осуществлять эффективный автоматизированный контроль процесса технической подготовки изделия к его производству.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Каковы задачи и значение САПР ТП?
- 2 Каковы принципы создания систем автоматизированного проектирования?
- 3 Какие знаете современные САПР ТП? Дайте их характеристику.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

2. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. – 429 с.: ил.

РАЗДЕЛ 7 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ МАШИН

Тема 7.1. Основные понятия о сборке. Методы сборки

Цель:

- формирование знаний об основных требованиях к обеспечению технологичности сборочной единицы;
- формирование знаний об организационных формах сборки;
- методы сборки;
- формирование знаний о методах сборки

Основные понятия

Изделие, сборочная единица, сборочный комплект, комплекс, размерная цепь, метод сборки

План лекции

- 1 Виды изделий. Обеспечение технологичности сборочной единицы.
- 2 Понятие о сборочных процессах.
- 3 Характерные технологические процессы и их организация.
- 4 Методы сборки. Сборочные размерные цепи.
- 5 Подготовка деталей к сборке.

Основная часть

Сборка — образование разъемных или неразъемных соединений составных частей заготовки или изделия. Узловая сборка — сборка, объектом которой является составная часть изделия. Общая сборка — сборка, объектом которой является изделие в целом. Сборочный комплект — группа составных частей изделия, которые необходимо подать на рабочее место для сборки изделия или его составной части.

Сборочные работы являются заключительным этапом в производственном процессе, предусматривающем получение готовых изделий путем соединения

отдельных деталей. Качество выполнения сборочных работ значительно влияет на эксплуатационные качества собранной машины, на ее надежность и долговечность. При достаточно точно изготовленных отдельных деталях, но при недостаточно тщательном и правильном соединении их, собранное изделие не может обладать необходимыми эксплуатационными качествами и работать надежно. Трудоемкость сборочных работ в машиностроении составляет 20—30% общей трудоемкости изготовления изделия.

Сборочные работы выполняют в сборочных отделениях и цехах завода. Место и организация выполнения сборочных работ определяют характер выпускаемых изделий, технологический процесс, объем производства. При единичном, мелкосерийном и серийном производстве узловую и общую сборку производят в сборочных цехах или сборочных отделениях механосборочных цехов. При крупносерийном и массовом производстве узловую сборку изделий производят в конце поточных линий или в отделениях механического цеха, в которых обрабатывают заготовки. В этом случае общую сборку машины выполняют в сборочном цехе. Основой для проектирования технологического процесса сборки являются:

- 1) чертежи сборочные, общих видов сборочных единиц и изделий;
- 2) технические условия на приемку и испытание сборочных единиц и изделий;
- 3) производственная программа;
- 4) спецификация поступающих на сборку сборочных единиц и деталей.

На чертежах, необходимых для проектирования технологических процессов сборки, должны быть указаны допуски на размеры, определяющие взаимное расположение деталей, конструктивные зазоры, а также особые требования, касающиеся сборки. На чертежах должны быть даны все проекции и разрезы, необходимые для полного понимания и ясного представления конструкций собираемых сборочных единиц и целой машины.

Технологический контроль сборочных чертежей осуществляют с целью проверки, содержат ли они все необходимые для процесса сборки сведения, обеспечивающие правильность сборки.

Размерные цепи. Выбор допусков и посадок, определяющих положение деталей и сборочных единиц относительно друг друга, зависит от многих факторов — конструктивных, технологических и эксплуатационных. Точность взаимного расположения отдельных деталей в машине достигается на основании теории размерных цепей.

Размерной цепью называется замкнутая цепь взаимно связанных размеров, расположенных в определенной последовательности, определяющих взаимное положение поверхностей и осей двух или нескольких деталей. Размерная цепь состоит из отдельных размеров, которые называются звеньями размерной цепи. Все звенья размерной цепи обозначают буквами русского алфавита с цифровым индексом, показывающим порядковый номер звена (A_n , A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , B_3 и т. д.), и подразделяют на исходное или замыкающее звено и составляющие звенья. Исходным называется такое звено, по номинальному размеру и допуску которого рассчитывают величины номинальных размеров и допуски всех остальных звеньев размерной цепи. Замыкающим называется такое звено, которое при построении и расчете размерной цепи получается последним при известных размерах и допусках всех остальных звеньев цепи. Все звенья размерной цепи, по размерам которых определяют исходное или замыкающее звено, называют составляющими. Составляющие звенья подразделяют на увеличивающие, с возрастанием которых увеличивается замыкающее звено, и уменьшающие, с возрастанием которых замыкающее звено, уменьшается.

В зависимости от числа размеров, входящих в размерную цепь, размерные цепи могут быть простыми и сложными (многозвенными). Многозвенные цепи для упрощения могут быть приведены к более простым размерным цепям, содержащим меньшее число звеньев путем суммирования нескольких размеров в один, т. е.

замены нескольких звеньев одним. Для наглядности и упрощения размерные цепи иногда изображают в виде схем.

Основное свойство размерных цепей заключается в их замкнутости, определяемой наличием двух ветвей. Первую ветвь размерной цепи, с которой начинается ее построение и в которую входят увеличивающие звенья, называют основной; вторую ветвь, в которую входят уменьшающие звенья и замыкающее звено, называют замыкающей.

Между размерными цепями в конструкции могут быть три вида связи: параллельный, последовательный, комбинированный. Для достижения необходимой точности имеют большое значение звенья размерных цепей, которые являются общими у нескольких цепей. Эти общие звенья следует принимать в качестве основных и с них необходимо начинать построение размерных цепей. Так как при обработке заготовок размеры их отклоняются от номинальных размеров вследствие погрешностей обработки, вызываемых влиянием различных факторов, то кроме равенства, связывающего номинальные размеры звеньев, необходимо соблюдать следующие равенства, связывающие погрешности и допуски на размеры деталей.

Если известен допуск замыкающего звена, а допуски составляющих звеньев неизвестны, то в этом случае полагают, что все составляющие звенья в равной степени влияют на величину допуска замыкающего звена и, следовательно, величины их допусков могут быть равны. При этом условии средняя величина допуска. Метод полной взаимозаменяемости заключается в том, что все детали, размеры которой составляют размерную цепь, без какого-либо подбора или подгонки обеспечивают достижение заданной точности замыкающих звеньев всех размерных цепей. Этот способ является наиболее прогрессивным и в то же время простым и экономичным для технологического процесса сборки машин. Он позволяет организовать процесс сборки по принципу потока, изготавливать запасные детали и запасные сборочные единицы, агрегаты на основе кооперирования специализированных заводов, выпускающих отдельные детали и сборочные

единицы тех или других машин. Этот метод используют в массовом и крупносерийном производстве.

Метод неполной взаимозаменяемости заключается в том, что, используя некоторые положения теории вероятности, допуски на размеры деталей, составляющие размерную цепь, расширяют, идя на риск получения некоторого относительно небольшого процента собранных сборочных единиц, у которых допуск замыкающего звена выйдет за пределы допускаемой по техническим условиям величины. Этот метод обеспечивает значительный экономический эффект для обработки резанием, так как благодаря расширению допусков на отдельные детали, обработка их упрощается и обходится дешевле. Сборочные единицы, оказавшиеся негодными по техническим условиям, не являются браком, а подлежат разборке на отдельные детали, которые затем поступают снова на сборку.

Метод групповой взаимозаменяемости заключается в том, что детали, размеры которых входят в размерную цепь, сортируют по размерам на несколько групп в пределах полей допусков. Такой метод позволяет при сравнительно невысокой точности деталей достигнуть повышенной точности замыкающего звена, так как необходимый допуск его достигается путем сборки деталей, входящих в одну группу сортировки; такая сборка называется селективной. Этот метод применяют в серийном и массовом производстве. Таким методом на автомобильных заводах собирают поршни с цилиндрами двигателей, поршневые пальцы с поршнями, сортируя их на три — пять групп.

Метод пригонки или изготовление «по месту» заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается путем изменения размера одного из звеньев снятием стружки — подрезкой, припиловкой, шабрением и т. д. Этот метод требует значительной затраты ручного труда высококвалифицированных рабочих-сборщиков, является неэкономичным для сборочного цеха; при недостаточной квалификации исполнителей снижается качество собранного механизма или машины. Его применяют при мелкосерийном и единичном

производстве для точного изготовления деталей, входящих в цепи с большим числом звеньев.

Метод регулирования состоит в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается изменением размера одного из звеньев цепи без снятия стружки; размер изменяют перемещением детали, положение которой определяет размер данного звена, или введением дополнительной детали, которую заранее изготавливают с разными отклонениями от номинала (обычно несколько сотых).

Подвижные компенсаторы позволяют получить высокую точность размерной цепи, поддерживать эту точность размерной цепи при эксплуатации, когда размеры отдельных звеньев, вследствие износа изменяются; при подвижных компенсаторах отпадает необходимость в пригоночных работах; рабочему приходится только регулировать положение подвижного компенсатора, контролируя величину замыкающего звена измерительными инструментами. В случае неподвижного компенсатора рабочий сначала измеряет величину замыкающего звена, а затем подбирает из имеющегося комплекта подходящий по размеру неподвижный компенсатор. Таким образом, метод регулирования является экономичным способом достижения высокой точности размерных цепей.

Формы организации сборочных работ. Стационарная сборка может быть подразделена на поточную и непоточную. При стационарной поточной сборке каждый рабочий или каждая бригада, называемые «скользящими», выполняет соответственно одну или несколько операций, переходя последовательно от одного сборочного места к другому. Эту форму используют в основном при серийной сборке крупных тяжелых машин (стационарных дизелей, крупных насосов и компрессоров, полиграфических машин и др.). Такую сборку целесообразно применять в двух случаях: когда экономически не оправдывается изготовление специальных транспортных устройств и когда в процессе перемещения может быть нарушена точность сборки.

Подвижная сборка может осуществляться свободным или принудительным передвижением собираемого объекта. При свободном передвижении собираемый объект перемещают вручную по верстаку, рольгангу или на тележках. При принудительном движении собираемый объект перемещается конвейером. Для сборки средних и мелких изделий применяют горизонтально - и вертикально-замкнутые конвейеры. Вертикально-замкнутые конвейеры применяют в тех случаях, когда начальный пункт сборки изделия находится в одном конце конвейера, а конечный пункт сборки в другом, а горизонтально-замкнутые — когда начальные и конечные пункты сборки расположены близко один от другого и конвейер должен обслуживать большое число рабочих мест, расположение которых по одной прямой потребовало бы производственного помещения очень большой длины. Непрерывное движение конвейеров совершается со скоростью 0,25—5 м/мин. Конвейеры с периодическим движением перемещают изделия на следующую позицию со скоростью 5—6 м/мин.

Примерные вопросы к студентам

- 1 Какие знаете виды изделий?
- 2 Дайте определение сборочного процесса. Характерные технологические процессы и их организация.
- 3 Какие знаете методы сборки? Дайте характеристику каждого метода.
- 4 Какие знаете формы организации сборочных работ?

Учебно-методическое и информационное обеспечение

3. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. — 344 с.: ил.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

Основные источники:

1. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 1 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 344, : ил.
2. Новиков В. Ю. Технология машиностроения : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования : в 2 ч. Ч. 2 / В. Ю. Новиков, А. И. Ильянков. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 429, : ил.

Дополнительные источники

- 1 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учебник и практикум для СПО / А. В. Тотай [и др.] ; под общ. ред. А. В. Тотая. — М.: Юрайт, 2017. — 239 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>
- 2 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учебник и практикум для СПО / А. В. Тотай [и др.] ; под общ. ред. А. В. Тотая. — М.: Юрайт, 2016. — 239 с. — Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

Интернет-ресурсы

- 1 Журнал «Технология машиностроения» <http://www.ic-tm.ru>
- 2 Журнал «Современное машиностроение» <http://www.sovmash.com/>
- 3 Библиотека машиностроителя <http://lib-bkm.ru>
- 4 Российское образование: Федеральный портал <http://www.edu.ru/>
- 5 Единое окно доступа к образовательным ресурсам
<http://window.edu.ru/window>
- 6 Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>

- 7 Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.gpntb.ru/>

- 8 Первый машиностроительный портал <http://www.1bm.ru/techdocs/kgs/>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]