



Министерство образования Республики Беларусь
«Брестский государственный технический университет»
Филиал учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

С.В. Маркина

« ____ » _____ 2023

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ
для учащихся специальности

2-36 01 31 «Металлорежущие станки и инструменты (по направлениям)»
(код и название специальности)

заочная

(форма обучения)

Разработала: Е.А. Василевская, преподаватель филиала БрГТУ
Политехнический колледж.

Методические указания разработаны на основании учебной программы,
утвержденной первым проректором Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет» 14.07.2022 г.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на
заседании цикловой комиссии машиностроительных предметов.

_____ 2023 Протокол № ____

Председатель цикловой комиссии _____ Е.А. Василевская

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ _____	4
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН _____	6
ПРОГРАММА ПРЕДМЕТА И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ _____	7
ВОПРОСЫ к дифференцированному зачёту по учебному предмету «Технология машиностроения» _____	27
ПРИМЕРНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ _____	33
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРЕДМЕТА «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ» _____	36
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ _____	88
НОМЕРА ВАРИАНТОВ И ЗАДАНИЙ для выполнения контрольной работы _____	90
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ _____	97
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ №1 _____	108
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ №2 _____	114
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА _____	121
ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ _____	123
ПРИЛОЖЕНИЕ А _____	124

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основная цель изучения предмета «Технология машиностроения» – получение учащимися знаний в области основ механической обработки и сборки изделий с целью обеспечения предъявленных к ним технических требований. Программой предмета предусматривается изучение учащимися структуры производственного и технологического процесса, характеристики типов производства, технологичности конструкций изделий, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества обработанных поверхностей, принципов выбора заготовок деталей машин, теории припусков, основ сборки.

Изучение предмета базируется на знаниях, полученных учащимися в ходе изучения предметов: «Инженерная графика», «Материаловедение и технология материалов», «Нормирование точности и технические измерения», «Стандартизация и качество продукции», и увязано с материалом, изучаемым в предметах специального цикла, в частности «Обработка материалов и инструмент», «Металлообрабатывающие станки», «Технологическая оснастка», «Основы программирования для станков с ЧПУ», а также в предметах специализации.

При изучении предмета необходимо соблюдать единство терминологии и обозначения технических величин и размерности согласно действующим стандартам и Международной системе единиц измерения (СИ), руководствоваться стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

В процессе изучения учебного материала, следует обращать внимание учащихся на вопросы техники безопасности, охраны труда, бережного отношения к окружающей среде, ресурсосбережения.

Изучение предмета должно проводиться на уровне современного состояния науки и техники.

Для более прочного закрепления теоретических знаний программой предусмотрены практические работы.

В результате изучения предмета обучающиеся *должны знать на уровне представления:*

- теоретические основы технологии машиностроения;
- основы теории машиностроительного производства, о производственном и технологическом процессах, типах производства;
- принципы определения технологичности конструкции изделия и деталей;
- методы обеспечения точности сборки;

должны знать на уровне понимания:

- структуру производственного и технологического процесса машиностроительного предприятия;
- принципы базирования заготовок в процессе механической обработки;

- методы обеспечения требований к точности обработки и допускаемые степени шероховатости поверхностей;
- методику выбора заготовок для типовых деталей и назначения оптимальных припусков на механическую обработку по справочной литературе;
- методики выбора заготовок для типовых деталей и оптимальных припусков на механическую обработку по справочной литературе;
- основы теории базирования;
- основы разработки малоотходных, энергосберегающих, экологически чистых технологий;

должны уметь:

- провести качественный анализ детали на технологичность;
- выбрать заготовку для детали в соответствии с технологическими требованиями производства;
- назначить порядок механической обработки отдельных поверхностей детали, обеспечивающий точность обработки и качество поверхностей детали;
- выбрать технологические базы для обработки детали;
- составить схему сборки простого изделия по алгоритму (образцу).

По каждой теме предметы в программе сформулированы основные цели ее изучения и прогнозируются результаты достижения этих целей с учетом основных уровней усвоения учебного материала.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел, тема	Количество часов	
	Всего	В том числе на лабораторные и практические занятия
Введение	2	
Раздел 1. Теоретические основы технологии машиностроения	16	
1.1. Машина как объект производства	2	
1.2. Машиностроительное предприятие, производственный и технологический процессы	2	
1.3. Способы получения и обработки заготовок	8	
1.4. Структурные элементы технологической операции	2	
1.5. Типы производства	2	
Раздел 2. Технологичность конструкций изделий	6	
2.1. Технологичность конструкций машин	2	
2.2. Технологичность конструкций деталей	4	
Раздел 3. Технологическое обеспечение качества изготовления машин	28	8
3.1. Базы и принципы базирования в машиностроении	4	
3.2. Точность изделий	2	2
3.3. Качество поверхностей деталей машин	2	
3.4. Выбор способов обработки и базирования для обеспечения заданной размерной точности и качества поверхностей	4	2
3.5. Заготовки деталей машин	6	2
3.6. Припуски на механическую обработку	9	2
<i>Обязательная контрольная работа</i>	1	
Раздел 4. Структурные компоненты технологии сборки машин	12	
4.1. Общие сведения о сборке машин	4	
4.2. Балансировка и досборочная обработка	2	
4.3. Составление схемы сборки	2	
4.4. Способы сборки типовых соединений	4	
Итого:	64	8

ПРОГРАММА ПРЕДМЕТА И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Введение		
<p>Дать представление о целях, задачах и значении в системе подготовки технолога.</p>	<p>Цели, задачи, предмета, его роль и взаимосвязь с другими предметами. Значение предмета в системе подготовки технологов со средним специальным образованием.</p> <p>Краткая история развития технологии машиностроения.</p>	<p>Высказывает общее суждение о целях, задачах предмета, о связи с другими предметами, о ее значении в системе подготовки технолога, об истории развития технологии машиностроения.</p>
<p>Литература: [9, с 4...6], [17, с 5...10]</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p> <p>1 Что такое «Технология машиностроения?»</p> <p>2 Почему создание и освоение техники новых поколений позволяет повысить производительность труда и улучшить качество выпускаемой продукции?</p> <p>3 Какова роль технолога в повышении безопасности производства?</p>		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Раздел 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ		
Тема 1.1 Машина как объект производства		
<p>Сформировать представление о машине, как объекте производства, о показателях качества машин, о взаимодействии машины и человека, машины и окружающей среды.</p> <p>Дать понятие о сборочной единицы и детали, основных и вспомогательных элементах машины.</p>	<p>Энергетические, производственные и информационные машины. Показатели качества машин. Требования к взаимодействию машины и человека, машины и окружающей среды.</p> <p>Понятия сборочной единицы, изделия, детали, изделия основного и вспомогательного производства. Основные и вспомогательные элементы машины.</p>	<p>Высказывает общее суждение о машине, как объекте производства, о показателях качества машин, о взаимодействии машины и человека, машины и окружающей среды.</p> <p>Различает суть понятий «сборочная единица», «деталь», «изделие», описывает основные и вспомогательные элементы машины.</p>
<p>Литература: [18, с 18...25], [17, с 11...14], ГОСТ 2.101-68, ГОСТ 3.1109-82</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Что такое изделие? 2 Чем изделие основного производства отличается от изделия вспомогательного производства? 3 Что такое деталь? 4 Что такое сборочная единица? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 1.2 Машиностроительное предприятие, производственный и технологический процессы		
<p>Ознакомить со структурой машиностроительного производства.</p> <p>Сформировать понятие о производственном процессе и его составляющих: технологическом, вспомогательных, сервисных процессах.</p>	<p>Машиностроительные производство как целостная система. Структура машиностроительного предприятия. Функции подсистем управления, складирования, изготовления заготовок и их обработки, сборки машин, технологической подготовки производства. Составные части производственного процесса, Технологическая и предметная специализация производства.</p> <p>Основные термины и понятия: производственный процесс, технологический процесс, основное и вспомогательное производство, производственная структура, технологическая предмета, технологический маршрут, рабочее место, средства технологического оснащения, технологическая оборудование, технологическая оснастка, приспособление, инструмент, материал.</p>	<p>Высказывает общее суждение о структуре машиностроительного производства.</p> <p>Освещает производственный процесс и его составные части.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Литература: [18, с 11...14, 16...18, 31], [9, с 6], ГОСТ14.004-83, ГОСТ 3.1109-82</p> <p>Вопросы для самоконтроля 1 Что такое производственный процесс? 2 Какие процессы машиностроительного предприятия относятся к основным? 3 Суть сервисных процессов.</p> <p>Дать представление о способах получения применяемых на машиностроительных предприятиях заготовок, о видах и способах термической, механической их обработки, об электрофизических и электрохимических методах обработки.</p> <p>Литература: [9, с 164...342] [16, с 131...186]</p>	<p>Тема 1.3 Способы получения и обработки заготовок</p> <p>Способы изготовления заготовок деталей машин: отливка, поковка, штамповка, прокатка, получение заготовок из резины и пластмассы методов порошковой металлургии. Термическая обработка заготовок: назначение, виды и способы. Виды и способы механической обработки. Электрофизические и электромеханический методы обработки.</p>	<p>Высказывает общее суждение о применяемых на машиностроительных предприятиях способах изготовления заготовок, о термической, механической, электрофизической и электрохимической их обработке.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 1.4 Структурные элементы технологической операции		
<p>Сформировать понятие о технологической операции и ее элементах.</p>	<p>Технологическая операция, ее элементы: установ, позиция, технологический и вспомогательный переход, рабочий и вспомогательный ход, прием. Наладка и подналадка. Сложный переход, совмещение переходов. Многопозиционная обработка.</p>	<p>Освещает элементы технологической операции.</p>
<p>Литература: [18, с25...26], [9, с7...10], [17, с 19...22], ГОСТ 3.1109-82</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 В чем отличие производственного процесса от технологического? 2 Привести определения: технологического процесса, операции. 3 В чем отличие технологического перехода от вспомогательного? 4 в каких случаях необходим вспомогательный (холостой) ход? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 1.5 Типы производства		
<p>Сформировать понятие о типах машиностроительного производства, о характеристике типов по технологическим, организационным признакам.</p>	<p>Деление машиностроительного производства на типы. Характеристика типов производства по технологическим и организационным признакам. Принципы концентрации и дифференциации машиностроительного производства. Основные термины и понятия: тип производства, объем и программа выпуска продукции, производственная партия, такт и ритм выпуска.</p>	<p>Освещает типы машиностроительного производства по технологическим, организационным признакам.</p>
<p>Литература: [17, с 22...26], [9, с9...12], [6, с 19...23], ГОСТ14.004-83, ГОСТ 3.1109-82</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p>		
<p>1 Как изменяется технологический процесс в зависимости от типа производства?</p>		
<p>2 Какое оборудование применяется в средне-серийном производстве?</p>		
<p>3 Что определяет коэффициент закрепления операций?</p>		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Раздел 2 ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ		
Тема 2.1 Технологичность конструкций машин		
<p>Дать представление о технологичности, ознакомить с правилами обеспечения технологичности конструкций изделий.</p> <p>Дать понятие о качественном и количественном методах оценки технологичности конструкций.</p>	<p>Понятие о технологичности. Производственная и эксплуатационная технологичность. Технологическая рациональность. Конструктивно-технологическая преемственность. Обеспечение технологичности конструкций изделий на всех стадиях разработки. Оценка технологичности конструкций машин. Качественный и количественный методы оценки технологичности конструкций.</p> <p>Основные термины: технологичность конструкции изделия, обеспечение технологичности конструкции изделия, отработка конструкции изделия на технологичность, технологический контроль конструкторской документации.</p>	<p>Высказывает общее суждение о технологичности, правилах обеспечения технологичности конструкций изделий.</p> <p>Описывает качественный и количественный методы оценки технологичности конструкции.</p>
<p>Литература: ГОСТ14.201-83 – 14.205-83</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p>		
<p>1 Что такое технологичность конструкции?</p>		
<p>2 От каких факторов зависит технологичность конструкции?</p>		
<p>3 Как влияет технологичность конструкции на технико-экономические показатели технологического процесса?</p>		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 2.2 Технологичность конструкций деталей		
<p>Дать понятие о технологичности деталей машин, о методике отработки конструкций деталей на технологичность, конструктивных решениях, обеспечивающих технологичность типовых деталей.</p>	<p>Общие требования к деталям машин. Требования к технологичности заготовок деталей машин и к их механической обработке.</p> <p>Отработка конструкции деталей на технологичность при разработке технологических процессов.</p> <p>Конструктивные решения, обеспечивающие технологичность типовых деталей.</p>	<p>Излагает требования к технологичности деталей машин, описывает процесс отработки деталей на технологичность конструктивные решения, обеспечивающие технологичность типовых деталей.</p>
<p>Литература: [5, с 200...207], [7, с 11...19], [9, с 92...102], [15, с 69...72],</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Каким образом производят отработку конструкции детали на технологичность? 2 Какие элементы детали являются унифицированными? 3 Что показывает коэффициент использования материала? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
РАЗДЕЛ 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАШИН		
Тема 3.1. Базы и принципы базирования в машиностроении		
<p>Сформировать понятие о теории базирования, о черновых и чистовых, принципах базирования.</p> <p>Ознакомить с условными обозначениями опор и зажимов.</p>	<p>Основные, вспомогательные и свободные поверхности детали.</p> <p>Определения терминов: правило шести точек, базирование, база, проектная база, действительная база, комплект баз, опорная точка, классификация баз по назначению, лишаемым степеням свободы и характеру проявления, схемы базирования призматических, длинных и коротких цилиндрических деталей, смена баз; погрешность базирования, закрепления, установки.</p> <p>Базирование по разметке, выверкой, сопряжением.</p> <p>Черновой и чистой базы. Увязка черновых и чистовых баз. Требования, предъявляемые к черновым и чистовым базам.</p> <p>Принципы совмещения и постоянства баз.</p> <p>Условные обозначения опор и зажимов.</p>	<p>Излагает порядок базирования, классифицирует базы заготовок деталей машин, описывает порядок выбора черновых и чистовых баз, принципы базирования.</p> <p>Распознает условные обозначения опор и зажимов.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Литература: [9, с 45...58], [7, с76...78], [17, с 143...192], [26, том I, с 45...48], ГОСТ 21495-76</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Что такое базирование? 2 В чем различие между технологической и конструкторской базами? 3 Что влечет за собой несоблюдение принципа совмещения баз? 4 Какие поверхности заготовки служат технологической базой при обработке в центрах? 5 Какие поверхности являются технологическими базами при шлифовании наружной поверхности детали, установленной на оправке? 		
<p>Тема 3.2 Точность изделий</p>		
<p>Сформировать понятие о факторах, определяющих точность обработки и влияющих на нее, об экономической и достижимой точности, о способах достижения заданной точности.</p> <p>Ознакомить с влиянием различных способов обработки на точность.</p> <p>Дать представление о методах определения</p>	<p>Факторы, определяющие точность обработки.</p> <p>Факторы, влияющие на точность обработки.</p> <p>Причины, вызывающие погрешности механической обработки. Точность станков, приспособлений, инструментов. Точность станков, приспособлений, инструментов. Жесткость технологической системы. Температурные погрешности.</p> <p>Экономическая и достижимая точность.</p> <p>Влияние способа обработки изделия на точность.</p> <p>Методы определения погрешностей, возникающих при механической обработке (статистический и расчетно-аналитический).</p>	<p>Описывает факторы, определяющие точность обработки и влияющие на нее, экономическую и достижимую точность, способы достижения заданной точности.</p> <p>Высказывает общее суждение о характере влияния различных способов обработки на точность, о методах определения погрешностей и способах обеспечения точности</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>погрешностей и способах обеспечения точности обработки.</p> <p>Сформировать умения по построению и расчету размерной цепи</p>	<p>Способы обеспечения требуемой точности.</p> <p>Практическая работа № 1</p> <p>Построить и рассчитать технологическую размерную цепь.</p>	<p>обработки.</p> <p>Рассчитывает и конструирует технологическую размерную цепь</p>
<p>Литература: [9, с 13...23, 46...48], [6, с 150...153], [18, с 195...214], [26, том I, с 8...10, 11...15], [14, с 8...10, 77...81]</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Что следует понимать под точностью механической обработки? 2 Почему при внедрении технологического процесса следует руководствоваться экономической точностью? 3 Какие факторы влияют на точность механической обработки? 4 Почему повышение жесткости технологической системы позволяет повышать режимы резания, не снижая точности обработки? 5 Как влияют силы резания на (главным образом радиальные) на точность обработки? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 3.3 Качество поверхностей деталей машин		
<p>Сформировать понятие о качестве поверхностей деталей, о влиянии качества поверхностей на эксплуатационные свойства деталей машин, о методах обеспечения и контроля заданного качества поверхностей.</p>	<p>Причины возникновения волнистости и шероховатости поверхностей деталей при механической обработке. Способы уменьшения волнистости и шероховатости. Влияние качества поверхности, на эксплуатационные свойства деталей машин.</p> <p>Методы и средства оценки шероховатости.</p> <p>Взаимосвязь шероховатости обработанной поверхности и достигаемой при обработке размерной точности.</p> <p>Влияние различных видов механической обработки на шероховатость поверхности.</p>	<p>Объясняет причины возникновения волнистости и шероховатости поверхностей деталей при механической обработке, характер влияния качества поверхностей на эксплуатационные свойства деталей машин, описывает методы обеспечения и контроля качества поверхностей.</p>
<p>Литература: [9, с 37...45, 46...48], [14, с 81...91], [13, с 52...63], [26, том I, с 92...95]</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Как влияет качество поверхности на эксплуатационные свойства деталей? 2 Какие методы оценки шероховатости применяются после механической обработки в заводских условиях? 3 В чем различие между шероховатостью и волнистостью? 4 Как обозначается шероховатость на конструкторских чертежах и операционных эскизах? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 3.4 Выбор способов обработки и базирования для обеспечения заданной точности и качества поверхностей		
<p>Дать понятие о выборе типовых способов обработки и видов базирования для обеспечения заданной размерной точности, точности геометрической формы поверхностей, точности взаимного расположения поверхностей и осей, качества поверхностей.</p>	<p>Классификация способов обработки различных поверхностей в зависимости от обеспечиваемой ими размерной точности, точности геометрической формы поверхностей, качества поверхностей и точности взаимного расположения поверхностей и осей в соответствии со стандартами.</p> <p>Выбор технологических баз для обеспечения точности механической обработки поверхностей деталей.</p> <p>Типовые способы обработки наружных внутренних цилиндрических, плоских, торцевых, фасонных поверхностей детали.</p> <p>Последовательность обработки для обеспечения требуемой точности и качества поверхностей.</p>	<p>Объясняет принципы выбора типовых способов обработки и видов базирования для обеспечения заданной размерной точности, точности геометрической формы поверхностей, точности взаимного расположения поверхностей и осей, качества поверхностей.</p>
<p>Научить выбирать рациональную схему базирования детали</p>	<p>Практическая работа № 2</p> <p>Выбор рациональной схемы базирования детали</p>	<p>Выбирает рациональную схему базирования детали</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Литература: [6, с 150...153], [9, с 46...48], [26, том I, с 8...10, 11...15],</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <p>1 Какова зависимость между точностью и качеством обрабатываемой поверхности? 2 Чем обеспечиваются требования к точности взаимного расположения поверхностей и осей?</p>		
Тема 3.5 Заготовки деталей машин		
<p>Дать понятие о требованиях к заготовке, о принципах выбора вида заготовки и способа ее изготовления в зависимости от назначения, материала детали и предъявляемых к ней технических требований, о предварительной обработке заготовок</p>	<p>Технологические требования к заготовкам, обрабатываемым на различном металлорежущем оборудовании. Выбор заготовок. Влияние вида заготовок на технико-экономические показатели технологического процесса: трудоемкость, себестоимость, производительность.</p> <p>Основные направления применения в машиностроении безотходной технологии изготовления деталей и экономии средств в заготовительном производстве.</p> <p>Предварительная обработка заготовок: правка и калибровка, отрезка и центрование. Обработка литых и кованных заготовок.</p>	<p>Излагает требования к заготовкам, принципы выбора вида и способа изготовления заготовки в зависимости от назначения, материалы детали и предъявляемых к ней технических требований, описывает предварительную обработку заготовок.</p>
Практическая работа № 3		
<p>Сформировать умения выбора метода получения заготовки</p>	<p>По заданному чертежу детали выбрать метод получения заготовки путем сравнения</p>	<p>Рассчитывает заготовку путем нахождения себестоимости и</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>путем сравнения себестоимости и коэффициента использования материала</p>	<p>себестоимости и коэффициента использования материала</p>	<p>коэффициента использования материала</p>
<p>Литература: [5, с194...196], [9, с 58...75], [10, с 29...35], [11, с 39...56], [14, с 25...29, 91...93, 160...168], [31, с 13...31], ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1125-88, ГОСТ 3.1126-88, ГОСТ 3212-92, ГОСТ 26645-85, ГОСТ 23358-84, ГОСТ 7505-89, ГОСТ 7829-70, ГОСТ 8479-70</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Основные виды заготовок и способы их получения. 2 Как влияет материал (тип производства, конструкция детали) на выбор исходной заготовки? 2 Почему коэффициент использования материала должен стремиться к единице? 3 В каких случаях штампованная исходная заготовка экономичнее проката? 4 Особенности конструирования заготовок для обработки на станках с ЧПУ? <p style="text-align: center;">Тема 3.6 Припуски на механическую обработку</p>		
<p>Дать понятие о припусках, операционных размерах, допускаемых отклонениях, факторах, влияющих на величину припусков.</p>	<p>Общий, операционный припуски, операционные размеры, допускаемые отклонения на них. Завышенные, заниженные, оптимальные припуски. Влияние величины припусков на экономичность технологического процесса.</p>	<p>Освещает припуски, операционные размеры, допускаемые отклонения на них, факторы, влияющие на величину припусков.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Ознакомить с методами определения припусков операционных размеров, допускаемых отклонений на них.</p> <p>Сформировать умение рассчитывать величину припусков расчетно-аналитическим методом на обработку одной поверхности заданной детали</p>	<p>Факторы, влияющие на величину припуска. Методы определения припусков, операционных размеров и допускаемых отклонений на них: расчетно-аналитический, опытно-статистический. Схемы расположения припусков, операционных размеров и допускаемых отклонений на чертежах.</p> <p style="text-align: center;">Практическая работа № 4</p> <p>Расчет величины припусков расчетно-аналитическим методом</p>	<p>Освещает методы определения припусков, операционных размеров, допускаемых отклонений на них.</p> <p>Рассчитывает величину припусков расчетно-аналитическим методом на обработку одной поверхности заданной детали.</p>
<p>Литература: [17, с 253...264], [14, с 93...102], [7, с 69...96], [9, с 75...82], [12, с 134...137], ГОСТ 3.1109-82</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 В чем различие общего припуска и операционного? 2 От каких факторов зависит величина припуска на механическую обработку? 3 Какова последовательность назначения припусков на обработку статистическим методом? 4 Каковы пути сокращения припусков на обработку? 		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
РАЗДЕЛ 4 СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ МАШИН		
Тема 4.1 Общие сведения о сборке машин		
<p>Сформировать представление о сборочных процессах, о методах сборки, о классификации сборочных работ.</p>	<p>Сборка как заключительный этап изготовления машин. Понятие сборочных процессов. Технологические методы сборки. Метод полной взаимозаменяемости. Метод сборки с применением подбора деталей. Метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту. Классификация работ, выполняемых при сборке: сборочных и вспомогательных. Организационные формы сборки.</p>	<p>Высказывает общее суждение о сборочных процессах, о методах сборки, о классификации сборочных работ.</p>
<p>Литература: [18, с. 135, 305...310], [17, с. 437...447];</p>		
<p>Вопросы для самоконтроля</p>		
<p>1 Что называется сборкой?</p>		
<p>2 Где выполняются сборочные работы в зависимости от типа производства?</p>		
Тема 4.2 Балансировка и досборочная обработка деталей		
<p>Дать понятие о балансировке, досборочной размерной и сервисной обработке деталей машин.</p>	<p>Балансировка деталей и сборочных единиц: виды неуравновешенности и способы ее устранения; этапы балансировки. Очистка деталей перед сборкой: мойка, продувка сжатым воздухом.</p>	<p>Объясняет процесс балансировки, описывает виды досборочной размерной и сервисной обработки деталей машин.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Литература: [9, с 384...405], [14, с 471...477, 480...481, 508...513, 521...527], [18, с 135...167]</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 С какой целью проводится балансировка? 2 Этапы балансировки. 3 Каков состав моющих жидкостей? 4 С какой целью проводится досборочная размерная обработка? <p style="text-align: center;">Тема 4.3 Составление схемы сборки</p> <p>Сформировать понятие о правилах расчленения машины на сборочные единицы, разработки схемы сборки.</p>	<p>Досборочная размерная обработка: опилование, шабрение, притирка.</p> <p>Досборочная совместная обработка: цель применения, схемы обработки, используемое оборудование.</p> <p>Цель и правила расчленения машины на сборочные единицы. Комплектация сборочных единиц. Правила разработки технологической схемы сборки.</p>	<p>Объясняет правила расчленения машины на сборочные единицы, правила разработки схемы сборки.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>Литература: [18, с 311...312]</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 С какой целью составляется схема сборки? 2 Какие правила выдерживаются при расчленении машины на сборочные единицы и отдельные детали при составлении схемы сборки? 3 Как обозначается деталь на схеме сборки? 4 Как на схеме сборки обозначается сборочная единица? 5 Что такое «базовая деталь»? 		
<p>Тема 4.4 Способы сборки типовых соединений</p>		
<p>Ознакомить с классификацией соединений деталей машин, со способами сборки типовых соединений с применяемым при сборке инструментом, с автоматизацией процессов сборки, с контролем и испытанием сборочных единиц и машин.</p>	<p>Классификация соединений деталей машин.</p> <p>Сборка неподвижных разъемных соединений: резьбовых и с натягом.</p> <p>Сборка неподвижных неразъемных соединений: с натягом, путем пластического деформирования, пайкой и склеиванием.</p> <p>Сборка подшипниковых сборочных единиц. Сборка зубчатых соединений. Сборка резьбовых соединений.</p> <p>Инструмент, применяемый при сборке.</p> <p>Механизация и автоматизация сборки.</p> <p>Технический контроль и испытание сборочных единиц и машин.</p>	<p>Излагает классификацию соединений деталей машин, описывает способы сборки типовых соединений, применяемых при сборке инструмент, автоматизацию процессов сборки, контроль и испытание сборочных единиц и машин.</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
	<p>Литература: Данилевский В. В. Технология машиностроения – М.:В.Ш, 1972 [14, с. 473...477; 495...508, 514...519] [17, с.467...472] [18, с.136...149]</p> <p>Вопросы для самоконтроля</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Какие требования предъявляются к сборке подшипников? 2 Какие требования предъявляются к сборке зубчатых передач? 3 В чем особенность сборки резьбовых соединений? 	

ВОПРОСЫ

к дифференцированному зачету по учебному предмету «Технология машиностроения»

1. Назовите цели и задачи предмета «Технология машиностроения», охарактеризуйте его содержание, приведите его связь с другими предметами. Определите основные направления деятельности техника-механика
2. Охарактеризуйте машину как объект производства. Опишите классификацию машин в зависимости от их назначения. Приведите основные и вспомогательные элементы машин. Выделите связь между машинами, механизмами и изделиями.
3. Раскройте суть понятий «изделие», «деталь». Опишите основные виды поверхностей деталей машин. Определите особенности применения основных и вспомогательных баз.
4. Дайте понятие о сборочных единицах машин, комплексах и комплектах. Перечислите и поясните классификацию сборочных единиц станка. Раскройте особенности использования базовых деталей станка
5. Охарактеризуйте понятие качества машин. Перечислите и опишите основные показатели качества машин. Раскройте смысл безотказности и долговечности. Выделите зависимость качества машины от ее работоспособности и надежности.
6. Дайте определения о машиностроительном предприятии и производственном процессе. Перечислите и опишите составные части производственных процессов. Раскройте смысл понятия о технологическом процессе. Выделите отличие между технологической операцией и технологическим переходом
7. Дайте определения понятиям «операция», «установ», «позиция», «технологический переход», «вспомогательный переход», «рабочий и вспомогательный ход». Раскройте и опишите структуру технологических процессов: Выделите отличия между технологическим и вспомогательным переходом.
8. Охарактеризуйте типы производства по технологическим и организационным признакам. Объясните принципы концентрации и дифференциации. Приведите формулу для определения типа производства. Определите тип производства по коэффициенту закрепления операции
9. Охарактеризуйте серийный тип производства по технологическим и организационным признакам, приведите его особенности. Раскройте смысл основных терминов и понятий: тип производства, объем и программа выпуска продукции, производственная партия, такт и ритм выпуска. Определите серийный тип производства по коэффициенту закрепления операции

10. Перечислите основные методы обработки наружных цилиндрических поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Определите достигаемый квалитет и параметры шероховатости
11. Перечислите основные методы обработки внутренних цилиндрических поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Определите достигаемый квалитет и параметры шероховатости
12. Охарактеризуйте токарную обработку цилиндрических поверхностей. Перечислите и поясните классификацию приспособлений для закрепления заготовок на токарных станках. Раскройте особенности обработки конических поверхностей на этих станках
13. Охарактеризуйте токарную обработку цилиндрических поверхностей. Перечислите и опишите виды обрабатываемых поверхностей на токарных станках. Раскройте особенности обработки фасонных поверхностей на этих станках
14. Охарактеризуйте токарную обработку цилиндрических поверхностей. Перечислите и опишите технологические требования к конструкциям деталей, обрабатываемых на токарных станках. Раскройте особенности нарезания резьбы на этих станках
15. Охарактеризуйте обработку отверстий на сверлильных станках. Перечислите и опишите виды отверстий и способы их обработки. Раскройте особенности технических требований, предъявляемые к отверстиям.
16. Охарактеризуйте обработку отверстий на сверлильных станках. Перечислите и опишите виды приспособлений для обработки заготовок на сверлильных станках. Определите способы крепления инструмента.
17. Охарактеризуйте обработку отверстий на сверлильных станках. Перечислите и опишите виды станков, применяемых для обработки заготовок на сверлильных станках. Раскройте основные виды обработки на этих станках.
18. Охарактеризуйте обработку отверстий на расточных станках. Перечислите и опишите виды станков, применяемых для обработки заготовок на расточных станках. Приведите примеры основных видов работ на этих станках, начертите схемы обработки
19. Охарактеризуйте обработку отверстий на расточных станках. Перечислите и опишите виды приспособлений для обработки заготовок на расточных станках. Раскройте методы получения глубоких отверстий
20. Охарактеризуйте обработку отверстий на протяжных станках. Перечислите и опишите основные типы протяжек. Раскройте сущность основных видов протягивания.
21. Охарактеризуйте обработку поверхностей тел вращения на шлифовальных станках. Перечислите и опишите основные виды

- шлифования. Начертите схему и раскройте сущность бесцентрового шлифования
22. Охарактеризуйте обработку поверхностей тел вращения на шлифовальных станках. Перечислите и опишите основные виды шлифования, инструмент, приспособления. Начертите схему и раскройте сущность бесцентрового шлифования
 23. Перечислите основные методы обработки плоских поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Определите достигаемый квалитет и параметры шероховатости
 24. Перечислите основные методы обработки плоских поверхностей на строгальных и долбежных станках, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 25. Перечислите основные методы обработки плоских поверхностей на фрезерных и протяжных станках, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 26. Перечислите основные методы обработки плоских поверхностей абразивным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 27. Перечислите основные методы обработки резьбовых поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Определите достигаемый квалитет и параметры шероховатости
 28. Перечислите основные методы обработки резьбовых поверхностей лезвийным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 29. Перечислите основные методы обработки резьбовых поверхностей накатным и абразивным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 30. Перечислите основные методы обработки зубчатых поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Определите достигаемый квалитет и параметры шероховатости
 31. Перечислите основные методы обработки зубчатых поверхностей лезвийным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 32. Перечислите основные методы обработки зубчатых поверхностей накатным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое

- оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
33. Перечислите основные методы обработки зубчатых поверхностей лезвийным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 34. Перечислите основные методы отделочной обработки зубчатых поверхностей абразивным инструментом, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 35. Перечислите основные методы обработки шпоночных поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 36. Перечислите основные методы обработки шлицевых поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 37. Перечислите основные методы обработки фасонных поверхностей, охарактеризуйте их. Приведите используемое оборудование и инструмент. Начертите схемы обработки и выделите их особенности
 38. Дайте понятие технологичности конструкций изделий. Поясните производственную и эксплуатационную технологичность. Перечислите показатели оценки технологичности конструкций машин. Раскройте суть качественного и количественного метода оценки технологичности.
 39. Перечислите требования к технологичности конструкций деталей машин. Объясните, как осуществляется отработка конструкций деталей на технологичность при разработке технологических процессов типовых деталей. Выделите конструктивные решения, обеспечивающие технологичность.
 40. Дайте понятие о базах и базировании. Опишите основные, вспомогательные и свободные поверхности детали. Приведите классификацию баз по назначению, характеру проявления. Начертите схему базирования призматических заготовок и выделите её особенности.
 41. Дайте определения терминов: базирование, база, проектная база, действительная база, комплект баз, опорная точка. основные, вспомогательные и свободные поверхности детали. Приведите и опишите классификацию баз по лишаемым степеням свободы. Начертите схему базирования длинных цилиндрических заготовок и выделите её особенности.
 42. Дайте понятие о базах и базировании. Опишите правило шести точек. Приведите условные обозначения опор и зажимов в соответствии с ГОСТ 3.1107-81. Начертите схему базирования коротких цилиндрических деталей и выделите её особенности.
 43. Дайте понятие о черновых базах. Объясните критерии выбора черновых баз. Раскройте требования, предъявляемые к черновым

- базам. Раскройте смысл базирования по разметке, выверкой, сопряжением
44. Дайте понятие о чистовых базах. Объясните критерии выбора чистовых баз. Раскройте требования, предъявляемые к чистовым базам. Раскройте смысл принципов совмещения и постоянства
 45. Охарактеризуйте погрешность базирования, закрепления, установки. Начертите и опишите основные схемы базирования типовых деталей, выделите их особенности
 46. Дайте понятие точности изготовления деталей машин. Перечислите и опишите показатели точности детали (точность размеров, форм поверхностей, точности взаимного расположения осей и поверхностей) Приведите их обозначения. Раскройте методы их определения и измерения.
 47. Охарактеризуйте методы расчета размерных цепей. Объясните решение прямой задачи при расчете размерных цепей. Приведите основные формулы для расчета. Выделите правила расчета размерной цепи
 48. Охарактеризуйте методы расчета размерных цепей. Объясните решение обратной задачи при расчете размерных цепей. Приведите основные формулы для расчета. Выделите правила расчета размерной цепи
 49. Охарактеризуйте понятие качества поверхностей деталей машин. Опишите показатели качества поверхностей. Приведите причины возникновения волнистости и шероховатости при механической обработке. Раскройте способы их уменьшения
 50. Охарактеризуйте параметры, характеризующие шероховатость поверхности. Опишите методы и средства оценки шероховатости. Приведите правила обозначения шероховатости на чертежах. Раскройте влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей машин
 51. Назовите материалы и методы получения заготовок деталей машин. Поясните требования, предъявляемые к заготовкам деталей машин. Приведите их достоинства и недостатки. Раскройте суть безотходной технологии изготовления деталей и экономии средств в заготовительном производстве.
 52. Охарактеризуйте предварительную обработку заготовок: правку и калибровку, отрезку и центрование. Обоснуйте выбор метода получения заготовок путем сравнения себестоимости и коэффициента использования материала. Раскройте особенности их расчета.
 53. Охарактеризуйте припуски на механическую обработку. Опишите влияние величины припусков на экономичность технологического процесса. Начертите схему расположения припусков. Определите факторы, влияющие на величину припуска.
 54. Охарактеризуйте припуски на механическую обработку. Перечислите и опишите методы определения припусков. Раскройте сущность опытно-

- статического и расчетно-аналитического метода и приведите порядок расчёта припусков.
55. Дайте понятие о сборочных процессах. Назовите и опишите технологические методы сборки (метод полной взаимозаменяемости, метод сборки с применением подбора деталей, метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту). Раскройте сущность методов обеспечения точности сборки с помощью решения размерных цепей.
 56. Дайте понятие о сборочных процессах. Назовите и опишите организационные формы и типы сборки. Раскройте классификацию работ, выполняемых при сборке
 57. Охарактеризуйте балансировку деталей и сборочных единиц. Объясните и опишите виды неуравновешенности и приведите способы ее устранения. Выделите основные этапы балансировки.
 58. Охарактеризуйте досборочную обработку. Опишите очистку деталей перед сборкой: мойку, продувку сжатым воздухом. Раскройте суть досборочной размерной обработки: опиливания, шабрения, притирки.
 59. Охарактеризуйте цели и правила расчленения машины на сборочные единицы. Изложите порядок разработки технологического процесса сборки. Приведите построение технологических схем сборки. Выделите основные правила построения схем сборки
 60. Поясните способы соединения деталей машин. Опишите инструменты и приспособления для сборки. Объясните сборку неподвижных неразъемных соединений: с натягом, путем пластического деформирования, пайкой и склеиванием
 61. Охарактеризуйте и опишите сущность процесса сборки подшипниковых узлов. Приведите инструмент, применяемый при сборке. Раскройте сущность механизации и автоматизации процессов сборки
 62. Охарактеризуйте и опишите сущность процесса сборки зубчатых и резьбовых соединений. Приведите инструмент, применяемый при сборке. Раскройте сущность механизации и автоматизации процессов сборки

ПРИМЕРНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (основных терминов, понятий в области технологии машиностроения и т. д.); наличие многочисленных существенных ошибок, исправляемых с непосредственной помощью преподавателя
2 (два)	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (основных терминов, понятий в области технологии машиностроения и т. д.); осуществление соответствующих практических действий (выбор вида заготовки для конкретной детали и т. д.); наличие существенных ошибок, исправляемых с непосредственной помощью преподавателя
3 (три)	Воспроизведение большей части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление типов производства, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества обработанных поверхностей и т. д.); осуществление умственных и практических действий по образцу (выбор вида заготовки, проведение качественной и количественной оценки технологичности детали и т. д.); наличие единичных существенных ошибок
4 (четыре)	Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения типов производства, структуры производственного и технологического процесса, способов обеспечения технологичности конструкций изделий, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества обработанных поверхностей, принципов выбора заготовок деталей машин и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выбор вида заготовки, проведение качественной и количественной оценки технологичности детали и т. д.); наличие несущественных ошибок
5 (пять)	Полное знание и осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание типов производства, структуры производственного и технологического процесса, способов обеспечения технологичности конструкций изделий, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества поверхностей с

	<p>объяснением принципов выбора заготовок деталей машин, порядка расчета припусков и т. д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выбор вида заготовки, проведение качественной и количественной оценки технологичности детали, выбор схемы базирования детали и т. д.); наличие несущественных ошибок</p>
6 (шесть)	<p>Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение типов производства, структуры производственного и технологического процесса, способов обеспечения технологичности конструкций изделий, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества поверхностей, принципов выбора заготовок деталей машин, порядка расчета величины припусков, выявление и обоснование зависимости точности обработки от способа обработки и т. д.; выполнение заданий по образцу, на основе предписаний по выбору вида заготовки, оценке технологичности детали, выбору схемы базирования детали, расчету величины припусков и т. д.); наличие несущественных ошибок</p>
7 (семь)	<p>Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение типов производства, структуры производственного и технологического процесса, способов обеспечения технологичности конструкций изделий, принципов базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества поверхностей, принципов выбора заготовок деталей машин, порядка расчета величины припусков, методов сборки машин, способов сборки типовых соединений, раскрытие сущности технологичности конструкций изделий, обоснование и доказательство зависимости эксплуатационных свойств деталей машин от качества поверхности, формулирование выводов и т. д.; недостаточно самостоятельное выполнение заданий по выбору вида заготовки, оценке технологичности детали, выбору схемы базирования детали, расчету величины припусков и т. д.); наличие единичных несущественных ошибок</p>
8 (восемь)	<p>Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение типов производства, структуры производственного и технологического процесса, способов обеспечения технологичности конструкций изделий, принципов</p>

	<p>базирования в машиностроении, методов обеспечения точности обработки и качества поверхностей, принципов выбора заготовок деталей машин, порядка расчета величины припусков, методов сборки машин, способов сборки типовых соединений, раскрытие сущности технологичности конструкций изделий, обоснование и доказательство зависимости эксплуатационных свойств деталей машин от качества поверхности, формулирование выводов, самостоятельное выполнение заданий по выбору вида заготовки, оценке технологичности детали, выбору схемы базирования детали, расчету величины припусков и т. д.); наличие единичных несущественных ошибок</p>
9 (девять)	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала при анализе технологичности конструкций различных деталей и машин, выдвижение предположений и гипотез о путях совершенствования методов обеспечения точности обработки и качества поверхностей, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий по выбору заготовок, расчету величины припусков при механической обработке деталей и т. д.)</p>
10 (десять)	<p>Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию, объяснению новых методов определения погрешностей, возникающих при механической обработке изделий, выполнение творческих работ и заданий по расчету размеров заготовки в соответствии с назначенными припусками, определению конфигурации заготовки, выбранной для конкретной детали, составлению чертежа заготовки и т. д.)</p>

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРЕДМЕТА «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

ВВЕДЕНИЕ

1 Содержание, сущность и задачи предмета «Технология машиностроения», ее связь с другими предметами

Изучить определение предмета по [17, с 5]. Ознакомиться со схемой связей с другими предметами по таблице 1.

Таблица 1- Схема связей с предметами профессионального компонента

Обеспечивающие предметы	ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ	Обеспечиваемые предметы
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА		ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА
ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА СОПРОМАТ		ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ СТАНКОВ ЧПУ
ДЕТАЛИ МАШИН		САПР
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ		ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ
НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ		ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЯ
ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ И ИНСТРУМЕНТ		КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ		ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

2 Историческая справка и основные направления развития технологии машиностроения

Ознакомиться с материалом по [9, с. 4....6], [17, с. 5....10].

Раздел I ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Тема 1.1 МАШИНА КАК ОБЪЕКТ ПРОИЗВОДСТВА

- 1 Машина, как объект производства. Понятие о машине
- 2 Энергетические, производственные и информационные машины
- 3 Показатели качества машин. Отражение функций машин в технических требованиях к взаимодействию машины и человека, машины и окружающей среды

Изучить материал по [17, с. 11...14]; [18, с. 18...25];

4 Понятие сборочной единицы, изделия, детали, изделия основного и вспомогательного производства; основных и вспомогательных элементов машины: определения основных терминов и понятий в соответствии с ГОСТ 2.101-68 и ГОСТ 3.1109-82

Изучить определения:

1 по ГОСТ 2.1109-68: изделие, деталь, сборочная единица, комплект, изделие основного производства, изделие вспомогательного производства, неспецифицированная и специфицированная деталь,

2 по ГОСТ 3.1109-82: комплектующее изделие, сборочный комплект,

3 по [17, с. 12...14]: базовая деталь, конструкторская и технологическая сборочная единица, агрегат.

4 Ознакомиться с информацией по [17] с 11...14. Ознакомиться с информацией по [18] с 18...25, с классификацией поверхностей деталей машин (по таблице 2), классификацией деталей машин (рисунок 1.11 на с 23 в [18]) и классификацией соединений деталей машин (рисунок 1.12 на с 24 [18])

Таблица 2 – Классификация поверхностей деталей машин

<i>1 По виду движения образующей:</i>	<i>2 По форме образующей:</i>	<i>3 По виду поверхности:</i>	<i>4 По расположению поверхности относительно материала детали:</i>
1.1 плоские поверхности; 1.2 поверхности вращения; 1.3 винтовые поверхности; 1.4 зубчатые поверхности; 1.5 фасонные поверхности	2.1 прямая линия; 2.2 окружность; 2.3 винтовая линия; 2.4 кривые разных типов; 2.5 алгебраические кривые	3.1 открытые; 3.2 полуоткрытые; 3.3 закрытые	4.1 наружные; 4.2 внутренние

Тема 1.2 МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ.

I Основные термины и определения по ГОСТ 14.004-83 и ГОСТ 3.1109-82

Изучить:

1 по ГОСТ 14.004-83 определения: производственный процесс, технологический процесс, основное производство, вспомогательное производство, машиностроительное производство, производственная структура, вид производства, технологический маршрут, технологическая предмета, рабочее место;

2 по ГОСТ 3.1109-82 определения: средства технологического оснащения, технологическое оборудование, технологическая оснастка, приспособление, инструмент, материал;

2 Характеристика машиностроительного производства как целостной системы. Структура машиностроительного предприятия

Ознакомиться со структурой машиностроительного предприятия как системы и с функциями отдельных подсистем по [18, с 11...12]. Изучить рисунок 1.1 и расшифровать используемые в нём аббревиатуры.

3 Функции подсистем управления, складирования, изготовления заготовок и их обработки, сборки машин, технологической подготовки производства

Изучить по [18, с 12...13] функции подсистем управления, складирования, изготовления заготовок и их обработки, сборки машин. Выделить технологическую подготовку производства (ТПП) как самостоятельный компонент производственного процесса и рассмотреть состав ТПП. Ознакомиться с функциями ТПП по стандарту ГОСТ 14.002-73.

4 Основные, вспомогательные и сервисные процессы, как составные части производственного процесса. Технологическая и предметная специализация производства

Изучить по [18, с 12...13] описание заготовительных, обрабатывающих, сборочных и обеспечивающих процессов (сервисных и вспомогательных).

Тема 1.3 СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

1 Обработка наружных поверхностей тел вращения на токарных и шлифовальных станках. Основные виды обработки, инструмент, приспособления.

2 Обработка отверстий. Виды отверстий и способы их обработки.

3 Обработка плоских поверхностей и пазов.

4 Обработка шлицевых поверхностей и шпоночных канавок.

5 Обработка зубчатых поверхностей

6 Обработка фасонных поверхностей.

Ознакомиться с материалом по [9, с 164...342], [16, с 131...186], обращая внимание на следующие вопросы:

- 1 методы обработки перечисленных типов поверхностей
- 2 технические требования, предъявляемые к соответствующим поверхностям;
- 2 типы применяемых станков, инструментов и приспособлений;
- 3 отделочная обработка данных поверхностей;

Тема 1.4 СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ

1 Понятие о технологической операции и ее элементах в соответствии с ГОСТ 3.1109-82

Изучить по ГОСТ 3.1109-82 определения:

- 1 технологический процесс (ТП);
- 2 технологическая операция (ТО);
- 3 технологический переход;
- 4 вспомогательный переход;
- 5 установ;
- 6 позиция;
- 7 рабочий ход;
- 8 вспомогательный (холостой) ход;
- 9 приём;
- 10 наладка;
- 11 подналадка.

2. Понятия о сложном переходе, совмещении переходов, многопозиционной обработке

Изучить материал по [9, с. 7...10], [17, с. 19...22], [18, с. 25...26] и сравнить примеры, иллюстрирующие термины и определения.

Тема 1.5 ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

1 Определения типов производства в соответствии с ГОСТ 14.004-83

Ознакомиться с материалом по [9, с 9...11] и [17, с 22...26]. Изучить по ГОСТ 14.004-83 определения: тип производства, объем выпуска продукции, программа выпуска продукции, коэффициент закрепления операций.

2 Деление производства на типы по коэффициенту закрепления операций ($K_{3.0}$) в соответствии с ГОСТ 3.1121-84

По ГОСТ 14.004-83 изучить следующие определения: единичное, серийное, массовое производство, производственная партия. Изучить методику расчета K_{30} по теоретической справке к теме.

Деление производства на типы (единичное, серийное, массовое) осуществляется в зависимости от:

- 1 годового объема выпуска продукции,
- 2 характера выпускаемой продукции,
- 3 технологических и экономических условий осуществления производственного процесса.

Различные типы производства могут сосуществовать на одном и том же предприятии и даже в одном цехе, т.е. разные детали могут изготавливаться по разным технологическим принципам в одном рабочем подразделении.

Пример: в тяжелом машиностроении, у которого, в основном единичный характер, отдельные детали, которые требуются в большом количестве, могут изготавливаться по принципам серийного и даже массового производства.

Таким образом, характеризовать производство всего подразделения (цеха, завода) можно по преимущественному характеру производственных и технологических процессов.

Определяется тип производства по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Коэффициент закрепления операций - это отношение числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест:

$$K_{30} = \frac{Q}{P}$$

где: Q,- число различных операций,

P - число рабочих мест, выполняющих различные операции.

Для расчета коэффициента закрепления операций при наличии типового технологического процесса (ТП) механической обработки можно использовать формулу:

$$K_{30} = \frac{F_g \cdot 60}{N \cdot T_{шт(шт-к)} \cdot k_y}$$

где F_g – действительный годовой фонд времени рабочего места, участка или цеха: [6, с 22 таблица 2.1];

N – годовой объем выпуска изделий данного рабочего места, участка или цеха, шт.;

$T_{шт(шт-к)}$ - среднее штучное (для массового производства) или штучно-калькуляционное (для серийного производства) время, мин. Определяется укрупненным расчетом или принимается по аналогии с уже действующим технологическим процессом, k_y - коэффициент уточнения заводских норм, $k_y = 0,7 \dots 1,0$.

Для различных типов производства коэффициент закрепления операций будет различным.

3 Характеристика типов производства по технологическим, организационным признакам

Изучить материал по [17, с 22...26] в по [9, с 9...11]. Рассмотреть признаки типов производства. По ГОСТ 3.1109-82 изучить определения: такт выпуска, ритм выпуска. Изучить методику расчета такта выпуска и величины производственной партии по теоретической справке к теме

На предприятиях с единичным типом производства применяют преимущественно универсальное оборудование, расположенное в цехах по групповому признаку (с разбивкой на участки токарных, фрезерных, строгальных и т.д. станков). Обработку ведут стандартным режущим, а контроль – универсальным мерительным инструментом.

Так как конструкция изготавливаемых в единичном производстве машин нестабильны и подвергаются частым изменениям, то при обработке заготовок принципы полной взаимозаменяемости не соблюдаются, поэтому при сборке применяют подгоночные работы.

На предприятиях серийного производства значительная часть оборудования состоит из универсальных станков, оснащённых как специальным, так и универсально-наладочными и универсально-сборными приспособлениями, что позволяет снизить трудоёмкость и удешевить производство. Применяются так же станки с программным управлением, специализированные, полуавтоматы. Обычно оборудование при небольшой серийности располагается по групповому признаку. Но представляется и возможность расположения оборудования в последовательности технологического процесса для одной или нескольких деталей, требующих одинакового порядка обработки, с соблюдением принципов взаимозаменяемости при обработке. При небольшой трудоёмкости обработки или недостаточно большой программе выпуска изделий целесообразно обработать заготовки партиями, с последовательным выполнением операций,

т.е. после обработки всех заготовок партии на одной операции производить обработку этой партии на следующей операции. Заготовки во время обработки хранят в таре у станков, а затем транспортируют целой партией.

В крупносерийном производстве применяют также переменнo-поточную форму организации работ. Здесь оборудование также располагают по ходу технологического процесса. Обработку производят партиями, причём заготовки каждой партии могут несколько отличаться размерами или конфигурацией, но допускают обработку на одном и том же оборудовании. В этом случае время обработки на смежных станках согласуют, поэтому движение заготовок данной партии осуществляется непрерывно, в порядке последовательности технологического процесса. Для перехода к обработке партии деталей переналаживают оборудование к технологическую оснастку.

Оптимальную величину партии деталей можно определить по формуле:

$$n_{д} = \frac{N \cdot a}{\Phi_{р.д.}}, \text{шт}$$

где: a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей,

$a = 2 \dots 3$ дня – для крупных деталей

$a = 5 \dots 10$ - для средних деталей

$a = 10 \dots 30$ – для мелких деталей

$\Phi_{р.д.}$ - число рабочих дней в году

$$\Phi_{р.д.} = 365 - (104 + 9) = 252 \text{ дня}$$

Массовое производство характеризуется установившемся объектом производства, что при значительном объёме выпуска продукции обеспечивает возможность закрепления операций за определённым оборудованием, расположенным в технологической последовательности (по потоку), с широким применением специализированного и специального оборудования, механизацией и автоматизацией производственных процессов, строгим соблюдением принципов взаимозаменяемости, обеспечивающих резкое сокращение трудоёмкости сборочных работ.

Высшей формой массового производства является производство непрерывным потоком, когда длительности выполнения всех операций на технологической линии равны или кратны такту, что позволяет производить обработку без заделов в строго определённые промежутки времени.

$$t = F_{д} \cdot \frac{60}{N}, \text{мин}$$

где t – такт выпуска.

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт выпуска, используют дополнительное оборудование.

При непрерывном потоке передача с операции на операцию осуществляется непрерывно в принудительном порядке, что обеспечивает параллельное одновременное выполнение всех операций на технологической линии.

4 Принципы дифференциации и концентрации

Изучить материал по [9, с 11...12]. Сравнить параллельную и последовательную концентрацию.

Для обработки одной и той же детали могут быть применены различные варианты технологического процесса, равноценные с точки зрения обеспечения технологических требований к изделию, но имеющие значительные колебания по экономическим показателям. Существенное влияние на построение технологического процесса оказывает тип производства. Так в массовом и крупносерийном производствах технологический процесс строится на принципе дифференциации или концентрации операций при возможно полной их автоматизации.

При использовании принципа дифференциации технологический процесс расчленяется на элементарные операции с примерно одинаковым временем их выполнения, равным такту или кратным ему; на каждом станке выполняются определённые операции, преимущественно однопереходные или двух переходные, например центровка валиков, снятие фасок при доделке после обработки заготовок на автомате и т.д. В связи с этим здесь применяют специальные и узкоспециализированные станки, специальные же приспособления для обработки, предназначены для выполнения только одной операции. Часто такое специальное приспособление является неотъемлемой частью станка.

При использовании принципа концентрации технологический процесс предусматривает объединение операций, которые в этом случае производятся на многошпиндельных автоматах, полуавтоматах, агрегатных, многопозиционных, многорезцовых станках, производящих одновременно несколько переходов при малой затрате основного времени.

Если одновременно значительное число переходов в одной операции выполняется параллельно, то такое построение обработки называют параллельной концентрацией технологического процесса. Параллельная концентрация связана с использованием многоинструментальных станков обеспечивающих высокую производительность, применение таких станков экономично при большом объёме выпуска продукции, характерном для крупносерийного и массового производства

Если число последовательных переходов, выполняемых на станке, значительно, то такое построение обработки называют последовательной

концентрацией технологического процесса. Она характерна для обработки на станках с ЧПУ.

Раздел 2 ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ

Тема 2.1 ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН

1 Понятие технологичности. Производственная и эксплуатационная технологичность

Ознакомиться с материалом по [9, с 92...93], изучить комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления изделий, по составу работ, выполняемых на всех стадиях разработки изделия (эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации, изготовление опытных образцов, выпуск установочной серии, подготовка к серийному производству).

2 Технологическая рациональность

Ознакомиться с материалом по [9, с 94...101], изучить показатели, характеризующие технологическую рациональность конструктивных решений, методы обеспечения технологичности деталей разных типов: корпусов, тел вращения без отверстий, тел вращения со сквозными отверстиями, мелких крепежных деталей, общие рекомендации по обеспечению взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц, по использованию материалов.

3 Конструктивно-технологическая преемственность.

Ознакомиться с материалом по [9, с 101...102], изучить методы повышения технологичности, обеспечиваемые преемственностью конструктивных решений.

4 Основные термины и определения: технологичность конструкции изделия, обеспечение технологичности конструкции изделия, отработка конструкции изделия на технологичность, технологический контроль конструкторской документации – в соответствии с ГОСТ 14.205-83

Изучить по ГОСТ 14.205-83 определения: технологичность конструкции изделия, обеспечение технологичности конструкции изделия, отработка конструкции изделия на технологичность, технологический контроль конструкторской документации.

В соответствии с ГОСТ 14.205-83 определены следующие понятия технологичности.

Технологичность конструкции изделия – совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, технологическом обслуживании и ремонте для данных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Обеспечение технологичности конструкции изделия – функция подготовки производства, включающая комплекс взаимосвязанных мероприятий по управлению технологичностью и совершенствованию условий выполнения работ при производстве, техническом обслуживании и ремонте изделия.

Отработка конструкции изделия на технологичность – часть работ по обеспечению технологичности, направленная на достижение заданного уровня технологичности и выполняемая на всех этапах разработки изделия.

Технологический контроль конструкторской документации (КД) – контроль КД, при котором проверяется соответствие конструкции изделия требованиям технологичности.

5 Правила обеспечения в технологичности конструкций изделий в соответствии с ГОСТ 14.201-83 и конструкций деталей на всех стадиях ее разработки

6 Оценка технологичности конструкции машин, качественный и количественный методы оценки технологичности конструкции

Ознакомиться с ГОСТ 14.201-83. Разобрать содержание работ по обеспечению технологичности изделия на разных стадиях разработки конструкторской документации. Изучить по ГОСТ 14.201-83:

1 состав работ для обеспечения технологичности конструкции изделия (п. 1.3 стандарта);

2 методы, обеспечивающие технологическую рациональность и преемственность изделия, на основе которых производится отработка конструкции изделия на технологичность (п. 3.5 стандарта);

3 показатели уровня технологичности изделия (по приложению 1 стандарта показатели номер 1,7, 3, 9, 10,2 и для деталей коэффициент использования материала).

4 комплекс работ по снижению материалоемкости изделия (п.3.3.3 стандарта);

5 ознакомиться с положениями ГОСТ 14.203-73 «Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц»;

6 Ознакомиться с положениями ГОСТ 14.202-73 «Правила выбора показателей технологичности конструкции изделий». Изучить:

- 6.1 виды технологичности и область их проявления (п. 1 приложения 1);
- 6.2 главные факторы, определяющие требования к технологичности конструкции (п.2 приложения I);
- 6.3 виды оценки технологичности и их краткую характеристику (п. 3 приложения 1);
- 6.4 классификацию показателей технологичности конструкций изделий (приложение 2):
 - а) по области проявления,
 - б) по области анализа,
 - в) по системе оценки,
 - г) по значимости,
 - д) по количеству характеризующих признаков,
 - е) по способу выражения.

В соответствии с ГОСТ 14.201-83 обеспечение технологичности конструкции изделия включает:

1 отработку конструкции изделий на технологичность на всех стадиях разработки изделия, при технологической подготовке производства и, в обоснованных случаях, при изготовлении изделия,

2 совершенствование условий выполнения работ при производстве, эксплуатации и ремонте изделий и фиксация принятых решений в технологической документации,

3 количественную оценку технологичности конструкции изделий,

4 технологический контроль конструкторской документации,

5 подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию по результатам технологического контроля, обеспечивающих достижение базовых значений показателей технологичности.

Отработка конструкции изделия на технологичность производится совместно разработчиками конструкторской и технологической документации. Отработку конструкции изделия на технологичность проводят на основе методов, обеспечивающих технологическую рациональность и приемственность изделия:

типизации конструктивных схем и компоновок изделия и его составных частей,

унификации, агрегатирования и взаимозаменяемости изделия и его составных частей,

блочного-модульного построения систем и устройств,

функционального стоимостного анализа изделий и его составных частей,

моделирования взаимосвязей характеристик изделия, влияющих на затраты труда и материалов,

методов выбора физико-химических и механических свойств материалов и видов исходных заготовок, назначения точности и

шероховатости поверхности детали, выбора форм и расположения поверхностей деталей и видов соединений их с сопрягаемыми деталями, размерного анализа конструктивных исполнений изделий.

Показателями уровня технологичности изделия являются:

- 1 трудоемкость изготовления изделия,
- 2 удельная трудоемкость изготовления изделия,
- 3 технологическая себестоимость изделия,
- 4 коэффициент применяемости материала,
- 5 коэффициент унификации конструктивных элементов,
- 6 коэффициент использования материала (для деталей),
- 7 удельная материалоемкость изделия (удельная металлоемкость, удельная энергоемкость изделия и так далее).

Комплекс работ по снижению материалоемкости изделия включает:

применение рациональных сортаментов и марок материалов, рациональных способов получения заготовок, методов и режимов упрочнения деталей,

разработку и применение прогрессивных конструктивных решений, позволяющих использовать малоотходные и безотходные технологические процессы,

внедрение научно обоснованных запасов прочности металлоконструкций.

Тема 2.2 ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ

1 Методы оценки технологичности конструкции детали

Ознакомиться с материалом по [9, с 92...94, 96...97].

1 Ознакомиться с положением ГОСТ 14.204-73. Правила обеспечения технологичности конструкции деталей. Изучить параметры, определяющие качественную оценку технологичности конструкции детали;

2 По методике количественного анализа детали на технологичность изучить порядок расчёта коэффициента унификации и использования материала.

Факторы, определяющие качественную оценку технологичности конструкции детали по ГОСТ 14.204-73:

1 – конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;

2 – детали должны изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок;

3 – размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные точность и шероховатость (экономически и конструктивно обоснованные);

4 – физико-химические и механические свойства материала, жёсткость детали, её форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления, хранения и транспортирования;

5 – показатели базовой поверхности детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;

6 – заготовки должны быть получены рациональным способом с учётом заданного объёма выпуска и типа производства;

7 – метод изготовления должен обеспечивать возможность изготовления одновременно нескольких деталей;

8 – сопряжения поверхностей деталей различных классов точности и чистоты должны соответствовать применяемым методам и средствам обработки;

9 – конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов её изготовления.

С методикой и примерами качественного анализа детали на технологичность можно ознакомиться по [6, с 10...18], [7, с 11...19], [12, с 21...23], [20, с 26...28].

Количественная оценка технологичности конструкции для отдельных деталей наиболее часто определяется следующими показателями:

- коэффициент унификации (K_y)
- коэффициент использования материала (КИМ).

Перед расчётом K_y следует выполнить отработку элементов детали на соответствие стандартам.

$$K_y = \frac{Q_{y.э.}}{Q_{ооб}}$$

где: $Q_{y.э.}$ - число конструктивных элементов детали, которые выполнены по стандартам: канавки для сбег резб или выхода шлифовальных кругов, резьбовые, зубчатые, шлицевые или шпоночные соединения, фаски и галтели разного назначения; или в соответствии с нормальными рядами размеров и конусов: отверстия, наружные поверхности, конические поверхности.

$Q_{ообщ}$ – число всех конструктивных элементов

Деталь считается технологичной, если $K_y > 0,6$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$КИМ = \frac{m_g}{N.расх}$$

где: m_g – масса детали, кг.

$N.расх$ – норма расхода материала, кг.

Данные по $N.расх$ предварительно можно подобрать по типовому технологическому процессу механической обработки детали.

Деталь считается технологичной, если КИМ равен или более:

0,75 – для заготовок, полученных литьём,

0,65 – для заготовок, полученных горячей штамповкой,

0,38 – для заготовок, полученных свободной ковкой,

0,45 – для заготовок, полученных из проката.

При отсутствии типовых данных $N_{расх}$ можно рассчитывать по формуле:

$$N_{расх} = m_з + m_{отх.з}, кг$$

где $m_{отх.з}$ - масса отходов при производстве заготовки.

Для штамповок, полученных на молотах $m_{отх.з}$ составляет около 20% массы заготовки. Для штамповок, полученных на прессах и для отливок – 10% (для крупных заготовок ($m > 10 кг$)) и до 20% (для мелких заготовок ($m \leq 1 кг$)).

Для заготовок в виде проката $m_{отх.з}$ состоят из ширины пропила или отрезки, длины концевой отхода, оставшегося в патроне или цанге, длины отхода на некратность.

2 Необходимость отработки конструкций деталей на технологичность при разработке технологических процессов

Проанализировать зависимость выбора режущего и измерительного инструмента от соответствия конфигурации и размеров конструктивных элементов требованиям стандартов.

3 Общие требования к деталям машин. Требования к технологичности заготовок деталей машин и к их механической обработке. Особенности отработки на технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ

По [5, с 200...207] и [15, с 69...72] ознакомиться с особенностями отработки на технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Изучить требования к деталям, обрабатываемым на станке разных групп, по [5, таблица 5.3 на с 203...206] и общие требования к деталям, обрабатываемым на станках с ЧПУ, по [15, с 69...72].

4 Примеры некоторых конструктивных решений, обеспечивающих технологичность типовых деталей

Рассмотреть примеры конструктивных решений, обеспечивающих технологичность деталей по [9, с 98...100] и [15, с 70...71].

РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАШИН

ТЕМА 3.1 БАЗЫ И ПРИНЦИПЫ БАЗИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

1 Понятие о базах и базировании. Основные, вспомогательные и свободные поверхности детали

Прочсть информацию на с 16...21 ГОСТ 21425-76 (Приложение 1);
обращая внимание на:

разнообразие расположения тел в трехмерной системе координат;
четыре вида поверхностей деталей;

цель подразделения конструкторских баз на основные и
вспомогательные.

2 Определения терминов и общих понятий: правило шести точек,
базирование, база, проектная база, действительная база, комплект баз,
опорная точка по ГОСТ 21495-76

Из механики трехмерного пространства известно, что каждое тело
имеет в пространстве шесть степеней свободы: перемещения вдоль трех
координатных осей и повороты вокруг этих осей. Следовательно, сделать
тело неподвижным можно, прижав его к шести точечным опорам, т.е. лишив
его всех шести степеней свободы. В этом и заключается правило шести
точек:

Изучить по ГОСТ 21495-76:

1 примечания 1 и 2 со с. 5;

2 определения со с. 2...5:

базирование;

база;

проектная база;

действительная база;

комплект баз;

опорная точка;

По ГОСТ 21495 -76 со с. 6 выучить условное изображение опорных
точек.

3 Классификация баз по назначению, лишаемым степеням свободы и
характеру проявления и определения баз в соответствии с ГОСТ 21495-76

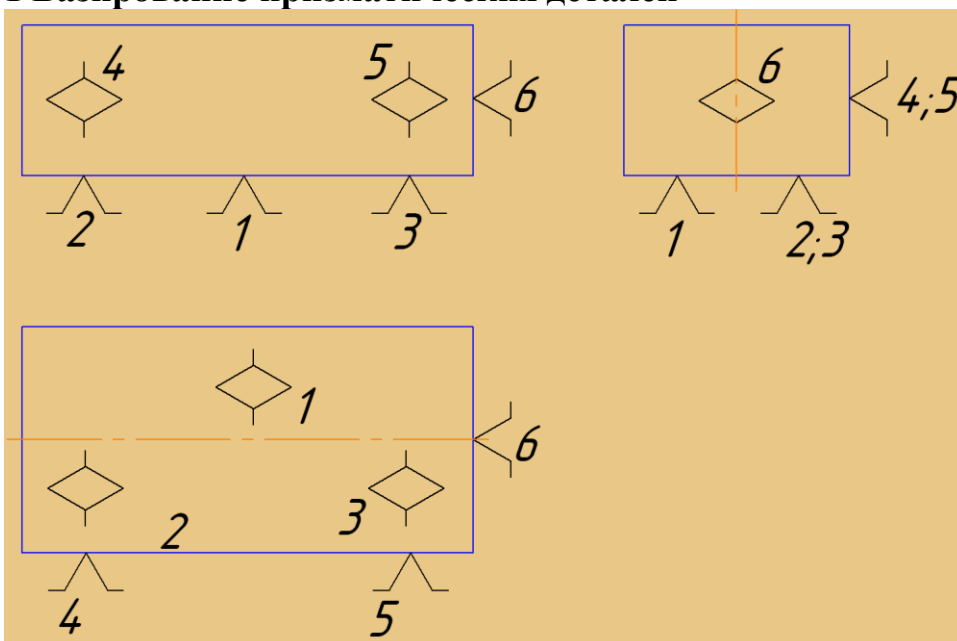
Изучить по ГОСТ 21495-76 классификацию и виды баз, схему
классификации баз по чертежу 5 на с 21, определения видов баз со с 7...13,
структуру формирования полного и краткого наименования баз по
примечанию на с. 13.

4 Схемы базирования призматических, длинных и коротких цилиндрических деталей по опорным точкам

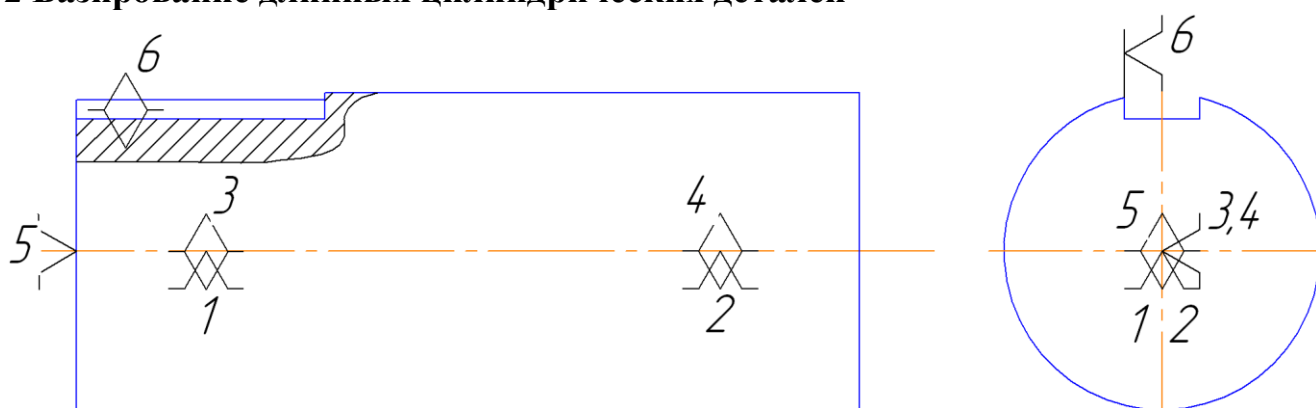
Изучить по ГОСТ 21495-76 со с. 6 определение схемы базирования (с примечаниями). Изучить по рисункам на с. 6 и 20 схемы базирования деталей различной конфигурации:

- призматических деталей;
- длинных цилиндрических деталей;
- коротких цилиндрических деталей;

1 Базирование призматических деталей



2 Базирование длинных цилиндрических деталей



3 Базирование коротких цилиндрических деталей

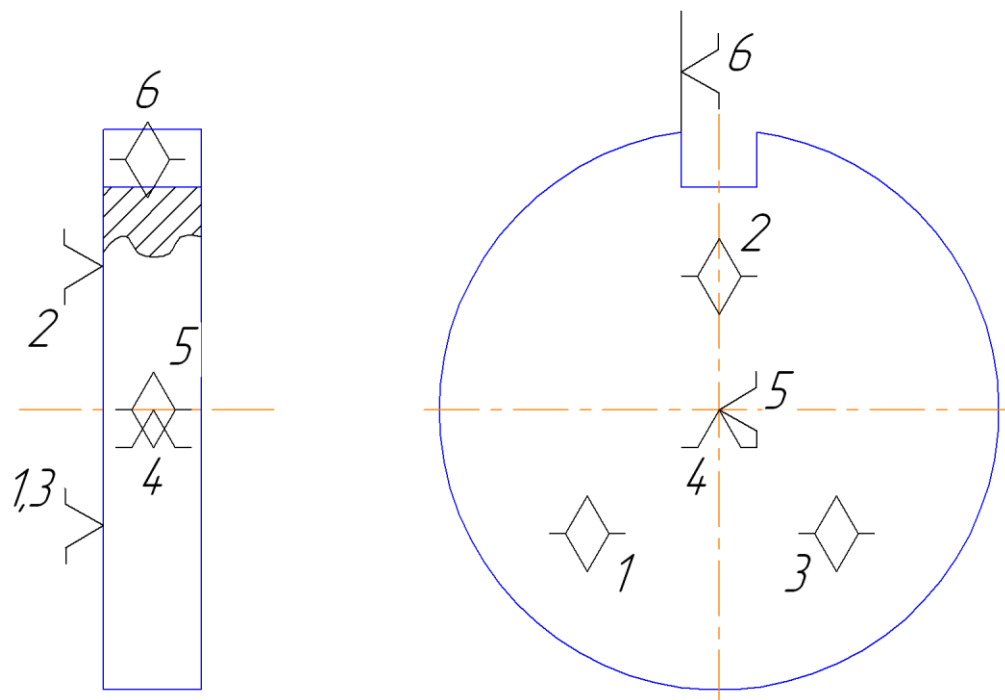


Рисунок 1 – Схемы базирования деталей

5 Погрешность базирования, закрепления и установки в соответствии с ГОСТ 21495-76

Изучить по ГОСТ 21495-76 со с. 7 определения базирования, закрепления, установки.

Изучить определение погрешности базирования (ξ_b).

Погрешность базирования возникает при несовпадении технологической и измерительной баз.

При совмещении технологической и измерительной базы погрешность базирования равна нулю. Следовательно, за технологическую базу желательно принимать ту поверхность, от которой должен быть выдержан размер.

При несовпадении технологической и измерительной базы погрешность базирования равна допуску на размер, соединяющий измерительную базу с технологической.

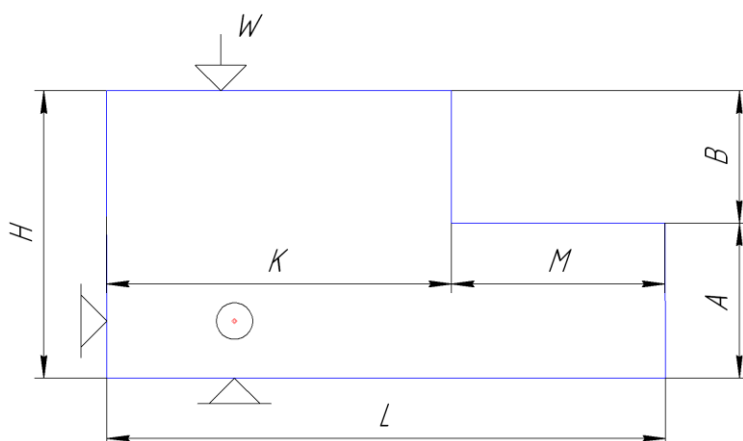


Рисунок 2 – Обработка уступа на призматической детали

Для данной схемы установки погрешность базирования размеров А и К равна нулю, а погрешность базирования размеров В и М равна допуску на размеры Н и L соответственно:

$$\xi_{bA}=0; \quad \xi_{bK}=0; \quad \xi_{bB}=TH; \quad \xi_{bM}=TL$$

где: Т – допуск на соответствующий размер.

Кроме того, погрешность базирования равна нулю при обработке методом пробных проходов, т. к. положение режущей кромки инструмента относительно технологической базы регулируется от измерительной базы для каждой обрабатываемой детали отдельно.

После того, как деталь забазирована, ее следует закрепить, чтобы во время обработки она не сдвинулась под действием сил резания.

Изучить по ГОСТ 21495-76 со с. 7 определение закрепления.

Погрешность закрепления (ξ_3) возникает в результате смещения заготовки под действием зажимной силы W , прилагаемой для фиксации положения заготовки. Она образуется в результате упругих отжимов деталей и элементов приспособления, деформации поверхностных слоев металла и поверхностных неровностей (шероховатости).

Погрешность базирования и погрешность закрепления в сумме составляют погрешность установки (ξ_y).

Изучить определения установки и погрешности установки со с. 7 по ГОСТ 21495-76.

При обработке плоских поверхностей погрешность установки можно принять равной арифметической сумме погрешностей базирования и закрепления, если их векторы направлены параллельно друг другу.

Для обработки уступа (рисунок 2):

$$\xi_{yA} = \xi_{6A} + \xi_{3A}; \quad \xi_{yB} = \xi_{6B} + \xi_{3B};$$

При обработке поверхностей вращения и плоских поверхностей, когда векторы погрешностей базирования и закрепления перпендикулярны друг другу, погрешность установки равна геометрической сумме.

Для обработки уступа (рисунок 2):

$$\xi_{yK} = \sqrt{\xi_{6K}^2 + \xi_{3K}^2}; \quad \xi_{yM} = \sqrt{\xi_{6M}^2 + \xi_{3M}^2};$$

6 Понятия о черновой и чистовой базе. Рекомендации по увязке черновых и чистовых баз. Требования, предъявляемые к черновым базам. Принципы постоянства и совмещения (единства) баз. Влияние требований по обеспечению принципов совмещения и постоянства баз на выбор чистовых баз. Смена баз. Базирование по разметке, выверкой, сопряжением

Основная предпосылка увязки черновых и обработанных поверхностей – это условие выбора основной технологической базы. Черновой базой на первой операции должны служить те поверхности, относительно которых обрабатываются поверхности, служащие базами при последующей обработке на остальных операциях ТП.

В качестве черновых баз для первой операции механообработки выбирают поверхности:

- 1 с минимальными припусками и уклонами;
- 2 без следов прибылей и других дефектов заготовки
- 3 не являющиеся поверхностями разъёма;
- 4 принадлежащие матрице, а не пуансону при штамповке и форме, а не стержню при отливке;

5 при проектировании заготовки к черновым базам должны быть предъявлены наиболее высокие требования по размерной точности и качеству поверхности заготовки.

Вся последующая обработка должна производиться при базировании по уже обработанным поверхностям, т.е. черновая база может быть использована только один раз: на первой операции.

При выборе чистовых баз для последующих операций механообработки следует руководствоваться принципами единства (совмещения) и постоянства баз.

Принцип единства (совмещения) баз заключается в том, что в качестве чистовых технологических баз следует выбирать поверхности, являющиеся базами конструкторскими, измерительными, чтобы уменьшить погрешность базирования при обработке.

Принцип постоянства баз заключается в том, что технологический процесс механической обработки целесообразно строить таким образом, чтобы чистовые (технологические) базы были одними и теми же на протяжении всего технологического процесса механической обработки.

Смена технологических баз по ходу механообработки допускаются при необходимости соблюдения принципа совмещения баз на отдельных операциях.

Изучить по ГОСТ 21495-76 со с. 7 определение смены баз.

7 Условные обозначения опор и зажимов по ГОСТ 3.1107-81

8 Примеры определения погрешности базирования и закрепления

Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. Пособие - Мн: Беларусь, 1991. с 152...161 – ξ_6 , с 162...168 – ξ_3

ТЕМА 3.2 ТОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ

По вопросам 1...5 и 7...9 изучить материал по литературе [9, с. 13...23,], [14, с. 46...67, 77...81], [18, с. 195...214] и краткой теоретической справке по теме.

1 Основные термины и определения; факторы, определяющие точность обработки

Точность детали (обработки) – степень соответствия обработанной детали требованиям чертежа и техническим условиям.

Точность детали определяется:

1 отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов (допуска овальности, бочкообразности, седлообразности, изогнутости, конусообразности, прямолинейности, плоскостности, выпуклости, вогнутости);

2 отклонениями действительных размеров от номинальных;

3 отклонениями поверхностей и осей детали от точного взаимного расположения (допуск параллельности плоскостей, параллельности прямых в плоскости, перекоса осей, параллельности оси поверхности вращения и плоскости, перпендикулярности осей, плоскостей или оси и плоскости, торцового биения, соосности относительно общей оси, радиального биения, симметричности, смещение осей от номинального расположения);

4 шероховатостью обрабатываемых поверхностей.

2 Причины, вызывающие погрешности механической обработки.

Точность станков, приспособлений, инструментов. Жесткость технологической системы. Температурные погрешности

Точность обработки зависит от:

1 – геометрической точности станка (точности изготовления отдельных деталей станка и их сборки) и его износа;

2 – точности изготовления и размерного износа режущего инструмента;

3 – точности изготовления вспомогательного инструмента и его износа;

4 – погрешности установки (суммы погрешности базирования детали и деформаций детали при ее закреплении для обработки) детали в приспособление, погрешности проектирования и изготовления самого приспособления и его износа;

5 – установки инструмента и настройки станка на размер;

6 – температурных деформаций (для деталей, к точности которых предъявляются повышенные требования);

Температурные деформации возникают:

6.1 при нагреве теплом, образующемся при трении движущихся частей оборудования;

6.2 при нагреве теплом, выделяющемся при резании металла;

6.3 из-за непостоянства температуры помещения, вследствие чего происходит неравномерный нагрев и охлаждение технологической системы.

7 – внутренних напряжений детали;

внутренние напряжения возникают при неравномерном охлаждении отдельных частей заготовок, изготовленных литьем, давлением, сваркой;

8 – влияния на показания измерений качества поверхностей деталей;

9 – жесткости технологической системы;

деформации технологической системы можно разделить на два вида:

9.1 – деформации отдельной детали станка, приспособления, инструмента и обрабатываемой детали;

9.2 – деформации в местах соединения детали и узлов технологической системы.

Жесткость упругой системы – это ее способность оказывать сопротивление действию сил, стремящихся ее деформировать.

$$j = \frac{P_y}{Y}, \text{ кгс/мм, н/мм,}$$

где P_y – радиальная сила, кгс, н

Y – величина смещения режущей кромки инструмента, мм.

Для облегчения расчетов жесткости технологической системы введено понятие податливость системы – величина обратная жесткости:

$$W = \frac{1}{j}, \text{ мм/кгс, мм/н.}$$

Тогда величина деформации упругой системы (величина смещения режущей кромки инструмента) составит:

$$Y = \frac{P_y}{j} = P_y * W \text{ мм, мкм.}$$

Также как и жесткость податливость технологической системы состоит из суммы податливости ее элементов

$$W = W_1 + W_2 + \dots + W_n = \sum_{i=1}^n W_i.$$

С жесткостью системы связано явление вибрации: системы с большей жесткостью могут работать с более высокими режимами резания без возникновения вибраций, обеспечивая одновременно высокую точность и производительность обработки.

3 Понятие об экономической и достижимой точности

Так как точность обработки в производственных условиях зависит от многих факторов, обработку на станках ведут не с достижимой, а с экономической точностью.

Экономическая точность – точность, которая при минимальной себестоимости обработки достигается в нормальных производственных условиях, предусматривающих работу на исправных станках с применением необходимых инструментов и приспособлений при нормальной затрате времени и квалификации рабочих, соответствующий характер работы.

Достижимая точность – точность, которую можно достичь в особых, наиболее благоприятных условиях, необычных для данного производства, высококвалифицированными рабочими, при значительном увеличении затрат времени, не считаясь с себестоимостью.

4 Способы обеспечения требуемой точности

Точность обработки может быть обеспечена следующими способами:

1 Настройка оборудования:

1.1 в массовом и серийном производстве при изготовлении взаимозаменяемых деталей точность обеспечивается за счет соответствующей наладки станков:

1.1.1 наладка на партию обрабатываемых деталей на настроенных станках;

1.1.2 наладка с активным контролем и автоматической поднастройкой станка в процессе его работы;

1.2 в единичном производстве:

1.2.1 путем введения дополнительных отделочных операций;

1.2.2 за счет более высокой квалификации рабочих;

1.2.3 следующими методами настройки:

а) установка инструмента по разметочным рискам,

б) методом пробных проходов и промеров при обработке каждой вновь установленной на станок заготовки.

2 Повышение точности заготовки: при высокой точности заготовки уменьшается число операций механической обработки, а, следовательно, и число переустановок, и точность обработки повышается.

3 Для уменьшения влияния на точность обработки температурных деформаций:

3.1 используются охлаждающие технологические смеси;

3.2 операции, требующие высокой точности обработки, производят на станках, установленных в помещениях с постоянной температурой.

4 С целью уменьшения влияния перераспределения внутренних напряжений:

4.1 черновые операции отделяют от чистовых;

4.2 крупные отливки подвергают искусственному и естественному старению перед механической обработкой;

4.3 применяют более совершенные методы термообработки.

5 Повышение жесткости технологической системы

6 Выполнение принципа совмещения баз.

7 Поверхности, обработка которых связана с точностью и допусками относительного расположения поверхностей и осей (допуск соосности, перпендикулярности, параллельности и т.п.), изготавливают при определенной установке:

7.1 используя единую технологическую базу для обработки всех, связанных допусками относительного расположения, поверхностей.

7.2 используя одну из поверхностей, связанных допусками относительного расположения, в качестве технологической базы при обработке других взаимосвязанных поверхностей.

5 Методы определения погрешностей, возникающих при механической обработке (статистический и расчетно-аналитический)

Неточность обработки поверхности является следствием влияния ряда факторов. Некоторые из них создают систематические погрешности, имеющие постоянный или переменный характер.

Например, если отверстия у деталей всей партии обработаны разверткой с неправильным размером, то возникает погрешность систематическая, имеющая постоянный характер.

А погрешность, возникающая вследствие износа развертки, является систематической, имеющей переменный характер.

К систематическим относятся также погрешности, происходящие из-за неточности станка, инструмента, приспособления, их деформация от действующих сил или нагрева.

Но существуют и факторы, которые, влияя на точность обработки, создают случайные погрешности.

Эти погрешности вызываются случайными причинами или действиями факторов, влияние которых на процесс обработки имеет случайный характер. Например, погрешности, возникающие вследствие, неоднородности и неодинаковой твердости обрабатываемого материала, колебания величины припуска и т.д.

При расчетно-аналитическом методе определения погрешностей обработки результирующая погрешность определяется суммой всех погрешностей от факторов, влияющих на точность обработки, включая жесткость упругой системы, по размеру и знаку.

В зависимости от характера погрешностей:

1 – систематические:

1.1 – постоянные суммируют алгебраически (с учетом знака «+» или «-»)

1.2 – переменные суммируют арифметически.

2 – случайные суммируют геометрически: по правилу квадратного корня.

При определении погрешности методом математической статистики, применяют закон нормального распределения, которому подчиняются случайные погрешности. Графически закон нормального распределения изображается кривой Гаусса [14, с.67, рисунок 26].

Если при обработке имеются только случайные погрешности, кривая рассеивания принимает симметрическую форму.

Систематические погрешности постоянного характера не меняют форму кривой рассеивания, но смещают положение кривой в направлении оси абсцисс [14, с.66, рисунок 24]. Величина этого смещения ΔL характеризует погрешность настройки станка.

Систематические погрешности переменного характера влияют на форму кривой. Это объясняется тем, что поля рассеивания предельных размеров получаются различными из-за разной величины размерного износа режущего инструмента [14, с.67, рисунок 25].

Анализ и сопоставление кривых рассеяния, теоретических и построенных на основании наблюдения за производственным процессом, дает возможность управлять точностью обработки.

Разность между наибольшими и наименьшими размерами, полученными при измерении, определяет величину рассеяния размеров детали. Величина рассеяния должна быть не больше допуска на обработку. Если величина рассеяния выходит за пределы допуска получается брак.

С целью его предотвращения по временным выборкам строят диаграмму точности обработки и по ее расположению в поле допуска размера судят о промежутке времени между подналадками станка: [9, с.28, рисунок 11].

6 Точность при различных способах обработки. Данные об экономической точности обработки на металлообрабатывающих станках различного типа.

Изучить материал по литературе [6, с. 150...153], [9, с. 23, 46...48], [26, с. 8...10, 11...15].

7 Понятие размерной настройки. Настройка статическая, динамическая: единичная методами «пробных стружек» и «пробных проходов» и на партию деталей. Этапы размерной настройки на партию деталей

Размерная настройка – это базирование формообразующей режущей кромки инструмента относительно технологических баз обрабатываемой заготовки, а также ограничение длины рабочего хода.

Наиболее простым методом размерной настройки является настройка по эталону – разновидность статической размерной настройки, которая имеет существенный недостаток: не учитывает действующие в процессе обработки силы. Поэтому ее дополняют динамической настройкой, при которой регулирование положения инструментов и упоров осуществляется на основании результатов замера первых обработанных заготовок.

Существует два вида динамической размерной настройки:

1 единичная настройка,

2 настройка на партию.

1 Единичная динамическая размерная настройка осуществляется двумя методами:

1.1 метод «пробных стружек», недостатком которого является низкая точность.

1.2 метод «пробных проходов», который отличается от метода «пробных стружек» тем, что предварительно обрабатывается не малый участок заготовки, а сразу вся заготовка, что обеспечивает более высокую точность, ограничиваемую только точностью измерения, регулировки и

минимальной глубины резания, с которой может работать данный инструмент; однако существенно теряется производительность.

2. При динамической размерной настройке на партию деталей обеспечивается не только заданная размерная точность, но и долговечность работы инструмента между коррекциями, выполняемыми несколько раз за период стойкости инструмента из-за его износа.

Эта настройка осуществляется в три этапа:

1 индивидуальная настройка по первой заготовке;

2 обработка пробной партии заготовок;

3 анализ результатов измерения деталей первой партии и коррекции настройки, что бы получить максимальный запас на изнашивание инструмента.

8 Понятие размерной цепи. Виды размерных цепей. Составляющие их элементы

Размерной цепью называется расположенные последовательно по замкнутому контуру размеры.

Размерная цепь состоит из составляющих и замыкающего (исходного) звена.

Составляющие звенья – это размеры, принадлежащие элементам сборочной единицы.

Замыкающее звено – это размер, который принадлежит не отдельному элементу, а самой сборочной единице. Этот размер является основной геометрической характеристикой сборочной единицы, позволяющей оценить точность и надежность ее функционирования.

Виды размерных цепей:

- линейные

- плоские

- пространственные.

У линейной размерной цепи все звенья параллельны.

У плоской – одно или несколько составляющих звеньев не параллельны замыкающему звену.

Звенья пространственной размерной цепи расположены в пространстве и сводятся к нескольким линейным или плоским звеньям путем проецирования их на координатные оси.

Кроме этого размерные цепи подразделяются на технологические и конструкторские.

Конструкторские размерные цепи применяют при проектировании машин, технологической оснастки и т.д.

Технологические размерные цепи связывают размеры обрабатываемой заготовки на разных стадиях технологического процесса и размеры готовой детали.

9 Методы обеспечения заданной точности замыкающего звена

размерной цепи

- 1 метод полной взаимозаменяемости;
- 2 метод неполной (частичной) взаимозаменяемости;
- 3 методы технологической компенсации;
- 4 методы конструкторской компенсации.

1 При сборке методом полной взаимозаменяемости детали входящие в комплект сборочной единицы, отбираются из соответствующих совокупностей случайным образом, поэтому допуск замыкающего звена рассчитывается, как арифметическая сумма допусков всех составляющих звеньев.

2 Комплектование детали для сборки методом неполной взаимозаменяемости осуществляется аналогично первому методу. Однако, учитывая малую вероятность максимального отклонения размеров звеньев, допуск замыкающего звена рассчитывают как геометрическую сумму.

3. Методы технологической компенсации включают: метод групповой взаимозаменяемости, методы подбора и пригонки.

3.1 При сборки методом групповой взаимозаменяемости детали перед комплектование сортируют на группы по определенным размерам, которым присваивают комплектовочные номера. Метод применяется в массовом производстве, он дает возможность значительно расширить допуски на составляющие звенья и, следовательно, снизить затраты на производство, но он способствует увеличению незавершенного производства.

3.2 Метод подбора заключается в том, что выделяется специально предусмотренная конструктором компенсационная деталь, обычно проще всех остальных, которую легче выполнить с достаточно высокой точностью. Сначала предварительную сборку выполняют с эталонной или любой деталью, измеряют фактический размер замыкающего звена и по результатам замера подбирают компенсационную деталь с нужным размером.

3.3 Метод пригонки применяется в мелко (реже средне) серийном производстве при высоких требованиях к точности замыкающего звена. Компенсационная деталь в этом случае после предварительной сборки и замера дорабатывается с целью получения заданной точности замыкающего звена.

4. Конструкторским компенсатором называется одна из деталей сборочной единицы, допускающая изменение одного составляющего ее размера в процессе сборки или эксплуатации сборочной единицы.

ТЕМА 3.3 КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

По вопросам 1...5 изучить материал по литературе [9, с. 37...45], [14, с. 81...91], [13, с. 52...63], и краткой теоретической справке по теме.

1 Определения и основные понятия. Причины возникновения волнистости и шероховатости при механической обработке и способы их уменьшения

Эксплуатационные свойства деталей машин и их долговечность зависит от состояния их поверхностей. В отличие от теоретических поверхностей деталей, изображаемых на чертежах, на реальных поверхностях в процессе обработки образуются неровности различной формы и высоты. Различают следующие отклонения от теоретической поверхности: макрогеометрические, волнистость и микрогеометрические.

Макрогеометрические отклонения – единичные, не повторяющиеся регулярно отклонения от геометрической формы поверхности, характеризующиеся большим отношением протяжённости поверхности к высоте отклонения ($L/h > 100$). Макрогеометрические отклонения это отклонения от правильной геометрической формы.

Волнистость поверхности представляет собой совокупность периодически чередующихся возвышений и впадин с отношением $L/h = 50 \dots 100$. Волнистость является следствием вибрации технологической системы, а также неравномерности процесса резания.

Микрогеометрические отклонения, или микронеровности, образуются в результате воздействия режущей кромки инструмента на обрабатываемую поверхность, а также вследствие пластической деформации обрабатываемого материала в процессе резания. Микронеровности определяют шероховатость (негладкость) обработанной поверхности. Они характеризуются небольшим значением отношения шага микронеровностей к их высоте ($\alpha/h < 50$).

Характер и расположение микронеровностей зависит от направления главного движения резания и направления движения подачи

2 Влияние качества поверхности, на эксплуатационные свойства деталей машин

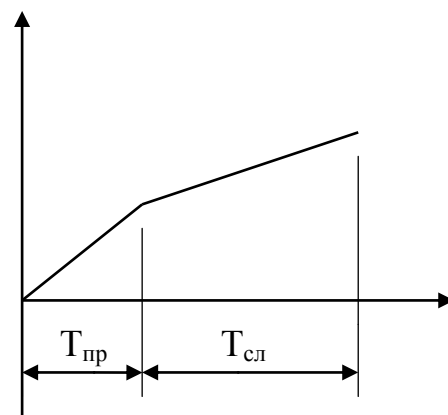
Качество поверхностей оказывает большое влияние на эксплуатационные свойства деталей.

1 Износоустойчивость зависит от микронеровностей; волнистости; макронеровностей.

Но наибольшее влияние оказывают именно микронеровности.

При наличии микронеровностей на поверхности детали сначала быстро стираются и деформируются гребешки поверхности за время приработки ($T_{пр}$). Затем происходит медленный процесс стирания микронеровностей за время службы ($T_{сл}$). Таким образом, при грубой шероховатости поверхности

за малое время приработки происходит наиболее интенсивное стирание неровностей, а для времени службы остаётся очень небольшой запас на износ, что ведёт к уменьшению срока службы изделия.



2 Качество неподвижных соединений.

Неподвижное соединение рассчитывается по размерам, измеренным по гребешкам, которые в процессе запрессовки сминаются, следовательно, размер вала становится меньше, а размер отверстия больше, чем измеренный первоначально, следовательно, и соединение получается слабее расчётного.

3 Прочность детали:

Высокая чистота поверхности значительно повышает усталостную прочность, т.к. чем меньше микронеровности, тем меньше возможность появления трещин от усталости материала, поскольку неровности являются концентраторами внутренних напряжений в материале.

4 Сопротивление коррозии.

На грубо-шероховатой поверхности коррозионные вещества осаждаются во впадинах, коррозия распространяется в направлении основания гребешков, в результате чего они выламываются.

5 Другие эксплуатационные требования.

Высокая чистота поверхности требуется:

5.1. особыми условиями работы (лопаток-турбин, деталей приборов и измерительного инструмента).

5.2. необходимостью декоративной отделки

5.3. необходимостью содержания в чистоте (медицинские инструменты).

3 Параметры оценки шероховатости в соответствии с ГОСТ 2789-73

ГОСТ 2789-73 и СТСЭВ 638-77 устанавливают следующие параметры шероховатости;

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля ($R_a = 400 \dots 0.008 \text{ мкм}$)

R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам ($R_z = 1600 \dots 0.025 \text{ мкм}$).

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a есть среднее значение расстояния (y_1, y_2, \dots, y_n) точек профиля до его средней линии.

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

где y_i – абсолютные (без учёта алгебраического знака) расстояния до средней линии,

n – число измеренных отклонений.

Средняя линия m профиля делит измеренный профиль таким образом, что в пределах длины участка поверхности, выбираемого для измерения шероховатости, сумма квадратов расстояния (y_1, y_2, \dots, y_n) точек профиля этой линии минимальна.

Длина участка поверхности, выбираемая для измерения шероховатости, называется базовой длиной ℓ . Числовые значения базовой длины ℓ выбирают из ряда 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8,25 мм.

Высота неровностей R_z характеризует среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней

$$R_z = \frac{R_z = [(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})]}{5}$$

где h_1, h_3, \dots, h_9 – расстояние от высших точек выступов до линии, параллельной средней линии.

h_2, h_4, \dots, h_{10} – расстояние от низших точек впадин до линии, параллельной средней линии.

Шероховатость поверхности – это совокупность неровностей с относительно малыми шагами (расстояние между вершинами характерных неровностей измеренного профиля), образующих рельеф поверхности и рассматриваемых в пределах участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности и равна базовой длине.

На чертежах шероховатость поверхностей обозначается в соответствии с ГОСТ 2.309-73.

Структура обозначения шероховатости поверхности так же определена ГОСТ 2.309-73.

4 Методы и средства оценки шероховатости

Шероховатости поверхности оценивают двумя основными методами: качественным и количественным.

Качественный метод оценки основан на визуальном сопоставлении обработанной поверхности с эталоном (образцом) поверхности невооружённым глазом или под микроскоп, а так же по ощущениям при ощупывании рукой (пальцем, ладонью, ногами). Визуальным способом можно достаточно точно определить шероховатость поверхности, за

исключением весьма тонко обработанных поверхностей. Эталоны, применяемые для оценки шероховатости поверхности визуальным способом, должны быть изготовлены из тех же материалов с такой же формой поверхности и тем же методом, что и деталь. Качественную оценку весьма тонко обрабатываемых поверхностей следует производить с помощью микроскопа или лупы с пятикратным и большим увеличением. Этим методом можно определить шероховатость поверхности с высотой микронеровностей не более $R_a = 0,16$ мкм.

Количественный метод оценки заключается в измерении микронеровностей поверхности с помощью приборов: профилометров Ч. Аббота и В.М. Киселева, профилографов Б.М. Левина и К.Л. Аммона, двойного микроскопа и микроинтерферометра В.П. Линника и др.

В зависимости от принципов работы приборов существует 2 вида измерения:

- 1 – контактный;
- 2 – оптический.

На контактном принципе основана работа профилометров и профилографов.

Принцип работы профилометров основан на измерении неровностей поверхности путём ощупывания её алмазной иглой. При движении иглы вдоль поверхности детали она колеблется вдоль своей оси. При этом частота и амплитуда колебаний соответствует шагу и высоте неровностей. Прибор имеет электронное устройство со специальными датчиками, которые автоматически определяют величину среднего квадратического отклонения от средней линии профиля. Эти приборы могут быть применены для оценки шероховатости деталей с высотой микронеровностей от 12 до 0,03 мкм.

Работа профилографов также основана на ощупывании поверхности алмазной иглой. При помощи оптического устройства профиль поверхности записывается на фотоленте в увеличенном виде. Увеличение по высоте на профилограмме больше, чем по длине. Эти приборы рассчитаны на работу в диапазоне высот микронеровностей от 8 до 0,1 мкм.

На оптическом принципе основана работа двойного микроскопа В.П.Линника и микроинтерферометра.

Двойной микроскоп В.П.Линника использует при работе метод «светового сечения», диапазон работы микроскопов в пределах высоты микронеровностей от 3 до 70 мкм.

Микроинтерферометр использует явление интерференции света. Интерференция – взаимное усиление или ослабление волн при их наложении друг на друга. Микроинтерферометр используется для определения шероховатости наиболее чистых поверхностей с высотой микронеровностей в пределах от 0,02 до 2 мкм. Поле зрения этих приборов мало: до $0,5\text{мм}^2$.

5 Зависимость шероховатости поверхности и размерной точности

Практикой определены взаимосвязи между видами обработки и шероховатостью поверхности. Так, например, установлено, что средняя высота неровностей не должна превышать 10..25% от допуска на обработку. Это позволило установить достижимую шероховатость поверхности для различных видов обработки, а с учётом затрат при любом другом способе обработки – и экономически достижимую шероховатость поверхности.

Характеристика взаимосвязи между шероховатостью поверхности и точностью при различных видах обработки приведена в [26, с. 92...95, таблица 3, с.8...12, таблица 4 и 5], [9, с. 46...48, таблица 4].

6 Шероховатость, достигаемая различными видами механической обработки

Изучить материал по литературе [6, с. 150...153], [9, с. 23, 46...48], [26, с. 8...10, 11...15].

7 Рекомендации по выбору численных значений и параметров шероховатости в соответствии с рекомендациями стандарта ГОСТ 2789-73

Тема 3.4 ВЫБОР СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ И БАЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ РАЗМЕРНОЙ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ

1 Классификация способов обработки различных поверхностей в зависимости от обеспечиваемой ими размерной точности, точности геометрической формы поверхностей, качества поверхностей и точности взаимного расположения поверхностей и осей в соответствии со стандартами

2 Влияние выбора технологических баз на точность механической обработки поверхностей деталей

3 Применение типовых способов обработки наружных и внутренних цилиндрических, плоских и торцевых, фасонных поверхностей деталей и установление последовательности обработки для обеспечения требуемой точности и качества обработанных поверхностей

Изучить материал по литературе [9, с 46...48], [6,с150...153], [26,т1,с 8...10, 11...15,92...95].

Тема 3.5 ЗАГОТОВКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

1 Обзор и характеристика видов и методов получения заготовок деталей машин: отливки, поковки, штамповки, листовой и сортовой

прокат, поперечно-клиновой прокат, заготовки из резин и пластмасс, порошковая металлургия

Ознакомиться с материалом по [14, С 25...29], [18, С 33...40], обращая внимание на следующие вопросы:

- 1 способы изготовления заготовок;
- 2 сварка металлов;
- 3 старение заготовок;
- 4 термическая и химико-термическая обработка.

2 Выбор метода получения заготовок путем сравнения себестоимости и коэффициента использования материала.

Изучить основные термины и определения по ГОСТ 3.1108-82: формообразование, литье, обработка давлением, материал, заготовка, исходная заготовка, штампованная заготовка, отливка, поковка.

Проанализировать информацию учебной литературы: [9, с. 71...73], [14, с. 91...93], [31, с. 13...14], - дополнить перечень основных требований к заготовкам, приведенный в тексте.

При разработке технологии обработки детали одной из первых решается задача выбора заготовки, который зависит от конструктивной формы детали, технических требований, материала, ее назначения, условий работы в машине, испытываемых напряжений.

Выбор вида заготовки определяется еще и масштабом производства, а также экономичностью изготовления.

Выбрать заготовку - значит установить способ ее получения, определить припуски на обработку поверхностей, рассчитать размеры и установить допуски на неточность изготовления.

При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается трудоемкость механической обработки, сокращается расход металла, электроэнергии, высвобождается оборудование и производственные площади.

При выборе заготовки технолог руководствуется техническими возможностями заготовительных цехов предприятия.

Форма и размеры заготовки должны быть максимально приближены к форме и размерам детали; идеальной (прецизионной) является заготовка, не требующая механической обработки, т.е. фактически являющаяся готовой деталью.

Но чем ближе форма и размер заготовки к форме и размерам детали, тем выше расходы на ее изготовление, следовательно, применять такие заготовки целесообразно в массовом и крупносерийном производстве.

Если заготовку можно получить несколькими способами, то выполняется экономический расчет по стоимости каждого вида и сравнение, какой метод выгоднее. При расчете учитывается не только стоимость

материала, требующегося на изготовление заготовки (сравнение по коэффициенту использования материала), но и стоимость изготовления самой заготовки, которая включает и амортизационные отчисления со стоимости оборудования, и стоимость оснастки для изготовления, и затраты электроэнергии, газа, пара и других ресурсов.

3 Требования к выбору заготовок для станков с ЧПУ

Изучить материал по учебникам [5, с. 194...196], [10, с. 29...35], отметить отличия в требованиях к заготовкам для станков с ЧПУ.

4 Влияние правильного выбора вида заготовок на технико-экономические показатели технологических процессов: трудоемкость, себестоимость, производительность

Изучить материал по учебной литературе: [11, с. 39...45, 48] и сделать вывод о наиболее экономичной заготовке.

5 Основные направления в машиностроении по применению безотходной технологии изготовления деталей и экономии средств в заготовительном производстве

Проанализировать информацию по способам получения заготовок по учебной литературе: [9, с. 58...71], [31, с. 13...27]. Перечислить наиболее экономичные способы получения заготовок в разных типах производства.

Правила выбора заготовок

1 Литые заготовки применяют для фасонных деталей:

1.1 для фасонных деталей (корпуса, сложные крышки, фланцы, втулки), не подвергающихся ударным нагрузкам, действию сил растяжения и изгиба, применяют отливки из чугуна;

1.2 если фасонная деталь работает в тяжелых условиях и испытывает большие нагрузки и напряжения (станины оборудования), применяют отливки из стали.

Выбирают метод литья в зависимости от требуемой точности заготовки: литье в земляные формы в единичном и мелкосерийном производстве, прогрессивные способы литья – в крупносерийном и массовом. К прогрессивным можно отнести: литье в оболочковые формы, в формы из быстротвердеющих смесей, по выплавляемым моделям, под давлением, центробежное, в кокиль.

Если заготовка может быть получена и литьем, и горячей штамповкой, то следует учитывать, что трудоемкость обработки литой заготовки на 15...30% ниже, чем горячештампованной.

2 Кованые и штампованные заготовки применяются для деталей, работающих преимущественно на изгиб, растяжение, кручение, и имеющих значительную разницу в поперечном сечении.

Заготовки, полученные методом свободнойковки, применяются чаще для крупных деталей, а в единичном и мелкосерийном производстве и для мелких.

Комбинированнаяковка с горячейштамповкой уменьшает расход металла по сравнению со свободнойковкой на 40...50%, безоблойнаяштамповка дает экономию металла по сравнению со штамповкой в открытых штампах до 20% от веса заготовки, штамповка жидкого металла дает возможность получать тонкостенные беспористые заготовки.

Максимальное приближение к форме готовой детали обеспечивает накатка зубчатых, резьбовых, шлицевых поверхностей, горячее и холодное выдавливание, радиальная и ротационнаяковка.

Листоваяштамповка бывает холодная и горячая. Холодная применяется для изготовления тонкостенных втулок, баков, корпусов автомобилей. Горячая – для корпусов кораблей, днищ цистерн, деталей котлов, химических аппаратов и машин.

Но изготовление штампов – трудоемкий и дорогой процесс, поэтому штампованные поковки применяют, в основном, в серийном и массовом производстве, а в единичном и даже мелкосерийном – используют заготовки из проката.

3 Заготовки из проката (круглого, шестигранного, квадратного, винтового и других профилей) применяются для деталей, приближающихся по своей конфигурации к какому-либо виду проката, и если при обработке не придется снимать слишком большой слой металла.

4 Сварные заготовки используют для получения деталей различной сложной конфигурации (корпусов, станин). При этом достигается значительная экономия металла и экономятся затраты на производство заготовок, так как для свариваемых деталей используют профили различных сечений (уголки, тавры, двутавры, полосы, листы, прокат круглого и других сечений), что особенно актуально в единичном и мелкосерийном производстве.

5 Металлокерамика применяется для получения заготовок, которые другими путями получить невозможно, например:

5.1 из тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена, магнитных материалов),

5.2 из таких металлов, которые не образуют сплавов друг с другом (железо-свинец, вольфрам-медь),

5.3 из композиций, состоящих из металлов и неметаллов (металл-графит, кремнезем, асбест и другие).

Заготовки из металлокерамических материалов получают прессованием смесей порошков в прессформах под давлением 1000-6000 кг/см² с последующим спеканием спрессованных деталей.

Этим способом изготавливаются детали с антифрикционными свойствами: подшипники скольжения, – или, наоборот, с фрикционными: тормозные диски, специальные пористые самосмазывающиеся детали (втулки), в которых поры на 20...30% объема под давлением заполняются смазкой.

Большим достоинством этого метода является получение заготовок, фактически являющихся готовыми деталями, и не требующих дальнейшей обработки.

Для получения заготовок особо точных размеров и необходимых свойств после спекания производят отделочную механическую, термическую обработку, а также калибровку в прессформах.

6 Широкое применение в машиностроении находят заготовки из пластмасс. Этому способствуют малая удельная масса, стойкость к агрессивным средствам, электроизоляционные, теплоизоляционные и антифрикционные свойства, химическая устойчивость к воздействию растворителей, водо-газо-паронепроницаемость, простота переработки в изделия и другие свойства.

Заменой черных металлов пластмассами себестоимость массового изготовления деталей снижается в 1,5...3,5 раза, а при замене цветных металлов - в 5...20 раз.

Пластмассы делят на две основные группы:

6.1 терморезистивные, полученные на основе терморезистивных смол, которые под воздействием высоких температур превращаются в неплавкие практически нерастворимые продукты;

6.2 термопластичные, полученные на основе термопластичных смол, которые при повышении температуры размягчаются, сохраняя плавкость, растворимость, способность к повторному формированию.

Детали из пластмасс получают прессованием, литьем под давлением и литьем в формы.

Механическая обработка может быть осуществлена точением, сверлением, фрезерованием. В качестве отделочной обработки лучше применять полирование, так как при шлифовании могут возникать прижоги.

7 В современном машиностроении применяют древесину: сосну, ель, кавказскую пихту, лиственницу, дуб, бук, ясень, березу, клен, граб, вяз. Основными способами получения заготовок являются холодное и горячее гнутье:

7.1 холодное заключается в выгибании на шаблоне и запрессовке заготовки в виде набора тонких пластинок, покрытых клеем без подогрева;

7.2 при горячем – предварительно пропаренную или проваренную заготовку (для приобретения пластичности), выгибают на шаблоне, зажимают в этом положении и сушат в сушильных камерах.

Кроме того, в машиностроении используют древеснослоистые пластики, которые образуются горячим прессованием тонких древесных листов, пропитанных специальными смолами.

Механическую обработку древесины осуществляют на металлообрабатывающих и деревообрабатывающих станках.

6 Предварительная обработка заготовок

Изучить материал по предварительной обработке разных видов заготовок: [9, с. 73...75], [14, с. 160...168], [31, с. 27...31] и теоретической справке к теме.

Перед механической обработкой заготовки подвергают предварительной обработке.

1 Отливки подвергают обрубке и очистке в литейном цехе.

Литники, прибыли, заливы, различные неровности срубают вручную зубилом, зачищают напильником, удаляют с помощью пневматических зубил, циркулярных пил и абразивных кругов. Очистка литья от формовочных материалов, пригоревших к поверхности, осуществляется на дробеметных установках с механической подачей дроби, вращающимися проволочными щетками, вручную проволочной щеткой, на абразивных станках, абразивными кругами с гибким валом.

Крупные корпусные отливки подвергают старению с целью снятия внутренних напряжений.

2 Аналогично подготавливаются кованные и штампованные заготовки, у которых удаляются облой, заусенцы, окалина.

Кроме того, некоторые литые и кованные заготовки подвергают отжигу или нормализации для изменения структуры материала с целью улучшения его обрабатываемости.

3 Прутки и штамповки большой длины (заготовки для деталей типа вал) часто требуют калибровки и правки. Правка может быть холодной и горячей.

Поскольку для обработки на токарных станках кривизна заготовки не должна превышать 1 мм на 1 м длины, то кривизну устраняют. Для этого используют следующие способы:

3.1 горячую или холодную правку под молотом;

3.2 правку на правильно-калибровочном станке (прутки диаметром от 15 до 80 мм);

3.3 правку на эксцентриковых, пневматических, гидравлических прессах. Достигаемая при этом точность: 0,5...1 мм на 1 м длины для горячекатаных прутков, 0,1...0,2 мм на 1 м длины для холоднотянутых прутков.

4 Прокат (круглый, шестигранный, квадратный) поступает длиной 2 – 3 – 6 – 10 метров. Поэтому его подвергают резке на части, соответствующие длине деталей.

Прокат можно резать на прессах, приводных ножовках, отрезных станках, оснащенных дисковыми или ленточными пилами, на токарных станках отрезными резцами, на фрезерных станках дисковыми фрезами.

Для резки полосовой и листовой стали:
до 25 мм толщиной применяют прессножицы;
до 40 мм – гильотинные и дисковые ножницы;
от 5 до 100 мм используют газовую резку;
свыше 100 до 450 мм – кислородно-флюсовую резку.

Для материалов повышенной твердости используют абразивные круги, анодно-механический или электроискровой методы, фрикционные диски со скоростью вращения до 100 м/сек.

5 Заготовки для деталей типа вал центруют.

От точности и расположения центровых гнезд, в большой степени, зависит точность механической обработки. Центровые гнезда должны быть расположены на одной оси, чтобы обеспечить равномерное распределение припуска на обработку на сторону. Форма и размер центровых гнезд определены стандартом: ГОСТ 14034 -74. Он предусматривает угол конуса центрового отверстия 60° , но для особо тяжелых деталей с целью увеличения прочности центров станка угол может быть увеличен до $75...90^\circ$. Центрование торцев производят на центровальных и фрезерно-центровальных станках. Ее можно выполнить на расточных станках по разметке, на станках токарно-револьверных, сверлильных, но при этом резко снижается производительность обработки.

Все операции по предварительной обработке заготовок производятся в заготовительных цехах или на заготовительных участках механических цехов. От правильности и точности проведения подготовительных операций зависит качество дальнейшей механической обработки.

7 Основы конструирования заготовок

Изучить материал, используя теоретическую справку к теме, следующую литературу:

1 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя, М.: Издательство стандартов, 1992 с 42...43;

2 Методические указания по выполнению курсового проекта по предмете «Проектирование технологических процессов обработки материалов на станках и автоматических линиях»: глава 2.2 и приложение А;

3 технические нормативно-правовые акты к теме: ГОСТ 3.1109-82; ГОСТ 3.1125-88; ГОСТ 3.1126-88; ГОСТ 3212-92; ГОСТ 7505-89; ГОСТ 7829-70; ГОСТ 26645-85; ГОСТ 26358-84; ГОСТ 8479-70

Размеры поверхностей заготовок определяются с учетом общих припусков на механическую обработку.

Общие припуски назначаются по техническим нормативно правовым актам:

ГОСТ 2590-88 – для проката;

ГОСТ 7505-89 – для штампованных заготовок;

ГОСТ 7829-70 – для заготовок, полученных свободной ковкой;

ГОСТ 26645-85 – для литья.

При выборе методов получения заготовок рекомендуется пользоваться таблицами [11, с. 40...44].

В таблицах даны характеристики методов получения заготовок литьем, давлением в холодном и горячем состоянии, а также из прутка, даны рекомендации по применению различных видов заготовок в условиях единичного, серийного и массового производства.

Стандарты на виды и способы получения заготовок в таблицах требуют корректировки по "Указателю стандартов" соответствующего обучению года выпуска.

Определение размеров заготовок производится с целью установления расхода металла, себестоимости, качества и долговечности детали. Эти размеры необходимы для конструирования штампов, прессформ, моделей, стержневых ящиков, приспособлений, выбора оборудования и технологической оснастки.

Методика назначения общих припусков на поковки и отливки по стандартам и рекомендации по расчёту размеров заготовки с учётом конфигурации детали представлена в методических рекомендациях по расчёту припусков.

Одним из показателей, определяющих правильность выбранного метода получения заготовки, является коэффициент использования материала, определение которого изучается в теме "Технологичность конструкций деталей":

$$КИМ = \frac{m_{д}}{H_{расх}}$$

Ориентировочно коэффициент использования материала должен находиться в пределах:

- 0,75...0,80 – для заготовок, полученных литьем,
- 0,65...0,75 – для заготовок, полученных горячей штамповкой,
- 0,38...0,40 – для заготовок, полученных свободной ковкой,
- 0,45...0,50 – для заготовок, полученных из проката.

Для расчёта массы заготовки необходимо умножить её объём на плотность материала:

$$m_3 = V_3 \cdot \rho, \text{ кг}$$

Для определения объёма заготовки сложной конфигурации её разделяют на n возможно более простых по форме элементов (цилиндры, кольца, диски, параллелепипеды, конусы, призмы и т.д.), объёмы которых легко поддаются расчёту, а затем суммируют найденные значения:

$$V_3 = \sum_{i=1}^n V_i = V_1 + V_2 + \dots + V_n, \text{ мм}^3$$

При расчёте объёма в кубических миллиметрах и использовании данных по плотности в килограммах на кубический дециметр в формулу расчёта массы следует ввести коэффициент, равный 10^{-6} :

$$m_3 = V_3 (\text{мм}^3) \cdot \rho (\text{кг} / \text{дм}^3) \cdot 10^{-6} (\text{дм}^3 / \text{мм}^3), \text{ кг}$$

При известной массе детали, особенно в случае сложной конфигурации заготовки, полученной литьём, массу заготовки можно определить по формуле:

$$m_3 = m_g + m_{\text{отх.м.о.}}, \text{ кг}$$

где: $m_{\text{отх. м. о.}}$ - масса отходов, образующихся при механической обработке детали, кг:

$$m_{\text{отх.м.о.}} = V_{\text{отх.м.о.}} \cdot \rho, \text{ кг}$$

где: $V_{\text{отх. м. о.}}$ – объём удаляемого при механической обработке материала, т.е. объём припусков:

$$V_{\text{отх.м.о.}} = \sum_{i=1}^n V_i = V_1 + V_2 + \dots + V_n, \text{ мм}^3$$

где: n – множество удаляемых с поверхности заготовки i – ых припусков.

ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОКОВКАМ

1 Гр (I, II, III) – 212... 248 НВ (твердость указывается только для II и III групп прочности поковок) ГОСТ 8479-70

2 Группа стали М?, степень сложности С?, класс точности Т?, исходный индекс ? по ГОСТ 7505-89

3 Материал–заменитель (марка и стандарт)

4 Заусенец притупить по периметру среза до ? мм по линии разъема штампов

5 Смещение по разъему матрицы и пуансона до ? мм

6 Уклоны: на наружных поверхностях 5...7 градусов, на внутренних – 7...10 градусов – направлены в сторону увеличения припусков

7 Неуказанные радиусы ? мм

8 На участке ? допускается утолщение до ? мм

9 Отклонение по изогнутости до ? мм

10 Внешние дефекты местные: на обрабатываемых поверхностях до 0,5 припуска, на необрабатываемых – в пределах допуска

11 Очистка поверхностей – галтовка дробью

12 * Размеры для справок

13 На поверхностях ??? заусенец не допускается

14 Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70 и ГОСТ 7505-89

15 Маркировать: обозначение изделия, товарный знак завода-изготовителя - шрифтом № 3 (или 5) по ГОСТ 2.304-81. (На чертеже указать место маркировки, маркируемые параметры).

ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТЛИВКАМ

- 1 Точность отливки выбирается по ГОСТ 26645-85
- 2 Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-92 (или указать величину в градусах)
- 3 Неуказанные литейные радиусы по ГОСТ 3212-92 (или указать величину в мм)
- 4 Смещение по линии разъема до ? мм
- 5 В месте подвода металла допускается выступ или вылом ? мм
- 6 Допускается (указать, какие именно дефекты и какой величины допускаются на отливке в конкретных местах)
- 7 На необрабатываемых поверхностях допускаются раковины наибольшим измерением - ? мм, глубиной ? мм, в количестве ? штук
- 8 На обрабатываемых поверхностях допускаются одиночные не выходящие за кромку раковины с размерами, не превышающими 2/3 припуска на механическую обработку
- 9 В месте сопряжения поверхностей (указать сопрягаемые поверхности) допускается кольцевой заусенец шириной ? мм, толщиной ? мм
- 10 В труднодоступных местах допускаются остатки пригара до 1 мм и окалина до 0,5 мм
- 11 Допускается исправление дефектов сваркой (или каким-либо другим видом исправления)
- 12 Маркировать литьем обозначение изделия шрифтом № 6 (8, 10) – Пр3 по ГОСТ 26.020-80, товарный знак предприятия-изготовителя диаметром 6 (8, 10) мм. (На чертеже указать место маркировки, маркируемые параметры)
- 13 Приемку отливок производить по ГОСТ (указать номер используемого стандарта)
- 14 √ База механической обработки. Этим знаком на чертеже должны быть обозначены черновые базы
- 15 Материал-заменитель – (марка и стандарт)

ТЕМА 3.6 ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Таблица 3 – Связи между предметами

Предметы	Припуски на механическую обработку	Цель изучения
Нормирование точности и технические измерения		Умение правильно назначить припуски, рассчитать размеры и спроектировать заготовку
Обработка материалов и инструмент		Грамотное определение глубины резания для расчета режимов резания

1 Понятие о припусках: общих и операционных, операционных размерах и допускаемых отклонений на них. Завышенные, заниженные, оптимальные припуски. Влияние величины припусков на экономичность технологического процесса

Изучить по [17, с. 253...256] и ГОСТ 3.1109-82 определения следующих терминов:

припуск,
допуск припуска,
операционный припуск,
промежуточный припуск,
общий припуск.

Ознакомиться с теоретической справкой к первому вопросу темы.

Обычно величина припуска задается «на сторону», т.е. указывается толщина слоя металла, снимаемого с данной поверхности, то есть глубина резания.

Для цилиндрических поверхностей иногда задается припуск «на диаметр», т.е. указывается двойная толщина снимаемого слоя, это должно быть оговорено, что и делается в таблицах припусков.

Оптимальный припуск – это припуск, обеспечивающий выполнение необходимой для данной детали механической обработки, удовлетворяющей установленным требованиям к шероховатости и качеству поверхности детали и точности ее размеров, при наименьшем расходе материала и наименьшей себестоимости детали.

Завышенные припуски повышают себестоимость детали:

из-за большего, чем нужно, веса материала, идущего на заготовку;
из-за увеличения трудоемкости обработки, а, следовательно, и основной заработной платы рабочим;
из-за увеличения износа инструмента;
из-за увеличения износа оборудования и затрат на его ремонт;
из-за повышенного расхода энергии вследствие повышения потребляемой мощности оборудования.

Заниженные припуски не дают возможность получить необходимую точность размеров и нужную шероховатость поверхности, что ведет к браку.

2 Факторы, влияющие на величину припуска

Изучить материал по [14, с. 95...98] , [9, с. 76...78], [17, с. 256...257].

Величина операционного припуска всегда зависит от:

1 величины микронеровностей предыдущего перехода (R_z);
2 толщины поверхностного дефектного слоя, оставшегося от предшествующего перехода (h), (устаревшее обозначение: T);

3 суммарного значения пространственных отклонений (ρ), оставшихся от предшествующего перехода;

4 погрешности установки заготовки на данном переходе (ξ_{yi}).

3 Расчетные формулы для определения операционных припусков

Изучить материал по [7, с. 65]. Рассмотреть формулы для определения припусков на обработку цилиндрической поверхности, отдельно расположенной плоской поверхности, двух параллельно расположенных плоских поверхностей.

Формула для аналитического расчета припуска на каждый i -ый переход механической обработки, следовательно, выглядит следующим образом:

$$Z_i = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{Z_{i-1}} + \xi_{yi}$$

Общий припуск является суммой операционных:

$$Z_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n Z_i$$

4 Методы определения межоперационных припусков, операционных размеров и допускаемых отклонений на них:

4.1 аналитический;

4.2 опытно-статистический (табличный).

1 Изучить материал по [17, с. 256...258], [6, с. 59...83], [7, с. 62...83], [9, с. 78...82], разобрать примеры по [6, с. 83...92], [7, с. 85...96].

2 Изучить материал по [17, с. 258...259].

Ознакомьтесь с таблицами справочных пособий [2] и [27] с данными по величине межоперационных припусков на обработку поверхностей разной формы, на деталях разных типов.

5 Схемы расположения припусков, операционных размеров и допускаемых отклонений.

Изучить методику построения схем расположения припусков по [14, с. 101] для вала и отверстия, [6, с. 86], [7, с. 89] для отверстия.

Рассмотреть примечания к теоретической справке по теме.

ПРИМЕЧАНИЯ

1 Особенности определения погрешности установки при расчете припуска под алмазное растачивание.

Установка детали на ловитель требует посадки с зазором, поэтому ловитель изготавливается по номинальному диаметру отверстия, полученному

на предыдущем переходе, с посадкой f_7 . Но тогда зазор (S) будет превышать величину припуска, рекомендованного для алмазного растачивания, поэтому на борштангу устанавливаются 2 резца: первый устраняет дефекты предыдущего перехода и погрешность базирования детали на ловителе, производя дополнительное чистовое растачивание, а второй резец, имея $\xi_6 = 0$, производит само алмазное растачивание.

2 Особенности распределения общего припуска по отдельным переходам механической обработки.

В случае, если известен только общий припуск, а переходов механической обработки два или более, общий припуск следует разделить между переходами:

- 2.1 для двух переходов: 60% припуска – для черновой обработки, 40% припуска – для чистовой обработки,
- 2.2 для трех переходов: 60% припуска – для черновой обработки, 25% припуска – для II перехода механической обработки, 15% припуска – для III перехода механической обработки,
- 2.3 для четырех переходов: 60% припуска – для черновой обработки, 25% припуска – для II перехода механической обработки, 10...12% припуска – для III перехода механической обработки, 3...5% припуска – для IV перехода механической обработки.

РАЗДЕЛ 4 СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ МАШИН

ТЕМА 4.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРКЕ МАШИН

1 Общие сведения о сборке. Особенности сборки как заключительного этапа изготовления машин. Понятие о сборочных процессах

Ознакомиться с материалом по [17, с.437...441].

Изделие (определение изучено в теме 1.1), машина являются в целом сборочной единицей (определение изучено в теме 1.1). Сборочные единицы разных уровней называют:

- 1 – агрегатами (определение изучено в теме 1.1);
- 2 – комплектами (определение изучено в теме 1.1);
- 3 – узлами;
- 4 – подузлами.

Сборка – образование разъемных или неразъемных соединений составных частей заготовки или изделия.

Общая сборка – сборка, объектом которой является изделие в целом.

Узловая сборка – сборка, объектом которой является составная часть изделия (узел, подузел).

На каждое рабочее место для сборки изделия или его составных частей подается сборочный комплект: группа составных частей изделия.

Объем сборочных работ составляет 20...30% от общего объема работ по изготовлению изделий в массовом и крупносерийном производстве и доходит до 40...60% в единичном и мелкосерийном.

При разработке сборочных операций широко используют механизированный инструмент, применяют автоматизацию процесса сборки с целью облегчения монотонных сборочных работ.

Кроме того, применяется предварительная узловая сборка, при которой на общую сборку подается меньшее количество отдельных деталей, чем сокращается время на общую сборку и повышается качество собираемых изделий.

Технологический процесс сборки, как и механической обработки, состоит из отдельных операций, подразделяющихся на переходы, которые, в свою очередь, состоят из приемов.

Технология сборки состоит из следующих этапов:

1 – подготовительный этап, на котором осуществляется анализ исходных данных и определение типа производства;

2 – синтетический этап, на котором:

2.1 – разрабатывается технологическая схема сборки;

2.2 – выбирается организационная форма сборки;

2.3 – синтезируется маршрут сборки;

2.4 – выбираются схемы базирования;

2.5 – подбираются оборудование и оснастка;

2.6 – разрабатываются операции сборки;

3 – аналитический этап, на котором определяются нормы времени, экономические характеристики различных вариантов технологического процесса (ТП) сборки, межоперационные заделы;

4 – заключительный этап, в котором оформляются технологические карты ТП сборки.

2 Классификация работ, выполняемых при сборке: сборочных и вспомогательных

Изучить материал по [18, с.135], [17, с.439...441].

3 Технологические методы сборки. Метод полной взаимозаменяемости. Метод сборки с применением подбора деталей. Метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту

Изучить материал по [17, с.447...456].

Разные авторы дают несколько отличающиеся друг от друга трактовки вопроса. По одной из них различают следующие методы сборки:

- 1 метод полной взаимозаменяемости;
- 2 метод сборки с применением подбора деталей;
- 3 метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Более подробно рассматривается следующая классификация:

- 1 метод полной взаимозаменяемости;
- 2 метод неполной (частичной) взаимозаменяемости;
- 3 методы технологической компенсации;
- 4 методы конструкторской компенсации.

1 При сборке методом полной взаимозаменяемости детали входящие в комплект сборочной единицы, отбираются из соответствующих совокупностей случайным образом, поэтому допуск замыкающего звена рассчитывается, как арифметическая сумма допусков всех составляющих звеньев.

2 Комплектование детали для сборки методом неполной взаимозаменяемости осуществляется аналогично первому методу. Однако, учитывая малую вероятность максимального отклонения размеров звеньев, допуск замыкающего звена рассчитывают как геометрическую сумму.

3. Методы технологической компенсации включают: метод групповой взаимозаменяемости, методы подбора и пригонки.

3.1 При сборки методом групповой взаимозаменяемости детали перед комплектование сортируют на группы по определенным размерам, которым присваивают комплектовочные номера. Метод применяется в массовом производстве, он дает возможность значительно расширить допуски на составляющие звенья и, следовательно, снизить затраты на производство, но он способствует увеличению незавершенного производства.

3.2 Метод подбора заключается в том, что выделяется специально предусмотренная конструктором компенсационная деталь, обычно проще всех остальных, которую легче выполнить с достаточно высокой точностью. Сначала предварительную сборку выполняют с эталонной или любой деталью, измеряют фактический размер замыкающего звена и по результатам замера подбирают компенсационную деталь с нужным размером.

3.3 Метод пригонки применяется в мелко (реже средне) серийном производстве при высоких требованиях к точности замыкающего звена. Компенсационная деталь в этом случае после предварительной сборки и замера дорабатывается с целью получения заданной точности замыкающего звена.

4. Конструкторским компенсатором называется одна из деталей сборочной единицы, допускающая изменение одного составляющего ее размера в процессе сборки или эксплуатации сборочной единицы.

4 Организационные формы сборки

Изучить материал по [17, с.441...447], [18, с.305...310].

Существует две формы сборки:

4.1 Стационарная:

4.1.1 по принципу концентрации – без расчленения сборочных работ;

4.1.2 по принципу дифференциации – с расчленением сборочных работ, в том числе поточная стационарная (неподвижная), выполняемая на стендах.

Стационарная сборка чаще применяется в единичном и мелкосерийном производстве.

4.2 Подвижная (осуществляется только дифференцированно):

4.2.1 по временной организации:

4.2.1.1 со свободным перемещением (ритм работ не регламентируется);

4.2.1.2 с принудительным перемещением (периодическое перемещение в соответствии с четко заданным ритмом посредством конвейерных устройств), в том числе поточная подвижная сборка;

4.2.2 по транспортной организации:

4.2.2.1 на рольгангах;

4.2.2.2 на рельсовых и безрельсовых тележках, перемещаемых вручную;

4.2.2.3 на рельсовых тележках, соединенных между собой и образующих тележечный конвейер, приводимый в движение электродвигателем;

4.2.2.4 на ленточных, пластинчатых, подвесных круговых конвейерах;

4.2.2.5 на специальных сборочных конвейерах, приспособленных для сборки определенного изделия;

4.2.2.6 на рельсовых путях, по которым изделие перемещается на собственных или временно прикрепленных колесах;

4.2.2.7 на подвесных однорельсовых путях;

4.2.2.8 на карусельных столах.

ТЕМА 4.4 СПОСОБЫ СБОРКИ ТИПОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1 Классификация соединений деталей машин

Ознакомиться с материалом по [18, с. 136...149];

2 Сборка неподвижных разъемных соединений: резьбовых и с натягом

Изучить материал по [18, с.136...139] – для соединений резьбовых неподвижных разъемных и по [18, с.139...140] – для соединений легкоразъемных с натягом;

3 Сборка неподвижных неразъемных соединений:
с натягом, путем пластического деформирования, пайкой и склеиванием

Изучить материал по [18, с.141...145] – для неподвижных неразъемных соединений с натягом, по [18, с.145...147]] – для неподвижных неразъемных соединений, полученных путем пластического деформирования, по [18, с.147...149]] – для неподвижных неразъемных соединений, полученных пайкой и склеиванием

4 Сборка подшипниковых узлов. Сборка зубчатых соединений.
Сборка резьбовых соединений

Изучить материал по [14, с.500...504] – для сборки подшипниковых узлов и зубчатых соединений.

5 Инструмент, применяемый при сборке. Механизация и автоматизация сборки

Изучить материал по [14, с. 473...477; 495...500, 505...508, 514...519]; [17, с.467...472].

ТЕМА 4.2 БАЛАНСИРОВКА И ДОСБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

1 Балансировка деталей и сборочных единиц: виды неуравновешенности и способы ее устранения; этапы балансировки и ее сущность

Изучить материал по [18, с.152...155], [14, с.508...513].

В результате погрешности изготовления деталей, вращающихся в процессе их эксплуатации, часто возникает неуравновешенность деталей, оцениваемая дисбалансом, который устраняется балансировкой.

Методы балансировки:

1 – статическая (в поле сил тяжести – при неподвижном роторе);

2 – динамическая (в поле сил инерции – при вращающемся роторе).

Этапы балансировки

1 – измерительный – определение значения и фазы дисбаланса;

2 – преобразовательный – преобразование полученных данных в параметры того технологического метода, который принят для устранения неуравновешенности;

3 – корректировочный – установления дисбаланса.

Последний этап состоит в размещении или удалении корректирующих масс.

Корректировка неуравновешенности осуществляется:

- 1 – закреплением корректирующих грузов;
- 2 – удалением части материала путём сверления, фрезерования или эксцентрического растачивания в заранее определённом торцовом сечении.

2 Очистка деталей перед сборкой: мойка, продувка сжатым воздухом. Окраска, сушка, консервация

Ознакомиться с материалом по [18, с.149...151], [14, с.524...527].

Деталь перед сборкой необходимо очистить от коррозионных, смазочных материалов, стружки, опилок, абразивного порошка, остатков обтирочного материала и т.д. Для этих целей детали подвергаются мойке и продувке сжатым воздухом.

Процесс мойки состоит из следующих этапов:

- 1 механическое воздействие жидкости;
- 2 смачивание;
- 3 температурное воздействие;
- 4 адсорбирование ;
- 5 смывка.

Применяемые моющие жидкости должны разлагать загрязнения, хорошо смачивать поверхность, препятствовать повторному осаждению растворенных примесей на поверхность деталей.

Состав моющих жидкостей:

- 1 – неорганические вещества (щелочи);
- 2 – вещества с поверхностно-активными свойствами (мыло, кислоты, спирты).

Для ослабления влияния щелочной основы растворов на стальные и, особенно, алюминиевые детали после мойки их сразу рекомендуется промыть чистой водой, поэтому, как правило, мойка осуществляется в двухкамерной моющей машине.

Наиболее тщательная очистка достигается промывкой в жидкой среде с помощью ультразвука. При этом одновременно ударные волны ультразвука интенсивно разрушают слой смазочного материала, грязи и т.д., покрывающие поверхность детали, и происходит химическое воздействие моющей жидкости на загрязнение. Жидкой средой в данном случае являются органические растворители (бензин, спирт), смеси бензина, а также водные растворы щелочей и синтетических поверхностно-активных веществ. Температура органических растворителей поддерживается не выше 30°C, а водных растворов 60°C. Мойка в ультразвуковой ванне продолжается 1 – 5 минут в зависимости от степени загрязнения и конфигурации детали. Затем детали промывают в горячей и холодной воде и затем просушивают в течение 10 – 15 мин.

Большую роль в обеспечении чистоты деталей играет их обдувка сжатым воздухом перед сборкой. Особенно тщательно следует продувать отверстия, пазы, канавки и другие труднодоступные места.

3 Досборочная обработка:

3.1 досборочная размерная обработка: опилование, шабрение, притирка.

3.2 досборочная совместная обработка: цель применения, схемы обработки, используемое оборудование

1 Изучить материал по [18, с.155...161].

2 Изучить материал по [18, с.161...162].

3.1 досборочная размерная обработка (пригонка)

Пригонка применяется в серийном и единичном производстве, когда необходимую точность размеров и форму деталей экономически не выгодно обеспечивать методами взаимозаменяемости. В результате пригонки деталь годится только для данной сборочной единицы.

Виды пригоночных работ:

- опилование;
- шабрение;
- притирка.

Если при притирке кроме пригонки достигается высокая точность размера, то ее называют доводкой.

3.2 совместная досборочная обработка

Она выполняется, когда требуемая точность взаимного расположения соответствующих друг другу элементов разных деталей легче всего достигается путём обработки этих деталей в сборе.

Как правило, такими элементами являются отверстия под крепёж.

Для их обработки в сборочных цехах используют:

- 1 – механизированные приспособления (электро-и - пневмодрель),
- 2 – переносные и стационарные сверлильные станки.

Обработка на станках обеспечивает более высокую точность

В зависимости от конструкции соединения и требуемой точности возможны следующие сочетания способов обработки:

- 1 – сверление;
- 2 – сверление и резьбонарезание;
- 3 – сверление и развёртывание;
- 4 – сверление, зенкерование и развёртывание.

При совместной обработке детали следует надёжно закреплять в специальных или универсальных приспособлениях.

ТЕМА 4.3 СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ СБОРКИ

1 Цель расчленения машины на сборочные единицы, правила, выдерживаемые при этом

Изучить материал по [17, с.464...466.

Расчленение машин по уровням на сборочные единицы и детали вызываются конструктивными соображениями и требованиями производства и обеспечивается разъемами и стыками, подразделяющимися на конструктивные и технологические. Технологические создаются с целью оптимизации процесса сборки.

Разъемы выполняются с помощью резьбовых, клиновых, шпоночных и других разъемных соединений, а стыки с помощью неразъемных.

Кроме того, при расчленении машины на сборочные единицы необходимо соблюдать следующие правила:

1 – сборочная единица в процессе комплектации не должна требовать разборки ее самой и составляющих ее частей;

2 – сборочные единицы, части которых входят в другие агрегаты (высшего порядка) должны расчленяться таким образом, чтобы одна сборочная единица входила в один агрегат;

3 – сборочная единица выделяется в обязательном порядке, если в процессе ее комплектования возникает необходимость изменения базовой детали для сборки;

4 – сборочная единица должна образовываться на основе применения одного способа соединения;

5 – ввод составных частей (деталей узлов) в сборочную единицу должен производиться по кратчайшему пути, отдельные звенья должны соединяться наименьшим количеством деталей;

6 – число деталей сборочной единицы не должно превышать 2...5 штук при штучной и 4...8 штук при автоматизированной сборке;

7 – операции пригонки, совместной доработки и регулирования допустимы только в мелкосерийном и единичном производстве.

2 Комплектация сборочных единиц.

Правила разработки технологических схем сборки

Изучить материал по [18, с.311...312].

При разработке технологической схемы сборки выполняют расчленение изделия на отдельные сборочные единицы разных уровней.

В каждой сборочной единице детали подразделяют на:

1 – базовую;

2 – комплектующие;

3 – соединительные.

При соединении деталей в сборочные единицы они должны сохранять определённое взаимное расположение в пределах заданной точности с учётом обеспечиваемых натягов или зазоров.

Кроме этих соображений при проектировании схемы сборки следует руководствоваться следующими правилами:

1 – для удобства чтения схемы сборки, детали и сборочные единицы обозначаются прямоугольниками, в верхней части которых указываются обозначение и количество, а в нижней – их наименование;

2 – базовую деталь располагают слева, а собираемое изделие – в конце схемы, справа;

3 – сверху от линии, соединяющей базовую деталь с изделием, располагаются детали, а снизу – сборочные единицы;

4 – комплектующие и соединительные детали следует располагать в последовательности их присоединения к изделию;

5 – в необходимых случаях схему следует дополнять технологическими указаниями: запрессовать, измерить зазор, подобрать компенсатор и т.п.

3 Технический контроль и испытание сборочных единиц и машин

Изучить материал по [17,с.477...478]; [18,с.162...167], [14,с.521... 524].

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебным планом предусматривается выполнение учащимися контрольной работы, состоящей из двух заданий.

Вариант контрольного задания определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачётной книжки) учащегося. Например, учащийся, имеющий шифр 1234, выполняет вариант 34 (см. таблицу вариантов контрольной работы).

При оформлении работ следует придерживаться следующих требований:

1. Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 с пронумерованными страницами одним из следующих способов:

- машинописным; текст печатается на одной стороне листа через 1 (один) интервал, шрифт 14,

- рукописным чертёжным шрифтом по ГОСТ 2.304 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм; следует писать чётко, чёрной пастой, тушью или чернилами;

машинным, с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ. Текст печатается через один интервал, размер шрифта 14.

2. Контрольная работа включает:

- титульный лист;

- содержание;

- основную часть;

- список использованных источников.

3. Титульный лист является первым листом и оформляется в соответствии с приложением Д Стандарта предприятия СТО ТУПК 001–2017.

4. Текстовая часть домашней контрольной работы также оформляется в соответствии со Стандартом предприятия СТО ТУПК 001–2017.

5. Последовательность заполнения листов домашней контрольной работы должна выдерживаться в соответствии с заданием. Условие каждого задания должно быть приведено полностью.

6. Все рисунки и таблицы должны быть пронумерованы сквозной нумерацией.

7. После выполнения последнего задания должен быть приведен список использованных источников.

8. Домашняя контрольная работа помещается в папку с верхним прозрачным листом, либо в папку-скоросшиватель, либо листы работы могут быть скреплены с помощью степлера .

9. Работа должна быть выполнена и предоставлена на рецензию своевременно, в соответствии с учебным графиком. После получения зачтенной работы необходимо внести дополнения и исправления по замечаниям рецензии.

Если работа не зачтена, учащийся дорабатывает ее в соответствии с рекомендациями преподавателя. Доработка производится в той же контрольной работе после рецензии преподавателя.

10. При затруднении в выполнении какого – либо задания учащийся может обратиться к преподавателю за консультацией.

Таблица 4 - Номера вариантов и заданий для выполнения контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1 101	3 103	6 106	10 110	15 115	21 121	28 128	36 136	45 145	55 155
1	2 102	5 105	9 109	14 114	20 120	27 127	35 135	44 144	54 154	64 164
2	4 104	8 108	13 113	19 119	26 126	34 134	43 143	53 153	63 163	72 172
3	7 107	12 112	18 118	25 125	33 133	42 142	52 152	62 162	71 171	79 179
4	11 111	17 117	24 124	32 132	41 141	51 151	61 161	70 170	78 178	85 185
5	16 116	23 123	31 131	40 140	50 150	60 160	69 169	77 177	84 184	90 190
6	22 122	30 130	39 139	49 149	59 159	68 168	76 176	83 183	89 189	94 194
7	29 129	38 138	48 148	58 158	67 167	75 175	82 182	88 188	93 193	97 197
8	37 137	47 147	57 157	66 166	74 174	81 181	87 187	92 192	96 196	99 199
9	46 146	56 156	65 165	73 173	80 180	86 186	91 191	95 195	98 198	100 200

Задача № 1

Рассчитать себестоимость заготовки для данной в соответствии с вариантом (в таблице 5) детали, исходя из минимума затрат. Определить коэффициент использования материала (тип производства – среднесерийный). Чертежи деталей в соответствии с вариантами приведены в альбоме №1 или в альбоме №2 . Выполнить чертеж заготовки.

Примечание. Альбомы №1 и №2 являются приложением к данным методическим указаниям и имеются в библиотеке колледжа, на заочном отделении или у преподавателя.

Таблица № 5 - Задания к задаче № 1

№ задания	Метод получения заготовки	№ чертежа детали
1	прокат	01
2	штамповка	02
3	отливка	03
4	отливка	04
5	штамповка	05
6	штамповка	06
7	штамповка	07
8	прокат	08
9	отливка	09
10	отливка	10
11	штамповка	11
12	отливка	12
13	штамповка	13
14	отливка	14
15	штамповка	15
16	отливка	16
17	прокат	17
18	отливка	18
19	штамповка	19
20	отливка	20
21	штамповка	21
22	прокат	22
23	штамповка	23
24	штамповка	24
25	прокат	25
26	прокат	26
27	отливка	27
28	штамповка	28
29	штамповка	29
30	штамповка	30
31	штамповка	31
32	штамповка	32
33	штамповка	33
34	прокат	34

№ задания	Метод получения заготовки	№ чертежа детали
35	штамповка	35
36	штамповка	36
37	штамповка	37
38	штамповка	38
39	штамповка	39
40	штамповка	40
41	отливка	41
42	штамповка	42
43	отливка	43
44	прокат	44
45	штамповка	45
46	штамповка	46
47	штамповка	47
48	штамповка	48
49	штамповка	49
50	отливка	50
51	отливка	51
52	штамповка	52
53	отливка	53
54	штамповка	54
55	прокат	55
56	штамповка	01
57	штамповка	02
58	отливка	03
59	штамповка	05
60	штамповка	06
61	штамповка	07
62	прокат	08
63	отливка	09
64	штамповка	11
65	отливка	12
66	штамповка	13
67	отливка	14
68	штамповка	15
69	отливка	16
70	отливка	18
71	штамповка	19
72	отливка	20
73	штамповка	21
74	прокат	22
75	штамповка	23
76	штамповка	29
77	штамповка	33
78	прокат	34
79	штамповка	37

№ задания	Метод получения заготовки	№ чертежа детали
80	штамповка	40
81	отливка	41
82	отливка	43
83	прокат	44
84	штамповка	45
85	штамповка	46
86	штамповка	47
87	штамповка	48
88	штамповка	49
89	отливка	50
90	отливка	53
91	штамповка	54
92	прокат	04
93	прокат	24
94	штамповка	25
95	штамповка	26
96	прокат	27
97	прокат	28
98	прокат	30
99	прокат	31
100	прокат	32

Задача № 2

Рассчитать припуски и предельные размеры по технологическим операциям (переходам) расчетно-аналитическим методом на обработку поверхности указанной в соответствии с вариантом в таблице 6. Построить схему графического расположения припусков и допусков на обработку данной поверхности. Чертежи деталей в соответствии с вариантами приведены в альбомах №1 и №2 .

Примечание. Альбомы №1 и №2 являются приложением к данным методическим указаниям и имеются в библиотеке колледжа, на заочном отделении или у преподавателя.

Таблица 6 - Варианты заданий для выполнения задачи № 2

Номер задания	№ поверхности, для которой следует определить припуски	Метод получения заготовки	Номер чертежа
101	1	прокат	01
102	1	штамповка	02
103	1	отливка	03
104	1	отливка	04
105	1	штамповка	05
106	1	штамповка	06
107	1	штамповка	07
108	1	прокат	08
109	1	отливка	09
110	1	отливка	10
111	1	штамповка	11
112	1	отливка	12
113	1	штамповка	13
114	1	отливка	14
115	1	штамповка	15
116	1	отливка	16
117	1	прокат	17
118	1	отливка	18
119	1	штамповка	19
120	1	отливка	20
121	1	штамповка	21
122	1	прокат	22
123	1	штамповка	23
124	1	штамповка	24
125	1	прокат	25
126	1	прокат	26
127	1	отливка	27
128	1	штамповка	28
129	1	штамповка	29
130	1	штамповка	30
131	1	штамповка	31
132	1	штамповка	32
133	1	штамповка	33

Номер задания	№ поверхности, для которой следует определить припуски	Метод получения заготовки	Номер чертежа
134	1	прокат	34
135	1	штамповка	35
136	1	штамповка	36
137	1	штамповка	37
138	1	штамповка	38
139	1	штамповка	39
140	1	штамповка	40
141	1	отливка	41
142	1	штамповка	42
143	1	отливка	43
144	1	прокат	44
145	1	штамповка	45
146	1	штамповка	46
147	1	штамповка	47
148	1	штамповка	48
149	1	штамповка	49
150	1	отливка	50
151	1	отливка	51
152	1	штамповка	52
153	1	отливка	53
154	1	штамповка	54
155	1	прокат	55
156	2	прокат	01
157	2	штамповка	02
158	2	отливка	03
159	2	штамповка	05
160	2	штамповка	06
161	2	штамповка	07
162	2	прокат	08
163	2	отливка	09
164	2	штамповка	11
165	2	отливка	12
166	2	штамповка	13
167	2	отливка	14
168	2	штамповка	15
169	2	отливка	16
170	2	отливка	18
171	2	штамповка	19
172	2	отливка	20
173	2	штамповка	21
174	2	прокат	22
175	2	штамповка	23
176	2	штамповка	29
177	2	штамповка	33

Номер задания	№ поверхности, для которой следует определить припуски	Метод получения заготовки	Номер чертежа
178	2	прокат	34
179	2	штамповка	37
180	2	штамповка	40
181	2	отливка	41
182	2	отливка	43
183	2	прокат	44
184	2	штамповка	45
185	2	штамповка	46
186	2	штамповка	47
187	2	штамповка	48
188	2	штамповка	49
189	2	отливка	50
190	2	отливка	53
191	2	штамповка	54
192	1	отливка	04
193	1	штамповка	24
194	1	прокат	25
195	1	прокат	26
196	1	отливка	27
197	1	штамповка	28
198	1	штамповка	30
199	1	штамповка	31
200	1	штамповка	32

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
по предмету
«ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

по теме: РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВКИ, РАСЧЕТ
ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА
ЗАГОТОВКИ

Контрольная работа состоит из пояснительной записки и графической части.

СОСТАВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Задача №1

1. Расчет себестоимости заготовки, полученной по заданному в таблице 2 методу
2. Определение коэффициента использования материала
3. Выполнение технического эскиза заготовки

Задача №2

1. Расчет расчетно-аналитическим методом припусков на обработку поверхности, указанной в соответствии с вариантом в таблице 3
2. Выполнение схемы расположения припуска на обработку заданной поверхности детали.

СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

- 1 Технический эскиз заготовки
- 2 Схема расположения припусков на обработку заданной поверхности

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Задача №1

1 РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПО ЗАДАННОМУ МЕТОДУ

1 Ознакомиться с рабочим чертежом детали и способом получения заготовки.

2 Уточнить основные характеристики заготовки.

2.1 Для поковки способ изготовления (штамповки), основное деформирующее оборудование – по ГОСТ 7505-89 (приложение 1);

2.2 Для отливки: технологический процесс литья, тип сплава в соответствии с таблицами приложений 1...5 ГОСТ 26645-85; класс размерной точности по таблице 9 приложения 1, степень коробления по таблице 10 приложения 2, степень точности поверхности по таблице 11 приложения 3, класс точности массы по таблице 13 приложения 5, допуск смещения, конфигурацию поверхности разъёма формы и модели - по ГОСТ 26645-85 (раздел 5, с. 29...31);

3 Назначить допуски на размеры заготовки:

3.1 последовательность определения допусков и предельных отклонений на *поковку* по ГОСТ 7505-89. Назначение выполнять в табличной форме;

3.1.1 рассчитать массу поковки, как произведение массы детали на расчётный коэффициент, определённый по таблице 20 приложения 3;

3.1.2 найти класс точности, пользуясь таблицей 19 приложения 1;

3.1.3 определить группу стали по таблице 1 на с.8;

3.1.4 определить степень сложности, используя методику приложения 2;

3.1.5 выбрать конфигурацию поверхности разъёма штампа (П - плоская, Ин - изогнутая несимметрично, Ис - изогнутая симметрично);

3.1.6 найти исходный индекс по таблице 2 на с.10;

3.1.7 определить номера поверхностей, для которых необходимо назначить допуски на размеры (все наружные обрабатываемые поверхности, отверстия, прошиваемые или намечаемые в заготовке, обрабатываемые торцы);

3.1.8 составить предварительно эскиз заготовки: линией «штрих, две точки» прочертить контур детали, наметить припуски на всех обрабатываемых поверхностях, наметить поверхность разъёма штампов;

3.1.9 назначить вид каждого размера.

Виды размеров:

длина, ширина, диаметр, высота и глубина – размеры элементов поковки, получаемых в одной части штампа;

толщина – высотный размер элемента поковки, получаемый в обеих частях штампа.

3.1.10 назначить допуски на размеры поковки в зависимости от исходного индекса, конкретных размеров детали и вида размера по таблице 8 на с 17...19, учитывая, что допускаемые отклонения внутренних размеров поковок устанавливаются с обратными знаками.

3.1.11 указать величину допуска и (в скобках) величины предельных отклонений;

3.1.8 при необходимости найти по таблице 9...17 допускаемые отклонения отдельных элементов поковки для указания их в технических требованиях на чертеже заготовки.

3.2 Последовательность определения допусков на размеры **отливки** по ГОСТ 26645-85:

3.2.1 определить поверхности, для которых необходимо назначить допуски на заготовку (все наружные обрабатываемые поверхности, отверстия, проливаемые в заготовке, обрабатываемые торцы);

3.2.1.2 составить предварительно эскиз заготовки: тонкой сплошной линией прочертить контур детали, наметить припуски на всех обрабатываемых поверхностях, наметить поверхность разъема форм и модели;

3.2.1.3 по чертежу детали выписать номинальные размеры деталей;

3.2.1.4 допуск на номинальные размеры отливки определяется по таблице 1 ГОСТ 26645-85 в зависимости от класса размерной точности;

3.2.1.5 допуск формы и расположения элементов отливки на каждый номинальный размер определяется по таблице 2 в зависимости от степени коробления;

3.2.1.6 общий допуск находится по таблице 16 в зависимости от допуска размера и допуска формы и расположения элементов поверхности;

3.2.2 При необходимости найти по таблицам 3;4;12;16 допускаемые отклонения и шероховатости отдельных элементов отливки для указания их в технических требованиях на чертеже заготовки.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА

Коэффициент использования материала определяется по формуле:

$$КИМ = \frac{m_{д}}{H.расх}$$

где $m_{д}$ - масса детали, кг;
 $m_{з}$ - масса заготовки, кг.

Деталь считается технологичной, если КИМ:

≥ 0.75 - для заготовок, полученных литьем;

≥ 0.65 - для заготовок, полученных горячей штамповкой;

≥ 0.45 - для заготовок, полученных из проката;

≥ 0.38 - для заготовок, полученных свободной ковкой.

Рекомендации: [15, с.38].

3 ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЭСКИЗА ЗАГОТОВКИ

Технический эскиз заготовки выполняется после определения припусков на обработку и расчета размеров заготовки.

ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧЕМУ ЧЕРТЕЖУ ЗАГОТОВКИ

1 Чертеж заготовки на стальную штампованную поковку выполняется в соответствии с ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 3.1126-88, а на стальную или чугунную отливку – по ГОСТ 3.1125-88.

3 Последовательность выполнения чертежа заготовки:

3.1 на чертеже выполняется изображение готовой детали, которое выполняется линией «штрих – две точки» для поковок и тонкой сплошной линией для отливок; размеры детали не проставляются;

3.2 общие припуски на заготовку наносятся около обрабатываемых поверхностей, увеличивая наружные поверхности и уменьшая внутренние;

3.3 намечается поверхность разъема штампов для поковок или модели и формы для отливок;

3.4 прочерчиваются уклоны в сторону увеличения припусков в направлении поверхности разъема;

3.5 обводится контур заготовки;

3.6 проставляются величины припусков на сторону и размеры заготовки с указанием предельных отклонений.

4 Чертеж заготовки должен иметь все размеры, необходимые для ее получения, отклонения на размеры, параметры шероховатости.

5 Технические требования должны содержать:

5.1 твердость, термообработку и основные свойства материала;

5.2 материал – заменитель;

5.3 рекомендации по отклонениям от правильной геометрической формы и взаимного расположения поверхностей;

5.4 неуказанные на чертеже размеры закруглений, штамповочные и литейные уклоны;

5.5 требования к покрытиям;

5.6 требования к маркировке и клеймению.

Типовые технические требования к поковкам и отливкам приведены в приложении Б

6 Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию.

7 Каждый пункт технических требований записывается с красной строки.

Задача №2

1 РАСЧЕТ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ ПОВЕРХНОСТИ

Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку разработан проф. В. М. Кованом. При этом методе рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска, с использованием нормативных материалов. Припуски на обработку определяют таким образом, чтобы на выполняемом технологическом переходе были устранены погрешности изготовления детали, которые остались на предшествующем переходе.

1 Изучить чертеж детали

2 Установить маршрут обработки поверхности заданной для расчета. Заполнить графу 2 таблицы 7.

3 Описать способ базирования детали в приспособлении: по какой поверхности (размер и степень обработанности) и в какое приспособление устанавливается деталь на каждом переходе

4 Определить точность обработки, технологические допуски и шероховатость обработки для каждого перехода механической обработки [3, с. 8...9, таблица 4; с. 11...12, таблица 5]. Заполнить графы 3 и 4 таблицы 7.

5 Определить погрешность базирования, закрепления и установки для каждого перехода индивидуально, заполняя графу 5 и 6 таблицы 7: [1, с. 75...83].

Все расчеты выполнять в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой.

6 Величину допуска заготовки для заданной поверхности заимствовать из расчета заготовки.

7 Заполнить в таблицу 7 значение шероховатости параметром R_z в графу 2, толщины дефектного слоя h (в [9 и 10] толщина дефектного слоя обозначена символом «Т») в графу 3.

Все расчеты в графах со второй по седьмую выполнять в миллиметрах с точностью до трех знаков после запятой.

8 Выполнить расчет $\rho_{\text{заг}}$ и $\rho_{\text{ост}}$, используя методику [10 с 68...75] или [9 с 66...73]. При расчете $\rho_{\text{ост}}$ по формуле

$$\rho_{\text{ост}} = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y,$$

коэффициент уточнения K_y можно принимать, руководствуясь следующими рекомендациями:

для черновой обработки $K_y = 0,06$,

для получистовой обработки $K_y = 0,05$,

для чистовой обработки $K_y = 0,04$,

для отделочной обработки $K_y = 0,005$.

Более подробные рекомендации приведены в [10 с 74...75] и [9 с 73]. Заполнить графу 4 в таблице 7.

Таблица 7 - Аналитический расчёт припусков, мм

Переходы механической обработки поверхности (указать размер с допуском по чертежу детали)	Элементы припусков				Расчётный припуск $2Z_{\min}$	Расчётный размер, d_p или D_p	Допуск, T	Предельный размер		Предельный припуск	
	R_z	h	ρ	\mathcal{E}_y				d_{\min} или D_{\max}	d_{\max} или D_{\min}	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка (по способу получения)	[26, с.182, т.6; 7; с.186, т.12]; [15, с.66 т.3.20; т.3.23; т.3.24]			-	-		По стандарту на вид заготовки			-	-
Промежуточные переходы механической обработки (в соответствии с ТП механической обработки детали)	[26, с 8...9, т.4; с11...12, т.5]; [3, с 134...137, т. 2...4]; [10, с. 66...67]		[10 с. 63...83]				[26, с 8...9, с.11...12]; [15, с.134...137]; ;				
Последний переход механической обработки (в соответствии с ТП механической обработки детали)	-	-	-	[10 с. 75...83]			По чертежу детали				
СУММАРНЫЙ ПРИПУСК:											

9 Выполнить расчет минимальных припусков, используя формулы в [10 с 65 таблица 26]. При этом следует помнить, что обозначение «Т» в формулах заменено обозначением «h» для глубины дефектного поверхностного слоя. Заполнить графу 6 в таблице 7.

10 Рассчитать операционные размеры по методике [10 с 63 таблица 25 пункты 4 и 5] или [9 с 61 таблица 4.1 пункты 4 и 5]. Заполнить графу 7 таблицы 7.

11 Дальнейшие расчеты производить, одновременно заполняя таблицу 7, пользуясь последовательностью расчетов, приведенной в [10 с 63...64, таблица 25 п.6...10] или [9 с 61...62, таблица 4.1 п 6...10].

При округлении расчетных размеров до знака допуска:

11.1 при расчете припусков для наружной поверхности в графе 9 записывается размер d_{\min} , а в графе 10 – d_{\max} ;

11.2 при расчете припусков для отверстия в графе 9 записывается размер D_{\max} , а в графе 10 – D_{\min} .

12 Провести и описать проверку правильности выполнения расчетов по формуле:

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}$$

13 Рассчитать величину номинального припуска по формулам в [10 с 64] и [9 с 62]. При этом следует обратить внимание на устаревшие обозначения: Н - нижнее предельное отклонение, В - верхнее предельное отклонение.

14 Определить номинальный размер заготовки:

14.1 для наружных поверхностей прибавлением номинального припуска к номинальному размеру детали;

14.2 для внутренних поверхностей вычитанием номинального припуска из номинального размера детали.

15 Построить схему расположения межоперационных припусков и операционных размеров с допусками.

Примеры расчета припусков: [9, с.83...87; 87...92]; [10, с.85...90; 90...96]; [26, том I, с.193];

Более схематично порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам приведен в таблице №8.

Таблица №8 - Порядок расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

	Для наружных поверхностей	Для внутренних поверхностей	
	1. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, записать в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности заготовки и технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности от черновой заготовки до окончательной обработки		
	2. Записать значения Rz , T , ρ , ε и δ , где $R_{z_{i-1}}$ – высота микронеровностей поверхности на предшествующем переходе, мкм. T_{i-1} – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе, мкм. ρ_{i-1} – пространственное отклонение расположения на предшествующем переходе, мкм ε_i – погрешность установки детали на выполняемом переходе, мкм; δ - допуск на размер, мкм		
	3. Определить расчетные минимальные припуски на обработку по всем технологическим переходам (смотри таблицу 1)		
ГРАФА «РАСЧЕТНЫЙ РАЗМЕР» d_p	4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наименьший предельный размер детали по чертежу d_{p4}	4. Записать для конечного перехода в графу «Расчетный размер» наибольший предельный размер детали по чертежу D_{p4}	ГРАФА «РАСЧЕТНЫЙ РАЗМЕР» D_p
	5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу расчетного припуска Z_{min} $d_{p3} = d_{p4} + 2Z_{min4}$	5. Для перехода, предшествующего конечному, определить расчетный размер вычитанием из наибольшего предельного размера по чертежу расчетного припуска Z_{min} $D_{p3} = D_{p4} - 2Z_{min4}$	
	6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода прибавлением к расчетному размеру расчетного припуска Z_{min} следующего за ним смежного перехода $d_{p2} = d_{p3} + 2Z_{min3}$ $d_{p1} = d_{p2} + 2Z_{min2}$	6. Последовательно определить расчетные размеры для каждого предшествующего перехода вычитанием из расчетного размера расчетного припуска Z_{min} следующего за ним смежного перехода $D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{min3}$ $D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{min2}$	

ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕР» d_{\min}	<p>7. Записать наименьшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода</p> $d_{\min 4} = d_{p4}$ $d_{\min 3} = d_{p3}$ $d_{\min 2} = d_{p2}$ $d_{\min 1} = d_{p1}$	<p>7. Записать наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их уменьшением расчетных размеров; округление производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода</p> $D_{\max 4} = D_{p4}$ $D_{\max 3} = D_{p3}$ $D_{\max 2} = D_{p2}$ $D_{\max 1} = D_{p1}$	ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕР» D_{\max}
ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕР» d_{\max}	<p>8. Определить наибольшие предельные размеры прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру</p> $d_{\max 4} = d_{\min 4} + \delta_4$ $d_{\max 3} = d_{\min 3} + \delta_3$ $d_{\max 2} = d_{\min 2} + \delta_2$ $d_{\max 1} = d_{\min 1} + \delta_1$	<p>8. Определить наименьшие предельные размеры путем вычитания допуска из округленного наибольшего предельного размера</p> $D_{\min 3} = D_{\max 4} - \delta_4$ $D_{\min 3} = D_{\max 3} - \delta_3$ $D_{\min 2} = D_{\max 2} - \delta_2$ $D_{\min 1} = D_{\max 1} - \delta_1 = 37,8 - 1,0 = 36,8 \text{ мм}$	ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЙ РАЗМЕР» D_{\min}
ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ» $2Z_{\max}^{np}$ и $2Z_{\min}^{np}$	<p>9. Записать предельные значения припусков $2Z_{\max}^{np}$ как разность наибольших предельных размеров и $2Z_{\min}^{np}$ как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов</p> $2Z_{\max 4}^{np} = d_{\max 3} - d_{\max 4}$ $2Z_{\min 4}^{np} = d_{\min 3} - d_{\min 4}$ $2Z_{\max 3}^{np} = d_{\max 2} - d_{\max 3}$ $2Z_{\min 3}^{np} = d_{\min 2} - d_{\min 3}$ $2Z_{\max 2}^{np} = d_{\max 1} - d_{\max 2}$ $2Z_{\min 2}^{np} = d_{\min 1} - d_{\min 2}$	<p>9. Записать предельные значения припусков $2Z_{\max}^{np}$ как разность наименьших предельных размеров и $2Z_{\min}^{np}$ как разность наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов</p> $2Z_{\min 4}^{np} = D_{\max 4} - D_{\max 3}$ $2Z_{\max 4}^{np} = D_{\min 4} - D_{\min 3}$ $2Z_{\min 3}^{np} = D_{\max 3} - D_{\max 2}$ $2Z_{\max 3}^{np} = D_{\min 3} - D_{\min 2}$ $2Z_{\min 2}^{np} = D_{\max 2} - D_{\max 1}$ $2Z_{\max 2}^{np} = D_{\min 2} - D_{\min 1}$	ГРАФА «ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ» $2Z_{\max}^{np}$ и $2Z_{\min}^{np}$
	<p>10. Определить общие припуски $2Z_{0\max}$ и $2Z_{0\min}$, суммируя промежуточные припуски на обработку</p> $2Z_{0\max} = 2Z_{\max 2}^{np} + 2Z_{\max 3}^{np} + 2Z_{\max 4}^{np}$ $2Z_{0\min} = 2Z_{\min 2}^{np} + 2Z_{\min 3}^{np} + 2Z_{\min 4}^{np}$		
	<p>11. Определить общий номинальный припуск по формулам</p> $2Z_{0\text{ ном}} = 2Z_{0\min} + H_3 - H_d$	<p>11. Определить общий номинальный припуск по формулам</p> $2Z_{0\text{ ном}} = 2Z_{0\min} + B_3 - B_d$	
	<p>12. Проверить правильность произведенных расчетов по формулам</p> $2Z_{\max}^{np} - 2Z_{\min}^{np} = \delta_{D_{i-1}} - \delta_{D_i}$ $2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = \delta_{D_3} - \delta_{D_d}$		

2 ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИПУСКА НА ОБРАБОТКУ ЗАДАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ

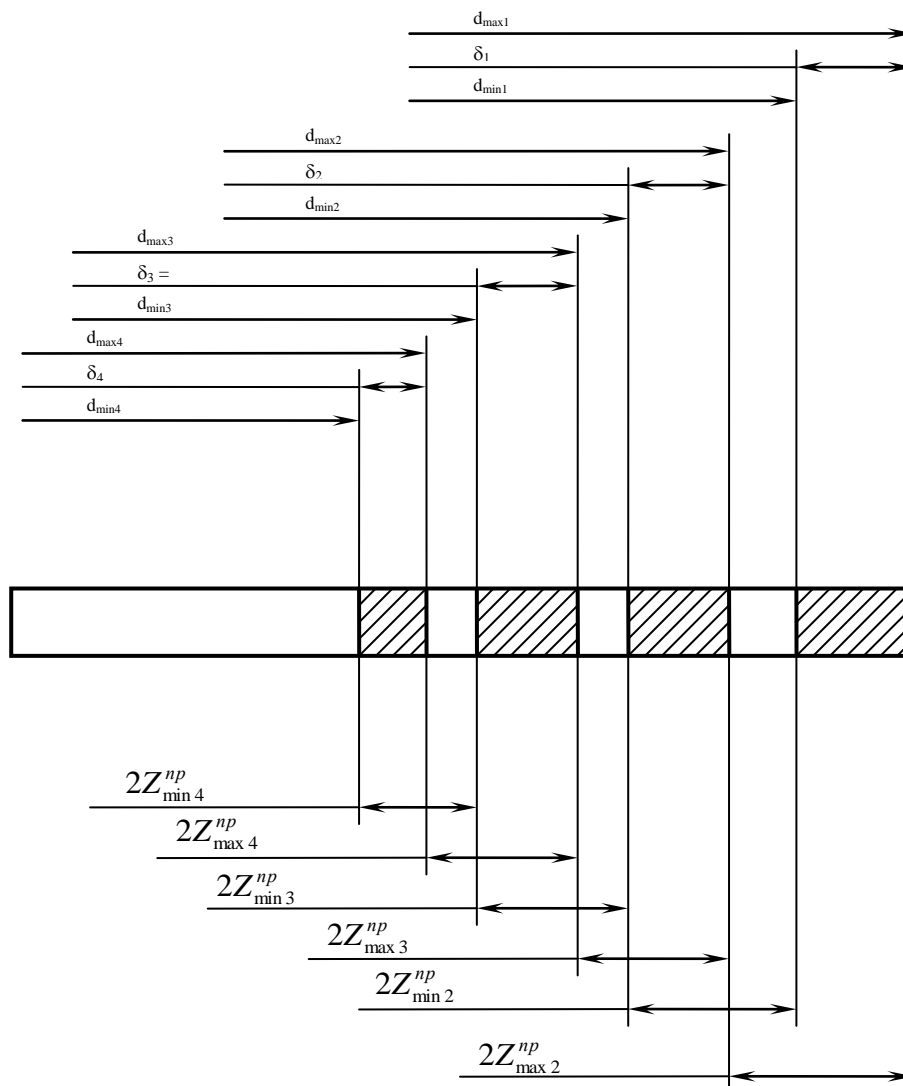


Рисунок 3 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку наружной поверхности

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ №1

Рассчитать себестоимость заготовки для данной в соответствии с вариантом детали, исходя из минимума затрат. Определить коэффициент использования материала (тип производства – среднесерийный).

Исходные данные из таблицы вариантов:

Деталь - зубчатое колесо

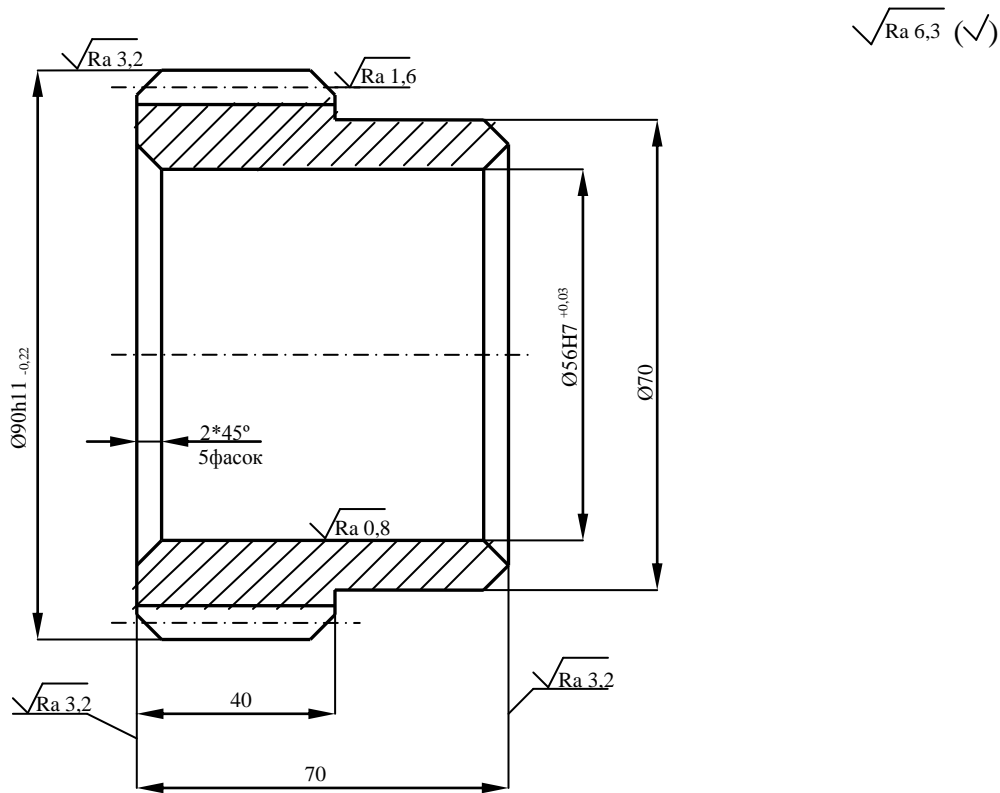
Метод получения заготовки – 1 вариант - прокат

2 вариант - штамповка

Исходные данные из чертежа детали:

Материал зубчатого колеса – сталь 45 ГОСТ 1050-2013

Масса детали $q=1,37$ кг



1. Неуказанные предельные отклонения размеров: H12; h12; ±IT12/2

Рисунок 4 - Зубчатое колесо

РЕШЕНИЕ

Первый вариант – заготовка из проката

Себестоимость заготовки из проката

$$S_{\text{заг}}=M+\sum C_{\text{оз}}, \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость заготовительной операции

$$\sum C_{\text{оз}}=C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт-к}}/(60 \cdot 100) \text{руб.}$$

$$C_{\text{п.з.}}=121 \text{ ([3] – стр. 30)}$$

Круглый прокат режут на штучные заготовки на станке 8Г642 дисковой пилой.

Штучно-калькуляционное время отрезной операции

$$T_{\text{шт-к}} = \varphi_{\text{к}} \times T_0$$

$$T_0 = 0,011 \times l = 0,011 \times 95 = 1,045 \text{ мин}$$

$$\varphi_{\text{к}} = 1,84 \text{ ([2] – стр. 147)}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,84 \times 1,045 = 1,92 \text{ мин.}$$

$$\sum C_{\text{оз}} = 121 \times 1,92 / (60 \times 100) = 0,038 \text{ руб.}$$

Затраты на материал заготовки:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{омх}} / 1000;$$

Для определения диаметра проката необходимо назначить припуск на поверхность зубчатого колеса с наибольшим диаметром – Ø90.

Маршрут обработки состоит из двух переходов ([26]-табл. 4, стр. 8):

1. чернового точения
2. получистового точения

Припуски на обработку ([44] - т.1, табл. 3.73, стр. 193):

$$2Z_1 = 3,6 \text{ мм}$$

$$2Z_2 = 1 \text{ мм}$$

Определяем диаметр проката

$$D_3 = D_d + 2Z_1 + 2Z_2 = 90 + 3,6 + 1 = 94,6 \text{ мм}$$

По ГОСТ 2590-88 выбираем прокат обычной точности Ø95 ([26]-т.1, табл.6.2, стр.169), который обозначаем следующим образом:

$$\text{Круг} \frac{95 - B \text{ ГОСТ } 2590 - 2006}{45 - a \text{ ГОСТ } 1050 - 2013}$$

Предельные отклонения размеров назначаем по [26]-т.1, табл.6.2, стр. 169

$$\text{Ø}95 \begin{matrix} +0,5 \\ -1,3 \end{matrix}$$

Припуск на обработку торцов $2Z=2*2=4,0$ мм ([44]-табл. 3.67, стр. 188)

Длина заготовки

$$L_3=L+2*Z=70+4=74 \text{ мм}$$

Где L_3 – длина, мм

Допуск на длину заготовки назначаем по табл. 66 [26]-т.1, стр. 171

$$74 \pm 1 \text{ мм}$$

Объём заготовки

$$V = \frac{\pi \cdot D_{3п}^2}{4} \cdot L_{3п}$$

где $D_{3п}$ - диаметр заготовки с плюсовым допуском, см.

$L_{3п}$ - длина заготовки с плюсовым допуском, см.

$$V = \frac{3,14 \cdot 9,55^2}{4} \cdot 7,5 = 537 \text{ см}^3$$

Масса заготовки без учёта потерь

$$Q_1 = V \times \rho = 537 \times 7,85 = 4215 = 4,22 \text{ кг}$$

Припуск на зажим при резке $l_1=70$ мм

Припуск на резку $B=6,5$ мм ([26] – табл. 3.65, стр. 186)

Длина торцевой обрезки проката

$$l_2 = (0,3 \dots 0,5) \times D_3$$

$$l_2 = 0,4 \times 95 = 38 \text{ мм}$$

Число заготовок из проката длиной $L=4000$ мм

$$n = (L - (l_1 + l_2)) / (L_3 + B)$$

$$n = (4000 - (70+38)) / (74+6,5) = 48,3$$

Принимаем $n = 48$

Потери на некратность

$$\Pi_{н.к.} = L - (l_1 + l_2) - (L_3 + B) \times n$$

$$\Pi_{н.к.} = 4000 - (70+38) - (74+6,5) \times 48 = 28 \text{ мм}$$

Общие потери

$$\Pi_0 = B \times n + l_1 + l_2 + \Pi_{н.к.}$$

$$\Pi_0 = 6,5 \times 48 + 70 + 38 + 28 = 448 \text{ мм}$$

Общие потери в % от длины проката

$$\Pi = \Pi_0 / L \times 100\%$$

$$\Pi = 448 / 4000 \times 100\% = 11,2\%$$

Масса заготовки из проката с учётом потерь

$$Q = Q_1 \times (1 + \Pi / 100) = 4,22 \times (1 + 11,2 / 100) = 4,69 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала

$$K_{и.м.} = q / Q = 1,37 / 4,69 = 0,29$$

Затраты на материал

$$M = Q \times S - (Q - q) \times S_{омх} / 1000$$

$$S = 0,185 \text{ руб. ([6] – табл. 2.6, стр. 31)}$$

$$S_{омх} = 25 \text{ руб. ([6] – табл. 2.7, стр. 32)}$$

$$M=4,69 \times 0,185 - (4,69 - 1,37) \times 25/1000=0,78 \text{ руб.}$$

Себестоимость заготовки из проката

$$S_{\text{заг.1}} = 0,78 + 0,038=0,82 \text{ руб.}$$

Второй вариант - заготовка получена штамповкой на КГШП

Расчетная масса поковки определяется по ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски»

Расчетный коэффициент $K_p=1,8$ – прил.3

$$1,37 \times 1,8=2,5 \text{ кг}$$

Класс точности - Т3 (прил. 1)

Группа стали – М2 (табл.1)

Степень сложности – С1 (прил. 1)

Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская) – табл. 1

Исходный индекс – 9 – табл. 2

Основные припуски на размеры – табл. 3, мм

1,4 мм – диаметр 90 мм и чистота поверхности 3,2 мкм

1,4 мм – диаметр 70 мм и чистота поверхности 6,3 мкм

1,5 мм – диаметр 56 мм и чистота поверхности 0,8 мкм

1,4 мм – длина 40 мм и чистота поверхности 6,3 мкм

1,4 мм – длина 70 мм и чистота поверхности 3,2 мкм

Дополнительные припуски, учитывающие смещение по поверхности разъема штампа – 0,2 мм – табл. 5

Размеры поковки:

$$\text{диаметр } 90 + (1,4+0,2) \times 2=93,2 \text{ мм}$$

$$\text{диаметр } 70 + (1,4+0,2) \times 2=73,2 \text{ мм}$$

$$\text{диаметр } 56 - (1,5+0,2) \times 2=52,6 \text{ мм}$$

$$\text{длина } 40 + (1,4+0,2) \times 2=43,2 \text{ мм}$$

$$\text{длина } 70 + (1,4+0,2) \times 2=73,2 \text{ мм}$$

Штамповочные уклоны:

на наружные поверхности – 5°

на внутренние поверхности – 7°

Радиус закругления наружных углов – 2,5 мм – табл. 7

Допускаемые отклонения размеров – табл. 8, мм

$$\text{Ø } 93,2^{+0,9}_{-0,5} \quad \text{Ø } 73,2^{+0,9}_{-0,5} \quad \text{Ø } 52,6^{+0,9}_{-0,5} \quad 43,2^{+0,9}_{-0,5} \quad 73,2^{+0,9}_{-0,5}$$

Вычерчиваем эскиз поковки (рис. 4)

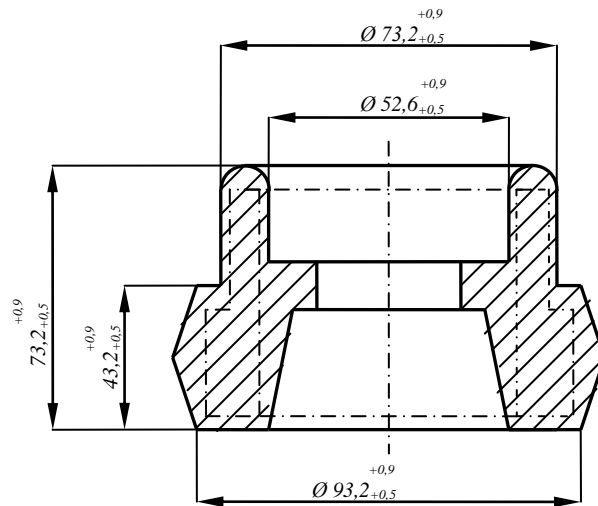


Рисунок 4 - Эскиз поковки

Для определения объёма фигуру поковки разобьём на простые элементы (рис. 5)

$$V_1 = (3,14/4)(9,41^2 - 5,21^2) \times 4,41 = 212,57 \text{ см}^3$$

$$V_2 = (3,14/4)(7,41^2 - 5,21^2) \times 3 = 65,38 \text{ см}^3$$

$$V = V_1 + V_2 = 212,57 + 65,38 = 277,95 \text{ см}^3$$

Масса поковки

$$Q = V \times \gamma = 277,95 \times 7,85 = 2,18 \text{ кг}$$

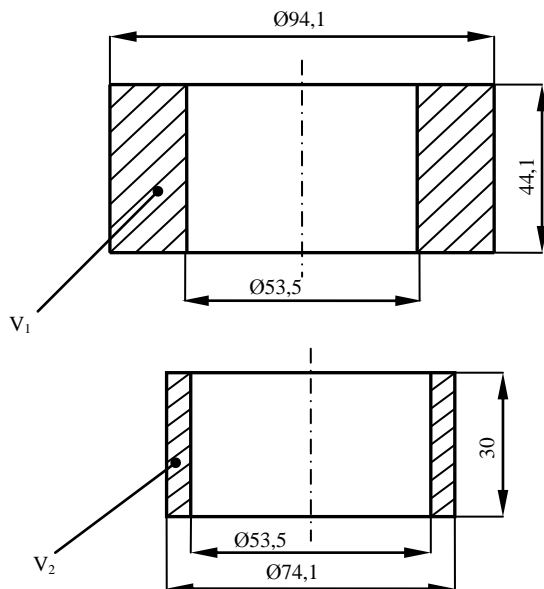


Рисунок 5 - Разбивка поковки на простые элементы

Себестоимость заготовки, полученной штамповкой на КГШП

$$S_{\text{заг2}} = (C_i/1000 * Q * K_T * K_c * K_B * K_M * K_{\Pi}) - (Q - q) * S_{\text{омх}}/1000$$

$$C_i = 373 \text{ руб. ([6] – стр. 37); } K_{\Pi} = 1,0 \text{ ([6] – стр. 38)}$$

$$K_T = 1,0 \quad | \quad [6] – \text{стр. 37}$$

$$K_M = 1,0$$

$$K_c = 0,75 \quad | \quad [6] – \text{стр. 38, табл. 2.12}$$

$$K_B = 1,14$$

$$S_{\text{заг2}} = (373/1000 \times 2,18 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,75 \times 1,14 \times 1,0) - (2,18 - 1,37) \times 25/1000 = 0,67 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = q/Q = 1,37/2,18 = 0,63,$$

Себестоимость заготовки, полученной штамповкой на КГШП меньше, а коэффициент использования материала выше, чем у заготовки из проката, поэтому этот способ и принимаем в качестве метода получения заготовки.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ №2

Рассчитать припуски и предельные размеры по технологическим операциям (переходам) расчетно-аналитическим методом на обработку поверхности, указанной в соответствии с вариантом в таблице 6. Построить схему графического расположения припусков и допусков на обработку данной поверхности.

Исходные данные из таблицы вариантов:

Деталь - стакан

Метод получения заготовки – отливка

Исходные данные из чертежа детали:

Материал стакана – серый чугун СЧ-15 ГОСТ 1412-85

Масса детали $q=0,56$ кг

Рассчитать припуски на обработку поверхности $\varnothing 80js6^{(+0,0095)}_{(-0,0095)}$

$$\sqrt{Ra} 0,8$$

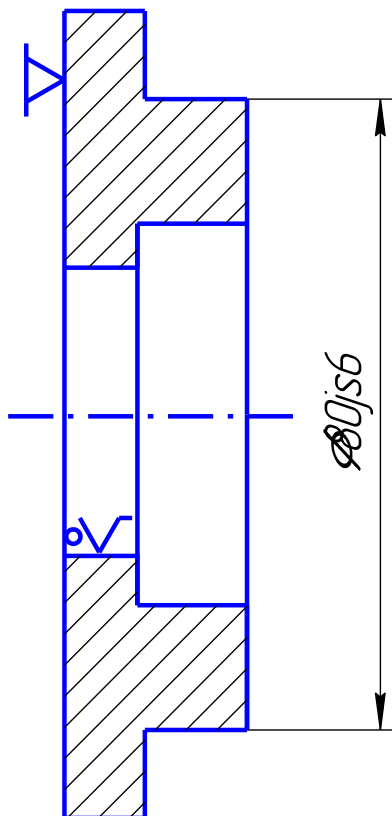


Рисунок 6 - Схема установки стакана при обработке поверхности $\varnothing 80js6^{(+0,0095)}_{(-0,0095)}$

Технологический маршрут обработки поверхности $\varnothing 80js6^{(+0,0095)}_{(-0,0095)}$ состоит из следующих переходов:

1. Заготовка – 15 кв.
2. Получистовое точение – 12 кв.
3. Чистовое точение – 10 кв.
4. Предварительное (получистовое) шлифование – 8 кв.
5. Окончательное шлифование – 6 кв.

Точение осуществляется на токарном станке с ЧПУ 1В340Ф30 в трехкулачковом патроне, а шлифование – на круглошлифовальном станке 3М112 на разжимной консольной оправке.

Качество поверхности заготовки:

$$R_{z1} = 200 \text{ мкм}; T_1 = 300 \text{ мкм}; \quad (\text{по [26] – табл. 7, стр. 182})$$

Качество поверхности после растачивания и шлифования по [26]-том.1 табл.10, стр.185:

$$R_{z2} = 100 \text{ мкм}; T_2 = 100 \text{ мкм};$$

$$R_{z3} = 25 \text{ мкм}; T_3 = 25 \text{ мкм};$$

$$R_{z4} = 10 \text{ мкм}; T_2 = 20 \text{ мкм};$$

$$R_{z5} = 5 \text{ мкм}; T_2 = 15 \text{ мкм};$$

Суммарное пространственное отклонение расположения поверхности заготовки ([6]-табл. 4.7, стр. 66)

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}$$

где $\rho_{см}$ – смещение оси отверстия, мкм

$$\rho_{см} = 500 \text{ мкм} \text{ ([26]-том 1, табл. 9, стр. 183)}$$

$\rho_{кор}$ – коробление отверстия, мкм

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot D \text{ ([26]-том 1, табл. 8, стр. 183)}$$

$$\Delta_k = 0,3 \text{ мкм/мм} \text{ ([26]-том 1, табл. 8, стр. 183)}$$

$$\rho_{кор} = 0,3 \cdot 122,4 = 36,7 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{500^2 + 36,7^2} = 500 \text{ мкм}$$

После обработки:

$$\rho_i = K_y \cdot \rho_1$$

где K_y – коэффициент уточнения

Черновое растачивание

$$K_{y2} = 0,06 \quad ([26]- \text{ т.1 ,табл.29, стр.190})$$

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 500 = 30 \text{ мкм.}$$

Чистовое растачивание

$$\rho_3 = K_{y3} \cdot \rho_1$$

$$K_{y3} = 0,04$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм.}$$

Предварительное шлифование

$$K_{y4} = 0,03$$

$$\rho_4 = 0,03 \cdot 500 = 15 \text{ мкм.}$$

Окончательное шлифование

$$K_{y5} = 0,02 - ([26] \text{ т.1 табл.29 стр.190})$$

$$\rho_5 = 0,02 \cdot 500 = 10 \text{ мкм}$$

Погрешность установки для черного растачивания:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{зак}^2}$$

где:

ε_6 – погрешность базирования, мкм

$\varepsilon_{зак}$ – погрешность закрепления, мкм

$\varepsilon_6 = 0$, так как совпадают технологическая и измерительная базы

$\varepsilon_{зак} = 120 \text{ мкм}$ ([6] – табл. 4.10, стр. 77)

$$\varepsilon_2 = \sqrt{120^2 + 0^2} = 120 \text{ мкм}$$

При чистовом растачивании

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 \cdot K_y = 120 \cdot 0,04 = 4,8 \text{ мкм}$$

При предварительном шлифовании

$$\varepsilon_4 = \varepsilon_2 \cdot K_y = 120 \cdot 0,03 = 3,6 \text{ мкм}$$

При окончательном шлифовании

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_2 \cdot K_y = 120 \cdot 0,02 = 2,4 \text{ мкм}$$

Минимальные значения межоперационных припусков определяем по формуле:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

где $R_{z i-1}$ – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

T_{i-1} – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе, мкм;

на ρ_{i-1} – суммарное значение отклонения расположения поверхности предшествующем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный межоперационный припуск на точение:

черновое

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{500^2 + 120^2}) = 2 \cdot 1014 \text{ мкм}$$

чистовое

$$2Z_{\min 3} = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{30^2 + 4,8^2}) = 2 \cdot 230 \text{ мкм}$$

Таблица 9 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 80js6^{(+0,0095/-0,0095)}$

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 80js6^{(+0,0095/-0,0095)}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{i\delta}$	$2Z_{\max}^{i\delta}$
Заготовка	200	300	500	–	–	82,709	1400	82,709	84,109	–	–
Получистовое точение	100	100	30	120	2·1014	80,681	300	80,681	80,981	2028	3128
Чистовое точение	25	25	20	4,8	2·230	80,221	120	80,221	80,341	460	640
Предварительное шлифование	10	20	15	3,6	2·70	80,081	46	80,081	80,127	140	214
Окончательное шлифование	5	15	10	2,4	2·45	79,991	19	79,991	80,01	90	117
										2718	4099

Минимальный припуск на шлифование:
предварительное

$$2Z_{\min 4} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{20^2 + 3,6^2}) = 2 \cdot 70 \text{ мкм}$$

окончательное

$$2Z_{\min 5} = 2 \cdot (10 + 20 + \sqrt{15^2 + 2,4^2}) = 2 \cdot 45 \text{ мкм}$$

Графа “Расчетный размер d_p ” заполняется, начиная с конечного (минимального) чертежного размера последовательным прибавлением расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

Для шлифования окончательного
 $d_{p5} = 79,991 \text{ мм}$

Для шлифования предварительного
 $d_{p4} = d_{p5} + 2Z_{\min 5} = 79,991 + 0,09 = 80,081 \text{ мм}$

Для чистового точения
 $d_{p3} = d_{p4} + 2Z_{\min 4} = 80,081 + 0,140 = 80,221 \text{ мм}$

Для чернового точения
 $d_{p2} = d_{p3} + 2Z_{\min 3} = 80,221 + 0,46 = 80,681 \text{ мм}$

Для заготовки
 $d_{p1} = d_{p2} + 2Z_{\min 2} = 80,681 + 2,028 = 82,709 \text{ мм}$

Значение допусков δ принимаем по табл.32, стр.192 т.1 [26] в соответствии с качеством обработки, а допуск заготовки – по ГОСТ 26645-85

Окончательное шлифование $\delta_5 = 19$ мкм;

Предварительное шлифование $\delta_4 = 46$ мкм;

Чистовое точение $\delta_3 = 120$ мкм;

Получистовое точение $\delta_2 = 300$ мкм;

Заготовка $\delta_1 = 1400$ мкм.

В графе “Предельный размер” d_{\min} получается по расчетным размерам, округленным в большую сторону до точности допуска соответствующего перехода. Наибольшие предельные размеры d_{\max} получаем прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру.

Окончательное шлифование

$$d_{\min 5} = 79,991 \text{ мм};$$

$$d_{\max 5} = d_{\min 5} + \delta_5 = 79,991 + 0,019 = 80,01 \text{ мм}$$

Предварительное шлифование

$$d_{\min 4} = 80,081 \text{ мм};$$

$$d_{\max 4} = d_{\min 4} + \delta_4 = 80,081 + 0,046 = 80,127 \text{ мм};$$

Чистовое точение

$$d_{\min 3} = 80,221 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = d_{\min 3} + \delta_3 = 80,221 + 0,12 = 80,341 \text{ мм};$$

Получистовое точение

$$d_{\min 2} = 80,681 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = d_{\min 2} + \delta_2 = 80,681 + 0,3 = 80,981 \text{ мм};$$

Заготовка

$$d_{\min 1} = 82,709 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = d_{\min 1} + \delta_1 = 82,709 + 1,4 = 84,109 \text{ мм};$$

Предельные значения припусков $2Z_{\max}^{\text{пр}}$ определяем как разность наибольших предельных размеров и $2Z_{\min}^{\text{пр}}$ – как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов.

Предварительное шлифование

$$2Z_{\max 5}^{\text{пр}} = d_{\max 4} - d_{\max 5} = 0,117 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 5}^{\text{пр}} = d_{\min 4} - d_{\min 5} = 0,09 \text{ мм}.$$

Окончательное шлифование

$$2Z_{\max 4}^{\text{пр}} = d_{\max 3} - d_{\max 4} = 0,214 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 4}^{\text{пр}} = d_{\min 3} - d_{\min 4} = 0,14 \text{ мм}.$$

Чистовое точение

$$2Z_{\max 3}^{\text{пп}} = d_{\max 2} - d_{\max 3} = 0,64 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3}^{\text{пп}} = d_{\min 2} - d_{\min 3} = 0,46 \text{ мм}.$$

Получистовое точение

$$2Z_{\max 2}^{\text{пп}} = d_{\max 1} - d_{\max 2} = 3,128 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2}^{\text{пп}} = d_{\min 1} - d_{\min 2} = 2,028 \text{ мм}.$$

Общие припуски $2Z_{0 \min}$ и $2Z_{0 \max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски, и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{0 \min} = 2Z_{\min 2}^{\text{пп}} + 2Z_{\min 3}^{\text{пп}} + 2Z_{\min 4}^{\text{пп}} =$$
$$= 2718 \text{ мкм};$$

$$2Z_{0 \max} = 2Z_{\max 2}^{\text{пп}} + 2Z_{\max 3}^{\text{пп}} + 2Z_{\max 4}^{\text{пп}} =$$
$$= 4099 \text{ мкм}.$$

Общий номинальный припуск

$$2Z_{0 \text{ ном}} = 2Z_{0 \min} + H_3 - H_d$$

где: H_3 и H_d – нижние предельные отклонения заготовки и детали соответственно, мкм.

$$2Z_{0 \text{ ном}} = 2718 + 700 - 9,5 = 3409 \text{ мкм}.$$

Номинальный размер заготовки

$$d_{з. \text{ ном}} = d_{д. \text{ ном}} + 2Z_{0 \text{ ном}}$$

где: $d_{д. \text{ ном}}$ – номинальный размер детали, мм

$$d_{д. \text{ ном}} = 80 \text{ мм}$$

$$d_{з. \text{ ном}} = 80 + 3,409 = 83,409 \text{ мм}.$$

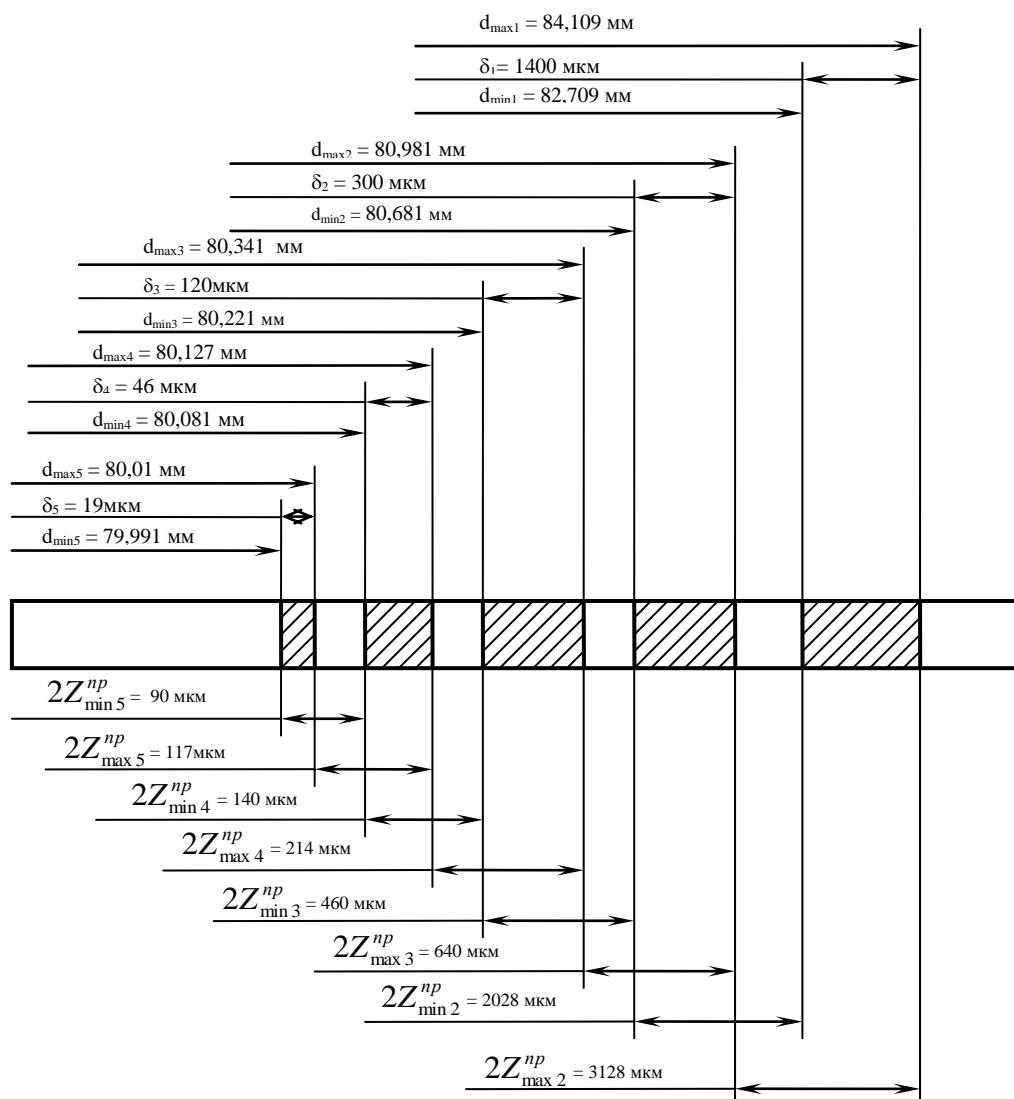


Рисунок 7 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\text{Ø}80\text{js}6\left(\begin{smallmatrix} +0,0095 \\ -0,0095 \end{smallmatrix}\right)$

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

Завистовский, С. Э. Технология машиностроения / С. Э. Завистовский. М: РИПО, 2019.

Соловей, И. А. Технология машиностроения: практикум / И. А. Соловей. М: РИПО, 2017.

Данилевский, В. В. Технология машиностроения / В. В. Данилевский. М., 1984.

Иванов, И. С. Технология машиностроения / И. С. Иванов. М: НИЦ ИНФРА-М, 2020.

Иванов, И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин / И. С. Иванов. М: НИЦ ИНФРА-М, 2022.

Жолобов, А. А. Технология автоматизированного производства: учебник / А. А. Жолобов. Минск. 2000.

Жолобов, А. А. Технология машиностроения: практикум / А. А. Жолобов, А.М. Федоренко и др. Минск. 2015.

Пашкевич, М. Ф. Технология машиностроения: учебное пособие / М.Ф. Пашкевич, А. А. Жолобов и др. Минск. 2008.

Мычко, В. С. Основы технологии машиностроения / В. С. Мычко. Минск. 2011.

Акулич, Н. В. Технология машиностроения: пособие / Н. В. Акулич. Минск: РИПО. 2013.

Погонин, А. А. Технология машиностроения: учебник / А. А. Погонин, Афанасьев А.А. [и др.]. М., 2022.

Лебедев, Л. В. Технология машиностроения: учебник / Л. В. Лебедев, В. У. Мнацакян, А. А. Погонин [и др.]. М., 2006.

Клепиков В.В. Основы технологии машиностроения / В. В. Клепиков [и др.]. М., 2019.

Мурысева, В. С. Технологич машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование / В. С. Мурысева. Минск, 2008.

Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой. М., 2003.

Дополнительная

Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В. И. Анурьев. М., 2001.

Аверченков, В. И. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений / В. И. Аверченков [и др.]. М., 2020.

Аверьянова, И. О. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки / И. О. Аверьянова, В.В. Клепиков. М., 2022

Ямников, А. С. Технология машиностроения. Специальная часть / А. С. Ямников, М.Н. Бобков [и др.]. М., 2020.

Гжиров, В. И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / В. И. Гжиров, П. П. Серебrenицкий. Л., 1990.

Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. Минск, 1983.

Дерябин, А. Л. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и в ГПС / А. Л. Дерябин, М. А. Эстерзон. М., 1989.

Дипломное проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / под ред. В. В. Бабука. Минск, 1979.

Панов, А. А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А. А. Панов. М., 2004.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

ГОСТ 2.101-68 ЕСКД «Виды изделий»

ГОСТ 2.103-68 ЕСКД «Стадии разработки»

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД «Основные надписи»

ГОСТ 3.1107-81 ЕСТД «Опоры, зажимы и установочные устройства.

Графические обозначения»

ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД «Термины и определения основных понятий»

ГОСТ 3.1125-88 ЕСТД «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок»

ГОСТ 3.1126-88 ЕСТД «Правила графического выполнения элементов поковок»

ГОСТ 14.004-83 ЕСТПП «Термины и определения основных понятий»

ГОСТ 14.201-83 ЕСТПП «Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия»

ГОСТ 14.202-73 ЕСТПП «Правила выбора показателей технологичности конструкций изделий»

ГОСТ 14.203-73 ЕСТПП «Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц»

ГОСТ 14.204-73 ЕСТПП «Правила обеспечения технологичности конструкции деталей»

ГОСТ 14.205-83 ЕСТПП «Технологичность конструкции изделий. Термины и определения»

ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения»

ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку»

ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОКОВКАМ

- 1 Гр (I, II, III) – 212... 248 НВ (твердость указывается только для II и III групп прочности поковок) ГОСТ 8479-70
- 2 Группа стали М?, степень сложности С?, класс точности Т?, исходный индекс ? по ГОСТ 7505-89
- 3 Материал–заменитель (марка и стандарт)
- 4 Заусенец притупить по периметру среза до ? мм по линии разъема штампов
- 5 Смещение по разъему матрицы и пуансона до ? мм
- 6 Уклоны: на наружных поверхностях 5...7 градусов, на внутренних – 7...10 градусов – направлены в сторону увеличения припусков
- 7 Неуказанные радиусы ? мм
- 8 На участке ? допускается утолщение до ? мм
- 9 Отклонение по изогнутости до ? мм
- 10 Внешние дефекты местные: на обрабатываемых поверхностях до 0,5 припуска, на необрабатываемых – в пределах допуска
- 11 Очистка поверхностей – галтовка дробью
- 12 * Размеры для справок
- 13 На поверхностях ??? заусенец не допускается
- 14 Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70 и ГОСТ 7505-89
- 15 Маркировать: обозначение изделия, товарный знак завода-изготовителя - шрифтом № 3 (или 5) по ГОСТ 2.304-81. (На чертеже указать место маркировки, маркируемые параметры).

Примечание: Обязательными являются требования 1; 2; 5; 6; 7; 9; 10; 14; 15

ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТЛИВКАМ

- 1 Точность отливки ?-?-?-? по ГОСТ 26645-85
- 2 Формовочные уклоны по ГОСТ 3212-92 (или указать величину в градусах)
- 3 Неуказанные литейные радиусы по ГОСТ 3212-92 (или указать величину в мм)
- 4 Смещение по линии разъема до ? мм
- 5 В месте подвода металла допускается выступ или вылом ? мм
- 6 Допускается (указать, какие именно дефекты и какой величины допускаются на отливке в конкретных местах)
- 7 На необрабатываемых поверхностях допускаются раковины наибольшим измерением - ? мм, глубиной ? мм, в количестве ? штук
- 8 На обрабатываемых поверхностях допускаются одиночные не выходящие за кромку раковины с размерами, не превышающими 2/3 припуска на механическую обработку
- 9 В месте сопряжения поверхностей (указать сопрягаемые поверхности) допускается кольцевой заусенец шириной ? мм, толщиной ? мм
- 10 В труднодоступных местах допускаются остатки пригара до 1 мм и окалина до 0,5 мм
- 11 Допускается исправление дефектов сваркой (или каким-либо другим видом исправления)
- 12 Маркировать литьем обозначение изделия шрифтом № 6 (8, 10) – Пр3 по ГОСТ 26.020-80, товарный знак предприятия-изготовителя диаметром 6 (8, 10) мм. (На чертеже указать место маркировки, маркируемые параметры)
- 13 Приемку отливок производить по ГОСТ (указать номер используемого стандарта)
- 14 √ База механической обработки. Этим знаком на чертеже должны быть обозначены черновые базы
- 15 Материал-заменитель – (марка и стандарт)

Примечание: Обязательными являются требования 1; 2; 3; 4; 8; 12; 14