

*Областное государственное бюджетное
образовательное учреждение среднего
профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»*

УТВЕРЖДАЮ
Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»
В.Г. Семенов



Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы

по специальности СПО

151901 Технология машиностроения

Базовой подготовки

Иркутск 2014

Рассмотрена цикловой комиссией
151901 Технология машиностроения
Протокол № 1
от « 30 » 08 20 14 г.

Методические указания разработаны на
основе учебного плана специальности
151901 Технология машиностроения

Председатель ЦК

 / С.В. Русанов /
подпись ФИО

Разработчик: преподаватель ОГБОУ СПО «ИАТ»
Субботин Дмитрий Юрьевич

Введение

Техник по специальности 151901 «Технология машиностроения» – это специалист, работа которого связана с эксплуатацией металлообрабатывающего оборудования на современном предприятии, оснащенном новейшими средствами производства, системами автоматизированного проектирования и управления, компьютерной техникой. Исходя из современных требований машиностроительной промышленности, моделирование и обработка деталей, проектирование технологических процессов, а также расчет программ для новейших станков с ЧПУ производится с использованием различных программных продуктов, таких как: AutoCAD, Компас, САПР ТПП, Unigraphics, VeriCUT и др. Контроль выпускаемой продукции, к которой предъявляются повышенные требования, также требует изучения современных средств контроля.

Цель дипломного проектирования по специальности «Технология машиностроения» – показать уровень подготовки выпускника и соответствия его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта, развить способности к самостоятельной работе и творческому использованию знаний, полученных при изучении дисциплин специальности, приобрести опыт работы в области проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения.

Введение.....	3
1 Область применения.....	6
2 Нормативные документы.....	6
3 Определения.....	7
4 Обозначения и сокращения.....	7
5 Общие положения.....	10
5.1 Назначение дипломного проекта.....	10
5.2 Тематика дипломных проектов.....	10
5.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения.....	12
5.3.1 Содержание пояснительной записки.....	12
5.3.2 Содержание графической части.....	15
5.3.3 Содержание комплекта технологической документации.....	15
6. Методические указания к выполнению разделов дипломного проекта.....	15
6.1 Разработка раздела «Введение».....	16
6.2 Разработка раздела «Общая часть».....	16
6.2.1 Назначение и конструкция детали.....	16
6.2.2.Материал детали.....	17
6.2.3 Анализ технологичности детали.....	18
6.2.4 Определение типа производства.....	21
6.3 Разработка раздела «Технологическая часть».....	23
6.3.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	23
6.3.2 Расчет припусков и размеров заготовки.....	23
6.3.3 Анализ базового технологического процесса	23
6.3.4 Разработка маршрутного технологического процесса	26
6.3.5 Выбор технологического оборудования.....	28
6.3.6 Выбор приспособлений и режущего инструмента.....	30
6.3.7 Применяемые методы и инструменты контроля.....	32
6.3.8 Расчет режимов резания.....	34
6.3.9 Нормирование операций.....	37
6.4 Разработка раздела «Конструкторская часть».....	40
6.4.1 Конструкция приспособления.....	40
6.4.2 Расчет приспособления на усилие зажима.....	41
6.5 Разработка раздела «Производственные расчёты».....	47
6.5.1 Трудоёмкость участка механической обработки.....	47
6.5.2 Число участников производства (рабочих, ИТР, МОП) и их тарифно-квалификационные разряды.....	48
6.5.2.1 Определение потребности основных производственных рабочих.....	49
6.5.2.2 Определение потребности вспомогательных рабочих.....	49
6.5.2.3 Определение потребного количества МОП.....	50
6.5.2.4 Определение потребного количества ИТР.....	50
6.5.3 Потребное количество оснастки, оборудования и их загрузка.....	50
6.5.4 Размеры производственной, служебно-бытовой и вспомогательной площадей участка.....	52
6.6 Разработка раздела «Организационная часть».....	54
6.6.1 Разработка планировки участка механической обработки.....	54
6.6.2 Организация транспортировки изделий на участке.....	55
6.6.3 Организация и обслуживание рабочего места.....	55

6.6.4 Организация технического контроля.....	57
6.6.5 Разработка циклового графика изготовления деталей.....	57
6.7 Разработка раздела 7. «Охрана труда на участке».....	59
6.8 Разработка раздела 8. «Экономическая часть».....	60
6.8.1 Определение расхода и стоимости основных материалов.....	60
6.8.2 Определение годового фонда заработной платы.....	61
6.8.3 Определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.....	64
6.8.4 Определение цеховой себестоимости.....	66
6.8.5 Оценка технико-экономической эффективности участка.....	67
6.9 Разработка раздела 9. «Заключение».....	70
7 Составление перечня использованной литературы.....	71
8. Защита дипломного проекта.....	71
8.1 График выполнения дипломных проектов.....	71
8.2 Подготовка к защите дипломных проектов.....	72
8.3 Проведение защиты дипломных проектов.....	72
Список литературы.....	74

1 Область применения.

Настоящие методические указания устанавливают основные правила по дипломному проектированию технологического процесса механической обработки деталей. Положения настоящих методических указаний обязательны к применению в ОГБОУ СПО «Иркутский авиационный техникум» для учащихся, выполняющих дипломный проект и руководителей дипломных проектов, консультирующих учащихся.

2 Нормативные документы.

При разработке дипломного проекта, наряду с методическими указаниями, необходимо использовать следующие нормативные документы:

ГОСТ 14.004-83	ЕСТПП. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 2.104-68	ЕСКД. Основные надписи.
ГОСТ 2.105-79	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
ГОСТ 2.106-68	ЕСКД. Текстовые документы.
ГОСТ 2.108-68	ЕСКД. Спецификации.
ГОСТ 2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам.
ГОСТ 2.301-68	ЕСКД. Форматы.
ГОСТ 14.301-83	ЕСТПП. Общие правила разработки технологических процессов.
ГОСТ 2.303-68	ЕСКД. Линии.
ГОСТ 2.305-68	ЕСКД. Изображения-виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 14.305-73	ЕСТПП. Правило выбора технологической оснастки.
ГОСТ 2.307-68	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
ГОСТ 2.308-79	ЕСКД. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей.
ГОСТ 2.309-73	ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности.
ГОСТ 2.312-72	ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
ГОСТ 2.316-68	ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей технических требований и таблиц.
ГОСТ 3.1102-81	ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
ГОСТ 3.1103-82	ЕСТД. Основные надписи.

ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.

ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.

ГОСТ 14.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.2.049-80 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.1.040-83 Лазерная безопасность. Общие положения.

ГОСТ 12.2.049-8 Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.2.061-81 Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

ГОСТ 24453-80 Измерение параметров и их характеристик лазерного излучения. Термины, определения и буквенные обозначения величин.

3 Определения.

В настоящих методических указаниях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;

Технологическая операция - по ГОСТ 3.110;

Технологический переход - по ГОСТ 3.1109;

Единый Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;

Типовой Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;

Комплект документов Технологического процесса - по ГОСТ 3.1201;

Комплект директивной технологической документации - по ГОСТ 3.1201;

Серийное производство - по ГОСТ 14.004;

Серийный Технологический процесс - основной вид технологических процессов, разрабатываемых на все детали, узлы, агрегаты и монтажи серийного производства;

Маршрутное описание Технологического процесса - по ГОСТ 3.1109

Маршрутно-операционное описание технологического процесса - по ГОСТ 3.1109

Операционное описание технологического процесса - по ГОСТ 3.1109;

Средства технологического оснащения - по ГОСТ 3.1109;

Технологическая оснастка - по ГОСТ 3.1109;

4 Обозначения и сокращения.

КД - конструкторская документация;

НД - нормативная документация;

ТД - технологическая документация;

ЕСКД - единая система конструкторской документации;
ЕСТД - единая система технологической документации;
ЕСТПП - единая система технологической подготовки производства;
МК - маршрутная карта;
ОК - операционная карта;
ВО - ведомость оснастки;
КК - комплектовочная карта;
ТПП - типовой технологический процесс;
ТУ - технические условия;
ТИ - технологическая инструкция;
КТС - конструкторско-технологическая документация;
ПШО - плазово-шаблонная оснастка;
ТЛ - титульный лист;
ЗШП - заготовительно-штамповочное производство;
МСП - механосборочное производство;
АСП - агрегатно-сборочное производство;
ШП - шаблон для изготовления приспособления;
Станок с ЧПУ - станок с числовым программным управлением;
РТК – расчетно-технологическая карта;
ПК - плаз-кондуктор;
КИМ - контрольно-измерительная машина;
ИС - инструментальный стенд;
ГБД - геометрическая база данных;
ММ - математическая модель;
ШОК - шаблон обрезки контура и кондуктора;
ПСК - пескослепок;
ШКК - шаблон контрольно-контурный;
ТП - теоретический плаз;
КП - конструктивный плаз;
ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости;
ГСМ – горюче-смазочные материалы.

5 Общие положения.

5.1 Назначение дипломного проекта.

Дипломное проектирование является большой самостоятельной работой будущего техника, направленной на решение конкретных задач в области разработки технологии, организации и экономики производства, управления цехом или участком цеха.

Выполнение дипломного проекта служит комплексной проверкой подготовки учащегося к работе на производстве.

Дипломный проект даёт возможность оценить степень усвоения учащимся учебного материала и умение учащегося применять знания, полученные в процессе обучения в техникуме. Основной целью методики является ознакомление учащихся с тематикой дипломных проектов, характером требований, предъявляемых к дипломному проекту, порядком работы над проектом. Методика даёт возможность работать над проектом планомерно, стимулировать творческий подход к разработке проекта, даёт возможность максимально проявить инициативу.

Работа над проектом должна базироваться преимущественно на конкретном материале предприятия, на котором проводилась преддипломная практика. При этом вопросы технологии, экономики, организации и планирования производства, охраны труда, разрабатываемые в дипломном проекте, должны решаться исходя из задач, стоящих перед предприятием и отражать новейшие достижения в области науки и техники.

5.2 Тематика дипломных проектов.

Тематика дипломных проектов должна быть в значительной степени увязана с конкретными задачами, стоящими перед отечественным машиностроением, в частности перед заводом, цехом или производственным участком, где проходил практику учащийся. Она должна предусматривать возможность усовершенствования действующей на заводе технологии; внедрения современного высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений; модернизации заводского оборудования, позволяющим осуществлять механизацию и автоматизацию производственных процессов.

Допускается выполнение учащимися дипломных проектов, содержанием которых является переоборудование действующих или создание новых учебных кабинетов и лабораторий общетехнических и специальных дисциплин, участков.

При подготовке заданий предпочтение должно быть отдано темам, имеющим конкретное практическое значение, т.е. пригодным к внедрению в производство или учебный процесс.

В техникуме могут выполняться групповые дипломные проекты. В этом случае каждому учащемуся должна быть поставлена чёткая частная задача проекта с обязательной разработкой организационно-экономического раздела по своей части проекта.

В дипломном проекте может быть предусмотрена работа по изготовлению изделия (детали, сборочной единицы, приспособления, макета, учебно-наглядного пособия и т.п.); в этом случае в задании на дипломное проектирование предусматривается уменьшение объёма работ других разделов проекта.

Наиболее распространённой тематикой дипломных проектов для учащихся будущих техников, работающих в механо-сборочных цехах и отделах подготовки производства является разработка проекта участка механо-сборочного цеха с разработкой технологического процесса механической обработки детали с разработкой конструкции оснастки (приспособления) для обработки детали на станке с ЧПУ.

При выборе деталей желательно, чтобы они выходили на аэродинамический обвод (теоретический контур) или были эквидистанты ему.

Для серийного производства и для нужд учебного заведения может быть рекомендована следующая примерная тематика дипломных проектов:

- «Электронные учебно-методические пособия по дисциплине ...».
- «Кронштейн. Технологический процесс механической обработки детали».
- «Шпангоут. Технологический процесс механической обработки детали».
- «Нервюра. Технологический процесс механической обработки детали».
- «Робот подъёмно-поворотный. Учебная модель робота».
- «Робот транспортный. Учебная модель робота».

Как дополнения в темы дипломных проектов, по усмотрению руководителя дипломного проекта и консультанта по охране труда, могут входить индивидуальные задания по производственной санитарии, техники безопасности, пожарной безопасности. Примерная тематика индивидуальных заданий:

По производственной санитарии:

- организация рабочего места и обеспечение безопасности при работе с лазерными установками;
- технические решения по борьбе с шумом на проектируемом участке.

По технике безопасности:

- внедрение программного управления с целью обеспечения безопасности труда;
- разработка мероприятий по безопасности при работе на металлообрабатывающем оборудовании.

По пожарной безопасности:

- разработка защитных мероприятий от статического электричества
- разработка защитных мероприятий при использовании ЛВЖ, ГСМ, а так же при обработке легко воспламеняемых материалов.

Темы дипломных проектов могут посвящаться изготовлению деталей в механо-сборочном производстве.

Темы дипломных проектов могут также выполняться учащимися по заказам предприятий для конкретных производственных условий.

5.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, графической части, комплекта технологической документации.

Объём пояснительной записки - 30-50 листов машинописного текста;

Объём графической части (в сумме) - 3-6 листов формата А1;

Объём технологической документации - 25-50 листов.

Пояснительная записка, конструкторские чертежи и технологическая документация дипломного проекта должны удовлетворять требованиям нормативных документов, обозначенных в разделе 2 «Нормативная документация».

Пояснительная записка и технологическая документация выполняются аккуратно, без зачёркиваний, без сокращения слов, за исключением общепринятых сокращений и сокращений, установленных в стандартах. Текст пояснительной записки печатается на одной стороне листа писчей бумаги формата А4 ГОСТ 2.301-68 по формам 5 и 5а ГОСТ 2.101-68.

Конструкторские работы выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД. Чертежи детали, заготовки, РТК, инструмента и приспособления можно выполнять в программных продуктах «КОМПАС» или «AutoCAD». Управляющая программа для станка с ЧПУ разрабатывается в ПО «Unigraphics».

5.3.1 Содержание пояснительной записки.

Пояснительная записка должна содержать:

- Титульный лист;
- Задание на дипломное проектирование.

Пояснительная записка должна содержать нижеперечисленные разделы.

1. Оглавление.
2. «ОБЩАЯ ЧАСТЬ».
 - 2.1. Введение.
 - 2.2. Конструкция и служебное назначение детали.
 - 2.2.1 Краткое описание сборочной единицы, в которую входит деталь.
 - 2.2.2 Конструкция детали.
 - 2.3. Материал детали и его свойства.
 - 2.4. Анализ технологичности детали.
 - 2.4.1 Расчет детали на технологичность
 - 2.4.2 Качественный анализ технологичности.
 - 2.5. Выбор и обоснование типа производства.
3. «ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ».
 - 3.1. Определение количества деталей в партии и периодичность её запуска.
 - 3.2. Анализ заводского (базового) технологического процесса
 - 3.3. Краткая характеристика разрабатываемого технологического процесса.
 - 3.4. Выбор вида заготовки и способ её получения.
 - 3.5. Расчет припусков.
 - 3.6. Выбор оборудования
 - 3.7. Выбор приспособлений и режущих инструментов.
 - 3.8. Методы и средства контроля детали
 - 3.9. Расчет режимов резания.
 - 3.10. Нормирование операций.
 - 3.11. Расчет управляющей программы для станка с ЧПУ и её контроль.
 - 3.12. Описание последовательности наладки станка с ЧПУ.
 - 6.13 Оценка прогрессивности разработанного технологического процесса.
4. «РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ».

- 4.1. Описание работы спроектированного приспособления и обоснование выбранной конструкции.
- 4.2. Расчет приспособления на усилие зажима, расчет погрешности базирования.
5. «ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ».
- 5.1. Организация работы участка станков с ЧПУ и рабочего места оператора.
- 5.2. Организация технического обслуживания и ремонта станков с ЧПУ.
6. Техника безопасности при выполнении операций техпроцесса.
- 6.1. Опасные и вредные факторы для здоровья человека при выполнении операций разрабатываемого технологического процесса.
- 6.2. Пожарная безопасность.
7. «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РАСХОДЫ».
- 7.1. Производственные расходы.
8. «ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ».
- 8.1. Экономические расчеты.
- 8.2. Результирующая часть.
9. Список используемой литературы.

Приложения:

1. Готовые программы в системе Unigraphics.
2. Спецификации.
3. Технологический процесс.
4. Отзыв руководителя и рецензия рецензента.

5.3.2 Содержание графической части.

Графическая часть дипломного проекта должна содержать:

- I. 3D-модели детали и фрезерного приспособления.
- II. Чертежи:
 - 1. Детали
 - 2. Заготовки
 - 3. Сборочный чертеж приспособления
 - 4. Расчетно-технологической карты (РТК) обработки
 - 5. Контрольно-измерительной оснастки
 - 6. Специального режущего инструмента

Графические работы должны выполняться на бумаге типа "Ватман" в соответствии с требованиями ЕСКД, иметь штамп основных надписей.

5.3.3 Содержание комплекта технологической документации.

Технологическая документация должна содержать:

- титульный лист комплекта технологической документации;
- маршрутный и (или) операционный технологический процесс;
- Операционную карту технического контроля;
- Карту эскизов.

Технологическая документация может выполняться в пакете ТПП, в ПО «Компас - автопроект», а так же в ПО «Microsoft Word» на соответствующих формах бланков технологического процесса.

Комплект технологической документации в зависимости от объёма листов может либо прикладываться к пояснительной записке, либо входить в её состав, при этом помещается он в пояснительной записке перед спецификациями чертежей.

6. Методические указания к выполнению разделов дипломного проекта.

Изложенные методические указания позволят учащимся и руководителям дипломных проектов обеспечить единство требований и решений отдельных вопросов и дипломного проекта в целом.

Работать над каждым вопросом учащийся должен творчески, критически анализировать и принимать оптимальные решения.

Методические рекомендации изложены в порядке с учётом последовательности выполнения дипломного проекта.

6.1. Введение.

Во вводной части необходимо рассмотреть вопросы, затрагивающие развитие технологии машиностроения, авиапромышленности, повышение качества выпускаемой продукции и эффективности производства и т.п. и увязать с темой дипломного проекта, объём текста не должен превышать трёх страниц пояснительной записки.

Во введении рассматривают важность и актуальность темы. Указывают место темы в цепи производственного процесса изготовления детали и всего изделия. Отмечают современный уровень технологического процесса, механизации и автоматизации, качества выпускаемой продукции.

Обозначают задачи по повышению уровня технологического процесса, улучшению механизации, повышению уровня автоматизации, повышению качества продукции.

6.2 Общая часть.

6.2.1 Назначение и конструкция детали.

В данном пункте необходимо дать описание:

1) Служебного назначения детали (где находится, для чего предназначена, способ крепления)

Пример: Деталь « xxxx » входит в силовой набор средней части крыла. Она является одной из опор узла управления закрылками. Деталь испытывает значительные нагрузки. За верхние и нижние ребра детали осуществляется крепление обшивки по теоретическому контуру верха и низа крыла.

2) Назначение сборочной единицы (эксплуатационная и техническая характеристика)

Пример 1. Закрылки предназначены для управления траекторией движения самолета, позволяющие изменять величину подъемной силы крыла.

Пример 2. (Дается для деталей типа насос, домкрат, подъёмник и т.д.): Краткая техническая характеристика регулятора давления

Рабочая среда-	воздух.
Избыточное давление на входе	до 175кгс/см
Избыточное давление на выходе	до 0,28-0,7кгс/см
Масса	не более 1,3кг

И так далее.

3) Описание конструкции детали – форма, габаритные размеры, точность, шероховатость и назначение отдельных конструктивных элементов.

Пример: деталь « xxx » выполнена в форме двутавровой балки сложной конструкции, имеет средние габариты: длина – xxx мм, ширина – xx мм, высота – xx мм.

К конструктивным особенностям детали относятся – наличие поверхностей выходящих на теоретический контур крыла с постоянной (или переменной) малкой. К этой поверхности прикрепляется обшивка с помощью заклепок. Основные требования – это совпадение практически полученного контура с теоретическим с допуском отклонением $\pm 0,3$ мм.

-через отв. Ф17, в правой стороне детали, разделенное 2-мя пазами 18x30мм проходит ось вращения закрылка. Выполняется по 7 качеству точности, шероховатость Ra1,25

-2 отв. Ф12 являются базовыми и изготавливаются по 8 качеству и Ra 2,5

-остальные поверхности обрабатываются с точностью по ОСТ100022-80 и Ra 3,2.

Примечание: необходимую информацию следует получить в конструкторских бюро.

6.2.2 Материал детали.

В данной главе необходимо дать характеристику материала.

1. Назначение и область применения.

2. Свойства (Пластичность, свариваемость, коррозионная стойкость, обрабатываемость абразивным и лезвийным инструментом, склонность к образованию поверхностной корки, прокаливается и другое)

3. Механические и физические свойства, химический состав. Влияние на свойства материала отдельных химических элементов входящих в него.

Примечание: для получения информации использовать справочники по различным маркам материалов.

6.2.3. Анализ технологичности детали.

Для анализа технологичности детали дается количественная и качественная оценка.

Примечание: в дипломном проекте не писать «количественная» и «качественная» характеристика.

Количественная оценка рассчитывается по следующим показателям:

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}$$

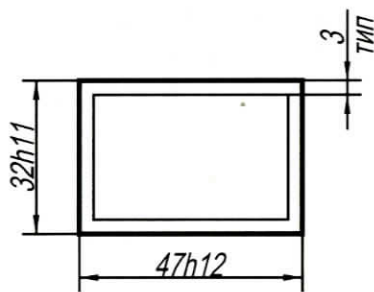
Где: A_{cp} – средний квалитет точности обработки определяется по формуле

$$A_{cp} = \frac{\sum A n_i}{\sum n_i} = \frac{5 * n_5 + 6 * n_6 + 7 * n_7 + + 15 * n_{15} + 16 * n_{16} + 17 * n_{17}}{n_5 + n_6 + n_7 + n_{15} + n_{16} + n_{17}}$$

Где: n_i – число размеров чертежа соответствующих квалитетов точности.

Если значение коэффициента точности больше 0,5, то деталь считается технологичной, и нетехнологичной если меньше.

Пример: Определения $K_{т.ч.}$



$$A_{cp} = \frac{\sum A n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot 11 + 1 \cdot 12 + 4 \cdot 14}{1 + 1 + 4}$$

- один размер по 11 кв.(32h11)
- один размер по 12 кв.(47h12)
- четыре размера по свободным размерам примерно 14 квалитет (4 стенки в размер 3мм)

Коэффициент унификации конструктивных элементов определяется по формуле:

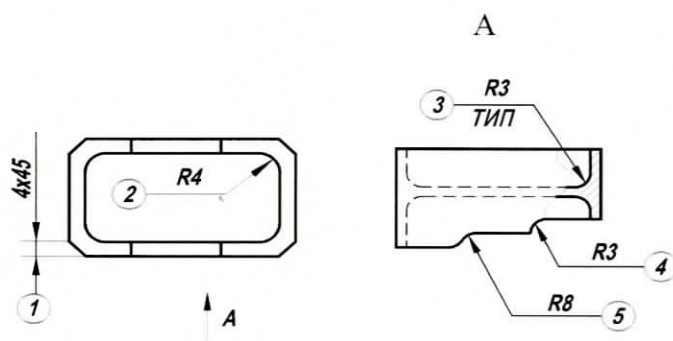
$$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_э}$$

где, $Q_{у.э.}$ –число унифицированных конструктивных элементов детали (фаски, пазы, радиуса сопряжения, отверстия, шаги резьб).

$Q_э$ –общее число конструктивных элементов

Если значение коэффициента унификации больше 0.6, то деталь считается технологичной.

Пример: *Определения $K_{у.э.}$*



1. **четыре** фаски 4*45 град. – все фаски унифицированы;
2. R4 – радиуса сопряжения в карманах (горизонтальная плоскость) – **восемь** размеров (2 кармана по четыре радиуса) - все унифицированы;
3. элементы 3, 4 и 5 – R3 и R8 радиуса сопряжения в карманах и рёбрах (вертикальная плоскость) – **десять** размеров R3 (восемь в карманах и два на рёбрах) и **два** размера R8 – считаются унифицированными 10 размеров (R3).

Итого 14 конструктивных элементов на чертеже детали, R8-не унифицирован (для унификации его необходимо изменить R3)

$$K_{у.э.} = \frac{4+8+10}{4+8+12} = \frac{22}{24} = 0.917$$

Коэффициент использования материала (определяется для базового варианта)

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z}$$

где: M_d – масса детали по чертежу, кг;

M_z – масса материала заготовки с возможными технологическими потерями, кг.

Полученное значение $K_{им}$ следует сравнить с рекомендуемыми значениями для выбранного типа производства и сделать вывод.

Качественный анализ технологичности детали:

Сводится к оценке (хорошо – плохо, достаточно – недостаточно, допустимо – недопустимо) следующих требований предъявляемых к детали:

Конструкция детали – рекомендуется, чтобы деталь состояла из стандартизированных и унифицированных элементов (указать на трудно изготавливаемые элементы детали)

▪ Заготовка – рекомендуется применять рациональные способы получения заготовок для выбранного типа производства

▪ Показатели поверхностей, которые могут быть использованы как базовые (достаточна ли точность и шероховатость поверхности для обеспечения точности установки, обеспечивает ли поверхность устойчивое положение детали во время обработки и т.д.)

▪ Общая оценка конструкции детали (жесткость и сложность крепления детали, длительность обработки, возможность применения сходных групповых и типовых процессов)

Пример: *Конструкция детали в основном состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов расположенных параллельно основным координатным плоскостям.*

Усложняет обработку детали:

- *наличие криволинейной (малкованной) поверхности;*
- *наличие прилива с отв.Ф17Н7 под подшипник, т.к. ось отв. расположена под углом 1 град. 30 мин. от перпендикуляра к плоскости детали.*

Пример: *Применение в качестве заготовки – горячей штамповки, обеспечивает в условиях среднесерийного производства минимальный расход металла и минимизирует объем механической обработки детали.*

Пример: *Применяемая в качестве заготовки – ковка, получаемая свободной ковкой, приводит к повышенному расходу материала, увеличивает трудоемкость механической*

обработки из-за необходимости срезать повышенный припуск. Для среднесерийного производства наиболее эффективно применения горячей штамповки.

Пример: Поверхности детали (верхняя и нижняя) могут быть использованы как установочные базы для обработки большинства поверхностей детали. Они обеспечивают устойчивое положение детали во время обработки.

Пример: В качестве направляющей и опорной базы могут использоваться 2 отв. $\Phi 12H8$ со значением шероховатости $Ra\ 1.25$, которые обеспечивают достаточную точность установки для обработки детали с 2х сторон.

Пример: В виду того, что деталь необходимо обрабатывать с 2х сторон возникают сложности с базированием во втором положении, т.к. в конструкции детали не предусмотрены поверхности удобные для базирования. Для устранения этого недостатка рекомендуется применение технологических приливов, в которых можно произвести сверление отв. под технологические базы.

Пример: Конструкция детали имеет достаточную жесткость, удобные поверхности для установки крепежных элементов (прихватов). Возможна обработка детали на станке с ЧПУ с минимальным объемом доработок на универсальных операциях. Для изготовления детали необходим большой объем механической обработки из-за наличия карманов, ребер жесткости, сложной конфигурации торцев ребер и т.д.

6.2.4. Определение типа производства.

1. Следует указать факторы, по которым проводят разделение на виды производства.
2. Рекомендуется ориентировочно определять тип производства исходя из производственной программы и массы детали по данным «Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения» И.С. Добрыднєв (дать ссылку на таблицу, приведенную в учебнике).

Тип производства	Годовой объем выпуска, шт.		
	Легкие, до 20 кг	Средние, до 300 кг	Тяжелые, свыше 300 кг
Единичное	до 100	до 10	1...5
Мелкосерийное	101...500	11...200	6...100
Среднесерийное	501...5000	201...1000	101...300
Крупносерийное	5001...50000	1001...5000	301...1000
Массовое	Свыше 50000	Свыше 5000	Свыше 1000

3. Окончательно определить тип производства по коэффициенту закрепления операций – $K_{з.о.}$.

$$K_{з.о.} = O / P, \text{ где}$$

O – число всех различных операций, выполняемых в течение месяца,

P – число рабочих мест.

Если $K_{з.о.} \geq 40$ – единичное производство;
 $K_{з.о.} = 20 \dots 40$ – мелкосерийное производство;
 $K_{з.о.} = 10 \dots 20$ – среднесерийное производство;
 $K_{з.о.} = 1 \dots 10$ – крупносерийное производство;
 $K_{з.о.} = 1$ – массовое производство.

4. Дать краткую характеристику выбранного типа производства.

6.3. Технологическая часть.

6.3.1. Выбор вида и метода получения заготовки

В этом пункте:

- Следует рассмотреть возможные варианты выбора заготовок пригодных для заданной детали (или деталей). Проанализировать и обосновать выбор заготовки (т.е. определить их преимущества и недостатки).
- Выбрать наиболее оптимальный метод получения заготовки по техническим и экономическим соображениям.
- Обосновать выбор формы заготовки (дать разъяснения по размещению плоскости разъёма литейной формы или штампа, обосновать величины литейных или штамповочных уклонов, характер выполнения отверстий и так далее).
-

6.3.2. Расчет припусков и размеров заготовки

В этом пункте следует дать характеристику различным методам расчета припусков. Привести методику определения припусков.

На одну – две поверхности рассчитать величину припуска аналитическим методом, на все остальные поверхности статистическим методом.

6.3.3. Анализ базового техпроцесса

Анализ базового техпроцесса проводится с целью выявления его достоинств и недостатков исходя из выбранного типа производства. При отсутствии базового технологического процесса следует рассмотреть несколько вариантов самостоятельно.

На первом этапе дается характеристика заготовке (способ ее получения).

Пример: *В качестве заготовки в базовом техпроцессе принята поковка, получаемая свободной ковкой. Так как конструкция детали имеет достаточно сложную форму, при производстве поковки введены большие припуски и напуски (упрощающие форму заготовки). Это привело к увеличению веса заготовки – коэффициент использования материала составил 0.1, что является низким показателем.*

На втором этапе следует дать характеристику маршрута обработки детали.

В табличной форме приводится последовательность операций техпроцесса с кратким описанием содержания работ с указанием используемых оборудования и приспособлений (смотри пример таблицы).

Примечание: при составлении таблицы следует придерживаться нескольким правилам:

- В содержании операции необходимо ссылаться на чертеж детали (указывать выдерживаемые размеры и виды по чертежу).
- Не следует ссылаться на технологические эскизы базового техпроцесса (так как эскизы не приводятся в тексте пояснительной записки).
- Разрешается объединять однотипные операции в один пункт.
- Допускается не записывать вспомогательные операции и операции промежуточного контроля.

Пример таблицы: Маршрут обработки детали «Фитинг»

Опера ция	Наименование и содержание операции	Оборудо- вание	Приспо- собление
005	Контрольная. Входной контроль заготовки	К.стол	
010	Вспомогательная. Оформление сопроводительной документации	Стол подгот..	
015	Фрезерная. Обработка базовой поверхности (нижняя плоскость детали на виде сверху)	6Н12Р	Прижи- мы
020	Слесарная.	Верстак.	Напиль- ник
025	Сверлильная. Сверление, зенкерование и развертывание 2х отв. Ф12Н9	2Н125	Кондук- тор
030	Разметочная. Разметить наружный контур.		
035	Фрезерная. И так далее.		

Далее проводится анализ операций по основным группам.

Пример: Основной объем механообработки проводится на универсальных фрезерных станках. Т. к. контур детали представляет собой сложную кривую и имеется несколько внутренних карманов и отверстий, необходимо большое кол-во перестановок для изготовления детали, это приводит к снижению точности обработки и увеличивает время, связанное с настройкой. В основном используется универсальные приспособления (тисы, поворотный и вращающийся стол и др.), что также увеличивает время настройки. Применение станка с ЧПУ и специального приспособления с механизированным приводом позволило бы существенно сократить время на настройку, улучшить качество изготовления, сократить время на подготовительно-заключительные работы, упростить процессы базирования, и закрепление детали и др.

Применение набора дисковых фрез для обработки пазов обеспечивает необходимую точность обработки при высокой производительности (высокая жесткость обработки, минимальное время настройки)

Для обработки ступенчатого отв. Под подшипник применяется растачивание, обеспечивающее получение точного размера ф17Н7.

Сверление различных отв. На слесарных операциях является неоправданным т. к. более производительно и точно выполнить эти отв. На сверлильной операции или на станке с ЧПУ.

В ряде операций (020,030 и т.д.) применяется для обработки инструмент из быстрорежущей стали. Можно увеличить режимы резания, применяя для обработки инструмент из твердого сплава (марка)

В целом последовательность обработки поверхностей, применяемые при этом схемы базирования и крепления, позволяют обеспечить необходимое качество изготовления детали.

Большое количество операций объясняется(продолжить).

Примечание: для проведения анализа необходимы следующие данные из базового техпроцесса:

- Номер детали, наименование, материал детали.
- Данные о заготовке: способ получения, габариты, вес.
- Из каждой операционной карты:
 - а) Номер операции (005)
 - б) Название операции (токарная)
 - в) Рабочее оборудование (16к20)
 - г) Количество одновременно изготавливаемых деталей (графа КОИД 1)
 - д) Номер программы (для операций на станках с ЧПУ)
 - е) Применяемая марка СОЖ
 - ж) Нормы времени на операцию ($T_{ит}$, T_v , T_o , $T_{пз}$, $T_{ит.к}$).
 - Перерисовать эскиз (если имеется)
 - Для каждого перехода
 - а) Содержание перехода
 - б) Применяемые приспособления, режущий и измерительный инструмент.
 - в) Режимы резания (L , t , I , S , n , v) и нормы времени (T_v , T_o).

6.3.4. Разработка маршрутного техпроцесса

Здесь дается краткая характеристика разрабатываемого технологического процесса. Разработка техпроцесса должна быть направлена на повышение технического уровня производства, качества продукции и производительности труда.

Для среднесерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда. В среднесерийном производстве нашли применение станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Станки с ЧПУ не требуют длительной переналадки при переходе на обработку от одной заготовки на другую, что позволяет на данных станках производить процесс обработки широкой номенклатуры заготовок.

Применение станков с ЧПУ в условиях среднесерийного производства позволяет увеличить производительность труда, сократить сроки подготовки производства (на 50-70%), снизить себестоимость изготовления деталей, а также использовать труд рабочих более низкой квалификации.

При разработке технологических операций необходимо особое внимание уделять выбору баз для обеспечения точности обработки деталей и выполнения технических требований чертежа.

Технологический процесс должен содержать последовательность обработки, переходы контроля, необходимые материалы, оснастку, оборудование, инструмент, должен быть пронормирован, должен иметь разряды работ и нормы времени.

Титульный лист и карты технологического процесса выполняются в соответствии с ГОСТом.

Все карты технологического процесса должны быть подписаны учащимся и руководителем дипломного проекта.

Пример: Основным преимуществом разрабатываемого техпроцесса перед базовым является то, что в качестве заготовки применяется штамповка. Это позволит снизить расход материалов, трудоемкость обработки и себестоимость процесса изготовления детали.

Подготовка баз для программной обработки проводится на универсальном оборудовании.

Обработка наружного и внутреннего контура, карманов, ступенек и ребер жесткости проводится на многоинструментальном фрезерном станке с ЧПУ с применением специального фрезерного приспособления.

Для повышения точности обработки и уменьшения вспомогательного времени я предлагаю применить следующие оснастки:

- 1. Кондуктор – для сверления двух базовых отверстий ф8Н9 .*
- 2. Специальное фрезерное приспособление обработки детали с двух сторон на станках с ЧПУ*

Также необходимо привести краткое описание обработки, разбив по этапам.

Пример:

Первый этап.

Цель операции: обработка плоскости по оси перегородки и двух отверстий под базы.

Выбираю фрезерование на вертикально-фрезерном станке с креплением в тисках и сверление на сверлильном станке с применением специального кондуктора.

Так как размеры выполняются по 14 и 9 качеству точности и стоимость оборудования и оснастки не очень дорогое и наиболее распространенное, то для выполнения этого этапа это оборудование подходит.

Режущий инструмент: торцевая фреза ф160 ГОСТ 9473-80, сверло ф7, зенкер ф7.8 развертка ф8Н9.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ II – 250-0.05

Средство контроля: калибр-пробка ф8Н9, специальный контроль для контроля расположения двух отверстий ф8Н9.

Второй этап.

Цель операции: обработка остальных поверхностей детали (предварительно и окончательно) на станке с ЧПУ.

Наиболее рационально провести обработку на станке с ЧПУ (много инструментальном) в специальном приспособлении. В ходе выполнении операции необходим технологический останов для переустановки прижимов. Деталь базируется на двух пальцах ф8h7.

Режущий инструмент: фрезы концевые- ф30, ф16, ф20 угол 6 град., ф20 угол 3 град., ф20 угол 1 град. 30мин., сверло-зенкер ф9.

Мерительный инструмент: ШЦ- I 250-0.05, стенкомер С-10Б-0.1.

Средства контроля: радиусный шаблон.

Третий этап.

Цель операции: доработка всех поверхностей в ручную.

Снятие заусенцев, припиловка, покрытие Ан.Окс.Хр. и маркирование.

6.3.5. Выбор технологического оборудования

Технологическое оборудование – орудие производства, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка и при необходимости источник энергии. К технологическому оборудованию относятся литейные машины, прессы, станки, печи, гальванические ванны, испытательные стенды и т.п.

Выбор станочного оборудования является одной из важных задач при разработке технологического процесса механической обработке заготовки. От правильного его выбора зависят: производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации, и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объема выпуска изделий выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать:

- характер производства;
- метод достижения заданной точности при обработке;
- необходимую сменную (или часовую) производительность;
- соответствие станка размерам детали;
- мощность станка;
- удобство управления и обслуживания станка;
- габаритные размеры и стоимость станка;
- возможность оснащения высокопроизводительными приспособлениями и средствами механизации и автоматизации.

При среднесерийном производстве на одном станке выполняют несколько различных операций, поэтому выбранный станок должен удовлетворять техническим требованиям всех намеченных обработок. В массовом производстве каждый станок предназначен для выполнения одной операции и должен удовлетворять не только всем требованиям данной обработки, но и обеспечивать заданную производительность.

С целью экономного расходования электроэнергии обработку небольших деталей следует планировать на станках меньших размеров, имеющих соответственно менее мощные электродвигатели. При этом необходимо помнить, что разные станки дают разную точность обработки.

Пример: Для обработки данной детали применяются следующие станки: вертикально-фрезерный станок 6P12П, вертикально-сверлильный станок 2A135 и специальный фрезерный станок с программным управлением MA-655A (DMU-125 и др.).

Вертикально – фрезерный станок 6P12П предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ. Станок используется как в условиях единичного, так и крупносерийного производства.

Техническая характеристика.

Таблица № (порядковый)

Размер рабочей поверхности стола, мм:	
Ширина	320
Длина	1500
Наибольшее перемещение стола, мм:	
Продольное	800
Поперечное	280
Вертикальное	420
Перемещение гильзы со шпинделем, мм	70
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, °	±45
Внутренний конус шпинделя, мин ⁻¹	50
Число подач стола	18
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	31,5-1600
Число подач стола	18
Подача стола, мм/мин	
Продольная и поперечная	25-1250
Вертикальная	8,3-416,6
Скорость быстрого перемещения стола, мм/мин	

<i>Продольная и поперечная</i>	<i>3000</i>
<i>Вертикальная</i>	<i>1000</i>
<i>Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт.</i>	<i>7,5</i>
<i>Габаритные размеры:</i>	
<i>Длина</i>	<i>2305</i>
<i>Ширина</i>	<i>1950</i>
<i>Высота</i>	<i>2020</i>
<i>Масса (без выносного оборудования), кг.</i>	<i>3120</i>

6.3.6. Выбор приспособлений и режущего инструмента

Выбор приспособлений.

Одна из важнейших задач разработки технологического процесса – установление вида и конструкции приспособления.

Приспособление – технологическая оснастка, предназначенная для закрепления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции.

Выбранные приспособления должны способствовать повышению производительности труда, точности обработки, улучшений труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок дает ряд преимуществ: повышает количество и точность обработки деталей; сокращает трудоемкость обработки заготовок за счет резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление; расширяет технологические возможности станков; создает возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закрепленных в общем, приспособлении.

Правила выбора технологической оснастки предусматривают пять систем технологической оснастки, которые предназначены для выполнения различных видов работ в зависимости от типа производства.

К системам технологической оснастки относятся системы:

1. неразборной специальной оснастки (НСО);
2. универсально-наладочной оснастки (УНО);
3. универсально-сборной оснастки (УСО);
4. сборно-разборной оснастки (СРО);
5. универсально-безналадочной оснастки (УБО).

В условиях крупносерийного и массового производства следует применять быстродействующие специальные станочные приспособления с пневматическими и другими приводами зажима в процессе обработки детали.

В мелкосерийном и серийном производстве следует применять стандартные универсальные приспособления: патроны, машинные тиски, поворотные столы, кондукторные приспособления, предусматривая для них дополнительные наладки для заданного изделия.

Пример: Для детали «Перегородка » применяется специальное фрезерное приспособление с гидравлическим приводом зажима ДП.151901.XX.XX.XX. для фрезерной операции на станке с ЧПУ. Использование данного приспособления позволит сократить временные затраты на наладку станка, на установку и закрепление детали и т.д.

Выбор режущего инструмента.

Инструмент – это технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния (состояние предмета труда определяется с помощью шаблона и измерительного инструмента).

Конструкция и размеры инструмента для заданной операции зависят от вида обработки, размеров обрабатываемой поверхности, свойств материала заготовки, требуемой точности обработки и шероховатости обрабатываемой поверхности.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Выбор материала для режущего инструмента, зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Пример: Для обработки отверстий детали «Перегородка» применяются следующие инструменты:

Инструмента для обработки отверстий.

Сверло 2301-0193 Р6М5 ГОСТ 10903-77

Зенкер 2320-0057 Р6М5 ГОСТ 12489-71

Развертка 2331-0158 Р6М5 ГОСТ 1672-80

Сверло-зенкер ДП.151001.XX.XX.XX.

Развертка 2360-0122 ГОСТ 7722-77

Инструменты для фрезерной обработки детали.

Фреза 2223-1537 Р6М5 ГОСТ 23247-78 ($d=30; l=53; R=3$)

Фреза 2223-1251 Р6М5 ГОСТ 23247-78 ($d=16; l=32; R=3$)

Фреза 2214-0331 Р6М5 ГОСТ 9473-80 ($d=180; B=54; Z=16$)

6.3.7. Применяемые методы и инструменты контроля

Под контролем в широком смысле имеется в виду понятие, включающее в себя определение как количественных, так и качественных характеристик, например, контроль дефектов наружной поверхности, контроль внутренних пороков металла и др.

В технике наряду с понятием «контроль» широко применяется понятие «измерение».

Измерение – нахождение физической величины с помощью специальных технических средств.

Точность измерений – качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Погрешность измерения – отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Под методом измерения понимается совокупность используемых измерительных средств и условий их применения.

Методы измерения зависят от используемых измерительных средств и условий измерений и подразделяются на абсолютные, сравнительные, прямые, косвенные, комплексные, элементные, контактные и бесконтактные.

Абсолютный метод измерения характеризуется тем, что прибор показывает абсолютное значение измеряемой величины.

Сравнительный метод отличается тем, что прибор показывает отклонение значения измеряемой величины от размера установочной меры или иного образца.

Так, к абсолютному методу относят измерение микрометром, штангенциркулем, длинномером, а к сравнительному измерение оптиметром, индикаторным нутромером.

Прямой метод измерения заключается в том, что значение искомой величины или ее отклонение отсчитывают непосредственно по прибору. К этому методу относят контроль диаметров микрометром или индикатором на стойке.

При косвенном методе значение искомой величины или отклонение от нее находят по результатам измерения другой величины, связанной с искомой определенной зависимостью. Например, контроль угла синусной линейкой диаметром по длине дуги и углу, опирающемуся на нее.

Измерительные средства – это технические устройства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические свойства (например, различные измерительные приборы, калибры, лекальные линейки, плиты и т.д.).

Для контроля данной детали абсолютным методом применяются следующие средства контроля.

Пример:

Для измерения наружных и внутренних размеров детали «...» используются штангенциркули ШЦІ-125-0,05 ГОСТ 166-89, ШЦІІ-300-0,05 ГОСТ 166-89.

Для контроля толщин стенок применяют индикаторный стенкомер С-10Б-0,1 ГОСТ 11358-89 с пределом измерения 10 мм.

Также к абсолютному методу относится измерение углов угломером 1-2 ГОСТ 5378-88 с пределом измерения 180°.

Сравнительный метод измерения для детали «...» включает в себя контроль межцентрового расстояния между базовыми отверстиями, с помощью контрольного приспособления, измерение диаметров отверстий по средствам калибра-пробки ГОСТ 14810-69 (Ø 8Н9), измерение радиусов сопряжения радиусными шаблонами и контроль шероховатости обработанных поверхностей с помощью образцов шероховатости ГОСТ 9378-93.

Также необходимо в своих проектах применять современные средства контроля – контрольно-измерительные машины (КИМ), с помощью которых сравниваются изготовленные детали с твердотельной компьютерной моделью этих деталей.

6.3.8. Расчет режимов резания

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Чтобы

добавиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования.

Существует два метода определения режимов резания: аналитический и статистический.

При определении режимов обработки аналитическим методом сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технологических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительности труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу. После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учетом жесткости технологической системы.

При определении режимов обработки статистическим (табличным) методом используют нормативные в зависимости от выбранного типа производства и установленного вида обработки заготовки. Табличный метод определения режимов резания сравнительно прост. Определение режимов резания табличным методом широко применяют в производственных условиях, т.к. этот метод дает возможность ускорить разработку технологических процессов и сократить сроки подготовки к запуску изготовления данного изделия.

Пример:

Определение режимов резания аналитическим методом для сверления двух отверстий Ø7 мм.

Операция: 015 сверлильная

Оборудование: 2А135

Режущий инструмент: сверло 2301-0193 Р6М5

ГОСТ 10903-77 (d=7; L=85; l=53)

Глубина резания

$$t = \frac{D_c}{2} = \frac{7}{2} = 3.5, \text{ мм}$$

где Dc – диаметр сверла, мм

Подача при сверлении

$$S_o = 0.15$$

Скорость резания

$$v_o = \frac{C_o \cdot Dc^q \cdot K_v}{T^m \cdot So^{Y_b}}, \text{ м/мин}$$

где, C_v – поправочный коэффициент;

T – стойкость сверла, мин;

q, m, y – показатели степени;

K_v – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания

C_v, q, m, Y_v – берутся из справочника технолога машиностроителя

$$C_v = 36.3, q = 0.25, m = 0.125, Y_v = 0.55$$

$$T = 90 \text{ мин}$$

$$K_v = K_{MT} \cdot K_{IT} \cdot K_{IT},$$

где, K_{MT} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{IT} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

K_{IT} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MT} = 0.8$$

$$K_{IT} = 1.0$$

$$K_{IT} = 1.0$$

$$K_v = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 0.8$$

$$v_o = \frac{36.3 \cdot 7^{0.25} \cdot 0.8}{90^{0.125} \cdot 0.15^{0.55}} = 76.18$$

Частота вращения шпинделя.

$$n_{шп} = \frac{1000 \cdot v_o}{\pi \cdot D_{р.ш.}}, \text{ мин}^{-1} \quad n_{шп} = \frac{1000 \cdot 76.18}{3.14 \cdot 7} = 3466 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя согласно паспортным данным станка

$$n_n = 1400 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания.

$$v_o = \frac{\pi \cdot D_{р.ш.} \cdot n_{пасп.}}{1000}, \text{ м/мин} \quad v_o = \frac{3.14 \cdot 7 \cdot 1400}{1000} = 30.77 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент.

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_m \cdot D_{св}^{q_m} \cdot K_p, \text{ кгс}$$

где C_m – поправочный коэффициент;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$C_m = 0,005, q_m = 2,0,$$

$$K_p = 1,2$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 7^2 \cdot 1,2 = 1,12$$

Осевая сила.

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D_{св}^{q_p} \cdot K_p, \text{ кгс}$$

$$\text{где } C_p = 9,8, q = 1,0, \quad K_p = 1,1 \quad P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 7^{1,0} \cdot 1,1 = 754,6, \text{ кгс}$$

Мощность резания.

$$N_{\Sigma} = \frac{M_{кр} \cdot n_{наст}}{9750 \cdot 10}, \text{ кВт}$$

$$N_{\Sigma} = \frac{1,12 \cdot 1400}{9750 \cdot 10} = 0,016 \text{ кВт}$$

Основное время.

$$T_0 = \frac{L}{n_{ин.} \cdot S_0},$$

где L – длина рабочего хода сверла, в мм.

$$L = y + l + \Delta, \text{ мм}$$

где y – врезание сверла, в мм;

l – глубина обрабатываемого отверстия, в мм;

Δ – перебеж сверла, в мм.

$$l = 27 \text{ мм}$$

$$y = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 7 = 2,8 \text{ мм}$$

$$\Delta = 1 \dots 3 \text{ мм}$$

принимаем $\Delta = 2 \text{ мм}$

$$L = 2,8 + 27 + 2 = 31,8 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{31,8}{1400 \cdot 0,15} \cdot 2 = 0,3 \text{ мин}$$

6.3.9. Нормирование операций

Одной из составных частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы.

Различают три метода нормирования: технический расчет по нормативам; сравнение и расчет по укрупненным типовым нормативам; установление норм на основе изучения затрат рабочего времени.

Технической нормой времени является время, которое устанавливается для выполнения определенной работы (операции), исходя из применения прогрессивных методов труда, плотного использования производственных возможностей (оборудования, площадей) и учета передового опыта новаторов производства.

Затраты рабочего времени подразделяются: на время работы и времени перерывов в работе.

Время работы состоит из подготовительно-заключительного времени, операционного (технологического и вспомогательного) и времени на обслуживание рабочего места.

Подготовительно-заключительное время – это время, затраченное рабочим на ознакомление с работой, подготовку к работе (наладка станка, приспособлений и инструментов для изготовления деталей, а также на выполнение действий, связанных с окончанием данной работы (снятие со станка и возврат приспособлений и инструмента; и сдача обработанных заготовок)).

Подготовительно-заключительное время повторяется с каждой партией обрабатываемых деталей и не зависит от размера партий.

Технологическое (основное) время – это время, затрачиваемое непосредственно на изготовление детали, т.е. на изменение формы, размеров, состояния заготовки и т.п.

Вспомогательное время – это время, затраченное на различные вспомогательные действия рабочего, непосредственно связанные с основной работой, а именно: установка, закрепление и снятие обрабатываемой детали, пуск и остановка станка, измерения изменения режимов обработки и т.п.

Норму времени на операцию в условиях серийного производства называют штучно-калькуляционной нормой времени и определяют по формуле.

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ мин}$$

где n – число деталей в партии.

Пример:

Нормирование фрезерной операции № XX.

Основное время.

$$T_0 = 2.2 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время.

$$T_B = T_{B.y} + T_{B.пер} + T_{B.изм}, \text{ мин.}$$

где $T_{B.y}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$T_{B.пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$T_{B.изм}$ – вспомогательное время на контрольное измерение, мин.

$$T_{B.y} = 0.34 \cdot 1.1 = 0.37 \text{ мин.}$$

$$T_{B.пер} = 0.51 \text{ мин.}$$

Таблица № (порядковый)

Наименование приемов	Время, мин.	Номер позиции
Включить и выключить вращение фрезы	0,022	2
Включить и выключить подачу	0,026	4
Изменить число оборотов шпинделя	0,07	7
Изменить величину подачи	0,07	10
Выключить автоматическое ускоренное перемещение, подвести деталь к фрезе перемещением стола	0,07	11
Включить автоматическое ускоренное перемещение, отвести деталь от фрезы перемещением стола	0,06	12
Установить фрезу на размер по лимбу	0,08	17
Итого:	0,51	

$$T_{В.изм} = 0.24 \text{ мин}$$

$$T_B = 0.37 + 0.51 + 0.24 = 1.12, \text{ мин.}$$

Оперативное время.

$$T_{оп} = T_O + T_B, \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = 2.2 + 1.12 = 3.32 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время.

$$T_{п.з.} = 16 + 7 = 23 \text{ мин.}$$

на наладку станка, инструмента и приспособления $T_{п.з.} = 16 \text{ мин.}$

на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

$$T_{п.з.} = 7 \text{ мин.}$$

Штучное время.

$$T_{шт} = (T_O + T_B) \left(1 + \frac{K_{обс} + K_{отл}}{100} \right), \text{ мин.}$$

где $K_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, рассчитывается в процентах от оперативного времени;

$K_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, рассчитывается в процентах от оперативного времени.

$$T_{шт} = (2.2 + 1.12) \left(1 + \frac{3.5\% + 4\%}{100}\right) = 3.86, \text{ мин.}$$

$$K_{обс} = 3.5\%$$

$$K_{отл} = 4\%$$

Штучно-калькуляционное время.

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{пз.}}{n}, \text{ мин}$$

$$n = 20 \text{ шт.}$$

$$T_{шт.к.} = 3.86 + \frac{23}{20} = 5.01 \text{ мин}$$

Полученные данные заносим в соответствующие графы технологического процесса.

6.4. Конструкторская часть.

6.4.1. Конструкция приспособления

В данном пункте необходимо выполнить описание работы спроектированного приспособления и обоснование выбранной конструкции.

Пример:

На плите приспособления располагаются ложементы, которые закреплены винтами и зафиксированы штифтами. В ложементы запрессованы по два базовых пальца Ø8H9: один цилиндрический другой ромбический. Для направления пальцев предусмотрены втулки.

При установке на базовые пальцы и ложементы детали принимают устойчивое положение при обработке. При обработке двух ребер и восьми отверстий детали закрепляется за счет двух прихватов и гидроцилиндрах толкающего типа расположенных с права и с лева приспособления и прихвата тянущего типа расположенного в центре приспособления. Верхнюю полость цилиндра тянущего типа через шланг высокого давления подается масло, шток с пальцем, в прорезь которого вставляется разрезная шайба, смещается вниз, прижимая деталь к ложементу.

При обработке остальных поверхностей детали закрепляются в восьми прихватах и гидроцилиндрах толкающего типа.

Для ориентации приспособления на столе станка в плите запрессованы два пальца: один диаметром 30f7 – входит в центральную втулку стола, второй диаметром 22f7 – в центральный паз стола.

Для транспортировки приспособления в плите размещены четыре рым-болта.

Данное приспособление предназначено для программной обработки наружного внутреннего контура, карманов, ступенек и ребер детали.

Данное приспособление, благодаря быстродействующим зажимам позволяет снизить время на установку и снятие детали.

6.4.2. Расчет приспособления на усилие зажима

При закреплении детали в приспособлении, на станках между деталью и прихватами возникают силы трения, которые препятствуют смещению детали от силы резания P_z . При обработке на программном станке с ЧПУ при обходе контура фрезой положение силы P_z будет меняться.

Пример: В данном случае уравнение баланса сил примет вид.

$$P_z + P_o \cdot f = W \cdot f$$

где P_z – основная сила резания, Н

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} \cdot K, \text{ Н}$$

$$C_p = 82.5; x = 0.95; y = 0.8; u = 1.1; q = 1.1; w = 0.$$

$$K_{Mp} = 2.75$$

$$K = 0.2$$

$$t = 4.6 \text{ мм}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82.5 \cdot 4.6^{0.95} \cdot 0.15^{0.8} \cdot 36^{1.1} \cdot 3}{30^{1.1} \cdot 1120^0} \cdot 2.75 \cdot 0.25 = 1950 \text{ Н}$$

P_o – осевая сила, отрывающая деталь от ложементов за счет винтовой канавки концевой фрезы.

$$P_o = 0.28 \cdot P_z \cdot \operatorname{tg} \omega, \text{ Н}$$

ω – угол подъема винтовой канавки фрезы; для легких сплавов применяется 30° .

$$P_o = 0.28 \cdot 1950 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 310, \text{ Н}$$

f – коэффициент трения на станке, $f = 0.15$

Из уравнения определяется сила зажима.

$$W = \left(\frac{P_z}{f} + P_o \right) \cdot K_3 \div 3$$

где K_3 – коэффициент запаса, учитывает степень затупления, колебание припуска при обработке за счет износа штампа, твердость и вязкость материала детали; $K_3 = 1.4$

$$W = \left(\frac{1950}{0.15} + 310 \right) \cdot 1.4 \div 3 = 6211 \text{ Н}$$

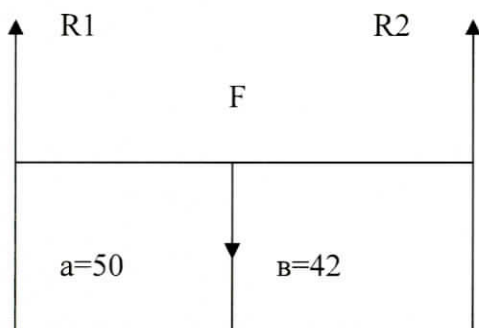
Определение диаметра гидроцилиндра:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{0.75 \cdot \pi \cdot P \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6211}{0.75 \cdot 3.14 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0.85}} = 0.035 = 35 \text{ мм}$$

Тогда по нормали МН 2251-61 принимаем гидроцилиндр $D = 40 \text{ мм}$.

Расчет гидравлических прижимов.

Односторонний прижим:



Расчет усилия равновесия:

$$\begin{aligned} \sum M_a &= 0 \\ \sum M_a &= F \cdot a - R_2 \cdot (a + b) = 0 \\ F &= \frac{R_2 \cdot (a + b)}{a} = \frac{6211 \cdot (50 + 42)}{50} = 11428 \text{ Н} \\ \sum M_c &= 0 \\ \sum M_c &= -F \cdot b + R_1 \cdot (a + b) = 0 \\ R_1 &= \frac{F \cdot b}{a + b} = \frac{11428 \cdot 42}{50 + 42} = 5217 \text{ Н} \end{aligned}$$

Проверяем силы:

$$\begin{aligned} \sum Y &= R_1 + R_2 - F = 0 \\ F &= R_1 + R_2 \\ 11428 &= 5217 + 6211 \\ 11428 &= 11428 \end{aligned}$$

Рассчитываем шток гидроцилиндра толкающего типа.

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Уравнение на растяжение:

$$\sigma = \frac{N}{A}, \text{ МПа}$$

$$\sigma = \frac{R_1}{A} = \frac{R_1}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{5217}{\frac{3.14 \cdot 12^2}{4}} = 46 \text{ МПа}$$

Расчет болта на кручение с растяжением.

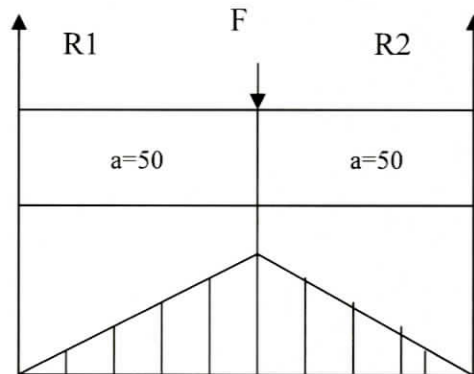
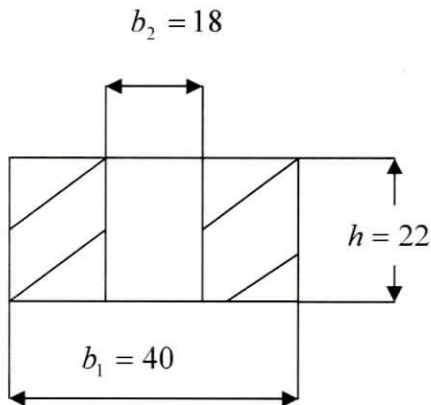
$$\sigma = \frac{4F_{\text{расч}}}{\pi \cdot d_p^2} \leq [\sigma_p] \text{ МПа}$$

$$d_p = d - 0.94p = 16 - 0.94 \cdot 2 = 14.12$$

$$F_{\text{расч}} = 1.3 \cdot F = 1.3 \cdot 11428 = 14856.4$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 14856.4}{3.14 \cdot 14.12^2} = 94.9 \text{ МПа}$$

Расчет прихвата:



$$\sum Ma = 0$$

$$\sum Mb = R_1 \cdot a = 0$$

$$\sum Mc = 0$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x}$$

$$M_x = R_1 \cdot a = 5217 \cdot 50 = 260850 \text{ H}$$

$$W_x = \frac{I_x}{\text{Imax}} = \frac{\left(\frac{b_1 \cdot h^3}{12} - \frac{b_2 \cdot h^3}{12} \right)}{\frac{h}{2}} = \frac{\left(\frac{40 \cdot 22^3}{12} - \frac{18 \cdot 22^3}{12} \right)}{\frac{22}{2}} = 1774.9 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{260850}{1774.9} = 146.9 \text{ МПа}$$

Болты прижимной планки.

R_1 – нагрузка на один болт;

$$F_{\text{расч.}} = \frac{R_1}{2}$$

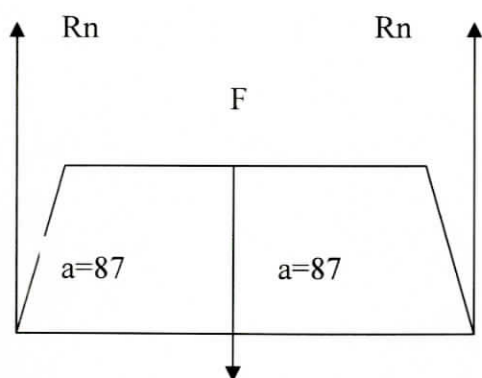
$$\sigma = \frac{4F_{\text{расч.}}}{\pi \cdot d_p^2} \leq [\delta_p] \text{ МПа}$$

$$d_p^2 = d - 0.94p = 16 - 0.94 \cdot 2 = 14.12$$

$$F_{\text{расч.}} = \frac{R_1}{2} = \frac{5217}{2} = 2608.5 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 2608.5}{3.14 \cdot 14.12^2} = 16.6 \text{ МПа}$$

Двусторонний прижим.



$$Rn = W = 6211H$$

$$\sum Y = Rn + Rn - F = 0$$

$$F = 2Rn = 2 \cdot 6211 = 12422$$

Шток гидроцилиндра:

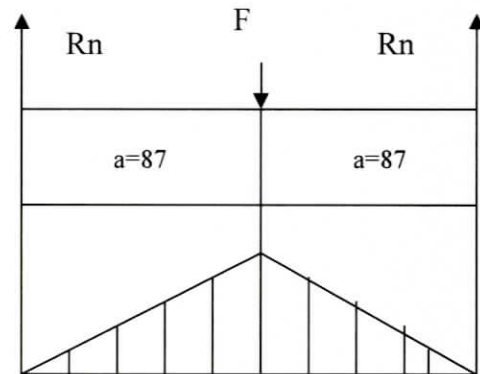
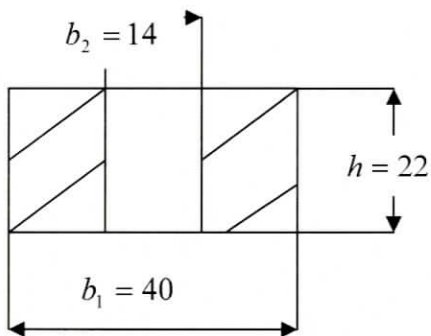
$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Расчет усилия равновесия:

$$\sigma = \frac{N}{A}, \text{МПа}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{12422}{\frac{3.14 \cdot 12^2}{4}} = 109.9 \text{ МПа}$$

Расчет прихвата:



$$\sigma = \frac{Mx}{Wx}$$

$$Mx = Rn \cdot a = 6211 \cdot 87 = 540357H$$

$$Wx = \frac{Ix}{\text{Im ax}} = \frac{\left(\frac{b_1 \cdot h^3}{12} - \frac{b_2 \cdot h^3}{12} \right)}{\frac{h}{2}} = \frac{\left(\frac{40 \cdot 22^3}{12} - \frac{14 \cdot 22^3}{12} \right)}{\frac{22}{2}} = 2067.3 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{540357}{2067.3} = 180 \text{ МПа}$$

Болты прижимной планки.

R_1 – нагрузка на один болт;

$$F_{расч} = \frac{Rn}{2}$$

$$\sigma = \frac{4F_{расч}}{\pi \cdot d_p^2} \leq [\sigma_p] \text{ МПа}$$

$$d_p^2 = d - 0.94p = 16 - 0.94 \cdot 2 = 14.12$$

$$F_{расч} = \frac{Rn}{2} = \frac{6211}{2} = 3105.5 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 315.5}{3.14 \cdot 14.12^2} = 19.8 \text{ МПа}$$

После произведенных расчетов необходимо сделать вывод о надежности работы спроектированного приспособления.

6.5 Разработка раздела «Производственные расчёты».

6.5.1 Трудоёмкость участка механической обработки.

В этой главе учащийся должен показать номенклатуру и трудоёмкость деталей, изготавливаемых на участке в виде таблицы.

Трудоёмкость на заданную деталь определяется нормированием технологии, а на остальные детали по действующей на предприятии трудоёмкости, откорректированной на коэффициент снижения

Суммарная трудоёмкость участка определяется по формуле:

$$T_{шт.уч} = \sum_{i=1}^n (T_{шт.i} \times A) \times N_{пр}, \text{ где}$$

$T_{шт.уч}$ – штучное время обработки детали на участке;

$T_{шт.i}$ – штучное время итой детали;

A – количество деталей, изготавливаемых на участке;

$N_{пр}$ – годовая программа выпуска изделий.

После определения суммарного штучного времени по участку определяется штучное время по видам работ, исходя из технологического процесса механической обработки.

-слесарным работам;

-механическим работам (токарная, фрезерная, сверлильная и т.д.);

Штучное время по видам работ определяется по формулам, аналогичным формуле определения суммарного штучного времени по участку.

$$T_{шт.уч.спец.} = \sum_{i=1}^n (T_{шт.спец.i} \times a) \times N_{пп}. \quad \text{Где:}$$

$T_{шт.уч.спец.}$ – штучное время участка вида работ (слесарные работы, токарные, фрезерные, сверлильные и т.д.).

$T_{шт.спец. i}$ – штучное время итого вида работ.

Затем определяется трудоёмкость участка по штучно-калькуляционному времени по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad \text{где:}$$

$T_{шт.к.}$ – трудоёмкость по штучно-калькуляционному времени

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время

n – количество деталей в партии.

$$T_{п.з.} = (T_{оп.} \times A_{п.з.}) / 100 \quad \text{где:}$$

$T_{оп.}$ – оперативное время выполнения работ;

$A_{п.з.}$ – коэффициент подготовительно-заключительного времени.

$$T_{оп.} = \frac{T_{шт.}}{[1 + (A_{об.} + A_{олн}) / 100]} \quad \text{где:}$$

$A_{об.}$ – коэффициент времени обслуживания рабочего места.

$A_{олн.}$ – коэффициент времени на отдых и личные надобности.

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + [1 + A_{пз} / (100 + A_{об.} + A_{олн.})]$$

$A_{пз} = 3,5\%$ табл. 4.34 (Иконников и др. «Нормирование

$A_{об.} = 4,5\%$ труда в машиностроении)

$A_{олн.} = 10\%$ от операционного времени.

После определения $T_{шт.к.}$ участка, определяется $T_{шт.к.}$ по видам работ. Данные расчета сводятся в таблицу.

6.5.2 Число участников производства (рабочих, ИТР, МОП,) и их тарифно-квалификационные разряды.

6.5.2.1 Определение потребности основных производственных рабочих.

Определение потребного количества основных производственных рабочих производят по участку, по каждой профессии и по каждому квалификационному разряду.

Количество основных производственных рабочих по участку определяется по формуле:

$$P_{осн. пр.р.} = \frac{T_{шт.к} \times N_{пр}}{Fз.раб. \times Kв.н} \quad \text{где:}$$

Фз.раб. – эффективный фонд рабочего времени рабочих – рассчитывается, исходя из календарных рабочих дней и планируемых выходных, праздничных дней и плановых потерь (12-13%).

К в.н. – коэффициент выполнения норм времени.

К в.н. для механо-сборочного производства принимается в пределах 1,1-1,15

Количество основных рабочих по специальности определяется по этой же формуле по трудоёмкости каждого вида работ.

Количество основных рабочих по разрядам определяется по этой же формуле по трудоёмкости работ каждого разряда.

Количество основных рабочих заносится в таблицу «Численность основных производственных рабочих участка».

Определение среднего разряда основных производственных рабочих производится по формуле:

$$P_{ср} = \frac{R2 \times P2 + R3 \times P3 + R4 \times P4 + R5 \times P5 + R6 \times P6}{P2 + P3 + P4 + P5 + P6} \quad \text{где:}$$

R2,3,4,5,6 – цифра разряда;

P2,3,4,5,6 – количество рабочих.

Определение средней тарифной ставки основных производственных рабочих производится по формуле:

$$T_{ср} = \frac{T_{см.2} + T_{см.3} + T_{см.4} + T_{см.5} + T_{см.6}}{P2 + P3 + P4 + P5 + P6}$$

6.5.2.2 Определение потребности вспомогательных рабочих

Определение количества вспомогательных рабочих ведётся с учётом того, что некоторая часть из них выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. Поэтому такие должности как раздатчик инструмента, слесари ПРИН, ремонтники для участка не рассчитываются.

Для участка могут рассчитываться вспомогательные рабочие: контролёры, бригадиры, комплектовщики, распределители работ. Для серийного производства количество вспомогательных рабочих составляет 15-20% от основных. При определении количества вспомогательных рабочих по специальностям, необходимо «привязывать» их к количеству мастеров участка. Количество вспомогательных рабочих определяется и по квалификационным разрядам. Количество вспомогательных рабочих заносится в таблицу «Численность вспомогательных рабочих участка».

Средний разряд (Рср) и средняя тарифная ставка (Тср) вспомогательных рабочих определяется аналогично основным рабочим (см.п.6.5.2.1)

6.5.2.3 Определение необходимого количества младшего обслуживающего персонала (МОП).

К МОП относятся уборщицы инженерных помещений. Уборщицы инженерных помещений выполняют общецеховые функции и поэтому количество их для участка не

просчитывается. Количество МОП составляет 2-3% от общего количества рабочих (производственных и вспомогательных).

6.5.2.4 Определение потребного количества ИТР.

К инженерно-техническим должностям относятся должности начальника участка, старшего мастера, мастера, контрольного мастера, технологов, начальников различных бюро, нормировщика, плановика, диспетчера и т.д. Большинство из них выполняет общецеховые функции и поэтому количество их для участка не определяется.

ИТР, которых нужно отнести к участку это: нач.участка, старшие мастера, мастера, контрольные мастера, технологи. Количество ИТР принимают 10-12% от общего числа рабочих (производственных и вспомогательных).

Число мастеров определяют из условия, что в группе мастера должно быть 20-25 рабочих. Количество технологов - исходя из количества мастеров, точно также как количество старших мастеров. Количество контрольных мастеров - исходя из количества контролёров и сложности контрольных операций.

Количество ИТР заносится в таблицу «Численность ИТР участка».

6.5.3 Потребное количество оснастки и оборудования и их загрузка

Потребное количество оснастки и оборудования определяется исходя из номенклатуры деталей, изготавливаемых на участке, трудоёмкости обработки и годовой программы.

6.5.3.1 Определение потребности оснастки (приспособлений)

Номенклатура приспособлений определяется составом деталей, изготавливаемых на участке.

Для каждого приспособления необходимо определить количество «дублёров».

Количество «дублёров» определяется по формуле:

$$N_{пр.i} = \frac{T_{шт.пр.i} \times \delta \times N_{пр}}{F_{д.об.} \times K_{вн} \times f_i} \text{ где:}$$

$N_{пр.i}$ – количество приспособлений для обработки итой детали.

$T_{шт.пр.i}$ – штучное время работы в приспособлении при обработке итой детали.

$F_{д.об.}$ – годовой действительный фонд рабочего времени оборудования, который определяется исходя из календарных рабочих дней в году, сменности, планируемых выходных и праздничных дней и плановых потерь (8%).

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм $K_{вн}=1,1-1,15$.

f_i – количество одновременно работающих при помощи приспособления при изготовлении итой детали.

δ - количество деталей данного наименования ($\delta=2$ при наличии лев. и прав. детали)

$N_{пр}$ – годовая программа выпуска изделий

Кроме оснастки необходимо определить количество верстаков на участке.

$$N_{в} = \frac{T_{шт.в.уч.} \times N_{пп}}{F_{д.об.} \times K_{вн} \times f_i} \text{ где:}$$

$T_{шт.в.уч.}$ – штучное время работ на верстаке.

6.5.3.2 Определение потребности в оборудовании

На участке может применяться сверлильное, фрезерное, токарное оборудование, оборудование с ЧПУ и т.д.

Номенклатура оборудования участка определяется технологическим процессом.

Количество каждого наименования оборудования на участке определяется по формуле:

$$N_{ОБ.i} = \frac{T_{шт.уч.i} \times N_{пр}}{F_{об} \times K_{вн} \times f_i} \quad \text{где:}$$

$N_{ОБ.i}$ – количество итого оборудования на участке.

$T_{шт.уч.i}$ – штучное время работы итого оборудования.

6.5.3.3 Определение загрузки оснастки и оборудования и их стоимости.

Загрузка оснастки и оборудования определяется коэффициентом загрузки:

$$K_z = \frac{N_{расч.}}{N_{прин.}} \quad \text{где:}$$

$N_{расч.}$ – расчётное количество

$N_{прин}$ – принятое количество

Коэффициент загрузки определяется по каждому наименованию оснастки и оборудования, включая и рабочие верстаки. После определения коэффициентов загрузки оснастки и оборудования определяется средний коэффициент загрузки по участку:

$$K_{з.ср} = \frac{K_{з.1} \times N_1 + K_{з.2} \times N_2 + \dots + K_{з.n} \times N_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Данные расчётов оснастки и оборудования сводятся в таблицу.

Затем определяется стоимость оснастки и оборудования. Данные заносятся в таблицу.

Загрузка оснастки и оборудования изображается графически в «Графике загрузки оснастки и оборудования».

6.5.4 Размеры производственной, служебно-бытовой и вспомогательной площадей участка.

Общая площадь участка включает в себя:

- производственную площадь;
- служебно-бытовую площадь;
- вспомогательную площадь.

6.5.4.1 Определение производственной площади.

Производственная площадь состоит из:

- площади для расстановки оснастки и оборудования;
- площади для проходов, а при необходимости и проездов (внутрицехового транспорта);
- площади для размещения мастеров и контрольных работников;
- площади под стеллажи для межоперационного хранения (при необходимости) оснастки.

Все названные площади кроме площади под проходы и проезды определяются расчётным путём:

$$Spr.пл = \Sigma Spr.пр + \Sigma Spr.об. + \Sigma Spr.в. + \Sigma Sm.к/р + \Sigma Sm.оп.х$$

Где:

$Spr.пл$ – производственная площадь участка;

$Spr.пр$ – “ под приспособления;

$Spr.об$ – “ под оборудование;

$Spr.в$ – “ под верстак;

$Sm.к/р$ – площадь для размещения мастеров и контрольных работников;

$Sm.оп.х$ – площадь под стеллажи для межоперационного хранения оснастки.

Производственная площадь под оснастку (приспособления) и оборудование определяется по формуле:

$$Spr.пр.i = \frac{Sуд.ст.i}{Обi} \times J \times Nст.i \quad \text{где:}$$

$Spr.ст.i$ – площадь под оснастку для итой детали,
 $Обi$ – итого оборудования

$Sуд.ст.i$ – удельная площадь приспособления для итой детали,

$Об.i$ – итого оборудования. Определяется габаритами приспособления, оборудования;

J – Коэффициент удельной площади $J=2,5$;

$Nст.i$ – количество приспособлений для итой детали, итого оборудования.

Производственная площадь под верстаки определяется:

$$Spr.в = Sуд.в \times J \times Nв \quad \text{где:}$$

$Sуд.в$ – площадь, занимаемая одним верстаком – определяется габаритами верстака.

Производственные площади, занимаемые рабочими столами мастеров и контролёров, а также стеллажами для межоперационного хранения определяются габаритами столов и стеллажей. Необходимые проходы между ними назначаются при разработке планировки участка. Площади под проходы и проезды на участке (при их необходимости) назначаются при разработке планировки участка.

6.5.4.2 Определение площади под служебно-бытовые и вспомогательные помещения.

В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, туалеты, душевые, буфеты, красные уголки. К вспомогательным относятся ремонтные, помещения для материалов, деталей, нормалей, полуфабрикатов и готовой продукции.

В большинстве своём служебно-бытовые и вспомогательные помещения обслуживают не участок, а весь цех.

К участку следует отнести следующие помещения:

помещение (кабинет) начальника участка;

- под раздевалку;

- под промежуточный склад деталей участка.

Площадь кабинета начальника участка определяется из возможности проведения совещаний с участием мастеров, контрольных работников и технологов участка.

Площадь помещения под раздевалку определяется исходя из количества работающих на участке и метода хранения одежды: открытого или закрытого. Преимущество отдаётся закрытому методу хранения, т.е. хранению в индивидуальных шкафах.

Площадь под промежуточный склад определяется номенклатурой подборок и сборочных узлов участка, количеством комплектов хранения и методом хранения (одноэтажное, многоэтажное хранение).

Служебно-бытовые помещения располагают как правило с одной или с двух продольных сторон участка.

6.6 Разработка Раздела « Организационная часть».

6.6.1 Разработка планировки участка механической обработки.

Планировка участка зависит, от характера производства, особенностей и габаритных размеров объекта производства, от объёма производства (годовой программы выпуска).

Планировку участка механической обработки следует вести в порядке выполнения технологического процесса. Оборудование, обслуживающее несколько или все рабочие места располагать равноудаленным от них.

Предусматривать “коридоры” для транспортировки изделий и оборудования верхним транспортом. Предусматривать проходы и проезды для межцехового транспорта. Участок располагать так, чтобы он вписывался в общую компоновку цеха.

Планировку участка рекомендуется производить следующим образом : Предварительно на лист миллиметровой бумаги в масштабе 1:100 (реже 1:50 или 1:200) наносят сетку колонн. Ширина пролёта здания между осями колонн может быть 12,18,24,36 метров. Ширину пролёта выбирают исходя из размеров изделия. Шаг колонн может быть 6,12 метров.

Вырезают из картона (или другой плотной бумаги) изображение (темплеты) контуров оснастки, оборудования, рабочих верстаков в том же масштабе, что и план здания. При вычерчивании темплета принимают контур оснастки, оборудования с учётом крайних положений движущихся элементов (с учётом, например, открытого положения рубильников приспособления). На плане участка располагают темплеты оснастки, оборудования, верстаков в возможно более короткую технологическую линию. Предусматривают там, где это необходимо, места для межоперационного хранения деталей.

Расстояние между оборудованием, верстаками, подставками для внестapelных работ, ложементами для межоперационного хранения следует принимать, как правило –700мм. При расположении станков фронтом друг к другу –1300мм.

Расстояние между верстаками может быть разным, в зависимости от расположения верстаков относительно друг друга: при расположении в “в затылок” –1300мм; при расположении тыльными сторонами –700мм.

Расстояние от оборудования и т.д. до стен и колонн здания должно быть: при расположении тыльной или боковой стороной –700мм, при расположении фронтом-1300мм.

На плане размеры главных проходов и проездов, предназначенных для транспортировки материалов, деталей, сборочных узлов и движения людей, кроме указанных норм определяются также габаритами применяемых транспортных средств (ручных, электрических тележек, мостовых кранов и др.).

На плане должно быть схематично показано применённое верхнее транспортное средство (мостовой кран, кран балка, эл.тeльфер...)

На плане должны быть указаны рабочие места: мастеров, контрольных работников, помещение для начальника участка, гардеробных. После окончания проектирования плана участка на миллиметровке и согласования его с руководителем дипломного проекта, план участка выполняется на компьютере.

6.6.2 Организация транспортировки изделий на участке.

В этом разделе следует сказать о транспортных потоках на участке. Определить какими видами транспорта он обеспечивается. Выбор транспортных средств зависит от характера, габаритов и веса материалов, деталей и сборочных узлов изделия. В качестве транспортных средств может применяться напольный транспорт: ручные тележки, автокары, электротележки и верхний транспорт: мостовые краны, кран балки, эл.тельферы.

6.6.3 Организация и обслуживание рабочего места.

Кроме рациональной планировки рабочих мест большое влияние на производительность труда и качество продукции имеет правильно организованное обслуживание рабочего места материалами, деталями, приспособлениями, инструментом, технической документации; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

Система обслуживания рабочего места разрабатывается применительно к каждому типу производства (см. таблицу ниже). Учащийся должен описать способ обслуживания рабочего места различными службами.

Способы обслуживания рабочего места

Ответственный за обслуживание	Функция обслуживания	Тип производства	
		Серийное и крупносерийное производство	Единичное и мелкосерийное производство
Производственно-диспетчерское бюро	Обеспечение технической документацией, материалами, деталями, транспортом.	На основании технологического процесса и производственно-диспетчерских графиков.	На основании задания и графиков работ.
Мастер	Выдача заданий и систематический инструктаж рабочего	На основании производственно-диспетчерских графиков	
Инструментально-раздаточная кладовая	Обеспечение инструментом, приспособлениями	Доставкой на рабочее место в соответствии с технологическим процессом и графиком принудительной смены режущего инструмента	В соответствии со сменным заданием
Архивариус (выч)	Обеспечение чертежами и техническими условиями	Доставкой на рабочее место в соответствии с технологическим процессом и производственно-техническим графиком	

Наладчик	Обеспечение наладки оборудования и оснастки	На основании производственно-диспетчерских графиков и графиков принудительной смены режущего инструмента	На основании сменных графиков и по мере надобности.
Ремонтная служба	Обеспечение ремонта и межремонтного обслуживания технологического оборудования.	На основании годовых, квартальных и месячных графиков планово-предупредительного ремонта (ППР) ; по вызовам в аварийных случаях.	
Бюро технического контроля	Обеспечение контроля качества сборки изделий.	По каждому изделию	Выборочно в течение смены по Графику БТК.

6.6.4 Организация технического контроля.

Организация технического контроля включает определение структуры и функций аппарата БТК на участке в зависимости от типа производства, применяемых инструментов и приборов и требований к точности и качеству изделий.

При назначении вида контроля и измерительного инструмента следует добиваться следующих целей : создания гарантийных условий выявления дефектов; профилактики брака; экономии затрат труда на контроль качества продукции.

Учащийся должен предложить конкретную систему технического контроля, в которой предусматривается:

-наличие контроля непосредственно на рабочих местах, на специальных контрольных пунктах.

-вид контроля – летучий, промежуточный, окончательный;

-объекты контроля – пооперационный контроль, итоговый (после выполнения группы последовательных операций);

-частота контроля – сплошной контроль, выборочный контроль;

-штат контролёров, который определяется по трудоёмкости контроля путём нормирования операций и переходов контроля в технологии.

Учащийся должен указать, после каких технологических операций (переходов) проводятся контрольные операции (переходы),

предусматривать возможность их механизации и автоматизации, что позволит уменьшить штат контролёров, повысит качество продукции.

6.6.5 Разработка циклового графика изготовления деталей.

На предприятии одним из важных измерителей качества организации производственного процесса во времени является продолжительность производственного цикла изготовления (сборки) изделия.

Производственный цикл – время изготовления (сборки) изделия от запуска исходных материалов в производство, до их превращения в законченное изделие.

Производственный цикл состоит из технологического времени, затраченного непосредственно на изготовление (сборку), времени контроля, времени транспортировки,

времени на естественные процессы (сушка, старение, полимеризацию и т.п.). Чем короче производственный цикл, тем меньше затрат на производство заданной продукции.

Производственный цикл наиболее продолжителен при последовательном выполнении работ, при последовательно-параллельном выполнении работ производственный цикл короче. Наименьший по времени производственный цикл при параллельном выполнении работ.

В цикловом графике содержится:

- краткий перечень и последовательность выполнения операций (согласно схеме сборки, технологического процесса);
- трудоемкость (норма времени) на выполнение каждой операции в нормо-часах;
- количество одновременно работающих на каждой операции;
- цикл (в принятом масштабе времени) – в минутах, часах, сменах, днях;
- цикл в графическом изображении.

Длительность цикла по каждой операции определяется по формуле:

$$Z = \frac{T}{n \times k}$$

где: Т – трудоемкость (норма времени на выполнение операции)

к – коэффициент перевыполнения норм (1,05 – 1,15)

n – количество одновременно работающих, человек

Цикл определяется для каждой детали участка. При этом для заданной детали – пооперационно; для остальных деталей – общий (одной линией).

6.7 Разработка раздела 7. Охрана труда на участке.

6.7.1 Организационно – правовые вопросы охраны труда.

На предприятиях авиационной промышленности основными неблагоприятными факторами являются шум и вибрации, превышающие предельный уровень; электромагнитные и ионизирующие излучения; пары газа и пыль, превышающие установленные санитарно-гигиенические нормы. Они могут оказаться причиной профессиональных заболеваний и производственных травм. Представляют опасность движущиеся части машин, соприкосновение с которыми может нанести человеку механические повреждения. При работе с эл.оборудованием могут быть эл.поражения. Высокие температуры могут стать причиной ожогов. При отсутствии надлежащей защиты и комплекса оздоровительных мероприятий возможно возникновение вредных и опасных для человека ситуаций.

В данном подразделе необходимо изложить роль охраны труда в производственной деятельности человека, дать характеристику потенциально опасных и вредных производственных факторов проектируемого участка (установки, стенда, технологического процесса, аппарата, механизма, прибора и т.п.).

Дать оценку вредности применяемого сырья и материалов. Требования безопасности должны быть учтены на всех стадиях разработки конструкторской документации на изделия (ГОСТ 2.103-68) и при проектировании технологических процессов (ГОСТ 3.1102-81).

6.7.2 Мероприятия по производственной санитарии.

В данном подразделе необходимо рассмотреть основные вопросы борьбы с вредными производственными факторами, характерными для данного участка или технологического процесса (вредные пары, газы, пыль, наличие шума, вибрации, ионизирующие и электромагнитные излучения; лазерной или ультразвуковой техники и т.п.). Также возможно освещение вопросов вентиляции (СниП 2.04.05-86), освещения (СниП II-4-79), уборки отходов производства. Все меры борьбы с вредными производственными факторами должны рассматриваться только в соответствии со стандартами, отраслевыми нормами и правилами.

6.7.3 Мероприятия по технике безопасности.

В данном подразделе необходимо рассмотреть планировку участка, работающее оборудование на участке; основные предохранительные и защитные устройства для предупреждения случаев травматизма в процессе работы на опасных участках (ГОСТ 12.2.029-88, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.2.062-81). Кроме этого в данном подразделе должны быть рассмотрены вопросы механизации и автоматизации трудоёмких и опасных работ (СниП 3.05.07-85).

6.7.4 Мероприятия по противопожарной защите.

В самолётостроении большое значение имеет снижение массы и повышение прочности летательных аппаратов, которые эксплуатируются в самых различных климатических условиях, на малых и больших высотах, при резких перепадах температур, высоких скоростях полёта. Это требует применения лёгких и прочных материалов и их сплавов, широкого использования пластмасс и полимеров, что вызывает повышенную пожароопасность. В тех.процессах значительный уд. вес имеют сварочные работы, пайка, клеевые работы, термообработка материалов и деталей с высоким нагревом и различными режимами охлаждения на воздухе, в жидкостных ваннах и инертных газах. Широко применяются

лакокрасочные покрытия, консервация и расконсервация деталей, узлов с применением пожароопасных жидкостей.

Поэтому в этом подразделе необходимо рассмотреть категорию производства по пожарной опасности (СниП II-90-81); средства и системы пожаротушения (ГОСТ 12.1.004-85), которые вы применяете, а также системы пожарной сигнализации (СниП 2.04.09-84, ГОСТ 13815-82Е, Гост 14630-80)

6.8 Разработка раздела 8. Экономическая часть.

В экономической части дипломного проекта проводятся технико-экономические расчёты размеров затрат на изготовление детали, себестоимости готового изделия и даётся окончательный анализ эффективности спроектированного технологического процесса и участка механической обработки цеха.

Экономические обоснования могут носить самый разнообразный характер: обоснование частных решений по выбору вариантов технологического процесса, оценка эффективности реорганизации участка механической обработки механо-сборочного цеха на базовом заводе и т.п.

Работая над экономической частью проекта, учащийся должен :

- определить расходы и стоимость основных материалов изделий, изготавливаемых на участке механической обработки;
- определить годовой фонд заработной платы работников участка;
- определить расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- определить цеховую себестоимость;
- дать оценку технико-экономической эффективности участка;
- составить технико-экономические показатели участка.

6.8.1 Определение расхода и стоимости основных материалов.

Определение расхода и стоимости основных материалов проводятся по следующим исходным данным: марке материала, виду исходных заготовок (прокат, штамповка, литьё и т.п.), массе заготовок и массе реализуемых отходов. Стоимость материалов и отходов принимается по прейскурантам, ценникам или по заводским данным.

6.8.1.1 Определение массы и номенклатуры материалов.

Для участка механической обработки масса и номенклатура материалов определяется для одной детали каждого наименования. Данные по материалам заносятся в таблицу.

Общая масса данного материала определяется по формуле:

$$M1 = (m_1^I \times n + m_1^{II} \times n2 + \dots m_1^i \times ni) \times N_{np} \text{ где:}$$

$m_1^I \dots m_1^i$ - масса данного материала в каждой детали участка
 $p1 \dots pi$ – количество данных деталей на изделии (самолёт)
 N_{np} – годовая программа.

6.8.1.2 Определение стоимости материалов.

Стоимость материалов определяется по формуле:

$$C_m = M_1 \times C_1 + M_2 C_2 + \dots + M_i C_i \text{ где:}$$

C_m – стоимость материалов

$C_1 \dots C_i$ – цена соответствующего материала

6.8.2 Определение годового фонда заработной платы (ЗП)

6.8.2.1 Определение годового фонда ЗП производственных рабочих (ПР).

Фонд заработной платы ПР складывается из основной и дополнительной ЗП. Для расчётов основной ЗП вначале следует определить расценки на выполнение операций технологического процесса по формуле:

$$Р_{изд.} = T_{ст.ср.} \times T_{шт.к.уч.} \times K_{пр} \text{ где:}$$

$T_{ст.ср.}$ – средняя тарифная ставка

$T_{шт.к.уч.}$ – трудоёмкость участка по штучно-калькуляционному времени.

$K_{пр}$ – коэффициент премирования основных рабочих $K_{пр}=1,6$

Фонд основной заработной платы определяется по формуле:

$$З_{посн.} = Р_{изд} \times N_{пр}$$

Фонд дополнительной ЗП принимается в размерах 10-15% от $З_{посн.}$ Фонд ЗП участка определяется как сумма $З_{посн}$ и $З_{доп.}$

Данные расчётов по определению ЗП основных рабочих заносятся в таблицу.

6.8.2.2 Определение годового фонда ЗП вспомогательных рабочих.

$$З_{Пвсп.} = З_{Пвсп.осн.} + З_{Пвсп.доп.}$$

$$З_{Пвсп.} = З_{пналадч} + З_{пконтр} + З_{пкомплект} + З_{пинстр} + З_{пуборщ}$$

ЗП наладчика:

$$З_{пнал} = T_{ст} \times T_{пз} \times П_{зап} \times K_{пр} + З_{Пдоп} \text{ где:}$$

$T_{ст}$ – тарифная, почасовая ставка ставка наладчика

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время

$$T_{пз} = T_{шт.к} - T_{шт}$$

$П_{зап}$ – кол-во запусков на годовую приведённую программу;

$$П_{зап} = \frac{N_{ПР}}{y} \text{ где:}$$

y – кол-во узлов, собираемых на участке;

$K_{пр}$ – коэффициент доплат – 1,25

$З_{Пдоп}$ – 5-10% от $З_{Посн.нал.}$

-ЗП контролёра:

$$З_{пконтр.} = З_{посн.контр} + З_{пдоп.контр.}$$

$$З_{посн.контр} = T_{ст} \times F_{д.раб.} \times П \text{ где:}$$

П – численность (кол-во контролёров на участке)

Зподп.контр = 10% от Зпосн.контр

-ЗП комплектовщиц:

Зпком = Зпосн.ком + Зподп.ком

Зпосн.ком = Тст x Фд.раб x Пком

Зподп.ком = 10% Зпосн.ком

-ЗП инструментальщиков:

Зпинс = Зпосн.инс + Зподп.инс

Зпосн.инс = Тст x Фдраб + Пинс

Зподпинс = 10% от Зпосн.инс

-ЗП уборщиц производственных помещений:

Зпуб = Q x Кпр x 12 x П где:

Q – оклад в месяц

Кпр – коэффициент премии, Кпр=1,6

12 – кол-во месяцев

-41-

П – численность (кол-во уборщиц)

Отчисление на социальное страхование вспомогательных рабочих определяется:

Осс = 38% от ЗПвсп.раб

6.8.2.3 Определение годового фонда заработной платы ИТР.

-ЗП начальника участка

Зпнач.уч. = Q x Кпр x 12

-ЗП мастера

Зпмас = Q x Кпр x 12 x Пмас

где:

Пмас – кол-во мастеров

-ЗП технолога

Зптех = Q x Кпр x 12 x Птех

Отчисление на социальное страхование ИТР

Осс = 38% от ЗП ИТР .

6.8.2.4 Определение общего годового фонда ЗП по участку.

Зпуч = Зпосн + ЗПвсп + Зпитр

Отчисления на социальное страхование по участку:

Осс = 38% от Зпуч

Данные расчётов заносятся в таблицу.

6.8.2.5 Определение среднемесячной ЗП и сравнение её со среднемесячной ЗП по области.

Среднемесячная ЗП определяется для необходимости сравнения с фактической ЗП в данном регионе.

Делается вывод: Среднемесячная ЗП составила, что меньше (или больше) среднемесячной ЗП по области.

И даются рекомендации, что нужно сделать для увеличения (или уменьшения) ср.ЗП

6.8.3 Определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

6.8.3.1 Затраты на силовую электроэнергию.

$$З_w = Ц_1 \text{ кВт/ч} \times N_{\text{уст}} \times K_3 \times K_c \times F_{\text{д.об}} \times N_{\text{об.}}$$

Где:

$Ц_1$ кВт/ч – цена за 1 кВт/ч.

$N_{\text{уст}}$ – средняя установленная мощность на единицу оборудования участка, кВт/ч.

K_c – коэффициент спроса.

$F_{\text{д.об.}}$ – действительный фонд работы оборудования, час.

$N_{\text{об.}}$ – кол-во работающего оборудования на участке.

6.8.3.2 Затраты на сжатый воздух.

$$З_{\text{сж.в}} = Ц_1 \text{ м}^3 \times q \times n \times F_{\text{д.раб}} \quad \text{где:}$$

$Ц_1 \text{ м}^3$ – цена 1 м³ сжатого воздуха.

Q – средняя норма расхода сжатого воздуха на одного производственного рабочего.

n – численность основных рабочих.

$F_{\text{д.раб}}$ – действительный фонд времени одного рабочего за год, час.

6.8.3.3 Затраты на воду

$$З_{\text{м}3\text{о}} = Ц_{\text{м}3\text{воды}} \times q \times n \times F_{\text{д.раб}} \quad \text{где:}$$

$Ц_{\text{м}3\text{воды}}$ – цена 1 м³ воды.

Q – средняя норма расхода воды на одного производственного рабочего.

$П$ – численность основных рабочих.

6.8.3.4 Амортизация оборудования.

$$A_{\text{об}} = \frac{Ц_{\text{об}} \times N_A \times T_{\text{шт}} \times N_{\text{пр}} \times N_{\text{об}}}{F_{\text{д.об}} \times 100} \quad \text{Где:}$$

$Ц_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования.

N_A – норма амортизации %.

$T_{\text{шт}}$ – трудоёмкость изготовления одного изделия на данном оборудовании.

$N_{\text{пр}}$ – приведённый годовой выпуск изделий.

$N_{\text{об}}$ – кол-во оборудования.

$F_{\text{д.об}}$ – действительный фонд работы оборудования, час.

Расчёт необходимо производить по всему имеющемуся оборудованию на участке: верстакам, сверлильному, фрезерному, расточному оборудованию (включая оборудование с ЧПУ и т.п.).

Амортизация зданий

$$A_{зд} = \frac{Ц_{1м^2} \times S_{пр.уч} \times Н_о \times Т_{шт.уч}}{F_{д.об} \times 100} \quad \text{Где:}$$

Ц_{1м²} – цена 1м² производственной площади.

S_{пр.уч} – производственная площадь участка.

Н_о – норма амортизации %.

Т_{шт.уч} – общая годовая трудоёмкость участка.

6.8.3.6 Затраты на текущий ремонт оборудования.

З_{тек.рем} = 5% от Σ Ц_{об.уч} где:

Σ Ц_{об.уч} – суммарная цена всего оборудования на участке.

6.8.3.7 Затраты на инструмент

З_{инс.} = Ц_{инс} × n где:

Q – оклад начальника участка

К_{пр} – коэффициент премии, К_{пр}=1,6

12 – кол-во месяцев в году

Ц_{инс} – цена инструмента, приходящегося на одного производственного рабочего.

n – численность основных рабочих

6.8.3.8 Затраты на вспомогательные материалы

З_{всп.м} = 1% от З_{осн.м}

6.8.3.9 Общие затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

З_{с.з.о.уч} = З_в + З_{сж.в} + З_{н2о} + З_{Пвсп.раб} + О_{сс} + А_{об} + А_{изд} +

З_{тек.рем} + З_{инс} + З_{всп.мат.}

Данные расчётов затрат на содержание и эксплуатацию оборудования заносятся в таблицу.

Делается вывод: затраты на содержание и эксплуатацию оборудования по участку составляют руб. наибольший удельный вес составили затраты на

6.8.4 Определение цеховой себестоимости

Цеховая себестоимость складывается из расходов на основные материалы за вычетом реализуемых отходов, основной и дополнительной ЗП производственных рабочих, отчисления на соц.страхование, расходов на содержание и эксплуатацию оборудования и общепроизводственных затрат участка.

6.8.4.1 Затраты на основные материалы

З_м = С_м – С_{отх} где:

См – стоимость материалов.

Сотх – стоимость реализуемых отходов.

Сотх = 20-30% от См.

6.8.4.2 Заработная плата производственных рабочих

$З_{посн} = T_{ст} \times T_{шт.к} \times K_{пр}$

$З_{пдоп} = 10-15\% \text{ от } З_{посн}$

6.8.4.3 Отчисления на социальное страхование.

$Осс = 38\% \text{ от } З_{посн.раб}$

6.8.4.4 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$З_{сэо} = \frac{З_{сэо.уч} \times T_{шт.к}}{T_{шт.к.уч}} \text{ где:}$$

$З_{сэо.уч}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования всего участка.

$T_{шт.к.уч}$ – штучно-калькуляционное время всего участка с учётом годовой программы.

6.8.4.5 Общие производственные затраты участка:

$З_{общ.пр.уч} = 50-130\% \text{ } З_{Посн.уч}$

6.8.4.6 Цеховая себестоимость:

$С_{цех} = З_{м} + З_{посн} + З_{пдоп} + Осс + З_{сэо} + З_{общ.пр.уч}$

Данные расчётов цеховой себестоимости заносятся в таблицу.

Делается вывод: наибольший удельный вес в цеховой себестоимости имеют затраты на ...,(необходимо объяснить, почему?)

6.8.5 Оценка технико-экономической эффективности участка.

В этой главе необходимо определить экономическую эффективность разработанного тех.процесса, которая рассчитывается путём экономического сравнения выбранного варианта с базовым.

Исходными данными для экономического сравнения являются:

-годовой приведённый объём выпуска продукции, типовая и количество изготавливаемых деталей на участке, цена оборудования и приспособлений, трудоёмкость количество основных и вспомогательных рабочих, разряд рабочих, себестоимость машино-часа, занимаемая производственная и бытовая площадь, затраты на содержание производственной площади, затраты на силовую эл.энергию, сжатый воздух, воду, материалы.

Примечание: В зависимости от темы дипломного проекта, наименования и единицы показателей могут меняться.

Результаты сравнения заносятся в таблицу.

6.8.5.1 Определение технологической себестоимости проводится по двум вариантам.

6.8.5.1.1 Технологическая себестоимость по базовому варианту.

$$\text{Стехн.баз} = \text{ЗПосн.пр.раб} + \text{Осс} + \text{Зсз.пр} + \text{Зсзо}$$

$$\text{Зпосн} = \text{Тст} \times \text{Тшт.к.} \times \text{Nпр}$$

$$\text{Зпдоп} = 10-15\% \text{ от } \text{Зпосн}$$

$$\text{Осс} = 38\% \text{ от } \text{Зпосн} + \text{Зпдоп}$$

Затраты на содержание приспособления

$$\text{Зсз.пр} = \frac{\text{Цпр} \times \text{Тшт} \times \text{Nпр} \times \text{НА}}{\text{F}_{\text{д.об}} \times 100}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

$$\text{Зсзо} = \text{Смч} \times \text{Тшт} \times \text{Nпр}$$

где:

Смч – себестоимость машино-часа

6.8.5.1.2 Технологическая себестоимость по проектному варианту.

Как пример в технологическую себестоимость проектного варианта включены затраты на ЗП наладчика. Наладчик введён в проектный вариант в связи с внедрением спец.оборудования, повышающего производительность труда.

Таким образом формула определения технологической себестоимости должна соответствовать специфике принятого технологического процесса .

$$\text{Стехн.проект} = \text{Зпосн.пр.раб.} + \text{Осс} + \text{Зсзпр} + \text{Зсзо} + \text{Зпнал} + \text{Осс.нал.}$$

где:

Зпнал – заработная плата наладчика

Осс.нал – отчисления на соц.страхование наладчика

$$\text{Зпосн.нал} = \text{Тп.з} \times \text{Тст.нал} \times \text{Пзап}$$

$$\text{Тп.з} = 3,5\% \text{ от } \text{Топ}$$

$$\text{Пзап} = \frac{N_{\text{пр}}}{\text{ту}}$$

$$\text{ЗП доп.нал} = 10-15\% \text{ от } \text{Зпосн.нал}$$

$$\text{Осснал.} = 38\% \text{ от } \text{Зпосн} + \text{Зпдоп}$$

Все остальные показатели проектного варианта рассчитываются аналогично базовому варианту.

Данные расчёта по технологической себестоимости заносятся в таблицу.

Делается вывод: Сравниваются технологические себестоимости двух вариантов, определяется их отличия и даётся объяснение причин отличия.

6.8.5.2 Определение капиталовложений по двум вариантам.

$$K = K1 + K2 + K3 + K4 + K5 + K_{\text{н.п.}} \text{ где:}$$

K1 – капитальные затраты на оборудование

$$K1 = \text{Цоб} \times \text{Nоб} \times \text{Ктр}$$

Цоб – цена оборудования

Nоб – количество оборудования, ед.

Ктр – коэффициент транспортировки, Ктр=1,1

К2 – стоимость приспособлений

$$K2 = Ц_{пр} \times N_{пр}$$

К3 = капитальные вложения в дорогостоящую оснастку

$$K3 = Ц_{осн} \times N_{осн}$$

К4 - капитальные вложения в производственную площадь

$$K4 = Ц_{1м2пр} \times S_{пр}$$

S – производственная площадь, м²

К5 - капитальные вложения в бытовую площадь

$$K5 = Ц_{1м2быт} \times Праб \times S_{быт}$$

Праб – численность рабочих

S_{быт} – норма бытовой площади на человека, м²

Кн.п - капитальные вложения в незавершённое производство

$$K_{н.п.} = \frac{T_{ц} \times (З_{м} \times N_{пр} + C_{техн})}{360} \quad \text{где:}$$

T_ц – продолжительность цикла, час

$$T_{ц} = T_{шт}/8$$

З_м – затраты на материалы

N_{пр} – приведённый годовой выпуск продукции

C_{техн} – технологическая себестоимость

Данные расчётов по капиталовложениям заносятся в таблицу.

Делается вывод : сравниваются капиталовложения двух вариантов, определяются их отличия и даётся объяснение причин отличия.

6.8.5.3 Определение приведённых затрат по двум вариантам технологического процесса.

$$З_{пр} = C_{техн} + E_n \times K \quad \text{где:}$$

E_n – нормативный коэффициент, E_n = 0,15

6.8.5.4 Определение годового экономического эффекта.

$$З_{год} = З_{пр.баз} - З_{пр.проект}.$$

Делается вывод: экономический эффект (или убытки) составляет и указывается за счёт каких причин это получено.

6.8.6 Техничко-экономические показатели участка.

К технико-экономическим показателям участка механической обработки относятся:

- годовой объём продукции;
- годовой приведённый объём выпуска;
- численность рабочих;
- средний разряд производственных рабочих;
- фонд оплаты труда;
- среднемесячная ЗП;
- трудоемкость участка;
- цеховая себестоимость участка;
- годовой экономический эффект;
- себестоимость продукции участка;
- процент снижения технологической себестоимости;

-рост производительности труда.

Все показатели кроме трёх последних, или заданы заданием на дипломное проектирование или определены в ходе выполнения проекта.

Определение себестоимости продукции участка производится по формуле:

$$\text{Суч.} = \text{Зм} + \text{ФОТуч} + \text{Осс} + \text{Зсэо} + \text{Зцехуч},$$

где:

Зм – затраты на основные материалы;

ФОТуч – общий фонд оплаты труда по участку;

Осс – отчисления на соц.страхование по участку;

Зсэо – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

Зцех.уч – цеховая себестоимость.

Определение процента снижения технологической себестоимости производится по формуле:

$$\Delta C_{\text{тех}} = \frac{C_{\text{тех.1}} - C_{\text{тех.2}}}{C_{\text{тех.1}}} \times 100\%$$

Где:

Стех.1 – технологическая себестоимость базового варианта;

Стех.2 – технологическая себестоимость проектного варианта.

Определение роста производительности труда производится по формуле:

$$\Delta ПТ = \frac{ПТ2 - ПТ1}{ПТ1} \times 100\%$$

Где:

ПТ1 – производительность труда базового варианта;

ПТ2 – производительность труда проектного варианта.

$$ПТ1 = \frac{N_n}{Пср.сн1} \text{ед} / \text{чел}; \quad ПТ2 = \frac{N_{пп}}{Пср.сн2} \text{ед} / \text{чел};$$

Пср.сп = Посн + Пвсп

Где:

п – кол-во рабочих

Данные по показателям заносятся в таблицу.

6.9 Разработка раздела Заключение.

В этом разделе учащийся, подводя итоги, кратко указывает, что нового внесено в проект и какие мероприятия по изменению технологического процесса, применению высокопроизводительного оборудования, приспособлений и инструмента реально могут быть применены на заводе или в промышленности.

7 Перечень использованной литературы.

Учащийся приводит список литературы, использованной при разработке дипломного проекта – учебники и учебные пособия, стандарты, ведомственные нормали, журналы и

другие периодические издания. Для всех литературных источников в соответствии с ГОСТ 7.1-76 указывается: фамилия и инициалы автора, заглавие, выходные данные – место издания, год издания (ГОСТы и нормативы кроме номера должны иметь название).

8 Защита дипломного проекта.

8.1 График выполнения дипломных проектов.

Качество выполнения дипломных проектов во многом зависит от правильного распределения времени, отведённого на дипломное проектирование.

Каждая часть и отдельные вопросы имеют свою специфику и сложность выполнения. Дипломный проект имеет свою структурно-логическую связь, что не позволяет вести работу над отдельными вопросами без их взаимной связи. Однако, некоторые работы можно выполнять независимо друг от друга (графическая часть, оформление пояснительной записки, разработка технологического процесса механической обработки, работа со справочной литературой и др.).

Каждый вопрос дипломного проекта требует определённых практических навыков, логических размышлений, анализов и экономических подтверждений и сопоставлений. Следовательно, на каждый вопрос учащийся затрачивает определённый объём времени в зависимости от степени своей подготовленности и сложности данного вопроса.

Объём работ по каждому вопросу дипломного проекта можно представить в процентном отношении в зависимости от степени сложности.

Составляется график выполнения дипломного проекта в общем виде с указанием объёма работ и бюджета времени на каждый пункт проекта. В зависимости от темы дипломного проекта, индивидуальный график для конкретного учащегося может отличаться. График может также отличаться от представленного (по бюджету времени) для конкретного учащегося в зависимости от его способностей и подготовленности при условии, что общий бюджет времени остаётся неизменным. На основании графика производится контроль готовности дипломного проекта.

8.2 Подготовка к защите дипломных проектов.

Законченный дипломный проект сдаётся для просмотра руководителю проекта. При просмотре дипломного проекта производится тщательный анализ графической части, технологического процесса, пояснительной записки. Руководитель проекта знакомит учащегося с недостатками дипломного проекта и предоставляет ему возможность доработать проект.

По результатам просмотра и соответствующей доработки руководитель проекта подписывает пояснительную записку, чертежи дипломного проекта и на специальном бланке техникума пишет отзыв о работе учащегося над проектом с предоставлением оценки по пятибалльной системе.

Дипломный проект и отзыв учащийся представляет зав.отделением для направления на рецензию.

Рецензент просматривает чертежи и пояснительную записку дипломного проекта, отмечает недостатки, в присутствии учащегося (в назначенное для встречи время) разбирает все замечания и, при необходимости, требует от него пояснений. По результатам просмотра и беседы рецензент даёт письменный анализ содержания и качества дипломного проекта – рецензию на бланке техникума.

Рецензия должна обязательно включать:

- оценку степени соответствия выполненного проекта дипломному заданию;
- характеристику выполнения каждого раздела проекта, степени использования учащимся последних достижений науки, техники и передовых методов работы;
- оценку качества выполнения графической части и содержания пояснительной записки и соответствия их требованиям ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП;
- перечень достоинств дипломного проекта и его оценку по пятибалльной системе;

Учащийся должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты проекта. Внесение исправлений и дополнений в дипломный проект после получения рецензии не допускается (все объяснения по замечаниям рецензента даются учащимся устно на заседании ГЭК при защите проекта).

8.3 Проведение защиты дипломных проектов.

Защита дипломных проектов начинается в сроки, предусмотренные учебными планами для данной специальности. На каждом заседании ГЭК проводится не более 10 защит.

На защите Государственной экзаменационной комиссии представляются:

- рецензия
- зачётная книжка и личная карточка учащегося с оценками успеваемости по всем предметам учебного плана, а также всем видам практики.

На доклад учащемуся отводится 20-25 минут, в течении которых он должен кратко осветить содержание выполненной им работы с обоснованием принятия решений.

В докладе учащемуся не следует перечислять все операции технологического процесса, а надо остановиться на более прогрессивных и важных, представляющих интерес для производства или отличающих предложенный вариант от существующего на базовом заводе: выбор оборудования, оснастки, инструмента, организации участка и рабочих мест, планировки участка, а также экономической эффективности от их внедрения. В процессе доклада учащийся может пользоваться заранее написанным планом доклада и краткими тезисами.

После доклада и оглашения отзыва руководителя проекта и рецензии учащийся отвечает на замечания рецензента. Затем члены ГЭК, а также присутствующие на защите

преподаватели и представители базового завода и других организаций предлагают учащемуся вопросы, относящиеся к теме данного проекта и имеющие достаточно-важное значение.

Решение по оценке принимается на закрытом заседании ГЭК простым большинством голосов (в случае равного распределения голосов решающим является голос председателя).

При оценке защиты проекта учитываются: качество выполненного проекта, степень самостоятельности работы учащегося и проявленная им инициатива, оформление проекта, качество графических работ, связность изложения и грамотность пояснительной записки и чертежей, содержание доклада и ответов на вопросы, умение излагать мысли, владение научно-технической терминологией по специальности, теоретическая и практическая подготовка по всем предметам, предусмотренная учебным планом, отзыв руководителя и рецензия рецензента.

После закрытого совещания вновь открывается публичное заседание, на котором председатель ГЭК оглашает результаты защиты и делает объявление о присвоении квалификации.

Список используемой литературы.

1. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Учебник: Технология машиностроения. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М., 2004г.
2. Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990 г.
3. Данилевский В.В. Технология машиностроения. - М.: Высшая школа, 1984 г.
4. Добрыдnev И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». – М.: Машиностроение, 1985 г.
5. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. – М.: Высшая школа, 1986 г.
6. Справочник технолога-машиностроителя./Под ред. Косиловой А.Г. и Мещерякова Р.К. Т.1,2.– М.: Машиностроение, 1986 г.
7. Справочник технолога./Под ред. канд. техн. наук Панова А.А. – М.: Машиностроение, 1988 г.
8. Ганенко А.П., Милованов Ю.В., Лапсарь М.И. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ. – М.: ПрофОбрИздат, 2001г.
9. Справочник нормировщика./Под общ. ред. Ахумова А.В. – Л.: Машиностроение, 1987г.
10. Субботин Д.Ю., Кусякин С.Л. Учебное пособие: Работа в пакете ТПП «АРМ технолога» - ИАТ, 2008 г.
11. Государственный стандарт ГОСТ 3.1702-79: «Правила записи операций и переходов. Обработка резанием».
12. Межгосударственный стандарт ГОСТ 3.1128-93: «Единая система технологической документации».
13. СТП 334.161-2003. «Порядок разработки и внедрения программных технологических процессов изготовления деталей с применением CAD/CAM технологий и оборудования с числовым программным управлением».
14. СТП 312.225-2006. «Система технологической подготовки производства. Процессы технологические. Правила разработки, оформления, введения, изменения и внедрения. Основные положения».
15. СТП 315.032-2006. «Разработка и постановка продукции на производство. Организация бездефектного изготовления продукции, сдачи ее отделу технического контроля и заказчику с первого предъявления».
16. СТП 315.133-2007. «Разрешение на использование продукции, не соответствующей нормативной, конструкторской и технологической документации. Порядок оформления, учета, контроля решений и работы с продукцией, допущенной к использованию по разрешению».
17. СТП 323.174-2007. «Запрос технический. Порядок управления».
18. СТП 315.061-2008. «Порядок внедрения конструктивных изменений, проводимых доработок и контроля за их выполнением».
19. И 334.134-2005. «Автоматизированная система хранения и учета управляющих программ для станков с ЧПУ».
20. И 546.149-2008. «Действия операторов при работе на фрезерных обрабатывающих центрах типа DMU».
21. ТИ 546.25000.00201. «Подготовка инструментальных наладок при скоростном фрезеровании».