

Министерство образование и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно – Уральский государственный университет»
(Научно-исследовательский университет)
Факультет: «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра: «Технология машиностроения»

РАБОТА (ПРОЕКТ) ПРОВЕРЕНА

Рецензент

[Подпись] Григорьев А.П.
«05» 05 2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

[Подпись] /В.И. Гузеев/
«07» 06 2016 г.

Участок механической обработки деталей типа «Корпус»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ (ПРОЕКТУ)
ЮУрГУ-151001.2016.084.00.00 ПЗ ВКР (ВКП)

Консультанты (должность)

Доцент кафедры ЭиФ

[Подпись] В.Г. Заслонов
«02» 06 2016 г.

Руководитель дипломного проекта

Доцент кафедры ТМ

[Подпись] А.В. Выбойщик
«02» 06 2016 г.

Доцент кафедры БЖД

[Подпись] Д.В. Исаков
«02» 06 2016г.

Автор проекта

Студент группы ЗФ - 618

[Подпись] А.В. Ефремова
«08» 06 2016 г.

Нормоконтролер (должность)

Ст. преподаватель кафедры ТМ


[Подпись] С.Р. Сайфутдинов
«__» __ 2016 г.

Челябинск 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Кафедра «Технология машиностроения»

Факультет Заочный инженерно-экономический
Специальность 151001 – Технология машиностроения
Кафедра Технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

 Гусев В. И.
« » 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование студенту

Ефремовой Анне Владимировне

Группа: ЗФ-Б1В

1 Тема проекта: Участок механической обработки деталей
типа «Кароче»

утверждена приказом по университету от «15» 04 2016 г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 17 мая 2016 г.

3 Исходные данные к проекту

3.1 Чертеж детали Кронштейн

3.2 Тип производства: Серийное

3.3 Режим работы участка:

3.4 Материалы преддипломной практики

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Содержание

Введение

1 Общая часть

1.1 Назначение и описание узла изделия

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

2 Технологическая часть

2.1 Анализ технологичности детали

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

2.3.2 Выбор исходной заготовки

2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

2.3.6 Расчет потребного количества оборудования

2.4 Описание планировки участка

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование станочных приспособлений

3.2 Проектирование контрольных приспособлений

3.3 Проектирование режущего инструмента

4 Экономическая часть

5 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

Список литературы

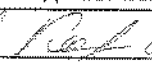
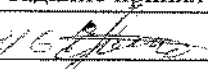

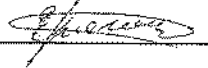
Приложения

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| | | |
|------|------------------------------------|-----------|
| 5.1 | Чертеж детали | 1 лист |
| 5.2 | Чертеж заготовки | 1 лист |
| 5.3 | Чертеж установки | 1 лист |
| 5.4 | Детали представителя | 1 лист |
| 5.5 | Модель 3D | 1 лист |
| 5.6 | Сравнительные технологии | 2 листа |
| 5.7 | Схемы механической обработки | 1 лист |
| 5.8 | Размерно-точные проектирование | 1 лист |
| 5.9 | Чертеж режущего инструмента | 1 лист |
| 5.10 | Чертеж станочного приспособления | 1,5 листа |
| 5.11 | Чертеж контрольного приспособления | 1 лист |
| 5.12 | Чертеж планировки участка | 1 лист |
| 5.13 | Технико-экономические показатели | 1 лист |

Всего листов 14,5 листа

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов:

| Раздел | Консультант | Подпись, дата | |
|--------------------------------|-------------|---|---|
| | | задание выдал | задание принял |
| Экономическая часть | Романовский |  |  |
| Безопасность жизнедеятельности | Цеслав |  |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7 Дата выдачи задания: 18.01.2016 г.

Руководитель (Ф.И.О.): Антонович А.В. (подпись)

Задание принял к исполнению:

(Ф.И.О. студента): Ефремова А.В. (подпись)

АННОТАЦИЯ

Ефремова А.В. студент группы ТМ-618 Участок механической обработки деталей типа корпус.

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе (проекту).

Челябинск: ЮУрГУ, 3Ф, 2016, 224с.

Библиография литературы 15 наименований, приложение: чертежи и плакаты 11 листов формат А1, чертеж 3 лист формат А2, 25 листов технологического процесса.

В данном проекте выполнен анализ конструкторско-технологической документации действующего технологического процесса механической обработки. Учитывая условие обеспечения точности детали и эффективность применяемого инструмента, оснастки и оборудования сформулированы предложения по разработке проектного технологического процесса, а за тем конкретные выводы. Выполнен размерный анализ проектного технологического процесса. Рассчитаны режимы резания. Разработаны и спроектированы станочные приспособления. Представлен расчет и проектирование комбинированного режущего инструмента. Разработана планировка участка для изготовления данной детали по новому технологическому процессу. Выполнены расчеты экономических показателей производства, определены инвестиционные вложения и сроки окупаемости проектного технологического процесса. Выполнен анализ на наличие потенциальных опасных и вредных факторов, определены мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------|-------|------|--|--------|------------|-----------------------|--|
| 151001.2015.618.00.00.ПЗ | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист. | № докум. | Подп. | Дата | Участок механической обработки деталей типа корпус | Лит. | Масса | Масштаб | |
| | | Разраб. Ефремова А.В. | | | | | | | |
| | | Проев. Выбойщик А.В. | | | | | | | |
| | | Утв. Гусев В.В. | | | | | | | |
| | | Н. контр. Тополов Д.Ю. | | | | | | | |
| | | Утв. | | | | Лист 2 | Листов 229 | ЮУрГУ Кафедра «ТМ» | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ | |
| 1.1. Назначение и описание узла изделия | 9 |
| 1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке | 12 |
| 1.3 Служебное назначение детали – представителя и технические требования, предъявляемые к ней | 13 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | |
| 2.1 Анализ технологичности детали..... | 17 |
| 2.2 Анализ действующего технологического процесса..... | 23 |
| 2.3 Разработка проектного технологического процесса..... | 53 |
| 2.4 Описание планировки участка..... | 126 |
| 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ | |
| 3.1 Проектирование, расчет и описание станочного приспособления..... | 133 |
| 3.2 Проектирование и расчет режущего инструмента..... | 153 |
| 3.3 Проектирование контрольного приспособления..... | 158 |
| 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 164 |
| 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ | 200 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 224 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 225 |

ПРИЛОЖЕНИЯ

- 1 Графическая часть: А2 - 3 лист, А1 - 11 листов
- 2 Спецификации: А4 – 3 листа.
- 3 Технологический процесс

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 3 |

Миасский машиностроительный завод является одним из оборонных предприятий России - оборонный заказ остается для предприятия основным и составляет 70 процентов от общего объема производства. Свои обязательства по оборонному заказу завод выполняет в полном объеме и качественно, что подтверждают успешные пуски изделий, разработанных Государственным ракетным центром и московским институтом теплотехники.

Обеспечивается создание и освоение производства техники новых поколений, позволяющей многократно повысить производительность труда, улучшить его условия, снизить материальные затраты. Быстрый рост машиностроения - важнейшей отрасли промышленности определяет темпы переоснащения производства новой техникой и вызывает необходимость дальнейшего совершенствования технологии машиностроения.

Большое значение для развития машиностроения имеет организация производства на основе взаимозаменяемости, создание и внедрение надёжных средств контроля и измерения.

Для практического осуществления принципа функциональной взаимозаменяемости изделий необходима чёткая система конструкторской, технологической, метрологической и эксплуатационной документации.

Особенно важно обеспечить взаимозаменяемость деталей и изделий, получаемых безотходной технологией, при которой механическая обработка - сведена к минимуму. Это увеличивает эффективность технологий не только в отношении экономии материалов, но и резкого повышения производительности труда и качества продукции.

Отличительной особенностью современного машиностроения является существенное ужесточение эксплуатационных характеристик машин: увеличиваются скорость, ускорение, температуры, уменьшаются масса, объем, вибрация, время срабатывания механизмов и т.д. Применение современных машин резко увеличивает производительность труда, повышает качество продукции, делает труд безопасным и привлекательным.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| | | | | | | 6 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Одной из важных задач ОАО «ММЗ» является техническое перевооружение действующего производства. Необходимо внедрение новых технологий обработки и современного оборудования.

Задачей данного дипломного проекта является проектирование нового технологического процесса механической обработки с целью снижения себестоимости детали и уменьшению затрат труда на ее изготовление, за счет повышения коэффициента использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку), снижения времени занятости рабочего и повышения гибкости участка (применение станков с ЧПУ и МЦ), повышения коэффициента загрузки оборудования, снижения стоимости дорогостоящего режущего инструмента (замена материала на более износостойкий и долговечный). А применение многоцелевого обрабатывающего центра в производстве, по сравнению с традиционным автоматическим и поточными линиями массового, и крупносерийного производства, обладают возможностью быстро, автоматизировано перестраиваться на производство других деталей, в пределах технических возможностей оборудования.

Создание данного проекта, обусловлено увеличением номенклатуры деталей изготавливаемых деталей в цехе, постепенного обновления устаревшего парка оборудования, используемого в базовом технологическом процессе на современное, которое способно к быстрой переналадке. Поэтому проектирование участка механической обработки деталей типа корпус и является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- Определить список деталей представителей.
- Выполнить анализ базового технологического процесса.
- Разработать проектный вариант технологического процесса.
- Проанализировать современные отечественные и зарубежные технологии.
- Выполнить конструкторскую проработку проектного варианта технологического процесса.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- Выполнить экономический анализ проектного технологического процесса.

- Выполнить анализ безопасности проектного участка механической обработки.

В центре внимания выдвигается задача повышения технологического уровня и качества продукции. Она должна воплощать в себя последние достижения научной мысли, соответствовать самым высоким технико-экономическим требованиям, быть конкурентоспособной на мировом рынке.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| | | | | | | 8 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Введение

Одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашим обществом, - задача повышения научно-технического уровня, обеспечения быстрого роста производительности труда, повышение эффективности общественного производства.

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. От принятой технологии производства во многом зависит надёжность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протекания технологических процессов и выявление параметров, воздействуя на которые можно интенсифицировать производство и повысить его точность. Знание этих закономерностей является основным условием рационального проектирования технологических процессов. Лишь на базе этих закономерностей может решаться задача автоматизации производства. В каждом конкретном случае принятый вариант автоматизации должен подтверждаться точными технологическими и экономическими расчётами.

Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление.

Ракетостроение является не только отраслью обороной промышленности, но и одной из отраслей машиностроения. Морские ракеты - специфичная

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 4 |

техника и процесс их создания многогранен. Он включает проектирование, конструирование, освоение изготовления на заводе, экспериментальную отработку, опытную эксплуатацию, летные испытания.

Баллистические морские ракеты, изготавливаемые на предприятиях ММЗ и ГРЦ, отличаются использованием жидкостных двигателей с подводным запуском, предельно плотная компоновка, утопленные двигатели, применение в условиях морской среды алюминиевых сплавов.

В последние годы проведения реформ и ориентации экономики на рыночные отношения, а так же в условиях конкуренции, проведение коренных реформ всех звеньев производства является необходимостью. Совершенствование технологий является одним из основных факторов повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, а так же для дальнейшего развития производства. Кроме того, важным условием конкурентоспособности предприятия в современных условиях является гибкость производства, позволяющая при изменении рыночной конъюнктуры в короткие сроки перейти на выпуск другой продукции.

Ориентация экономики на рыночные отношения требует от заводоизготовителей ракетной техники освоения новых видов продукции, востребованных в данный момент на рынке. В последние годы на ММЗ начат выпуск оборудования для нефтехимических комплексов, кварцевого стекла КС-4В для производства оптического волокна, технологического оборудования для пивоварения, радиаторов для систем водяного отопления, кондитерского оборудования.

Стратегия развития «Миасского машиностроительного завода» ориентирована на удовлетворение запросов конкретного потребителя, постоянное обновление модельного ряда продукции, повышение качества, освоение новых технологий и рынков.

«Миасский машиностроительный завод», имеет большое количество медалей и наград с международных выставок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Назначение и описание узла в изделия

Баллистическая ракета РСМ-54 для подводных лодок (см. рисунок 1) характеризуется:

- наличием двигателей, «утопленных» в топливных емкостях ракет (как в баке горючего, так и в баке окислителя);
- совмещением функций днища бака и рамы двигателя;
- подводным запуском;
- цельносварным корпусом;
- применением вафельных оболочек.

Для ракеты разработано три двигателя: второй ступени, третьей ступени и ступени разведения. Двигатель второй и третьей ступеней (однокамерные с турбонасосной подачей топлива) выполнены по схеме с дожиганием окислительного генераторного газа. Вторая ступень обеспечивает выход ракеты на орбиту, а третья отвечает за точность стрельбы.

Двигатель разведения предназначен для выполнения двух функций: управление третьей ступенью ракеты и управление отсеком ракеты после отделения двигателя третьей ступени. Двигатель – четырехкамерный, с турбонасосной системой подачи топлива, с автоматическим регулированием режимов работы при помощи регулятора давления двигателя. Четыре камеры двигателя включаются многократно, шесть сопел действуют непрерывно.

Силовые оболочки корпуса (цилиндрические, конические, сферические) облегчены, имеют вафельную конструкцию. Изготовление вафельных оболочек осуществляется механическим фрезерованием на специальных фрезерных станках с программным управлением.

Главной частью ракеты является скоростная малогабаритная боеголовка, основное назначение которой «донести» ядерный заряд к цели. После отделения от носителя продолжается её самостоятельный полет.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 9 |

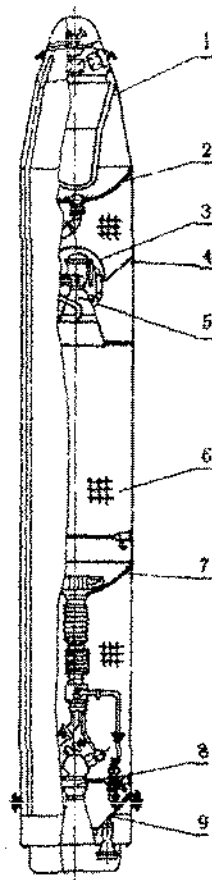


Рисунок 1- Морская баллистическая ракета РСМ-54:

1 – днище – ниша ГЧ; 2 – двойное разделительное днище; 3 – днище – рама двигателя; 4 – ДУЗ разделения ступеней; 5 – «утопленный» двигатель второй ступени и ликвидация межступенчатого отсека; 6 — вафельное оребрение; 7– двойное разделительное днище; 8 – «утопленный» двигатель первой ступени; 9 – днище – рама двигателя.

Именно здесь в боевом блоке используется деталь кронштейн. Она предназначена для установки ядерного заряда на корпусе. Кронштейн крепится к корпусу при помощи заклепок.

Корпусные детали в большинстве случаев как базовые изделия. Они должны обеспечивать заданную точность относительного положения деталей и сборочных единиц, устанавливаемых внутри или снаружи. Деталь кронштейн относится к классу корпусных деталей. Корпусные детали типа кронштейнов наиболее простые по конструкции корпусные детали, которые выполняют

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

функции дополнительных опор для обеспечения требуемой точности относительно положения отдельных механизмов. Кронштейн применяется в ракетостроении, он предназначен для крепления шлангов топливопровода двигателя. Кронштейн крепится к корпусу при помощи заклепок.

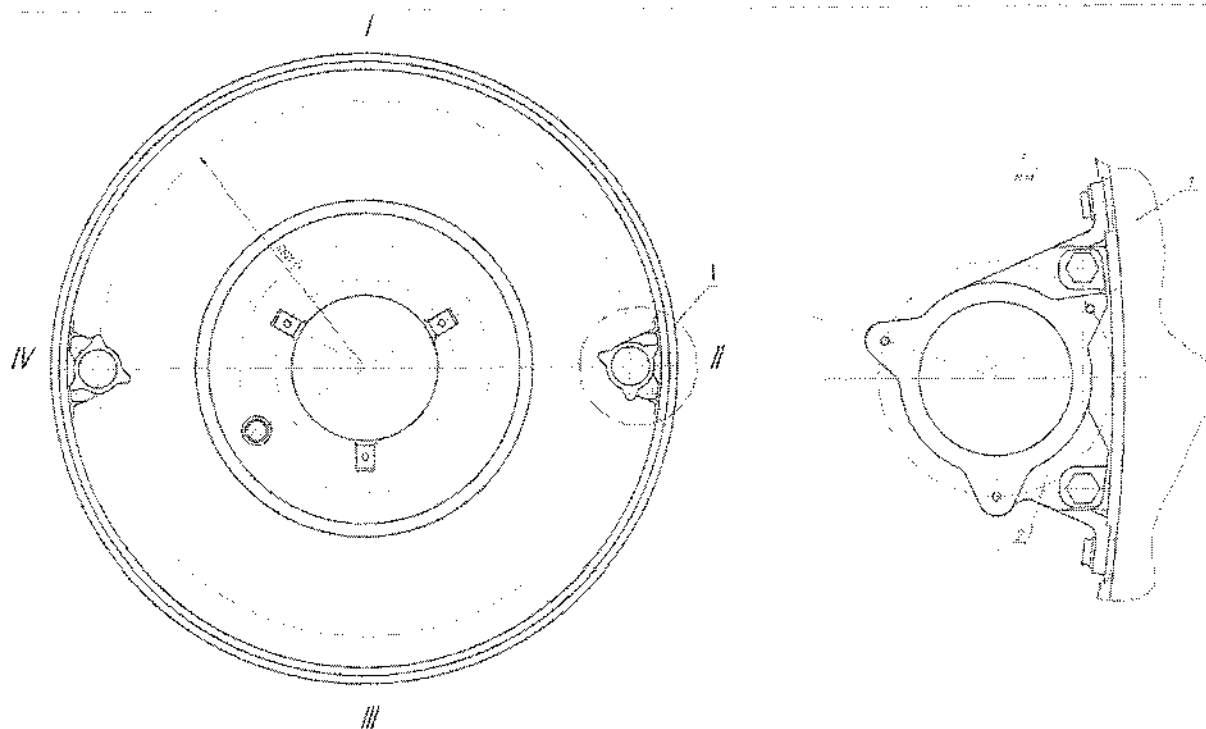


Рисунок 2 - Установка кронштейнов:

1 – корпус ракеты; 2 – кронштейн.

Технические условия, точность изготовления и простановка размеров указаны на чертеже детали.

Конструкция детали позволяет вести обработку на станке с ЧПУ, т.е. допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 9-10 качеству.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

151001.2016.618.00.00ПЗ

Лист

11

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

Проектируемый участок механической обработки деталей «Кронштейн» будет относиться к производству выпускающие комплектующие к готовой детали. Проектируемый участок должен обрабатывать детали сходные по типоразмеру, форме обрабатываемых поверхностей, материалу, а так же основной причиной группировки детали будет являться действующее производство, а именно цех производит алюминиевые детали типа корпус.

Продукцией цеха являются алюминиевые понтоны для нефти-химии и газодобывающей промышленности, корпусные компоненты морских баллистических ракет, корабельную аппаратуру управления и контроля.

Основной вид обработки в цехе №26 – механическая обработка резанием. В цехе преимущественно изготавливаются корпусные детали, которые поступают на сборку, производящуюся в других цехах.

В цехе нет автоматических линий, а оборудование широкоуниверсальное. Для перемещения деталей по участкам применяются тележки и электрокары.

Оборудование в цехе большей частью изношено, так как фактический срок службы многих станков превышает допустимый (срок службы некоторых станков превышает 30 лет).

Объектом данного дипломного проекта является участок обработки кронштейна, расположенный в цехе №26. Описание детали и технология ее изготовления приведены в технологическом разделе.

Габариты деталей обрабатываемых на многоцелевом станке ограничим размерами рабочего стола с учетом координат 1500 мм x 600 мм x 900 мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| | | | | | | 12 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.3 Служебное назначение детали, детали предстватели и технические требования, предъявляемые к ним

Деталь кронштейн входит в узел корпус ракеты (см. рисунок 2).

Деталь кронштейн относится к классу корпусных деталей. Кронштейн применяется в ракетостроении, он предназначен для крепления шлангов топливопровода двигателя в ракете модели РСМ-54, расположен в головной части ракеты.

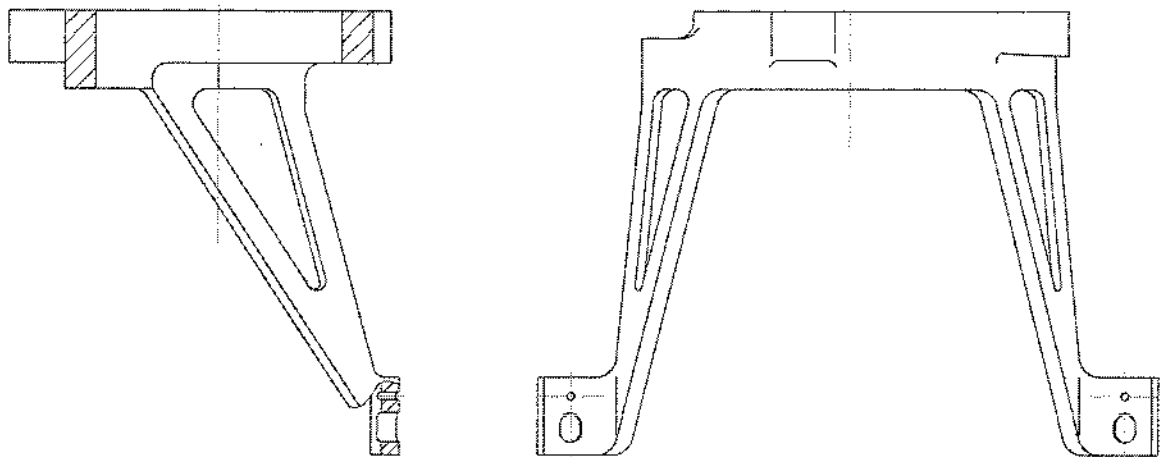


Рисунок 3 – Кронштейн

Баллистическая ракета подводных лодок Р-29РМ (РСМ-54) - ракета с межконтинентальной дальностью полета, способная поражать малоразмерные защищенные наземные и цели.

Ракета Р-29РМ трехступенчатая, с последовательным расположением ступеней, выполненных по «уплотненной» схеме. В качестве маршевых двигателей на всех ступенях применены «утопленные» в баки ЖРД с высокими тяговыми характеристиками. В передней части ракеты размещается приборный отсек с системой управления, включающий аппаратуру астрокоррекции траектории полета по результатам измерения координат навигационных звезд, аппаратуру радиокоррекции по результатам обмена информацией с навигационными спутниками Земли и боевые блоки.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | 13 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |

Корпус ракеты выполнен цельносварным из алюминнево-магниевого сплава. Для стыковки ракеты с пусковой установкой хвостовая часть ракеты снабжена силовым опорным бандажем-переходником. При старте ракеты переходник остается на пусковом столе. Двигатель первой ступени состоит из двух блоков: основного (однокамерного) и рулевого (четырёхкамерного). Управляющие усилия по каналам тангажа, рысканья и крена обеспечиваются поворотом камер сгорания рулевого блока.

Головная часть - четырёх - и десятиблочная с индивидуальным наведением блоков. Возможно оснащение ракет осколочно-фугасной БЧ с массой около 2000 кг, предназначенных для сверхточного поражения целей в неядерном конфликте.

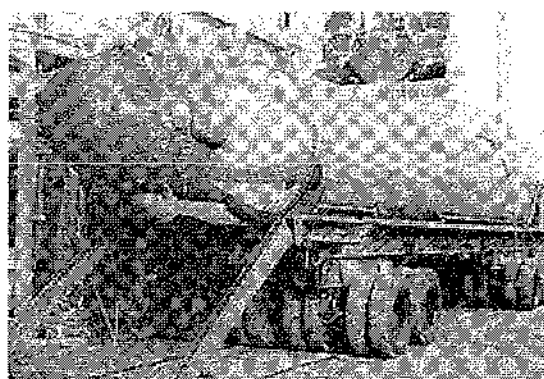


Рисунок 4 – Баллистическая ракета РСМ-54

Разработка БР была ориентирована на достижение максимально возможных тактико-технических характеристик при ограниченном изменении проекта подводной лодки. Поставленные задачи были решены разработкой оригинальной трехступенчатой схемы ракеты с совмещенными баками последней маршевой и боевой ступеней, использованием двигателей с предельными характеристиками, улучшением технологии изготовления ракеты и характеристик применяемых материалов, увеличением габаритов и стартовой массы ракеты за счет объемов, приходящихся на пусковую установку при их совместной компоновке в ракетной шахте подводной лодки.

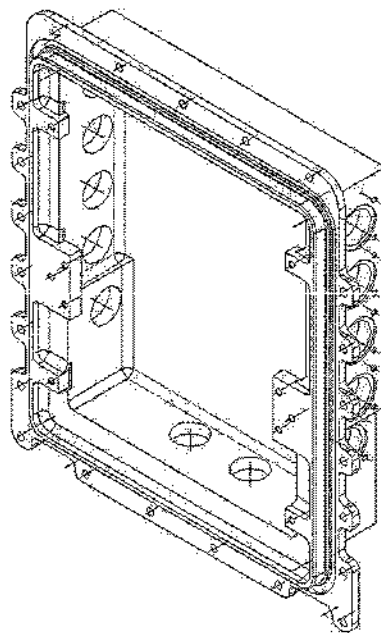
| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| | | | | | | 14 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

РСМ-54 - самая лучшая баллистическая ракета в мире по энергомассовому совершенству.

Кронштейн одна из важных составляющих в конструкции ракеты, точность изготовления и установки данной детали позволит выполнить поставленные задачи сборочной единицы. Кронштейн должен обеспечивать собираемость как узла в целом, а так же работоспособность надежность узла в целом, а их не соответствие приведет к браку не только детали, но и узла в целом.

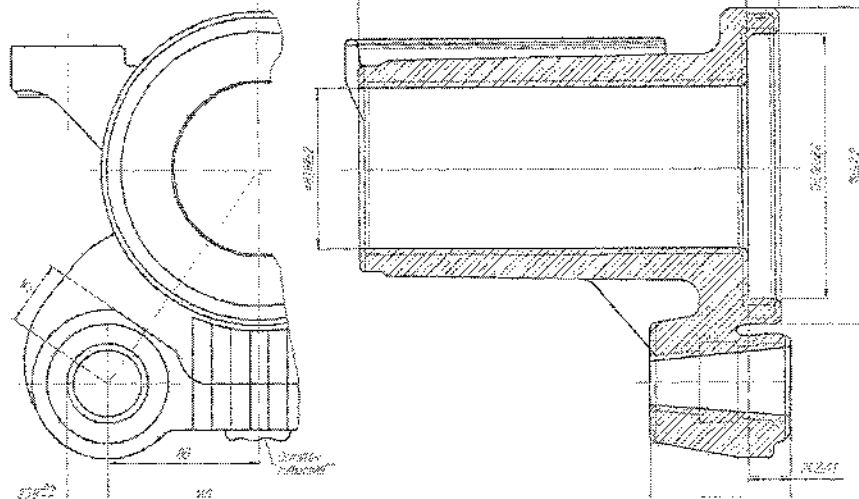
Определим детали представители (см. рисунок 5), которые можно обрабатывать на проектируемом участке:

1. Детали – корпусные
2. Материалы – алюминиевые.
3. Обрабатываемые поверхности – отверстия, цилиндрические внешние поверхности, торцы.
4. Габариты – размеры ограничены возможностями станка 1500 мм x 600 мм x 900 мм.

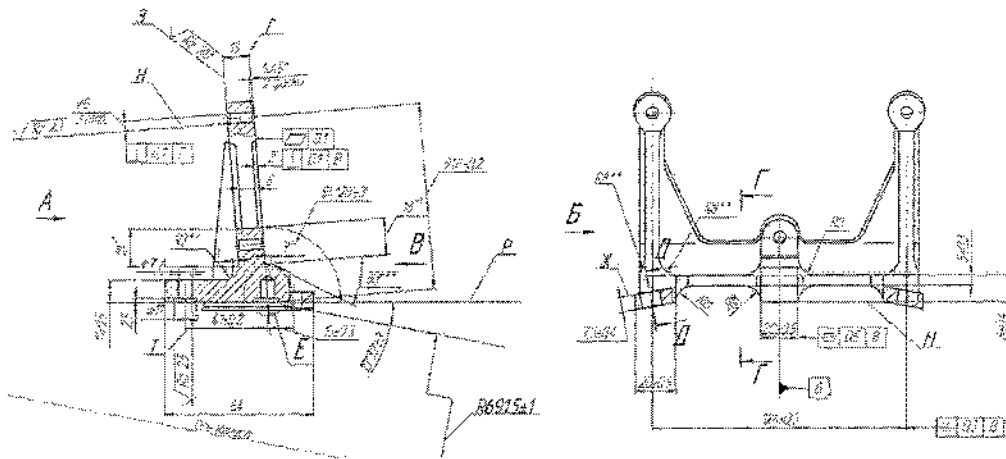


а)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |



б)



в)

Рисунок 5 - Корпусные детали

а) крышка, б) кронштейн 1 в) кронштейн 2.

Корпусные детали имеют такие конструктивные особенности которые предназначены для собираемости узла, работоспособности узла и сборочного изделия в целом. Примеры деталей представителей на сегодняшний день множество, что в свою очередь позволит загрузить оборудование на 100 %, тем самым уменьшит срок окупаемости. А так же за счет многообразия количества деталей представителей понижаются риски простоя оборудования при низком спросе на ту или иную деталь.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00ПЗ

Лист

16

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель проектирования технологии – правильно применить теоретические знания, полученные в процессе учебы, использовать свой практический опыт работы на машиностроительных предприятиях для разработки прогрессивного технологического процесса, базирующегося на современных достижениях в области станкостроения и инструментального производства.

К мероприятиям по разработке новых прогрессивных технологических процессов относится и автоматизация, на ее основе применения высокопроизводительного технологического оборудования, применения режущего инструмента, быстродействующими средствами.

В работе должна отображаться экономия затрат труда, материала, энергии. Решение этих вопросов возможно на основе наиболее полного использования возможностей прогрессивного технологического оборудования и оснастки, создания гибких технологий.

2.1. Анализ технологичности детали

Для определения технологичности детали необходимо выданный рабочий чертёж подвергнуть технологическому контролю в соответствии с ГОСТ 14.204-73, то есть предложить конструктору изменение или ряд изменений тех конструктивных элементов в чертеже детали, которые необоснованно увеличивают трудоёмкость механической обработки детали.

Кронштейн принадлежит классу корпусных деталей. Технические условия, точность изготовления и простановка размеров указаны на чертеже детали. Корпусные детали в большинстве случаев как базовые изделия. Они должны обеспечивать заданную точность относительного положения деталей и сборочных единиц, устанавливаемых внутри или снаружи. Корпусные детали типа кронштейнов наиболее простые по конструкции корпусные детали, которые выполняют функции дополнительных опор для обеспечения требуемой точности относительно положения отдельных механизмов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 17 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

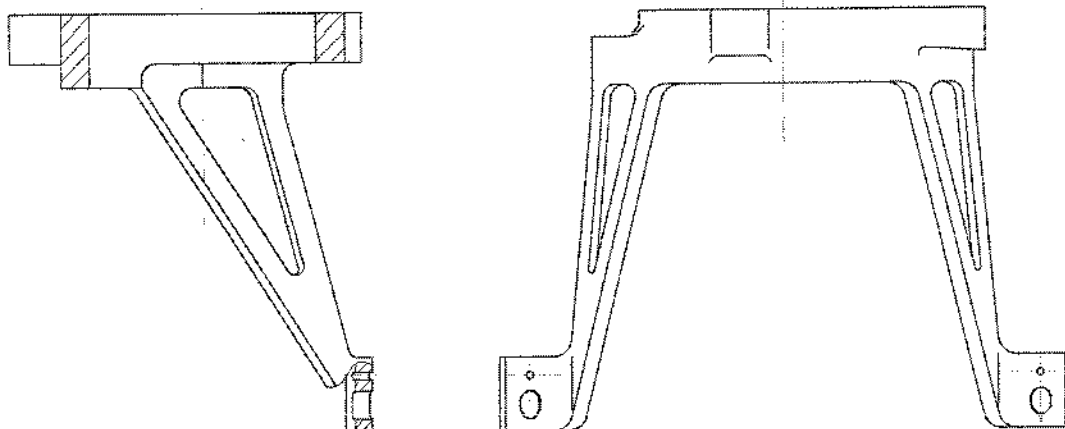


Рисунок 6 – Кронштейн

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции детали.

Технологичность конструкции детали – это совокупность свойств конструкции детали, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материала, и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте и при обеспечении технологичности сборочной единицы.

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

1. Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом.
2. Детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом.
3. Размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степени точности и шероховатости.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 18 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4. Физические и механические свойства материала, жесткость детали, её формы и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления.

5. Показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) деталь должны обеспечивать точность установки, обработки и контроль.

6. Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов её изготовления.

Показатели технологичности для детали «Кронштейн»:

1. Форма детали обеспечивает свободный доступ инструмента при обработке и возможность применения рационального метода получения заготовки (с учетом программы выпуска деталей). Исходя из вышеперечисленного, кронштейн является технологичной деталью.
2. Заготовка кронштейна изготовлена на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) методом штамповки. Заготовка закупается с ОАО «Златоустовского Машиностроительного Завода» им. ордена Ленина.
3. Конструкция детали позволяет вести обработку на станке с ЧПУ, т.е. допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 9-10 квалитет.
4. Для изготовления детали кронштейн применяется алюминиевый деформируемый сплав АМг6.

Сплав АМг6 относится к системе Al - Mg - Mn. Он имеет высокие пластические характеристики, как при комнатной, так и при повышенных температурах, и обладает высокой коррозионной стойкостью в различных средах, в том числе и в морской воде. Это, а также хорошая свариваемость сплава предопределяет широкое применение его в судостроении и ракетостроении.

АМг6М –гр. 3Д ОСТ92-1008-77

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 19 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

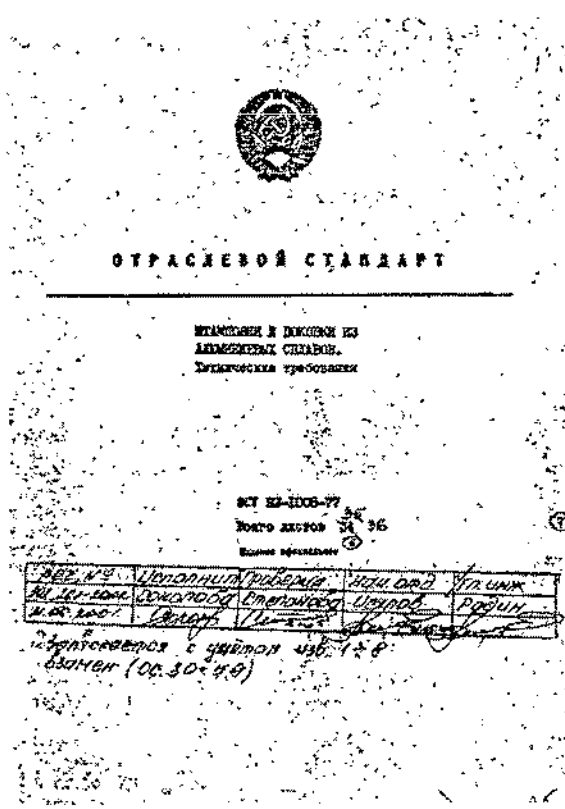


Рисунок 7 – Отраслевой стандарт ОСТ92-1008-77

Технические требования к материалу в соответствии со стандартом. Для штамповок 3-й группы контроля с буквенным обозначением «Д» определяют соответствующий объем контроля, контроль на твердость 10% штамповок от партии.

Химический состав сплава АМг6 должен соответствовать ГОСТ 4784-97. Штамповка и поковка должны изготавливаться из прутков, поставляемых по ГОСТ 21488-97.

Штамповка из алюминиевых сплавов марок АМг6 должны поставляться в отожженном состоянии. Обозначение марки материала дополняется буквой «М».

Химический состав сплава:

- Al – 91,1...93,68 %; Fe – до 0,4 %; Si – до 0,4 %; Mn – 0,5...0,8 %;
- Ti – 0,02...0,1 %; Cu – до 0,1 %; Be – 0,00002...0,005 %; Mg – 5,8...6,8 %;
- Zn – до 0,2 %; прочих примесей – каждая по 0,05 %, всего 0,1 %.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Механические характеристики сплава:

предел текучести $\sigma_T = 190$ МПа;

предел прочности на растяжение $\sigma_B = 355$ МПа;

относительное удлинение $\delta_5 = 19,5$ %;

твердость по Бриннелю $HV 10^{-1} = 65$ МПа.

Физические свойства сплава:

при $T = 20^\circ$ модуль упругости первого рода $E 10^{-5} = 0,71$ МПа; плотность материала $\rho = 2640$ кг/м³; удельное сопротивление $R 10^9 = 67,3$ Ом·м.

при $T = 100^\circ$ коэффициент температурного расширения $\alpha 10^{-6} = 24,7$ 1/Град; коэффициент теплопроводности $\lambda = 122$ Вт/(м·град); удельная теплоемкость $C = 922$ Дж/(кг·град).

Конструкция детали – жесткая, деталь является средненагруженной.

5. В качестве основных баз используется точно обработанное отверстие и наружная поверхность. На большинстве операций деталь базируется по ним. По технологическому процессу отверстие обрабатывается на первых операциях.
6. Коэффициент использования материала, достижение максимально возможного коэффициента использования металла, у кронштейнов должен быть не ниже 0,5.

$$K_{им} = \frac{G_d}{G_z}, \quad (1)$$

где: $K_{им}$ - коэффициент использования материала;

G_d - масса детали, кг;

G_z - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{0,67}{1,3} = 0,52.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 21 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

На основании оценки конструкции детали можно отметить следующее:

- конструкция детали позволяет производить обработку на высокопроизводительных полуавтоматах, автоматах и станках с ЧПУ;
- имеется возможность непосредственного измерения заданных на чертеже размеров;
- имеется возможность определения поверхностей, используемых для базирования;
- учитывая экономические факторы, более рационально использовать заготовку - штамповку;
- заготовка - штамповка допускает обработку плоскостей на проход, так как штампованная заготовка имеет размеры близкие к номинальным размерам;
- имеется свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- в конструкции детали предусмотрены достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности;
- на детали имеются поверхности, расположенные под тупым и острым углами. Их нельзя заменить параллельными или перпендикулярными поверхностями, потому что изменяется технологическая характеристика;
- деталь недостаточно жёсткая, чтобы применять высокие режимы резания.

Исходя из анализа детали на технологичность, кронштейн является технологичной деталью.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 22 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.2. Анализ действующего технологического процесса

Цель такого анализа - выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможные улучшения технологичности рассматриваемой конструкции.

2.2.1 Анализ базового чертежа

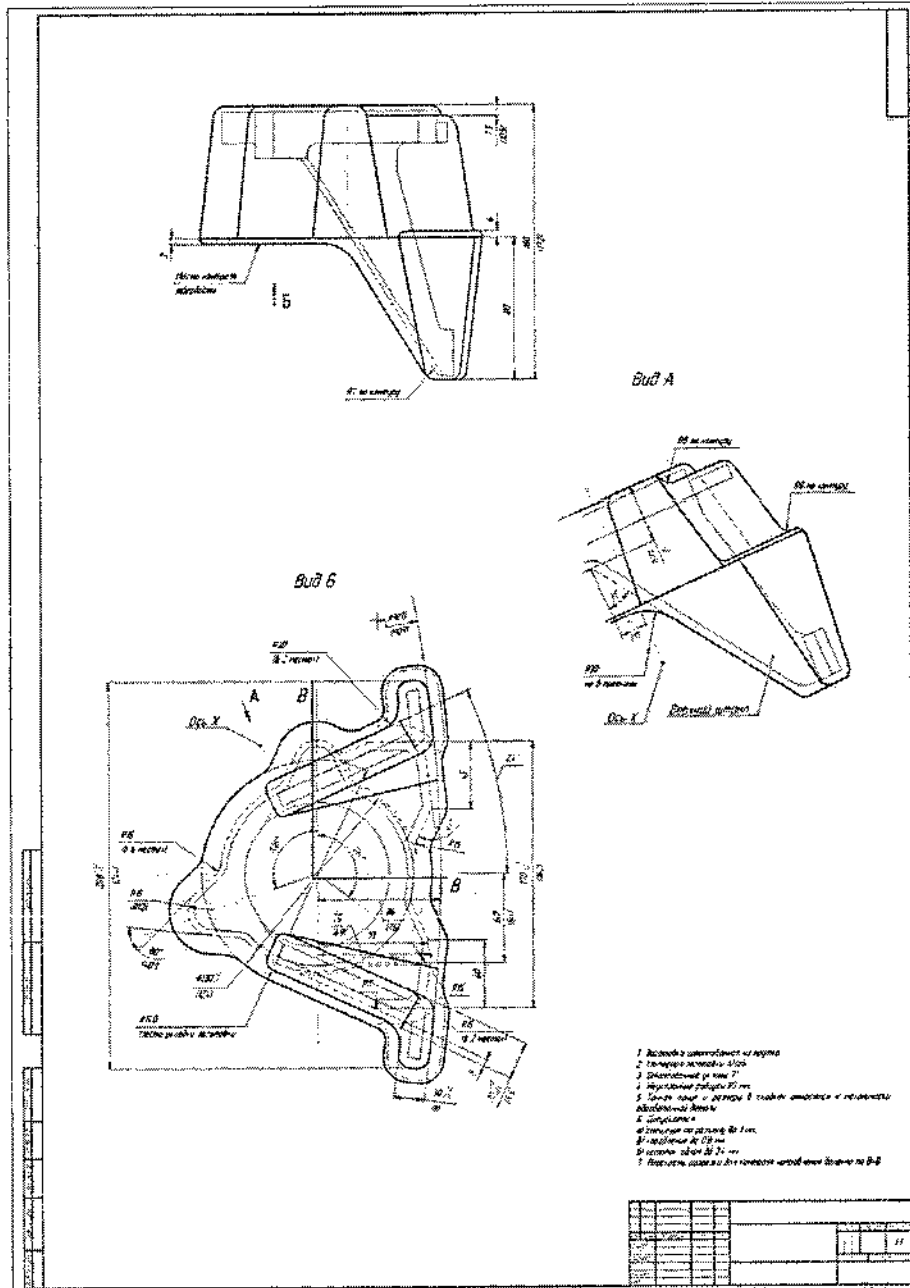


Рисунок 8 – Чертеж заготовки изделия

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист
23

Четко изображены все линии для прочтения чертежа, указаны допуски на размерах, шероховатость. В чертеже заготовки изделия указаны технические требования предъявляемой к ней: масса детали, материал заготовки, допуски шероховатость, дополнительные данные, но не указаны качества.

2.2.2 Анализ действующего маршрутного технологического процесса

В таблицу 1 сведены все операции действующего технологического процесса.

Таблица 1 – Маршрутный ТП (базовый)

| № операции | Наименование операции | Оборудование |
|------------|-----------------------|-----------------------|
| 000 | Заготовительная | |
| 001 | Транспортная | |
| 005 | Разметка | |
| 010 | Фрезерная | 6P83 |
| 015 | Фрезерная | 6P83 |
| 020 | Фрезерная | 6P83 |
| 025 | Фрезерная | 6P83 |
| 030 | Фрезерная | 6P83 |
| 035 | Фрезерная | 6Н12П |
| 040 | Токарная | 16К20 |
| 045 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 050 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 055 | Разметка | |
| 060 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 065 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 070 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 075 | Фрезерная с ЧПУ | 654Ф3 Фрезерный с ЧПУ |
| 080 | Фрезерная | 6Н12П |
| 085 | Слесарная | |
| 090 | Фрезерная | 6Н12П |
| 095 | Сверлильная | 2А125 Сверлильный |
| 100 | Сверлильная | 2А125 Сверлильный |
| 105 | Фрезерная | 6Н12П |
| 110 | Слесарная | |
| 115 | Обезжиривание | |
| 120 | Маркировка | |
| 125 | Контроль | |
| 130 | Покрытие | |

Продолжение таблицы 1

| | | |
|-----|----------------|-----------------------------|
| 135 | Контроль | |
| 140 | Контроль массы | Весы ВНЦ-2 ГОСТ Р53228-2008 |
| 145 | Упаковывание | |

Итого: 145 операции (20 операций резания).

2.2.3 Анализ маршрутных карт

Процесс изготовления детали «Кронштейн» отработан на производстве. Работа производится по комплекту документов «Единый технологический процесс». Технологический процесс содержит перечень всех операций. Для каждой операции указан тип оборудования (модель станка, инвентарный номер, шифр). Время на обработку одной детали и общее время на партию деталей, разряд и количество рабочих, коэффициент используемого материала, код материала по классификатору, норма расхода, объём производственной партии - отсутствует, данные отражены в документах по нормированию.

2.2.4 Анализ операционных карт

В технологическом процессе изготовления детали «Кронштейн» отражены все операции, кроме 115. В ТП ссылаются на другой технологический процесс 116/265-01. Ведомость оснастки перечислены приспособления, измерительный и режущий инструмент. При заполнении операционных карт не заполнены графы: обозначение наименований операций (согласно классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения), нормы времени основного и вспомогательного, количество одновременно изготавливаемых деталей, РИ не указаны параметры режимов резания (скорость, подача, частота и др.), наименование и марка материала, масса детали, профиль и размеры, твёрдость, охлаждение.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 25 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | | |

2.2.5 Анализ карт контроля

На операционных эскизах показаны размеры детали, которые подлежат проверке. В операционной технологической карте не указаны нормы времени, объем контроля.

2.2.6 Анализ карт эскизов

Не каждую операцию выполняется эскиз обрабатываемой детали с указанием конечных размеров получаемых на данной операции. В эскизах отсутствует качество точности.

000 Эскиз на заготовительную отсутствует.

005 Эскиз на операцию разметка. Производится установка заготовки на станочное приспособление. Указана Призма П2-3-1 и требование по установке на плите, присутствуют допуск и размер.

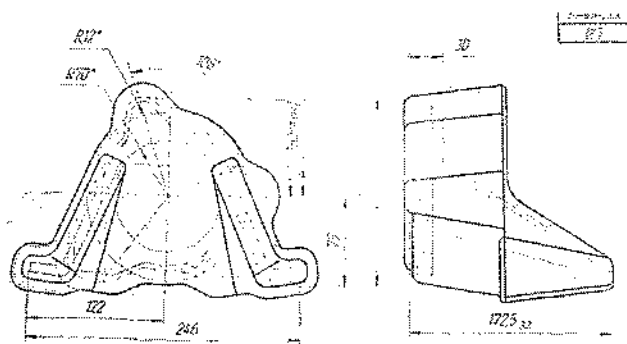


Рисунок 9 - Эскиз на операцию разметка

010 Эскиз на фрезерную операцию имеет обозначенные поверхности баз для обработки, указаны размеры, символы зажимов, присутствует допуск размера, шероховатость поверхности, но отсутствует качество точности.

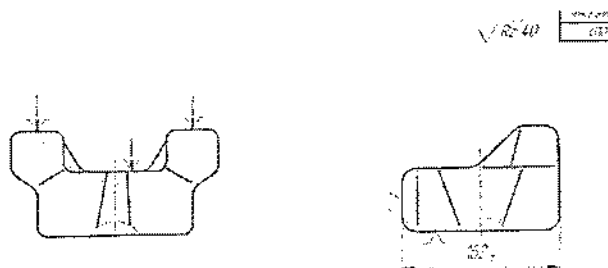


Рисунок 10 - Эскиз на фрезерную операцию

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 26 |

015 Эскиз на фрезерную операцию имеет обозначенные поверхности баз для обработки, проставлен размер, символы зажимов, допуск размера, но отсутствует квалитет точности. (ТП не указано с эскиза установить В требование к поверхности 175)

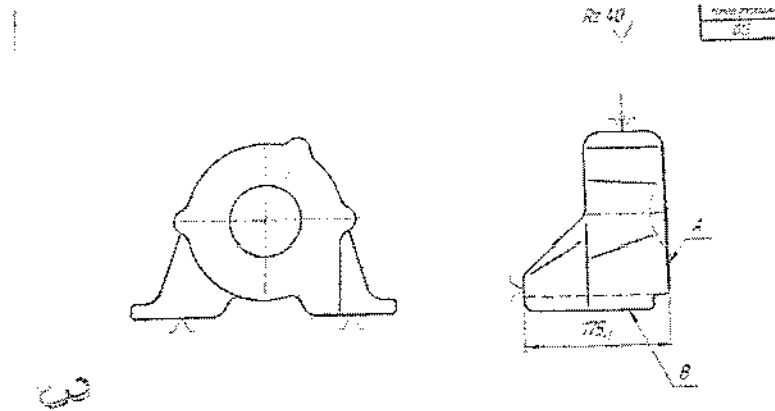


Рисунок 11- Эскиз на фрезерную операцию

020 Эскиз на фрезерную операцию указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, допуски размеров, но отсутствует квалитет точности. Были внесены поправки, которые указаны в листе изменений технологического процесса. О переустановке детали Б и В, в эскизе ничего не указано.

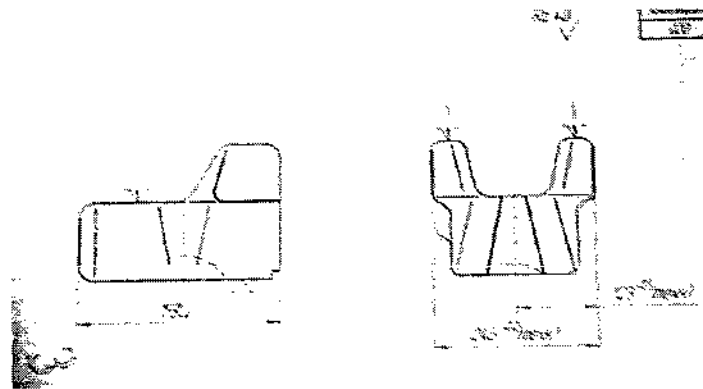


Рисунок 12 - Эскиз на фрезерную операцию

025 Эскиз на фрезерную операцию указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, допуски размеров, но отсутствует квалитет точности. Размер по разметке поверхности Б, который в эскизе указан $173_{-0,5}$ не соответствует требованию техпроцесса $174_{-0,5}$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 27 |

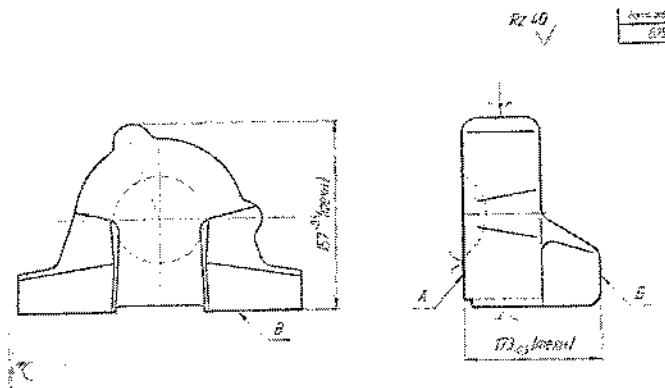


Рисунок 13 - Эскиз на фрезерную операцию

030 Эскиз на фрезерную операцию отсутствует. Требуется выполнить операцию опираясь на предыдущую. Предварительно на 025 операции были изображены, требуемые к обработки, поверхности Б и В для переустановки на 030 фрезерной. Разногласия с размером $173_{-0.5}^{+0.5}$ связано в объединении эскиза на 2 операции.

035 Фрезерная операция указано, что данную операцию допускается применять после операции 040. Производится переустановка детали. Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, допуска размеров, но отсутствует качество точности. Общий размер 246 указан без допуска и качества.

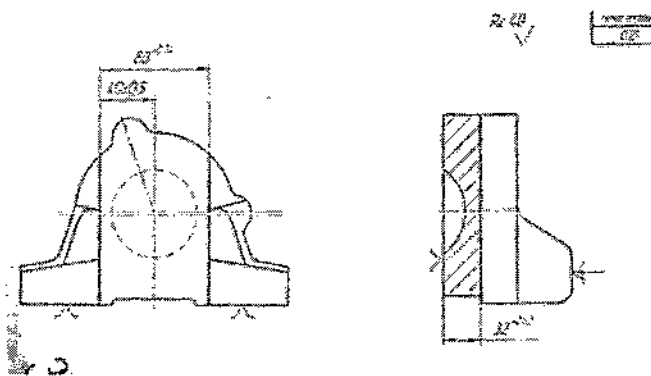


Рисунок 14 - Эскиз на фрезерную операцию

040 Эскиз на токарную операцию. После переустановки детали производят проверку установочных баз приспособления и заготовки в УСП, в эскизе отражено: вид, поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, допуска размеров, но отсутствует качество точности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

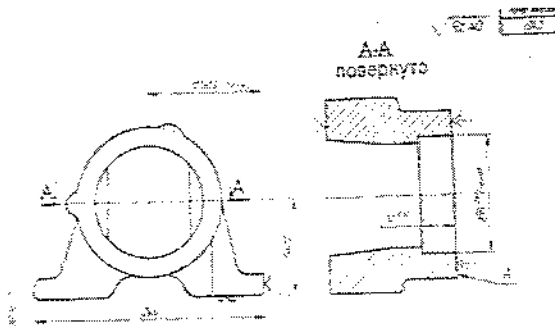


Рисунок 15 - Эскиз на токарную операцию

045 Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ (654 Ф3). Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, обозначение видов, допуска размера, координаты подвода инструмента, указаны так же размеры которые в процессе переходов необходимо проверить.

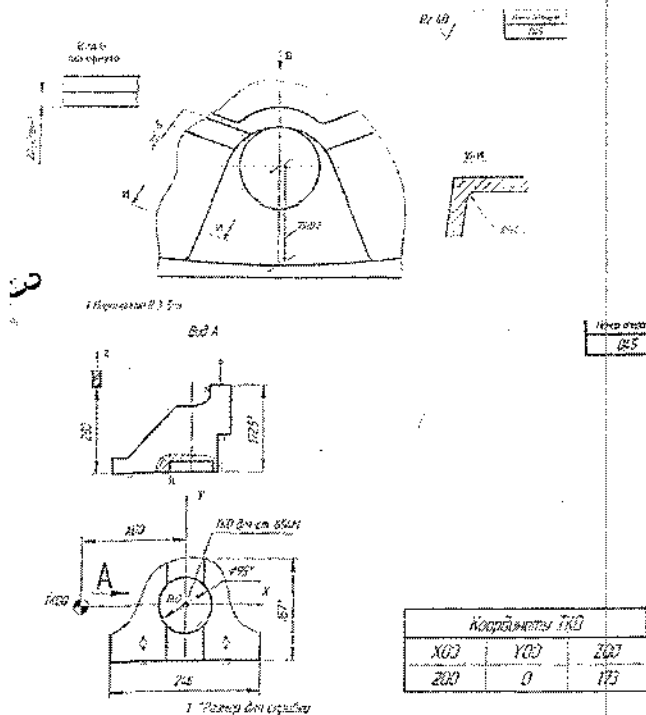


Рисунок 16 - Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ

050 Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ (654 Ф3). Производится установка и закрепление детали в приспособление ВУ 7210-6367. Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, обозначение видов, допуска размера, координаты подвода инструмента, указаны так же размеры которые в процессе переходов необходимо проверить.

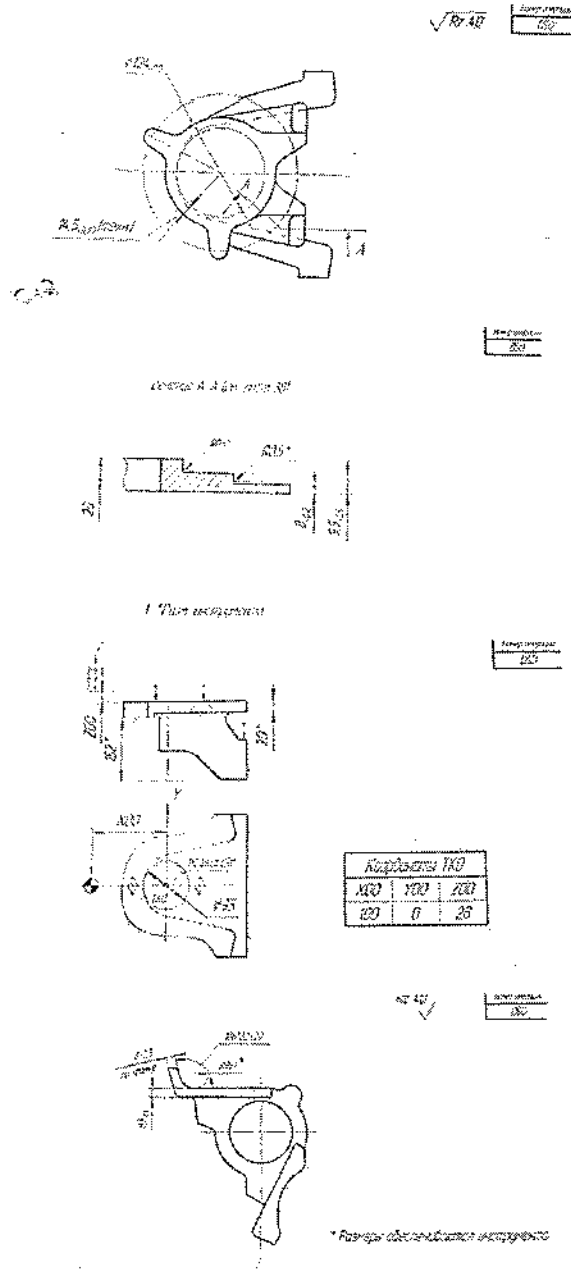


Рисунок 17 - Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ

055 Разметка операция отсутствует эскиз. Допускается операцию выполнять в 085.

060-065 Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ (654 ФЗ). Производится установка и закрепление детали в приспособление ВУ 7210-6367. Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, обозначение видов,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 30 |

допуска размеров, координаты подвода инструмента, указаны так же размеры которые в процессе переходов необходимо проверить.

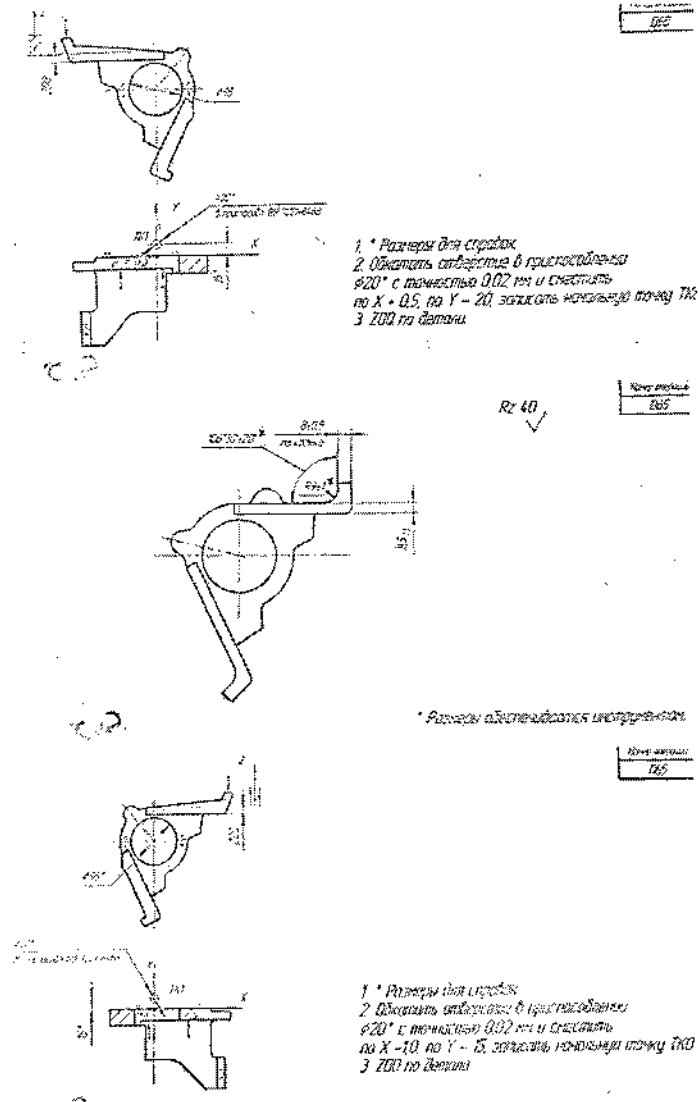


Рисунок 18 - Эскизы на фрезерные операции с ЧПУ

070 Эскизы на фрезерную операцию с ЧПУ (654 Ф3). Производится установка и закрепление детали в приспособление ВУ 7210-6367. Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, обозначение видов, допуска размеров, координаты подвода инструмента, указаны так же размеры которые в процессе переходов необходимо проверить.

| | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|
| | | | | | Лист |
| | | | | | 31 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ |

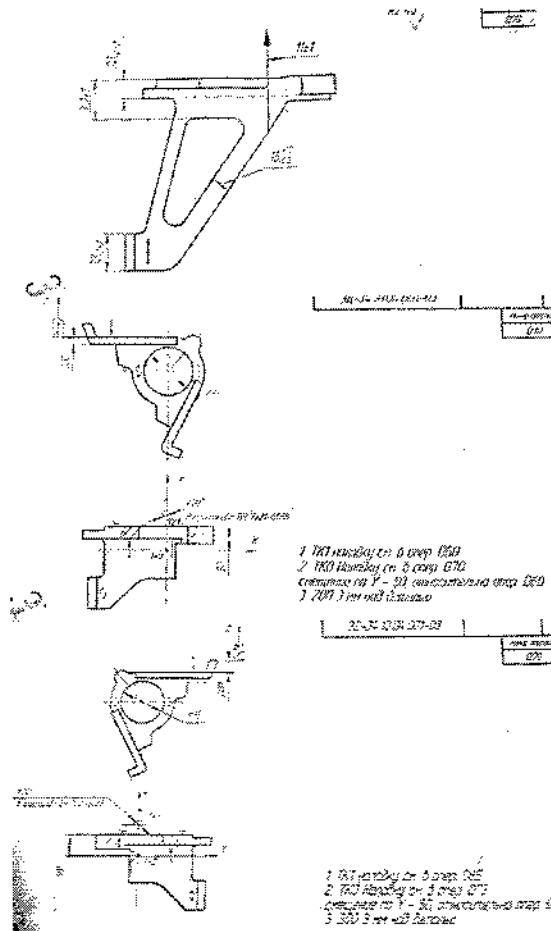


Рисунок 19 - Эскизы на фрезерные операции с ЧПУ

075 Эскиз на фрезерную операцию с ЧПУ (654 ФЗ). Производится установка и закрепление детали в приспособление ВУ 7210-6367. Указаны поверхности баз, проставлены размеры, символы зажимов, обозначение видов, допуска размеров, координаты подвода инструмента, указаны так же размеры которые в процессе необходимо проверить. Указано после удаления СОЖ выполнить операцию 115.

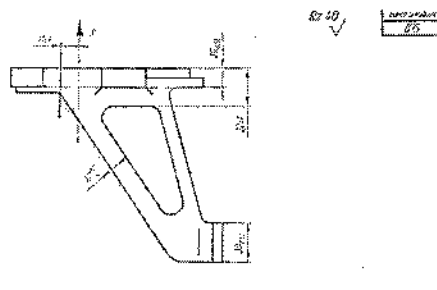


Рисунок 20 - Эскизы на фрезерные операции с ЧПУ

080 -145 Операционные эскизы в ТП не требуются.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 32 |

В действующем технологическом процессе не все требования проставлены и не все графы заполнены, на всех эскизах отсутствует качество точности.

Анализ действующего технологического процесса

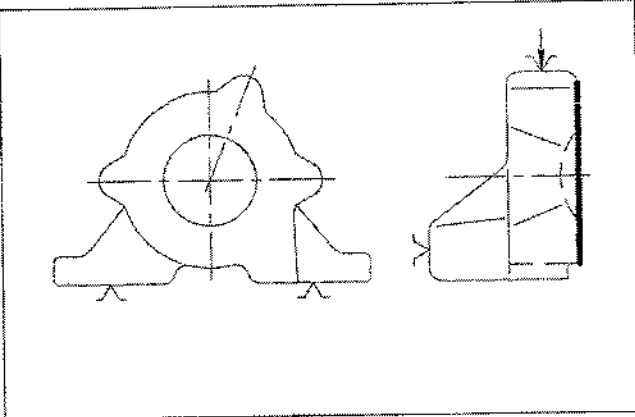
Содержание технологического процесса механической обработки «Кронштейн» действующего в настоящее время на Миасском машиностроительном заводе отражено в таблице №2. В структуре технологического процесса указаны операции, переходы, установки и позиции, а также указано оборудование и станочные приспособления.

Таблица 2 - Содержание действующего техпроцесса

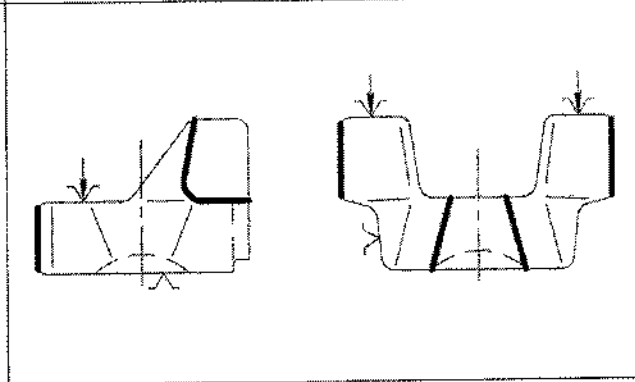
| Номер, название операции, применяемое оборудование, содержание операции | Операционный эскиз |
|---|--|
| 000 Заготовительная. |  |
| 005 Разметка. Призма П2-3-1 | — |
| 010 Фрезерная. Горизонтально-фрезерный станок 6Р83. Фрезеровать по разметке поверхность. УСП, упор, прижимы. |  |

Продолжение таблицы 2

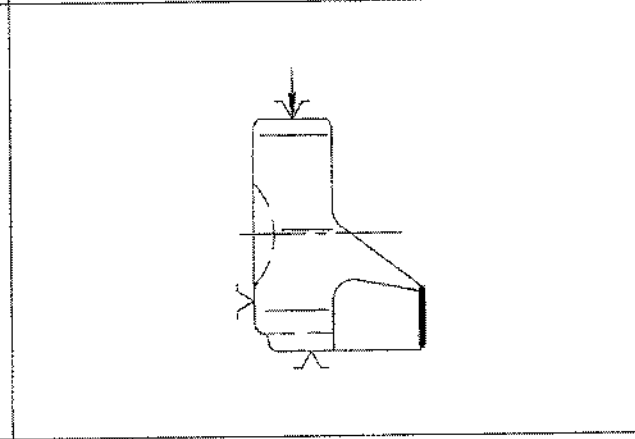
015 Фрезерная.
 Горизонтально-фрезерный
 станок 6Р83.
 Фрезеровать по разметке
 поверхность.
 УСП, упор, прижимы.



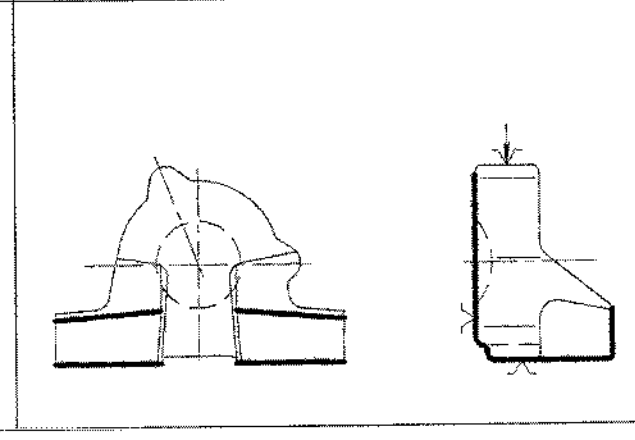
020 Фрезерная.
 Горизонтально-фрезерный
 станок 6Р83.
 Фрезеровать по разметке
 поверхность.
 УСП, упор, прижимы.



025 Фрезерная.
 Горизонтально-фрезерный
 станок 6Р83.
 Фрезеровать по разметке
 поверхность.
 УСП, упор, прижимы.



030 Фрезерная.
 Горизонтально-фрезерный
 станок 6Р83.
 Фрезеровать по разметке
 поверхность.
 УСП, упор, прижимы.

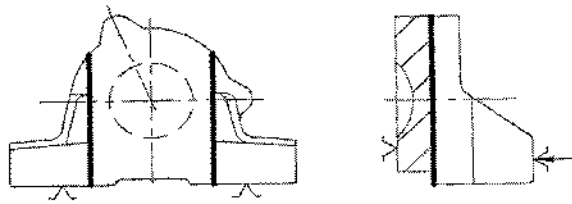


Продолжение таблицы 2

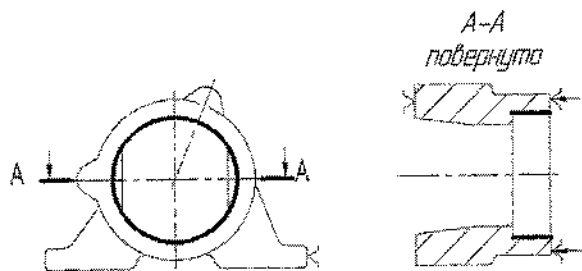
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

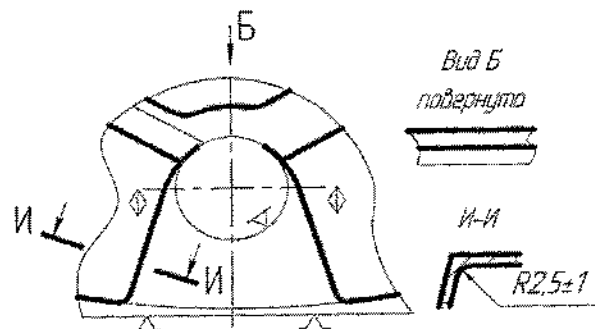
035 Фрезерная.
 Вертикально-фрезерный
 станок 6Н12П.
 Фрезеровать паз.
 Упор, прижимы.



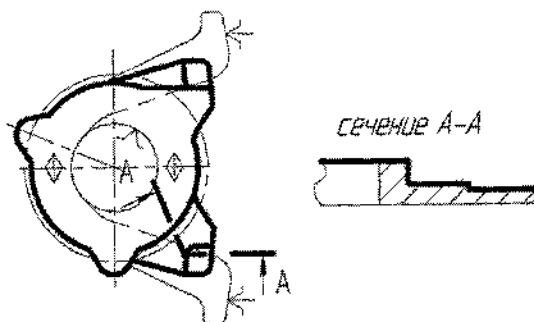
040 Токарная.
 Токарно-винторезный станок
 16К20.
 I Сверлить отверстие.
 II Расточить отверстие.
 УСП, приспособление.



045 Фрезерная с ЧПУ.
 Фрезерный станок с ЧПУ
 654Ф3
 Фрезеровать внутренний
 контур лапок.
 Приспособление ВУ 7210-6320



050 Фрезерная с ЧПУ.
 Фрезерный станок с ЧПУ
 654Ф3
 Фрезеровать наружный
 контур.
 Приспособление ВУ 7210-6367



Продолжение таблицы 2

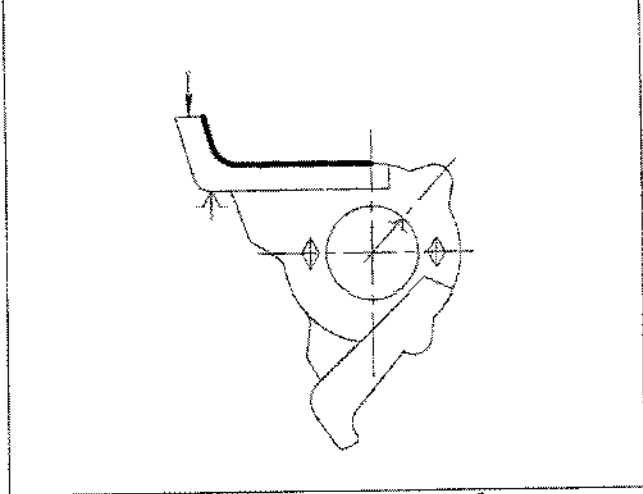
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

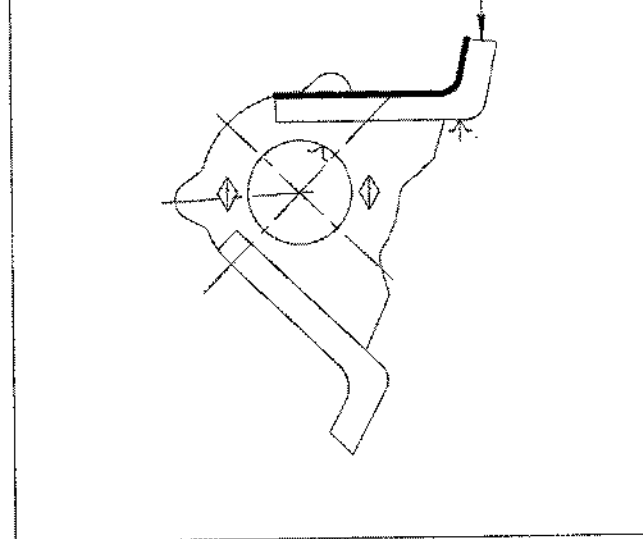
055 Разметка. УДГ, оправка.



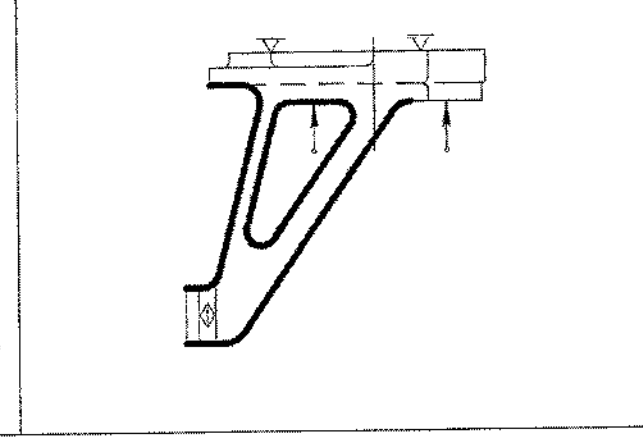
060 Фрезерная с ЧПУ.
Фрезерный станок с ЧПУ
654Ф3
Фрезеровать наружную
поверхность левой лапки.
Приспособление ВУ 7221-6488



065 Фрезерная с ЧПУ.
Фрезерный станок с ЧПУ
654Ф3
Фрезеровать наружную
поверхность правой лапки.
Приспособление ВУ 7221-6488



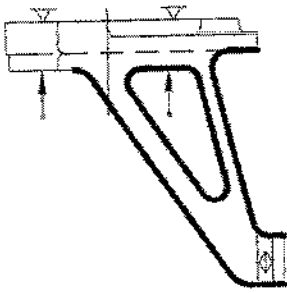
070 Фрезерная с ЧПУ.
Фрезерный станок с ЧПУ
654Ф3
I Фрезеровать наружный
контур левой лапки.
II Фрезеровать окно в левой
лапке.
Приспособление ВУ 7221-6488



| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 2

| | |
|--|--|
| <p>075 Фрезерная с ЧПУ. Фрезерный станок с ЧПУ 654Ф3 I Фрезеровать наружный контур правой лапки. II Фрезеровать окно в правой лапке. Приспособление ВУ 7221-6488</p> |  |
| <p>080 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6Н12П. Фрезеровать 2 фаски $2 \pm 0,5 \times 45^\circ$ с двух сторон Тиски, прижим, упор, прокладки.</p> | <p>—</p> |
| <p>085 Слесарная. Тиски, верстак.</p> | <p>—</p> |
| <p>090 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6Н12П. Фрезеровать торцы лапок. Тиски, упор.</p> | <p>—</p> |
| <p>095 Сверлильная. Вертикально-сверлильный станок 2А125. Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311-6589</p> | <p>—</p> |
| <p>100 Сверлильная. Вертикально-сверлильный станок 2А125. Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311-6589</p> | <p>—</p> |
| <p>105 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок 6Н12П. Фрезеровать паз в лапках. Два отверстия . Тиски, упор.</p> | <p>—</p> |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 2

| | |
|---|---|
| 110 Слесарная. Верстак. | — |
| 115 Промывка. | — |
| 120 Маркирование. | — |
| 125 Контроль. Калибр ВУ8159-6336 Шаблон ВУ8156-6189 Калибр ВУ8383-6216 Калибр ВУ8383-6184 и др. | — |
| 130 Покрытие. | — |
| 135 Контроль | — |
| 140 Контроль массы. | — |
| 145 Упаковывание. | — |

2.2.7 Анализ оборудования

В базовом техпроцессе используется большое количество универсальных станков, которые требуют длительного времени для переналадки на другое изделие, например, горизонтально-фрезерный 6Р83, станок токарно-винторезный 16К20, вертикально-фрезерный 6Н12П и вертикально-сверлильный 2А125.

Главное предназначение станка, в выполнении различных работ по фрезерованию, с применением цилиндрических, концевых и прочих видов фрез. Используются для фрезерной обработки углов, пазов, колес, спиралей, штампов и прочих заготовок из различных металлов и их сплавов.

Станок обладает мощными приводными устройствами, что позволяет использовать инструмент из сверхпрочных сплавов, а так же применять быстрорежущую сталь. За счет большой мощности основного привода и

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 38 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

тяговых подач рабочего стола возможно обрабатывать широкие горизонтальные поверхности за один проход.

Горизонтально-фрезерный станок 6P83 (6T83)

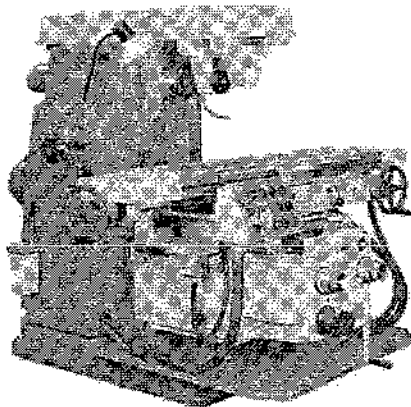


Рисунок 21 - Горизонтально-фрезерный станок 6P83

Станки моделей 6T83 снабжены столом, который позволяет нарезать косозубые колеса, червяки и прочие детали со спиралевидной поверхностью. Все это возможно за счет поворота стола вокруг оси на 45 градусов.

Техническая характеристика и высокая жесткость станков позволяют полностью использовать возможности как быстрорежущего, так и твердосплавного инструмента.

Для сокращения вспомогательного времени и удобства управления в станках предусматриваются:

- дублированное управление кнопочно-рукояточного типа;
- пуск и останов шпинделя и включение быстрых ходов станка при помощи кнопок;
- управление движениями стола от рукояток, направление поворота которых совпадает с направлением движения стола;
- изменение скоростей и подач с помощью однорукояточных выборочных механизмов, позволяющих получать любую скорость или подачу поворотом либо без прохождения промежуточных ступеней;
- торможение постоянным током

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 39 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Автоматизированные станки такого типа, могут быть настроены на различные автоматические циклы, что повышает производительность труда, исключает необходимость обслуживания станков рабочими высокой квалификации и облегчает возможность организации многостаночного обслуживания.

Вертикальные консольно-фрезерные станки моделей 6Н12 представляют собой электрифицированные станки, обладающие высокой точностью и жесткостью.

Станки предназначены для фрезерования всевозможных деталей средних размеров и веса из стали, чугуна и цветных металлов торцевыми, цилиндрическими, концевыми, радиусными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства. В серийном производстве, благодаря наличию полуавтоматических и автоматических циклов, станки могут успешно использоваться на работах операционного характера в поточных и автоматических линиях.

Фрезерный вертикально-консольный станок 6Н12П

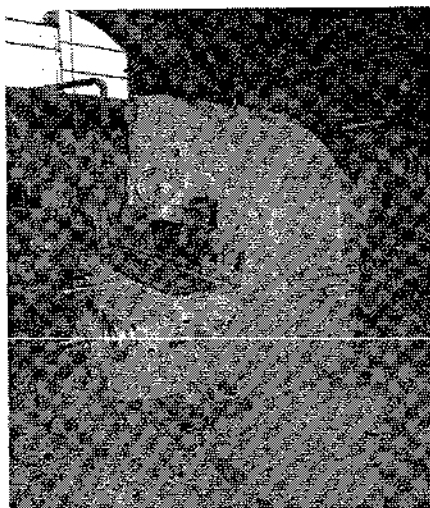


Рисунок 22 -Фрезерный станок с поворотной головкой 6Н12П

На станках можно обрабатывать вертикальные и горизонтальные плоскости, пазы, углы, нарезать зубчатые колеса и прочее.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 40 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Обработка деталей на станке в основном производится торцовыми, хвостовыми, пальцевыми фрезами и фрезерными головками в условиях индивидуального и серийного производства.

Фрезерование зубчатых колес, разверток, спиралей, контура кулачков и прочих деталей, требующих периодического или непрерывного поворота вокруг своей оси, производятся на данных станках с применением делительной головки или накладного круглого стола.

Благодаря наличию механизма выборки люфта в винтовой паре продольной подачи стола, на станке можно производить встречное и попутное фрезерование, как в простых режимах, так и в режимах с автоматическими циклами.

Наиболее эффективное использование станка достигается при обработке деталей методом скоростного фрезерования.

При работе на высоких и средних числах оборотов пределы использования станков ограничиваются, главным образом, допустимыми значениями скоростей для фрез и мощностью электродвигателя главного движения, которая не должна быть больше 10—12,5 кВт по ваттметру. Таким образом, в зоне высоких чисел оборотов может быть допущена кратковременная перегрузка электродвигателя по мощности 25% в течение 1 мин.

Во всех случаях обработки, где возможно применение скоростного фрезерования, рекомендуется использовать станки на скоростных режимах, как наиболее производительных и обеспечивающих спокойную, виброустойчивую работу станков.

Возможности использования станков при фрезеровании сталей быстрорежущими фрезами ограничиваются не возможностью поломок в механизмах станка, а возникновением вибраций, связанных с неточностью изготовления и заточкой фрез, и невозможностью дать надлежащую подачу на зуб из-за наступающей поломки зубьев фрезы: так как станок в основном предназначен для скоростного фрезерования, использовать его для фрезерования быстрорежущими фрезами нерационально.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 41 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

При работе станка на тяжелых режимах резания, как правило, лимитирующим фактором являются стойкость и прочность режущего инструмента.

Токарно-винторезный станок 16К20

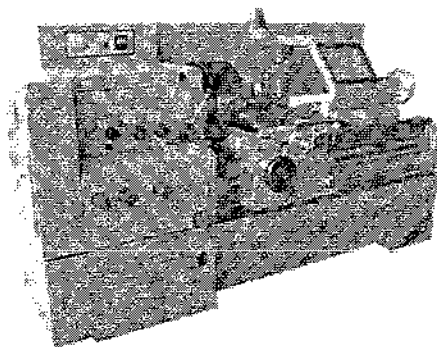


Рисунок 23 - Токарно-винторезный станок 16К20

Токарно-винторезный станок 16К20 предназначен для выполнения различных токарных работ и нарезания метрической, модульной, дюймовой и питчевой резьб. Обрабатываемые детали устанавливаются в центрах или патроне.

Станок заменяет модель 1К62. По всем качественным показателям (производительности, точности, долговечности, надежности, удобству обслуживания, безопасности работы и т. д.) превосходит станок модели 1К62. Жесткая коробчатой формы станина с калеными шлифованными направляющими установлена на монолитном основании.

Жесткая коробчатой формы станина с калеными шлифованными направляющими установлена на монолитном основании, одновременно служащим стружкосборником и резервуаром для охлаждающей жидкости.

Механизм шпиндельной бабки станка позволяет получить 4 ряда чисел оборотов шпинделя: два ряда с пределами 12 40 и 50 160 об/мин, при включенных переборах 1:32 и 1:8 и два ряда с пределами 200 630 и 500 1600, при включенных переборах 1:2 и 1,25:1. В этом случае переборы 1:32 и 1:8 выключаются.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 42 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Шпиндель с фланцевым передним концом смонтирован в прецизионных подшипниках качения, не требующих регулировки в процессе эксплуатации.

Выходной вал шпиндельной бабки через сменные зубчатые колеса соединен с коробкой подач, обеспечивающей перемещение суппорта в широком диапазоне подач от ходового вала при точении и от ходового винта при нарезании резьб. Для нарезания резьб предусмотрено непосредственное соединение ходового винта с входным валом коробки подач.

На суппорте имеются масштабные линейки с визирами для удобства определения величины перемещения резцовых и поперечных салазок в процессе работы. Новая конструкция резцедержателя улучшает стабильность фиксации.

Фартук станка снабжен оригинальным механизмом выключения подачи суппорта, обеспечивающим высокую точность останова на жестком упоре. Комплекс ограждающих и блокировочных устройств гарантирует безопасность работы на станке.

Наиболее целесообразно использовать станок в инструментальных и ремонтных службах в условиях мелкосерийного и единичного производства на чистовых и получистовых работах.

Класс точности станка Н. При чистовой обработке деталей из конструкционных сталей шероховатость обработанной поверхности V66.

Отклонение от цилиндричности 7 мкм, конусности 20 мкм на длине 300 мм, отклонение от прямолинейности торцевой поверхности на диаметре 300 мм — 16 мкм.

Станки универсальные вертикально-сверлильные 2A125 с условным диаметром сверления 25 мм, используются на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначены для выполнения следующих операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкерования, развертывания и подрезки торцев ножами.

Пределы чисел оборотов и подач шпинделя позволяют обрабатывать различные виды отверстий на рациональных режимах резания.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 43 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Станок вертикально-сверлильный 2A125

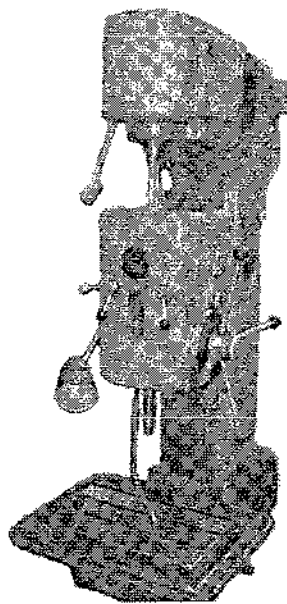


Рисунок 24 - Станок вертикально-сверлильный 2A125

Универсальный вертикально-сверлильный станок, модель предназначен для работы в ремонтных и инструментальных цехах, а также в производственных цехах с мелкосерийным выпуском продукции; оснащенный приспособлениями станок может быть применен в массовом производстве.

Наличие на станке девятискоростной коробки скоростей с диапазоном регулирования 97 до 1360 оборотов в минуту, 9-скоростной коробки подач с диапазоном регулирования от 0,1 до 0,81 мм на оборот и электрореверса обеспечивает выбор нормативных режимов резания для диаметров отверстий до 25 мм при сверлении, рассверливании, зенковании, зенкеровании, развертывании, нарезке резьбы, а также допускает использование режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом.

Наличие на станках механической подачи шпинделя, при ручном управлении циклами работы.

Допускает обработку деталей в широком диапазоне размеров из различных материалов с использованием инструмента из высокоуглеродистых и быстрорежущих сталей и твердых сплавов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 44 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Станки снабжены устройством реверсирования электродвигателя главного движения, что позволяет производить на них нарезание резьбы машинными метчиками при ручной подаче шпинделя.

Станок вертикально-фрезерный с крестовым столом и ЧПУ 654Ф3

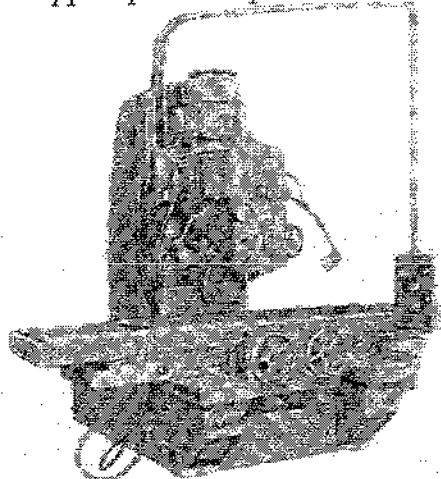


Рисунок 25 - Станок вертикально-фрезерный 654Ф3

Станок модели 654Ф3 сверлильно-фрезерно-расточной с крестовым столом вертикальный с числовым программным управлением (ЧПУ) предназначен для комплексной обработки плоских деталей средних размеров сложной формы.

Станок предназначен для многооперационной обработки разнообразных деталей сложной конфигурации из стали, чугуна, цветных и легких сплавов.

На станке можно производить получистовое и чистовое фрезерование плоскостей, пазов и криволинейных поверхностей различными типами фрез, а также растачивание, сверление, зенкерование, развертывание отверстий и нарезание резьбы метчиками и резцами по заданной программе.

Станок может быть использован в мелкосерийном и серийном производствах различных отраслей промышленности.

Компоновка станка позволяет повысить его виброустойчивость и точностные параметры.

Применение в качестве элементов качения высокоточных роликовых опор, установленных с предварительным натягом, обеспечивает высокую

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 45 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

жесткость стыков и их хорошие демпфирующие способности. Это гарантирует высокую точность позиционирования при резании даже на тяжелых режимах обработки.

Управление станком — от универсальной комплексной системы ЧПУ, позволяющей производить позиционную и контурную обработку, а также вручную с пульта управления. На станке программируются координатные перемещения стола и шпиндельной головки, скорости этих перемещений, частота вращения шпинделя, выбор и смена инструмента, смена обрабатываемой детали и циклы обработки.

На станке имеется крестовый стол с Т-образными пазами. Установленный возле станка на автономной опоре инструментальный магазин позволяет увеличить жесткость станка и повышает его виброустойчивость, а также сводит к минимуму изменение его точностных параметров.

Наличие на станке устройства для контроля угла поворота шпинделя дает возможность автоматически устанавливать ориентированный по углу инструмент.

Высокую точность перемещений и гибкость в управлении подачами обеспечивает привод ходовых винтов непосредственно от высокомоментных двигателей постоянного тока.

Производительность при работе на станке повышается в два — три раза за счет интенсификации режимов обработки, сокращения времени вспомогательных циклов и повышения уровня автоматизации.

Станок может быть оснащен устройством автоматической загрузки и выгрузки изделий, предназначенным для установки заготовки вне станка на сменные столы (паллеты) и последующей автоматической загрузки столов на станок, а также их выгрузки со станка после окончания обработки. Использование сменных столов устройства позволяет совместить загрузку заготовок или выгрузку обработанных изделий с работой станка, что существенно сокращает холостые простои, повышает эффективность его использования и производительность, при этом исключается последняя ручная

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 46 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

операция-установка и снятие деталей со станка. Станок может быть встроен в автоматическую линию.

Для изготовления детали фрезерные станки в полном объеме. Станок токарно-винторезный 16К20 применяется только для одной операции, но она очень важна для последующей обработки детали, станок загружен не в полном объеме. Применение одинаковых станков на различных операциях облегчает их эксплуатацию, обслуживание и ремонт, сокращает сроки ремонта и наладки.

2.2.8 Анализ оснастки и инструмента

В базовом ТП используются в основном полуавтоматы и часть операций на станке ЧПУ, станочное приспособление специальное, вспомогательный инструмент специальный и стандартный. Станочные приспособления ВУ7210-6322, ВУ7210-6320, ВУ7221-6488, ВУ7210-6367 и кондуктор ВУ7311-6589, относятся к разновидности специальной неразборной и универсально-наладочной технологической оснастки. Разновидность систем технологической оснастки определяется типом производства.

Точность обработки деталей в значительной степени зависит от правильного назначения требований к точности изготовления приспособления. Точность приспособления характеризуется взаимным расположением элементов базирования обрабатываемых деталей на различных технологических позициях, расположением элементов базирования относительно осей кондукторных втулок.

Механизация и автоматизация процесса закрепления заготовок наряду с ростом производительности обработки обеспечивает повышение точности благодаря стабильности силы зажима, снижающей погрешность закрепления, сокращение доли ручного труда, снижение физической нагрузки рабочих, возможность многостаночного обслуживания, поскольку рабочий освобождается от длительного присутствия у одного станка, регламентации

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 47 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

цикла обработки, являющуюся предпосылкой для автоматизации процесса в целом.

Для данной детали требуется высокая точность размеров, в соответствии с этим необходима высокая квалификация наладчика и работника.

Возможность обработки в станочных приспособлениях кронштейна позволяет обеспечить предъявляемую точность к готовой детали.

Измерительный инструмент

В качестве измерительного инструмента в базовом техпроцессе используются универсальный и специальный инструмент.

Универсальный измерительный инструмент используется в различных производствах машиностроения, определяют геометрические параметры деталей. В техпроцессе используют: штангенглубиномерт ГОСТ 162-90, микрометр МК20-1 ГОСТ 6507-90, нутромерт НИ 50-100-2 ГОСТ 868-82, штатив, индикатор, угольник, калибр-пробка ГОСТ 14810-69, весы ВНЦ-2 ГОСТ Р53228-2008, плита 1-1-400x400 ГОСТ 10905-86. .

Специальный измерительный упрощает процесс контроля и снижает трудоемкость контрольных операций, поэтому проверку сложных и пространственных деталей осуществляют с помощью специальных шаблонов и приспособлений. Для контроля параметров кронштейна используются: калибр 24 ВУ 8156-61 (11,76,22,122,909), радиусный шаблон 1 ТУ2-34-228-88 (2,3).

Классификация нужна для выбора инструмента взаимозаменяемого и однотипного, для определения правил его выдачи и порядка хранения.

Измерительный инструмент – это основа точности и сохранности требуемых параметров изготовления детали.

Режущий инструмент

В качестве режущего инструмента на операциях техпроцесса используются *концевые фрезы с коническим хвостиком* из быстрорежущей

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 48 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

стали Р6М5 ГОСТ 16225-81, Р9К5 ГОСТ 17026-71 (МН 2066-61, ОСТ92-2517-79). Применяются для обработки пазов, уступов с взаимно перпендикулярными поверхностями и для контурной обработки заготовок. Главные режущие кромки, выполняющие основную работу по удалению припуска, как и у торцовых фрез, расположены на цилиндрической поверхности, а вспомогательные (зачищающие) - на торце. Зубья изготавливают обычно винтовыми, с углом наклона к оси, достигающим до $\omega = 30...45^\circ$. Такое большое значение угла ω при наличии больших по объему стружечных канавок обеспечивает надежный отвод стружки из зоны резания даже при весьма стесненных условиях резания. По этой причине число режущих зубьев у концевых фрез значительно меньше, чем у торцовых фрез. Однако при этом снижение производительности компенсируется за счет увеличения подачи на зуб.

Основным преимуществом фрез данного типа являются высокая ударная вязкость и прочность.

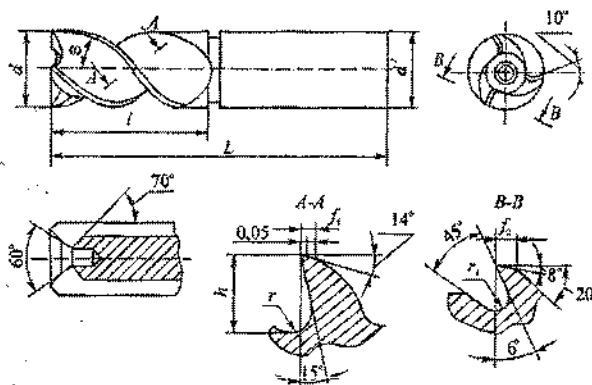


Рисунок 26- Концевая фреза

Эти характеристики приобретают особую значимость при выборе фрез для использования на станках без ЧПУ, с маломощным приводом или на станках с недостаточно жестким закреплением заготовок. Применение фрез из быстрорежущей стали особенно рентабельно при необходимости инструмента большого диаметра.

Сверла спиральные с коническим хвостовиком Р9К5 ГОСТ 10903-77. Спиральное сверло является основным типом сверл, наиболее широко

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 49 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

распространенным в промышленности. Оно используется при сверлении и рассверливании отверстий диаметром до 80 мм и обеспечивает обработку отверстий по 4—5-му классам точности и с чистотой поверхности 2—3-го классов.

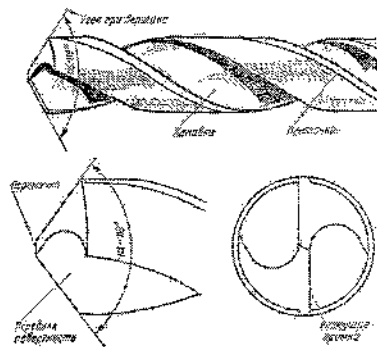


Рисунок 27- Спиральное сверло

Спиральные сверла состоят из следующих основных частей: режущей, направляющей или калибрующей, хвостовика и соединительной. Режущая и направляющая части в совокупности составляют рабочую часть сверла, снабженную двумя винтовыми канавками. Режущая часть спирального сверла состоит из двух зубьев, которые в процессе сверления своими режущими кромками врезаются в материал заготовки и срезают его в виде стружки. Это основная часть сверла. Условия работы сверла определяются главным образом конструкцией режущей части сверла. Быстрорежущие сверла обладают повышенной прочностью и сильны к ударным нагрузкам, а также отличаются низкой ценой. Однако, в отличие от твердосплавных сверл, имеют низкую твердость, теплостойкость и износостойкость, поэтому могут работать только на невысоких скоростях. Покрытия предназначены для улучшения свойств быстрорежущей стали при обработке различных материалов, что в конечном итоге увеличивает стойкость инструмента.

Зенковка Р9К5 ГОСТ 1453-80

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

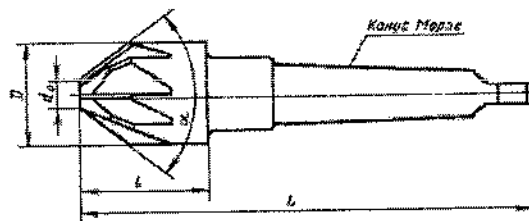


Рисунок 28- Зенковка коническая

Среди металлорежущих инструментов, используемых для выполнения отверстий, большое значение имеют зенкер и зенковка. Они позволяют привести в соответствие с требованиями такие характеристики выполненного отверстия, как шероховатость, соосность, конусность. Они позволяют добиться 4–5 класса точности при обработке отверстий. Также они широко применяются для полустойковой обработки перед дальнейшей механической или ручной разверткой. Для получения после зенкерования отверстия необходимого диаметра при сверлении делается припуск 1–3 мм. Конкретные параметры припуска определяются в зависимости от диаметра отверстия в обрабатываемой детали. Зенкерование может осуществляться также в режиме резания. В этом случае подача инструмента должна быть примерно в 1,5–2 раза выше, чем при рассверливании, скорость движения сохраняется прежней. Глубина резания зенкером составляет около половины припуска на диаметр. Зенковка отверстий инструментом из быстрорежущих сталей проводится с использованием охлаждающих эмульсий. Твердосплавные устройства дополнительного охлаждения не требуют.

Несмотря на высокую точность, которую обеспечивает зенкер при обработке отверстий, полностью избежать брака не получается. Наиболее распространенными дефектами обработки можно считать следующие:

- *Завышенный диаметр отверстия.* Самой частой причиной появления этого дефекта является использование инструмента с неправильной заточкой.
- *Заниженный диаметр отверстия.* Может получиться, если инструмент был выбран неправильно или использовался сильно изношенный зенкер.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 51 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- *Грубая чистота.* Этот дефект может иметь в своей основе несколько причин. Чаще всего снижение чистоты вызвано плохой заточкой инструмента. Еще одной распространенной причиной можно считать высокую вязкость материала заготовки, в результате чего он налипает на ленточки инструмента. Дефект может быть вызван и ошибкой токаря, неправильно выбравшего подачу и скорость резания.
- *Не полностью обработанное отверстие.* Чаще всего неполная обработка и видимая чернота в отверстии связаны с неправильной фиксацией заготовки или недостаточным припуском под зенкерование, оставленным после сверления.

В качестве режущего инструмента используются инструмент из быстрорежущих сталей, позволяющий добиваться необходимых параметров детали на действующем оборудовании. В базовом техпроцессе используется и подобрана оснастка для станков в основном без ЧПУ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 52 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.3.Разработка проектного варианта технологического процесса

Анализ действующего технологического процесса показал:

Данная деталь имеет оптимальную конструкцию, соответствующую её проектному назначению и обеспечивающую простоту изготовления.

По действующему технологическому процессу, изготовление детали осуществляется на устаревшем оборудовании. Выбор оборудования обоснован, как типом производства, так и квалификацией персонала и производственными задачами данного производства. Имеющаяся степень использования оборудования объясняется наличием различных видов станков, обеспечивающих необходимые параметры обработки. Загрузка оборудования производится не в полном объеме.

Данные об используемом режущем и вспомогательном инструменте, приспособлениях, средствах измерения в полном объеме.

Технологический процесс изготовления данной детали уже давно разработан, и воплощен, но существует необходимость в присутствии карт технического контроля. Вследствие не больших объемов производства нормы времени не указаны для операций.

В неполном объеме имеются операционные эскизы обработки детали с указанными контролируемыми размерами и техническими требованиями.

В результате размерного анализа, выявлено грубый класс точности на размеры указанные без допусков, очень много размеров указано выдерживать в соответствии с чертежом детали.

Данный технологический процесс отличается большим количеством одинакового оборудования на операциях.

Заготовку получают из проката, после подвергают свободной ковке и штамповке. Таким образом, заготовительная операция является трудоемкой. Заготовка формируется объемная, в процессе изготовления детали с заготовки снимается большой слой материала, грубая заготовка ведет к перерасходу материала и большой трудоемкости процесса обработки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 53 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Из анализа машиностроительных предприятий, тенденция современных лет показывает, что отечественные предприятия перевооружают свой «станочный парк» за счет импортного многоцелевого оборудования, это приводит к уменьшению технологических операций.

Выбор нового оборудования

Ранее определено, что по действующему технологическому процессу, изготовление детали осуществляется на устаревшем оборудовании. Из анализа машиностроительных предприятий, тенденция современных лет показывает, что отечественные предприятия перевооружают свой «станочный парк» за счет импортного многоцелевого оборудования, это приводит к уменьшению технологических операций.

Требуется разработать проектный вариант технологического процесса механической обработки детали типа корпус, выдать заказы на проектирование станочного приспособления, контрольно-измерительного приспособления и режущего инструмента, выполнить экономический анализ и анализ безопасности проекта.

Для обработки поверхностей фрезерованием, для выполнения операций сверления вместо станков, используемых в базовом процессе, заменяем фрезерным широкоуниверсальным станком модели ФСМ-250/676 (рисунок 29).

Данный станок позволяет проводить операции:

- фрезерование;
- сверление;
- разворачивание;
- зенкование.

Замена станка дала возможность выполнять на одном станке операции, ранее выполняемых на нескольких разных станках. Применение одинаковых станков на различных операциях облегчает их эксплуатацию, обслуживание и ремонт, сокращает сроки ремонта и наладки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 54 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

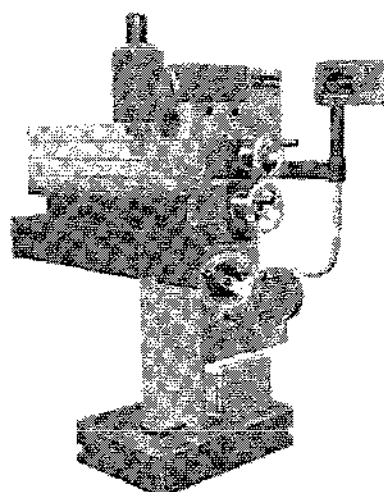


Рисунок 29 - Станок фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676

Для обработки поверхностей по разметке, паза, торцов лапок, сверления отверстий выбирается фрезерный широкоуниверсальный станок модели ФСМ-250/676. Это дало возможность выполнять на одном станке операции, ранее выполняемых на нескольких разных станках вертикально-фрезерном станке 6Н12П, горизонтально-фрезерном станке 6Р83 и вертикально-сверлильном станке 2А125.

Таблица 3 - Техническая характеристика станка ФСМ-250/676

| | |
|---|---------|
| Размеры рабочей поверхности столов, мм.: | |
| - съемного углового | 250x620 |
| - вертикального | 195x553 |
| Наибольшее расстояние от вертикальной рабочей плоскости основного стола, мм.: | |
| - от торца вертикального шпинделя | 110 |
| - до вертикальных направляющих станины | 128 |
| Расстояние от оси горизонтального шпинделя до съемного углового стола, мм.: | |
| - наименьшее | 70 |
| - наибольшее | 365 |
| Наибольшее перемещение стола, мм.: | |
| - продольное | 300 |
| - вертикальное | 290 |
| Перемещение стола на одно деление лимба, мм.: | |
| - продольное | 0,025 |
| - вертикальное | 0,025 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 55 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Продолжение таблицы 3

| | |
|--|--------------------|
| Наибольшее перемещение бабки шпинделя в горизонтальной плоскости, мм. | 150 |
| Перемещение бабки шпинделя на одно деление лимба, мм. | 0,025 |
| Количество скоростей каждого шпинделя | 12 |
| Частота вращения, об/мин.: - горизонтального шпинделя - вертикального шпинделя | 42-2150 55-2450 |
| Суммарная мощность электродвигателей, кВт. | 2,3 |
| Габаритные размеры станка, мм. | 150x1100x1600 |
| Масса, кг. | 680 |

Операции фрезерования с ЧПУ, выполняются высокоскоростным пятикоординатный обрабатывающим центром МЦ-1 (рисунок 30).

Многоцелевой обрабатывающий центр МЦ-1 предназначен для механообработки торцовыми и концевыми фрезами деталей со сложными поверхностями одинарной и двойной кривизны, а также формообразующей оснастки. На центре можно производить фрезерование, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы на деталях из сталей, легких сплавов.

В конструкции центра применены: рамная траверса повышенной жесткости, высокоточные комбинированные направляющие, высокоточные шариковые винтовые пары, высокоскоростной электрошпиндель на прецизионных опорах качения, централизованная смазка, устройство автоматической смены инструмента, система подачи СОЖ в зону резания, цифровые частотные синхронные приводы с SEACOS-интерфейсом для регулирования скоростей шпинделя и подач, ускорений и контурного положения, мультипроцессорная система управления на базе CNC контроллера, стандартные циклы; система диагностики.

Станок может оснащаться: устройством смены столов-спутников; магазином на 16, 24, 32 позиций.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 56 |

Применение высокоскоростных режимов обработки на центре позволяет значительно повысить производительность, точность и качество обрабатываемых деталей. Класс точности по ГОСТ8-82 П.

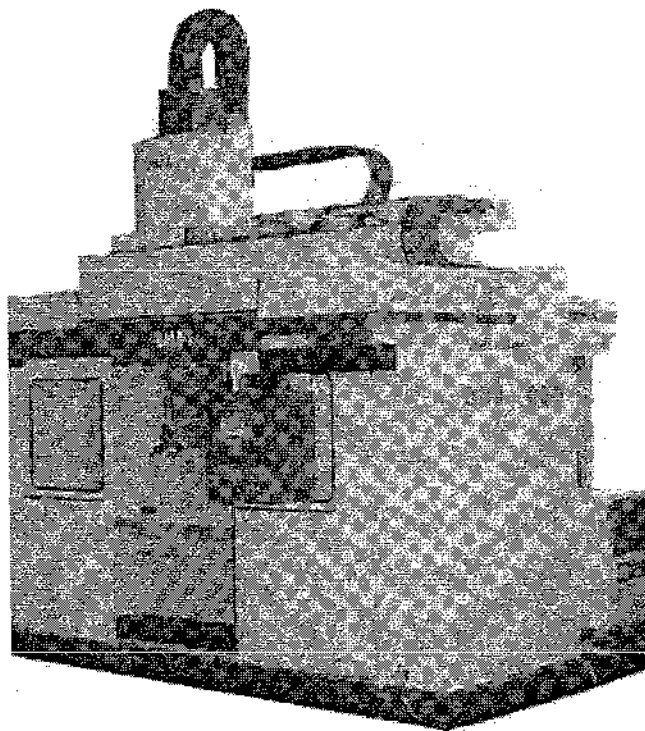


Рисунок 30 – Высокоскоростной обрабатывающий центр МЦ-1

Комплектация:

Устройство ЧПУ - РА 8000NT; Привода подач - ф. «Bosch Rexroth» (Германия); Электрошпиндель-ф. «Bosch Rexroth» (Германия); Направляющие и шариковые винтовые пары ф. «Douché Star»; Шпиндельные прецизионные гибридные подшипники - ф. «SKF»; В качестве ДПС по положению использованы оптические преобразователи-ф. «Heidenhain».

Опции:

По особому заказу станок может комплектоваться устройством ЧПУ Sinumerik 840D, приводами подач ф. «Siemens», устройством контроля геометрических параметров детали и устройством контроля за состоянием инструмента ф. «Renishaw», магазином на 24 и 32 инструмента, устройством

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 57 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

смены столов спутников, балансировочной оснасткой и высокопроизводительным инструментом.

Таблица 4 - Техническая характеристика обрабатывающего центра МЦ-1

| | |
|--|-----------|
| Размер рабочей поверхности стола, мм: | 1250x630 |
| Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм: | |
| наибольшее | 690 |
| наименьшее | 90 |
| Наибольшее перемещение, мм: | |
| по координате X | 1500 |
| по координате Y | 900 |
| по координате Z | 600 |
| координата A, град. | ±105 |
| координата C, град. | ±200 |
| Частота вращения электрошпинделя, об/мин. | 1...20000 |
| Мощность электрошпинделя, кВт: | |
| при ПВ 100% | 9,5 |
| при ПВ 44% | 14 |
| Крутящий момент на электрошпинделе, Нм: | |
| при ПВ 100% | 33 |
| при ПВ 44% | 50 |
| Конус шпинделя DIN69063 | HSK-A63 |
| Рабочие подачи: | |
| X, Y, Z мм/мин | 1...10000 |
| A, C, об/мин | 0,001-3 |
| Ускоренный ход: | |
| X, Y мм/мин | 20000 |
| Z мм/мин | 10000 |
| A, C об/мин | 6 |
| Количество инструментов в магазине, шт. | 16 |
| Наибольший диаметр инструмента, мм | 100 |
| Наибольший вылет инструмента, мм | 200 |
| Наибольшая масса инструмента, кг | 10 |
| Дискретность задания перемещений, мм: | |
| линейных | 0,001 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 58 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Продолжение таблицы 4

| | |
|--|----------------|
| Стабильность позиционирования при одностороннем подходе, мкм: по координатам X, Y, Z | 5 |
| Стабильность позиционирования при одностороннем подходе, угл. сек.: по координатам A, C | 5 |
| Точность контурной обработки (допускаемое отклонение круглости наружной цилиндрической поверхности D=140мм образца изделия), мкм | 30 |
| Шероховатость обработки фрезерованием Ra | 1,25-2,5 |
| Суммарная мощность электродвигателей установленных на центре, кВт | 55,5 |
| Диаметр передней шейки шпинделя, мм | 70 |
| Габаритные размеры, мм | 4170x2970x4350 |
| Масса, кг | 8800 |
| Мощность | 10 |
| ЧПУ | УЧПУ |

Для слесарных операций в проектном варианте предлагается применение станка ГС555 (рисунок 31). Станок предназначен для выполнения слесарных работ - заточки, зачистки, снятия заусенцев, фасок, обдирки литников и т.д.

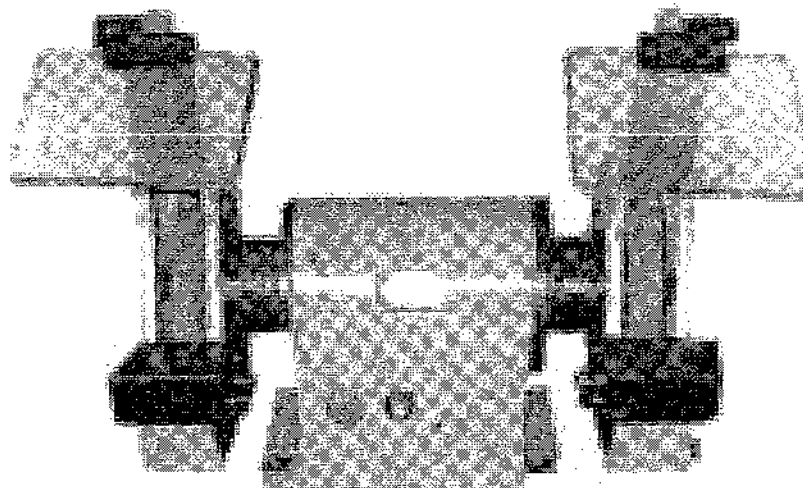


Рисунок 31 – Станок для выполнения слесарных работ ГС555

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 59 |

Таблица 5 - Техническая характеристика станка ГС555

| | |
|--|--------------------------|
| Тип и размеры шлифовального круга по ГОСТ 2424-83 | 200x32x32 |
| Скорость шлифования при новом шлифовальном круге, м/с., не более | 30 |
| Количество шлифовальных кругов | 2 |
| Высота оси шпинделя от основания станка | 160 |
| Род тока питающей сети | переменный трехфазный |
| Частота тока, Гц. | 50 |
| Номинальная частота вращения шпинделя, мин-1 | 2820 |
| Мощность электродвигателя, кВт. | 0,75 |
| Напряжение питания, В. | 380 |
| Габаритные размеры, мм., не более | 620x395x445 |
| Масса, кг. | 72 |
| Габаритные размеры упаковки, мм, не более | 470x700x620 |

На слесарных операциях ручной труд в проектно варианте заменяет станок ГС555 для выполнения заточки, зачистки, снятия заусенцев, фасок, обдирки литников и т.д.

Данная деталь имеет оптимальную конструкцию, соответствующую её проектному назначению и обеспечивающую простоту изготовления.

Выбор оборудования обоснован, как типом производства, так и квалификацией персонала и производственными задачами данного производства. Имеющаяся степень использования оборудования объясняется наличием различных видов станков, обеспечивающих необходимые параметры обработки.

Технологический процесс изготовления данной детали уже давно разработан, и воплощен.

Данный технологический процесс отличается от проектного большим количеством операций, а также большим количеством оборудования. В базовом технологическом процессе указаны ряд операций, которые можно менять

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 60 |

местами в процессе обработки детали. Имеется необходимость изменить ТП для удобства работы и при внедрении МЦ-1 обеспечить высокую производительность.

Среди предложений по усовершенствованию данного технологического процесса можно выделить:

- применение обрабатывающего центра,
- произвести концентрацию операций,
- использование специального контрольно-измерительного приспособления для повышения качества измерительных работ,
- применение специального быстрорежущего инструмента,
- использование специальных станочных приспособлений для обеспечения требуемой точности обработки.

Данное решение принято с учетом необходимости вывода из производства большого числа рабочих низкой квалификации, изношенности парка используемых универсальных станков, уменьшения трудоемкости изготовления данной детали, и увеличения степени автоматизации.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 61 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.3.1. Разработка маршрута проектного технологического процесса

В базовом техпроцессе одним из недостатков является устаревшее оборудование. Используется большое количество универсальных станков, которые требуют длительного времени для переналадки на другое изделие, например, горизонтально-фрезерный 6P83, вертикально-фрезерный 6Н12П и вертикально-сверлильный 2А125.

В проектном варианте для механической обработки поверхностей фрезерованием и сверления отверстий вместо вышеперечисленных станков применяем фрезерный широкоуниверсальный станок модели ФСМ-250/676.

Это дало возможность выполнять на одном станке такие операции, как фрезерование наружных поверхностей, фасок, пазов, а также зенкерование, ранее выполняемые на нескольких разных станках.

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ FQS-400 тоже заменяется на высокоскоростной обрабатывающий центр МЦ-1 с числовым программным управлением и с автоматической сменой инструмента обрабатывающий центр. Так как МЦ-1 обладает числовым программным управлением, поэтому фрезерный с ЧПУ автоматически исключается из числа станочного парка, чтобы не занимать производственные площади.

Применение станков с ЧПУ повышает гибкость участка, позволяя в короткие сроки переналадить оборудование на производство других деталей путем простой замены управляющей программы. Наряду с этим использование станков с ЧПУ повышает точность обработки, уменьшает количество бракованных деталей, благодаря уменьшению влияния человеческого фактора, сокращает цикл обработки детали за счет уменьшения вспомогательного времени. Сокращение числа операций, благодаря их объединению, позволяет уменьшить количество рабочих, что, в свою очередь, приводит к снижению себестоимости детали.

Применение одинаковых станков на различных операциях облегчает их эксплуатацию, обслуживание и ремонт, сокращает сроки ремонта и наладки. В

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 62 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

качестве режущего инструмента на операциях фрезерования с ЧПУ берутся концевые фрезы с коническим хвостиком из быстрорежущей стали Р6М5.

В результате изменений участок механической обработки кронштейна стал более гибким, уменьшилась количество станков - стоимость применяемого оборудования, повысилось удобство обслуживания и ремонта станков, уменьшилось время на обработку, а следовательно, уменьшится себестоимость детали.

Разработка маршрута проектного ТП

Операции нового технологического процесса сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Маршрутный ТП (проектный)

| № операции | Наименование операции | Оборудование |
|------------|-----------------------|--------------|
| 000 | Заготовительная | - |
| 005 | Фрезерная | ФСМ-250/676 |
| 010 | Фрезерная | ФСМ-250/676 |
| 015 | Токарная | 16К20 |
| 020 | Фрезерная с ЧПУ | МЦ-1 |
| 025 | Разметка | - |
| 030 | Слесарная | - |
| 035 | Фрезерная | ФСМ-250/676 |
| 040 | Сверлильная | ФСМ-250/676 |
| 045 | Слесарная | - |
| 050 | Обезжиривание | - |
| 055 | Маркировка | - |
| 060 | Контроль | - |
| 065 | Покрытие | - |
| 070 | Контроль массы | - |
| 075 | Упаковывание | - |

Итого: 16 операций (6 операций резания).

Проектный маршрут технологического процесса является – лучшим в сравнении с действующим, так как уменьшается количество операций, уменьшается количество станков, уменьшается штучное время, уменьшается себестоимость изготовления детали типа корпус. Выбранное оборудование можно быстро и без значительных затрат перенастраивать на изготовление других деталей.

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 63 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

2.3.2. Выбор исходной заготовки

Заготовка кронштейна изготовлена на ГКМ методом штамповки. Заготовка закупается с ОА «Златоустовского Машиностроительного Завода» им. ордена Ленина.

Способ получения заготовки определяется типом производства и материалом детали и обеспечивает оптимальный технологический процесс механической обработки.

Заготовкой является поковка, полученная штамповкой при помощи подкладных штампов. Заготовки из проката применяют в единичном и серийном производствах. Прокат выбранного профиля резкой превращают в штучные (мерные) заготовки, из которых последующей механической обработкой изготавливают детали. Совершенство заготовки определяется близостью выбранного профиля проката к поперечному сечению детали (с учетом припусков на обработку).

Заготовку, предварительно выполненную свободной ковкой с помощью универсального кузнечного инструмента, помещают в подкладной штамп, где она принимает форму, более близкую к форме готовой детали. При штамповке в закрытых штампах получают более точные штампованные заготовки, меньше расходуют металл. Поковка получается за 1 переход: образование наружных поверхностей.

Выбор заготовки — задача конструктора детали, и принятое им решение является обязательным к исполнению для технолога. Технолог выбирает заготовку в том случае, если в конструкторской документации не указаны их вид и способ изготовления.

Исходные данные для выбора; чертеж детали с техническими требованиями на изготовление, с указанием ее массы и марки материала; годовой объем выпуска, на основании которого делается заключение о предполагаемом типе производства; данные о технологических возможностях и ресурсах производства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 64 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Заготовка детали удовлетворяет всем требованиям: серийному производству, точности по форме, материалу, массе и конструкции готовой детали.

Конструкция детали позволяет вести обработку на станке с ЧПУ, т.е. допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 9-10 квалитет.



Рисунок 32- Заготовка

Для изготовления детали кронштейн применяется алюминиевый деформируемый сплав АМг6.

При выборе заготовки для любой детали учитывается метод ее обработки, конфигурация, размеры, допуски, припуски и технические условия на обработку.

По мере усложнения конфигурации заготовки, уменьшения припусков, повышения точности размеров и параметров расположения поверхностей усложняется и становится дороже технологическая оснастка заготовительных цехов, следовательно, возрастает себестоимость заготовки, но при этом снижается трудоемкость и себестоимость последующей механической обработки заготовки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 65 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Главным фактором при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости.

1. Заготовка штампованная из прутка.
2. Материал заготовки АНз6.
3. Штамповочные уклоны 7°.
4. Неуказанные радиусы R3 мм.
5. Тонкая линия и размеры в скобках относятся к механически обработанной детали.
6. Выпускается: смещение по разному до 1 мм, корабление до 0,8 мм, осыпание облая до 34 мм.
7. Плоскость разреза для контроля направления волосяно по В-В.

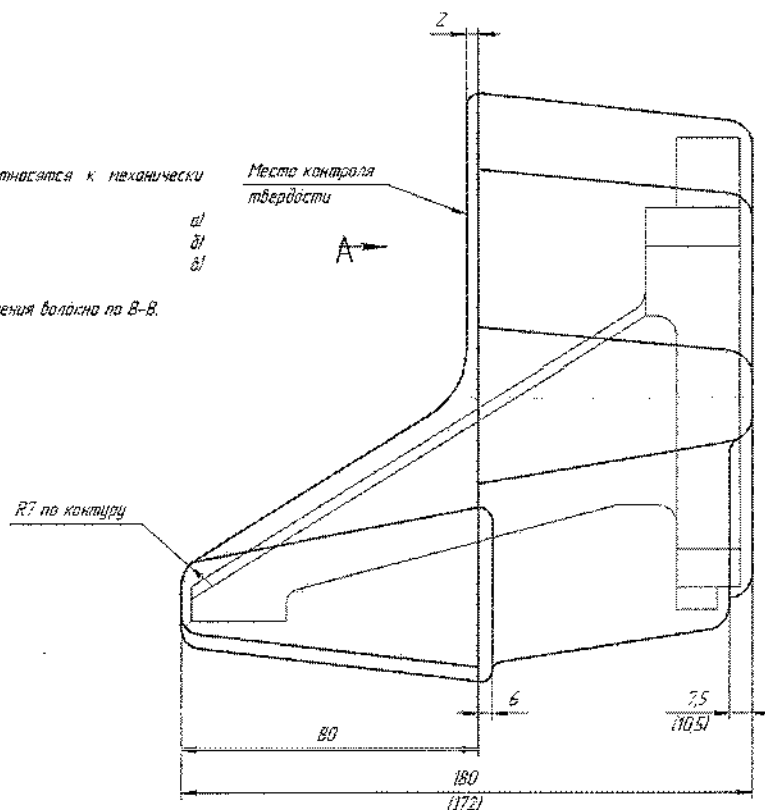


Рисунок 33 – Эскиз заготовки

Технологические процессы получения заготовки определяются механическими свойствами обрабатываемого материала, конструктивными формами, размерами детали и программой выпуска.

Технико-экономическое обоснование выбора получения заготовки

Технико-экономическое обоснование выбора для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоёмкости, трудоёмкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Технико-экономическое обоснование ведётся по двум или нескольким вариантам.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 66 |

При экономической оценке определяют металлоёмкость, трудоёмкость и себестоимость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Технико-экономический расчёт производят в следующем порядке:

- Устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим требованиям на изготовление детали.

- Назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по нормативным таблицам или производят расчёт аналитическим методом.

- Определяют размеры заготовки и предельные отклонения.

- Производят расчёты массы заготовки на сопоставляемые варианты.

- Определяют норму расхода материала с учётом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки.

- Определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок.

- Определяют себестоимость изготовления заготовки по выбранным вариантам или сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки.

- Определяют годовую экономию от выбранного варианта заготовки.

Технико-экономическое обоснование ведётся по двум или нескольким вариантам.

Вариант 1 - Заготовка из проката.

- Габаритные размеры заготовки: $a=170\text{мм}$, $b=180\text{мм}$, $c=258\text{мм}$;

- Масса заготовки.

$$M_3 = a \times b \times c \times \rho, \quad (2)$$

$$M_3 = 170 \times 180 \times 258 \times 2.64 \times 10^{-6} = 20.842 \text{ кг};$$

- Масса детали.

$$M_d = 0.668 \text{ кг};$$

- Расход материала на одну деталь с учётом всех неизбежных технологических потерь.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 67 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$P_{\text{тз П}} = M_3 (100 + \Pi_{\text{по}}) / 100, \quad (3)$$

где: $P_{\text{тз}}$ - расход материала на одну деталь с учётов всех неизбежных технологических потерь;

M_3 - масса заготовки.

$$P_{\text{тз}} = 20,842 \times (100 + 10) / 100 = 22,926 \text{ кг}$$

- Коэффициент использования материала.

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / P_{\text{тз}}, \quad (4)$$

где: $M_{\text{д}}$ - масса детали.

$$K_{\text{им}} = 0,668 / 22,926 = 0,029$$

- Стоимость заготовки.

$$C_3 = C_{\text{м}} \times M_3 - (M_3 - M_{\text{д}}) \times (C_{\text{отх}} / 1000), \quad (5)$$

где: C_3 - стоимость заготовки;

$C_{\text{м}}$ - стоимость материала заготовки;

$C_{\text{отх}}$ - стоимость отходов.

$$C_{3 \text{ П}} = 330 \times 20,842 - (20,842 - 0,668) \times 0,062 = 6875,19 \text{ руб.}$$

Вариант 2 - Заготовка-штамповка.

- Масса заготовки.

$$M_{\text{зр}} = 1,624 \text{ кг}$$

- Масса детали.

$$M_{\text{д}} = 0,668 \text{ кг}$$

- Расход материала на одну деталь с учётов всех неизбежных технологических потерь при штамповке.

$$P_{\text{тз Ш}} = 1,624 \times (100 + 10) / 100 = 1,784 \text{ кг}$$

- Коэффициент использования материала при штамповке.

$$K = 0,668 / 1,624 = 0,374$$

- Стоимость заготовки из штамповки.

$$C_{3 \text{ Ш}} = 330 \times 1,624 - (1,624 - 0,668) \times 0,132 = 535,79 \text{ руб.}$$

- Экономия материала от выбранного варианта изготовления заготовки.

$$\Delta_{\text{м}} = P_{\text{мз П}} - P_{\text{мз Ш}}, \quad (6)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 68 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$\Delta = 22,926 - 1,624 = 21,302 \text{ кг}$$

Экономический эффективность выбранного способа изготовления заготовки.

$$\Delta = C_{эл} - C_{эл}, \quad (7)$$

$$\Delta = 6875,19 - 535,79 = 6339,4 \text{ руб.}$$

Вывод: заготовка из штамповки требует меньше материала и дешевле заготовки из проката. Она является более экономически эффективна, поэтому выбираем метод получения заготовки - штамповкой.

Для получения заготовки применяется горячая объёмная штамповка в штампах с разъёмными матрицами, потому что заготовка имеет сложную форму, нет возможности изготовления её из прутка или иного вида заготовки.

Проектирование заготовки для Кронштейна

Выполним проектирование заготовки, согласно чертежу (см. рисунок 32):

1. Материал алюминиевый деформируемый сплав АМгб М 3Д ОСТ92-1008-77. «М» в отожженном состоянии. Химический состав в соответствии с ГОСТ 4784-74 (97). 3 группа контроля, «Д» контроль на твердость 10% от поковок. Вес заготовки 1,3 кг.

1.1 Необрабатываемые поверхности штамповок должны быть чистыми. Трещины, расслоение, темные и белые пятна и полосы с шероховатой поверхностью не допускаются.

1.2 На необрабатываемых поверхностях штамповок окисленные пленки пузыри, раковины, точечные включения, признаки ликвации, пористость, заковы, зажимы должны быть удалены пологой зачисткой. Глубина зачистки не должна выходить за пределы отклонения, указанных на чертеже. Шероховатость поверхности должна иметь параметр $R_z \leq 80 \mu\text{м}$ по ГОСТ 2789-73. Глубина залегания крупнокристаллического ободка в штамповках и поковках не должна превышать 0,65 припуска на механическую обработку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 69 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2. Направление волокна металла в основном должно следовать конфигурации штамповок или соответствовать направлению, указанному в чертеже детали, согласованном с технологом металлургом. Направление волокна металла допускается оцениваться помощью образца (эталона) ОСТ92-1619-74.

3. Поковка разработана по ГОСТ 21488-97; 5,6 класс точности по ОСТ 1.41187-78, твердость по Бринеллю $HV_{10}^{1=}$ 65 МПа, 3 группа контроля, группа стали М1, степень сложности С2(за один проход).

4. ГKM – Горизонтально-ковочная машина, в закрытом штампе.

5. Штамповочные уклоны 7°.

6. Не указанные радиусы R3.

7. Тонкая линия и размеры в скобках относятся к механически обработанной детали.

8. Допускается смещение по разьему до 1 мм, коробление до 0.8 мм, остаток облоя до 3.4 мм. Припуски на механическую обработку штамповок должны соответствовать требованиям ОСТ1.41187-78 и ОСТ1.92082-80.

9. Плоскость разрезки для контроля направления волокна по В-В.

Способ получения заготовки оставляем, как в базовом ТП. Заготовка производится на другом предприятии и на ММЗ она поступает готовой единицей. Технология получения отработана и действует на предприятии на сегодняшний день, заготовка соответствует всем предъявляемым требованиям. Для изготовления кронштейна применяется алюминиевый деформируемый сплав АМг6 ГОСТ 4784 – 97. Этот сплав применяется в тех случаях, когда требуется небольшая масса изделия, пластичность, высокая коррозионная стойкость.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 70 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

2.3.3. План операций и переходов проектного технологического процесса

Согласно спроектированному ранее маршруту, сокращение операций выполняется за счет одинакового оборудования и установку в несколько установок. Операции фрезерования выполняется на одном обрабатывающем центре. Учитывая конструктивные особенности детали требуется выполнить в три установки.

Обозначим план операций:

- заготовительная операция, выполняем входной контроль заготовок, при необходимости выполняем правку заготовок, согласно техническим требованиям чертежа поковки.

- транспортная операция, выполняется транспортирование необходимого количества заготовок на участок механической обработки.

- операция фрезерная с ЧПУ, выполняется механическая обработка детали согласно операционным переходам.

- слесарная операция, выполняется зачистка деталей от стружки, заусенец, а так же выполняется притупление острых кромок.

- транспортная операция, выполняется транспортирование обработанных деталей к участку промывки.

- операция промывка, выполняется промывка партии деталей, а затем их сушка.

- контрольная операция, выполняется контроль качества деталей.

Проектирование операции с ЧПУ

Основное направление в развитии мирового станкостроения – это интеграция компьютера со станком, что возможно только при использовании станков с ЧПУ.

Особенностями станков с ЧПУ являются:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 71 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Управляющая программа, то есть данные о величине, скорости и направлении перемещений рабочих органов, задается в виде символов, нанесенных на специальный программноноситель, поэтому процесс подготовки программ для станков с ЧПУ отделен от процесса обработки детали во времени и пространстве.

Низкая трудоемкость переналадки при переходе от выпуска одной детали к другой, для чего достаточно заменить программу обработки и осуществить минимальное количество других действий (частичная переналадка приспособлений, замена инструмента т.д.). таким образом станки с ЧПУ обладают высокой гибкостью в сочетании с высокой производительностью. Высокая мобильность, снижение трудоемкости подготовки производства при освоении предприятием новых изделий важна в условиях рыночной экономики.

Числовая форма представления управляющей информации позволяет использовать компьютер и создавать безбумажную технологию, т.е. деталь, спроектированная на компьютере, передается в электронном виде непосредственно на станок с ЧПУ для изготовления.

Конструктивная сложность изготавливаемой детали и серийность производства во многом определяет использование того или другого вида оборудования. Чем меньше объем выпуска, тем большей технологической гибкостью должен обладать станок. В единичном производстве при изготовлении деталей малыми партиями (1...5 шт.) можно использовать станок с преднабором координат и цифровой индикацией. При изготовлении сложных деталей в единичном и мелкосерийном производстве наиболее эффективны станки с ЧПУ.

Преимуществами станков с ПУ являются:

1. Высокая производительность (в 2...5 раз выше по сравнению с аналогичными станками с ручным управлением).

2. Сочетание точности и производительности станка-автомата с гибкостью универсального оборудования, что создает возможность для комплексной автоматизации единичного и серийного производства.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 72 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

3. Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, что снижает потребность в высококвалифицированных рабочих-станочниках.

4. Детали, изготовленные по одной УП, являются взаимозаменяемыми, что сокращает затраты времени на пригоночные работы при сборке.

5. Благодаря централизованной подготовке УП и более простой, и универсальной технологической оснастке значительно сокращаются сроки перехода на изготовление новых деталей.

6. Сокращается продолжительность цикла изготовления деталей и уменьшается запас незавершенного производства.

7. Машиностроение качественно переоснащается новым оборудованием на базе современной электроники и вычислительной техники.

Все выпускаемое оборудование с ПУ ориентировано на обеспечение его максимального использования в гибких производственных системах (ГПС) различного назначения и минимальное участие человека в процессе производства. Оборудование с ПУ выпускается для реализации всех видов технологических процессов машиностроения.

Числовое программное управление (ЧПУ) станком – управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе, в которой данные записаны в цифровой форме.

Основываясь на маршрутный технологический процесс составим операционный, указав оборудование и станочное приспособление. В операционных эскизах указаны базирование детали, обрабатываемая поверхность, размеры и шероховатость.

Разработка маршрутно-операционного технологического процесса

Технологический процесс - часть производственного процесса, содержащая действия по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 73 |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | |

В структуру технологического процесса входят операции, состоящие из нескольких элементов. Так для техпроцесса механической обработки основными элементами операции являются переход, рабочий ход, установ и позиция.

Переход - законченная часть операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Рабочий ход - законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и сопровождаемая изменением формы, размеров, шероховатости поверхности и свойств заготовки.

Установ - часть операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или собираемой сборочной единицы.

Позиция - фиксированное положение, занимаемое неизменно закреплённой обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определённой части операции.

Таблица 7 – Операционный проектируемый технологический процесс изготовления «Кронштейн»

| Номер, название операции, применяемое оборудование, содержание операции | Операционный эскиз |
|---|--------------------|
| 000 Заготовительная. Разметка | |

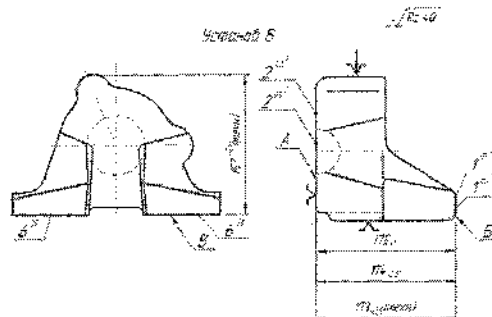
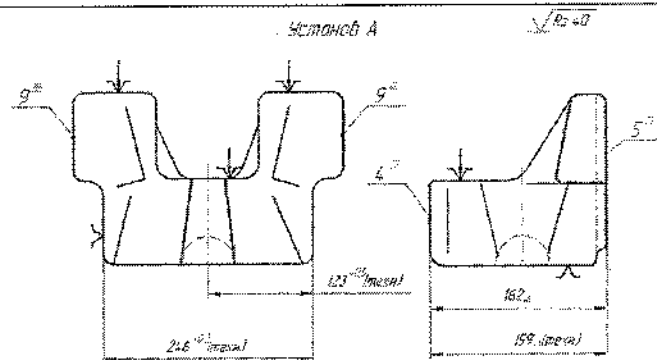
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 7

000 Установить установку на плите
 Разметить осевые детали, выдерживая размеры: 122, 75, 108°, 246.
 Припуск распределяя равномерно с обеих сторон.
 Разметить размер: 172-0,2; 30; 157= (75+70+12) (тех)
 ШР-250-0,05
 При предварительно механической обработке для ПС разрешается
 припуск оставлять до 3мм на сторону

005 Фрезерная.
 Фрезерный
 широкоуниверсальный
 ФСМ-250/676
 Фрезеровать по
 разметке
 поверхность.
 УСП, упор, прижимы.



005 Фрезерная.

А. Установить и закрепить заготовку.

1. Фрезеровать по разметке ,162-1 Фреза $\Phi 200$, поверхность-5
2. Фрезеровать по разметке ,123+0,5 и 246+0,2 поверхность-9, 159
поверхность-4 Фреза $\Phi 125$

без использования СОЖ, И.И: ШЦ-II-250-0,05

Б. Установить и закрепить заготовку.

1. Фрезеровать по разметке ,175-1 поверхность-1 и 174-0,5
поверхность-2 Фреза $\Phi 200$.
2. Фрезеровать по разметке ,173,5-0,5 поверхность-2, 157+0,5
поверхность-6 Фреза $\Phi 125$

без использования СОЖ, И.И: ШЦ-II-250-0,05

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

75

Продолжение таблицы 7

010 Фрезерная.
Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676
Фрезеровать паз.
Упор, прижимы.

010 Фрезерная
А. Установить и закрепить заготовку.
1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры $40 \pm 0,5$; $80 + 0,74$; $32 + 0,62$
Фреза $\Phi 50$, поверхность-10,11.
без использования СОЖ, И.И: ШЦ-П-250-0,05; ШР-250-0,05.

015 Токарная.
Токарно-винторезный станок 16К20.
I Сверлить отверстие.
II Расточить отверстие.
УСП,
приспособление.

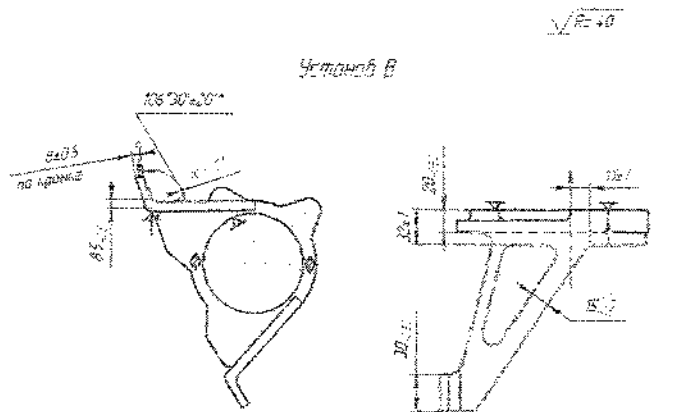
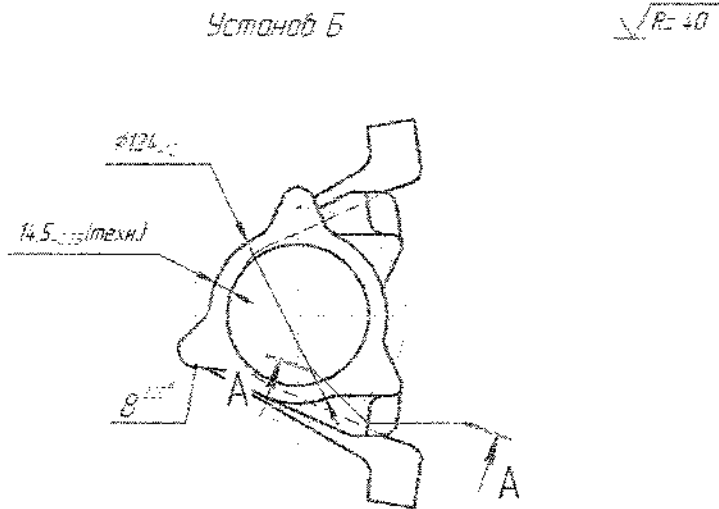
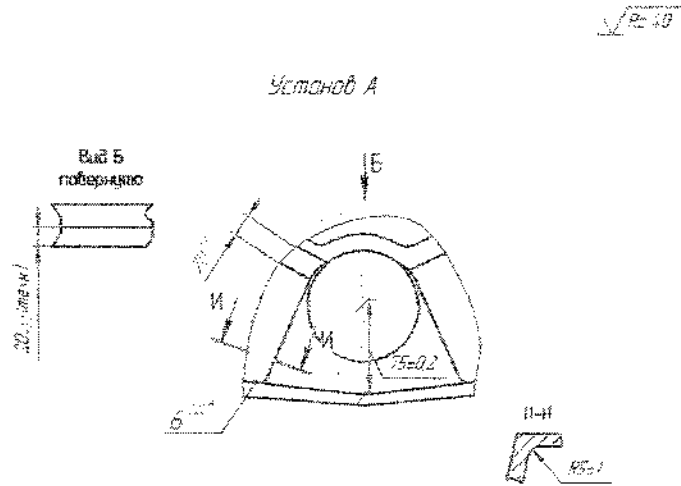
015 Токарная
А. Установить и закрепить заготовку.
1. Сверлить отверстие $\Phi 30$, выдерживая размер $123 \pm 0,3$, Сверло $\Phi 30$, поверхность-12.
2. Расточить отверстие $\phi 950,07$ на глубину $32 + 0,62$ выдерживая размеры $75 \pm 0,2$ и $123 \pm 0,3$, неперпендикулярность торца А относительно оси отверстия не более 0,1 мм. Резец ВУ 2141-6047.
с использованием СОЖ, И.И: Пробка $\phi 95A3$ или Нутромер НМ175
ГОСТ 10-88 ШГ-250, набор мер №1 кл1, щуп №1

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 7

020 Фрезерная с ЧПУ.
 МЦ-1
 Фрезеровать внутренний контур лапок.
 Фрезеровать наружный контур.
 Фрезеровать наружную поверхность левой лапки.
 I Фрезеровать наружный контур левой лапки.
 II Фрезеровать окно в левой лапке.
 Приспособление ВУ 7210-6320



*Размеры обеспечиваются инструментом

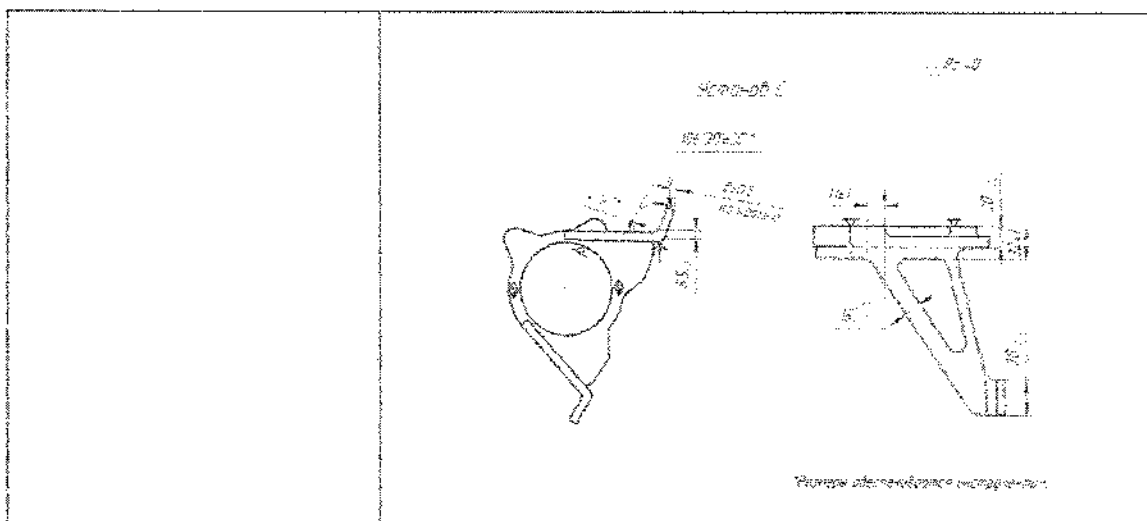
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

77

Продолжение таблицы 7



020 Фрезерная.

А. Установить и закрепить заготовку. Приспособление ВУ7210-6320. Обработку проводить по программе из библиотеки.

1. Обкатать $\phi 20 \pm 0,021$ и сместить наладку.
2. Фрезеровать внутренний контур лапок Фреза $\phi 40$ ВУ 2223-6256 или ВУ223 -1051 ГОСТ 16226-81, поверхность-б. Проверить размеры: $75 \pm 0,2$ - калибр ВУ8159-6336, щуп №2 кл2; 20 ± 5 20-0,2 ШЦ-И-250-0,05 с использования СОЖ.

Остальные размеры обеспечиваются программой, инструментом ВУ2223-6256 и наладкой.

Б. Установить и закрепить заготовку. Приспособление ВУ7210-6320. Обработку проводить по программе из библиотеки.

1. Обкатать $\phi 20 \pm 0,021$ и сместить наладку.
2. Фрезеровать наружный контур Фреза $\phi 20$ поверхность-8. Проверить размеры: $14,5 \pm 0,35$ и $8 \pm 0,2$ - Микрометр МК 25-2; $\phi 124 - 1,0$ ШЦ-И-250-0,05 с использования СОЖ.

Остальные размеры обеспечиваются программой и инструментом.

В. Установить и закрепить заготовку. Приспособление ВУ7221-6488. Обработку проводить по программе из библиотеки.

1. Обкатать $\phi 20 \pm 0,021$ и сместить наладку.
2. Фрезеровать наружную поверхность левой (правой по очереди) лапки Фреза $\phi 50$ ВУ 2280-6191. Проверить размеры: $8,5 \pm 0,5$ и $8 \pm 0,5$ - ШЦ-И-250-0,05. С использования СОЖ.

Остальные размеры обеспечиваются программой, инструментом фрезой ВУ2280-6191.

С. Установить и закрепить заготовку. Приспособление ВУ7221-6488. Обработку проводить по программе из библиотеки.

1. Обкатать $\phi 20 \pm 0,021$ и сместить наладку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | 78 | |

Продолжение таблицы 7

2. Фрезеровать наружный контур левой (правой по очереди) лапки
 Фреза $\Phi 20$ Фреза $\phi 16,5$. Проверить размеры: $30-0,52$; $20-0,52$;
 32 ± 1 ; $15-0,5+1$ - ШЦ-II-250-0,05, 11 ± 1 -Калибр ВУ 8159-6462. С
 использования СОЖ.
 Остальные размеры обеспечиваются программой, инструментом.
 Первую деталь предъявить ОТК.

030 Разметка.
 УДГ, оправка.

—

035 Слесарная.
 ГС 555

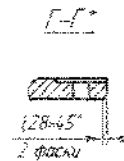
—

040 Фрезерная.
 Фрезерный
 широкоуниверсаль
 ный
 ФСМ-250/676

Фрезеровать 2
 фаски $2\pm 0,5\cdot 45^\circ$
 с двух сторон
 Тиски, прижим,
 упор, прокладки.

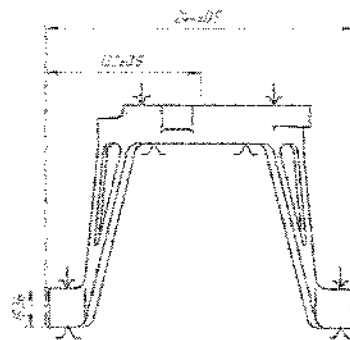
Фрезеровать
 торцы лапок.
 Тиски, упор.

Установ А



* Вид с чертёж Белого

Установ Б



040 Фрезерная

А. Установить и закрепить деталь под углом 4° (сечение Г-Г).
 1. Фрезеровать 2 фаски $2\pm 0,5\cdot 45^\circ$ с двух сторон с переустановом
 Фреза $\Phi 32\cdot 90^\circ$. Проверить размер: фаскомер ВУ 8511-6199. Без
 использования СОЖ.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

79

Продолжение таблицы 7

| | |
|--|--|
| <p>045 Сверлильная. Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676 Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311-6589</p> <p>Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311-6589</p> | |
|--|--|

045 Сверлильная

А. Установить и закрепить деталь. Кондуктор ВУ 7311-6589.

1. Сверлить 2 отверстия ф40,3 выдерживая размеры $218 \pm 0,5$ и $129 \pm 0,5$. Сверло ф4. Калибр пробка ф4А7.
2. Сверлить 2 отверстия ф7,50,63 выдерживая размеры $218 \pm 0,5$ и $137 \pm 0,5$. Сверло ф7,5. Калибр пробка ф7,5А7.

Б. Установить и закрепить деталь.

3. Сверлить 2 отверстия ф80,36 выдерживая размеры $53 \pm 0,2$ и $128 \pm 0,2$; $64 \pm 0,2$. Сверло ф8. Калибр пробка ф8А7.
4. Зенкеровать фаски фаски $2 \pm 0,5 \cdot 45^\circ$ в двух отверстиях ф4 и ф8 с двух сторон. Зенковка ф16x90°. С использования СОЖ.

Размеры обеспечиваются кондуктором.

Первую деталь предъявить ОТК.

Продолжение таблицы 7

| | |
|--|--|
| <p>050 Слесарная. Станок ГС555</p> | <p>1. Притупить кромки фаской или R0,2-0,5 по всему контуру фланца с двух сторон ребер лапок. 2. Зачистить выступ по размеру в переходной зоне R 10-12</p> |
| <p>055 Обезжиривание</p> | <p>Обезжирить деталь согласно тех.процесса 116/265-01</p> |
| <p>060 Маркирование.</p> | <p>Маркировать по ГОСТ2.314-68 шрифтом ПО-4 ГОСТ 2930-62 обозначение детали по основному конструкторскому документу, номер детали глубиной 0,1-0,2 мм.</p> |
| <p>065 Контроль. Стол контролера Калибр ВУ8159-6336 Шаблон ВУ8156-6189 Калибр ВУ8383-6216 Калибр ВУ8383-6184 и др.</p> | <p>1. Проверить детали внешним осмотром на отсудившие механических повреждений, загрязнений заусенцев и острых кромок. 2. Проверить шероховатость поверхностей. Образцы шероховатости по ГОСТ9378-93. 3. Проверить размеры. 4. Проверить маркировку.</p> |
| <p>070 Покрытие.</p> | <p>ТП №50/265-01</p> |
| <p>075 Контроль массы.</p> | <p>—</p> |
| <p>080 Упаковывание.</p> | <p>—</p> |

В проектном варианте технологического процесса позволяет произвести концентрацию операций, увеличив загрузку оборудования. Производство детали серийное. Оборудование выбрано из станочного парка завода ОА ММЗ.

Проектирование операции на многоцелевом центре МЦ-1 осуществляется с помощью программы САПР-2000 СЧПУ. Рисунок 34 и таблица 8.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 81 |

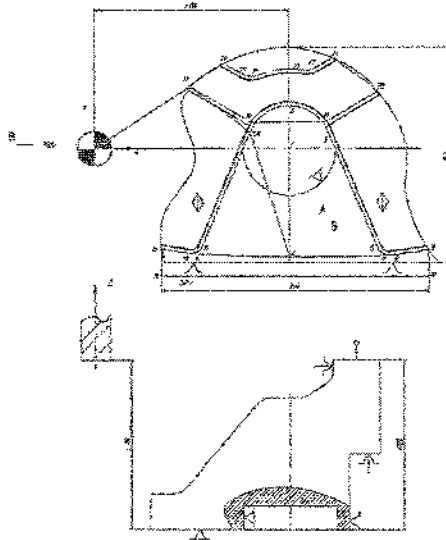


Рисунок 34- Операция 020 фрезерование МЦ-1

Числовое программное управление (ЧПУ) станком – управление обработкой заготовки на станке по управляющей программе, в которой данные записаны в цифровой форме. Обработка производится в соответствии с заданной программой, на рисунке изображены точки (координаты) обработки перемещения инструмента, начальное и конечное положение инструмента.

Для примера показано кодирование программы для операции №020 на высокоскоростном обрабатывающем центре с ЧПУ МЦ-1

Таблица 8 - Кодирование программы для операции 020 на высокоскоростном обрабатывающем центре МЦ-1

| Текст программы | Пояснения |
|------------------|---|
| % | Начало программы |
| N001 G17 F0510 | выбор плоскости XY, подача S = 10 мм/мин |
| N002 M03 | пуск шпинделя по часовой стрелке |
| N003 G17 | коррекция нулевой точки плоскости XY |
| N004 G90 G71 G94 | работа в абсолютной системе координат, в миллиметрах, подача в мм/мин |
| N005 (UAO, 1) | задание начальной точки |

Продолжение таблицы 8

| | |
|------------------------------|---|
| N006 M03 | вращение шпинделя по часовой стрелке |
| N007 M08 | включение основного охлаждения |
| N008 G09 | замедление в конце кадра |
| N009 G01 Y+013494 F4720 | линейная интерполяция, подвод в зону обработки, S = 2000 мм/мин |
| N010 X+014473 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N011 Y-0025202 F4720 | -//- |
| N012 Z-014200 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N013 Y-003000 F0580 | обработка прямой, S = 80 мм/мин |
| N014 X+004934 Y-002146 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N015 X-004934 Y+002146 F0650 | обработка прямой, S = 500 мм/мин |
| N016 X-000399 Y-000917 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N017 X+003707 Y-001612 F0540 | -//- |
| N018 X-003707 Y+001612 F0650 | обработка прямой, S = 500 мм/мин |
| N019 X-000399 Y-000917 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N020 X+002954 Y-001285 F0540 | -//- |
| N021 X-002954 Y+001285 F4650 | обработка прямой, S = 500 мм/мин |
| N022 Z+024200 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N023 Y+007036 F4720 | -//- |
| N024 X-013675 F4720 | -//- |
| N025 Y-013494 F4720 | -//- |
| N026 Y-014000 F4720 | -//- |
| N027 X+013866 F4720 | -//- |
| N028 Y+007900 F4720 | -//- |
| N029 X+002652 Y+006100 F4720 | -//- |
| N030 X+003482 F4720 | -//- |
| N031 Z-010000 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N032 Z-008400 F4710 | -//- |

| | | | | |
|-------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| № дм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

83

Продолжение таблицы 8

| | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| N033 X-003482 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N034 X+001830 Y+004208 F0540 | -//- |
| N035 X-002018 Y+000877 F0540 | -//- |
| N036 X+007340 F0540 | -//- |
| N037 X-002018 Y-000877 F0540 | -//- |
| N038 X+001830 Y-004208 F0540 | -//- |
| N039 Z+008400 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N040 X-003482 F4720 | -//- |
| N041 Z-010800 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N042 X-003482 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N043 X+001830 Y+004208 F0540 | -//- |
| N044 X-002018 Y+000877 F0540 | -//- |
| N045 X+007340 F0540 | -//- |
| N046 X-002018 Y-000877 F0540 | -//- |
| N047 X+001830 Y-004208 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N048 Z+010800 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N049 X-003482 F4720 | -//- |
| N050 Z-014200 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N051 X-003482 F0540 | обработка прямой, S = 40 мм/мин |
| N052 X+001830 Y+004208 F0540 | -//- |
| N053 X-002018 Y+000877 F0540 | -//- |
| N054 X+007340 F0540 | -//- |
| N055 X-002018 Y-000877 F0540 | -//- |
| N056 X+001830 Y-004208 F0540 | -//- |
| N057 Z+014200 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N058 X+000782 Y-001800 F4720 | -//- |
| N059 X+000783 Y-001800 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N060 X+001087 Y-002500 F4720 | -//- |
| N061 X-001634 F4720 | -//- |
| N062 Y-006400 F4720 | -//- |
| N063 X+010500 F4720 | -//- |
| N064 Z-007000 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N065 Y+003155 F0550 | обработка прямой, S = 50 мм/мин |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

84

Продолжение таблицы 8

| | |
|---|--|
| N066 G02 X-005524 Y-000726 I+015000 J+092745 F0550 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 50 мм/мин |
| N067 X-000338 Y-00017 I+000338 J+003333 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N068 X-003072 Y+002014 I+000000 J+003350 F0550 | -//- |
| N069 G01 X-004163 Y+009574 F0550 | линейная интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N070 X-003806 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N071 X-004163 Y-009574 F0550 | обработка прямой, S = 50 мм/мин |
| N072 G02 X-003072 Y-002014 I+003072 J+001336 F0550 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 50 мм/мин |
| N073 X-000338 Y+000017 I+000000 J+003350 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N074 X-005524 Y+000726 I+009476 J+093471 F0550 | -//- |
| N075 G01 Y-003155 F4710 | линейная интерполяция, S = 1000 мм/мин |
| N076 X+030000 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N077 Y+004168 F0550 | обработка прямой, S = 50 мм/мин |
| N078 G02 X-005625 Y-000744 I+015000 J+091732 F0550 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 50 мм/мин |
| N079 X-000237 Y-000012 I+000237 J+002338 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N080 X-002155 Y+001413 I+000000 J+002350 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N081 G01 X-003990 Y+009175 F0550 | линейная интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N082 X-005986 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N083 X-003990 Y-009175 F0550 | обработка прямой, S = 50 мм/мин |
| N084 G02 X-002155 Y-001413 I+002155 J+000937 F0550 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 50 мм/мин |
| N085 X-000237 Y+000012 I+000000 J+002350 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N086 X-005625 Y+000744 I+009375 J+092476 F0550 | -//- |
| N087 G01 Y-004168 F4710 | линейная интерполяция, S = 1000 мм/мин |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

85

Продолжение таблицы 8

| | |
|---|---|
| N088 X+030000 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N089 Y+004214 F0615 | обработка прямой, S = 150 мм/мин |
| N090 G02 X-005630 Y-000745 I+015000 J+091686 F0615 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 150 мм/мин |
| N091 X-000232 Y-000012 I+000232 J+002293 F0615 | круговая интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N092 X-002114 Y+001386 I+000000 J+002305 F0615 | круговая интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N093 G01 X-003982 Y+009157 F0615 | линейная интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N094 X-006084 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N095 X-003982 Y-009157 F0550 | обработка прямой, S = 50 мм/мин |
| N096 G02 X-002114 Y-001386 I+002114 J+000919 F0550 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 50 мм/мин |
| N097 X-000232 Y+000012 I+000000 J+002305 F0550 | круговая интерполяция, S = 50 мм/мин |
| N098 X-005630 Y+000745 I+009370 J+092431 F0550 | -//- |
| N099 G01 Y-004214 F4710 | линейная интерполяция, S = 1000 мм/мин |
| N100 X+030000 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N101 Y+004219 F0615 | обработка прямой, S = 150 мм/мин |
| N102 G02 X-005630 Y-000745 I+015000 J+091681 F0615 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 150 мм/мин |
| N103 X-000232 Y-000012 I+000232 J+002288 F0615 | круговая интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N104 X-002110 Y+001383 I+000000 J+002300 F0615 | круговая интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N105 G01 X-003980 Y+009155 F0615 | линейная интерполяция, S = 150 мм/мин |
| N106 X-006096 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N107 X-003980 Y-009155 F0615 | обработка прямой, S = 150 мм/мин |
| N108 G02 X-002110 Y-001383 I+002110 J+000917 F0615 | круговая интерполяция по часовой стрелке, S = 150 мм/мин |
| N109 X-000232 Y+000012 I+000000 J+002300 F0615 | круговая интерполяция, S = 150 мм/мин |

Продолжение таблицы 8

| | |
|---|---|
| N137 X-002448 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N138 X-002448 F0610 | обработка прямой, S = 100 мм/мин |
| N139 X-006087 Y-014000 F0610 | -//- |
| N140 X+017615 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N141 X-006087 Y+014000 F0610 | обработка прямой, S = 100 мм/мин |
| N142 X-002993 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N143 X-002993 F0610 | обработка прямой, S = 100 мм/мин |
| N144 X-006087 Y-014000 F0610 | -//- |
| N145 X+018215 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N146 X-006087 Y+014000 F0610 | обработка прямой, S = 100 мм/мин |
| N147 X-003048 F4710 | обработка прямой, S = 1000 мм/мин |
| N148 X-003048 F0615 | обработка прямой, S = 150 мм/мин |
| N149 X-006087 Y-014000 F0610 | обработка прямой, S = 100 мм/мин |
| N150 X+013635 F4720 | обработка прямой, S = 2000 мм/мин |
| N151 X-009000 F0580 | обработка прямой, S = 80 мм/мин |
| N152 Y+008900 F0580 | -//- |
| N153 X+003000 F0580 | -//- |
| N154 Y-002500 F0580 | -//- |
| N155 X+003000 F0580 | -//- |
| N156 Y+002500 F0580 | -//- |
| N157 X+003000 F0580 | -//- |
| N158 Y-008900 F0580 | -//- |
| N159 X+004580 F0580 | -//- |
| N160 X-005982 Y+013758 F0580 | -//- |
| N161 G03 X-000688 Y+000451 I+000688 J+000299 F0580 | круговая интерполяция против часовой стрелке, S = 80 мм/мин |
| N162 X-000492 Y-000184 I+000000 J+000750 F0580 | круговая интерполяция, S = 80 мм/мин |
| N163 X-001918 Y+000925 I+001918 J+001525 F0610 | круговая интерполяция, S = 100 мм/мин |
| N164 X-001918 Y-000925 I+000000 J+002450 F0610 | -//- |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

88

осью z . Поэтому для привязки детали к системе координат станка остается лишь определить ее положение на оси z. Для определения местоположения начала отсчета необходимо иметь на заготовке базовый торец, который с достаточной точностью и постоянством ставил бы заготовку всегда на равном удалении от начала отсчета по оси z.

При назначении положения исходной точки (нуля детали) должны быть выполнены требования минимизации холостых перемещений, свободной автоматической смены инструмента во время работы, удобства промежуточного контроля. Нуль станка назначается из условия удобства и безопасности при установке и снятии детали.

При фрезерной обработке возникает еще один вопрос, связанный с инструментом: точное размещение его в системе координат станка. Нулевая точка фрезы совпадает с центром номинального диаметра инструмента.

Для установки инструмента в места, отвечающие их выходу в исходные точки, применяются высокоточные приспособления.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--------------------------|------|
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | 90 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | |

2.3.4. Размерный анализ проектного технологического процесса

Качество изготовления и сборки деталей обеспечивается правильной постановкой размеров на рабочих и сборочных чертежах. В большинстве случаев отдельные размеры находятся во взаимосвязи друг с другом; изменение одного из размеров влияет на один или несколько других размеров.

Размерный анализ дает возможность выявить связи между поверхностями детали, определить выполнение размеров в проектном технологическом процессе, определить величину снимаемого припуска и при необходимости откорректировать размеры.

Размерная схема строится на базе промежуточных и окончательных размеров проставленных на операционных эскизах альбома технологической документации.

Моделирование технологического процесса кронштейна базируется на размерном анализе проектной технологии, в основе которого лежит расчет размерных цепей.

Размерный анализ позволяет уточнить намечаемый вариант технологического процесса и решить следующие задачи:

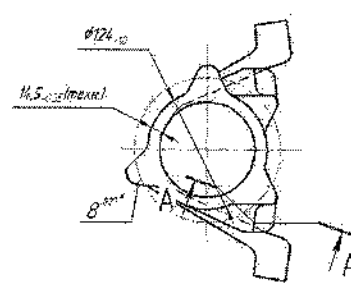
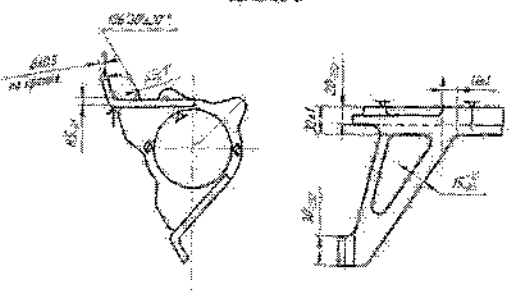
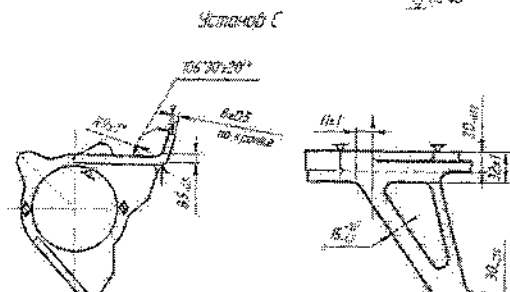

- установить размеры заготовки с минимально необходимыми припусками;
- установить операционные размеры на всех операциях;
- создать процесс, при внедрении которого потребуется минимальная корректировка или не потребуются совсем;
- спроектировать технологический процесс, гарантирующий изготовление качественных деталей и отсутствие брака при их производстве.

Кронштейн является корпусной деталью, поэтому размерный анализ производится по трем плоскостям.

Исходными данными для расчета являются размеры готовой детали, минимальные припуски, допуски на операционные размеры и размерная схема.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 91 |

Продолжение таблицы 9

| | | |
|--|---|--|
| <p>I Фрезеровать наружный контур левой лапки. II Фрезеровать окно в левой лапке. Приспособление ВУ 7210-6320</p> | <p>Установка Б $\sqrt{Rz\ 40}$</p>  <p>Установка В</p>  <p>Установка С</p>  <p>Размеры обеспечиваются инструментом</p> | <p>$T_{Ж}^{20} 124=1,0$ $T^{20} 8=1,0$ $T^{20} 8,5=0,5$</p> |
| <p>030 Разметка. УДГ, оправка.</p> | <p>—</p> | |
| <p>035 Слесарная. Тиски, верстак.</p> | <p>—</p> | |
| <p>040 Фрезерная. Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676</p> | <p>Установка А $\sqrt{Rz\ 40}$</p>  <p>Вид с черточкой детали</p> | |

Исходные данные

С чертежа заготовки:

1. Заготовка штамповка АМг6.
2. *Все предельные отклонения на взаимное расположение поверхностей зависимые.
3. Неуказанные радиусы сопряжений R3...5.
4. При обработке поверхностей В, Л, М, Н, Р, С, Л1 допускаются уступы на них до 2 мм.
5. Неуказанные отклонения размеры 14 Квалитет.

Исходный индекс поковки: $7 = G+M+C+T$, (8)

Масса заготовки 1,3 кг.-G(3)

Группа стали - М1 (0)

Степень сложности - С1 (0)

Класс точности – Т3 (4)

Для техпроцесса обработки кронштейна строятся три размерные схемы – схема по плоскости ZX, схема по плоскости ZY, схема по плоскости XY(чертеж 151001.2012.618.02.00)

Расчеты припусков производятся по ниже представленной формуле:

$$Z\epsilon_H^B = \sum Y\epsilon_H^B - \sum Y_{M^H}^B, (9)$$

где $Z\epsilon_H^B$ – замыкающее звено (например, припуск) с верхним и нижним отклонениями;

$\sum Y\epsilon_H^B$ – сумма увеличивающих звеньев с верхними и нижними отклонениями;

$\sum Y_{M^H}^B$ – сумма уменьшающих звеньев со сменой местами верхнего и нижнего отклонений.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 92 |

Величина минимального припуска определяется расчетно-аналитическим путем по формуле В.В. Матвеева:

$$z_{\min}^I = R_z^{I-1} + h^{I-1}, (10)$$

где R_z - высота неровностей профиля, образовавшегося на предшествующей операции или переходе, мм;

h - глубина дефектного слоя, образовавшегося на предшествующей операции или переходе, мм.

Удаление дефектного слоя обязательно только в двух случаях: при черновой обработке, когда для облегчения желательно обрабатывать "под корку" и при окончательной обработке детали, когда качество поверхностного слоя оговорено требованиями чертежа. В остальных случаях дефектный слой не учитывается.

Определение минимальных припусков:

Для размерного анализа плоскости ZX:

$$[Z_{11}^{10}]_{\min} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[Z_1^{10}]_{\min} = 0,18 \text{ мм};$$

$$[Z_1^{05}]_{\min} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[Z_2^{05}]_{\min} = 0,1 \text{ мм}.$$

Для размерного анализа плоскости ZY:

$$[Z_8^{20}]_{\min} = 0,1 \text{ мм};$$

$$[Z_6^{20}]_{\min} = 0,18 \text{ мм};$$

$$[Z_{12}^{15}]_{\min} = 0,016 \text{ мм};$$

$$[Z_6^{05}]_{\min} = 0,01 \text{ мм};$$

$$[Z_4^{05}]_{\min} = 0,18 \text{ мм};$$

$$[Z_5^{05}]_{\min} = 0,18 \text{ мм}.$$

Для размерного анализа плоскости XY:

$$[Z_9^4]_{\min} = 0,18 \text{ мм};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 93 |

$[Z_8^{20}]_{\min} = 0,18\text{мм};$

$[Z_{12}^{15}]_{\min} = 0,016\text{мм};$

$[Z_9^{05}]_{\min} = 0,1\text{мм}.$

Значения допусков Т выбираются по таблице в зависимости от качества точности / 10, с.63/.

Квалитет точности определяем по таблице шероховатостей и квалитетов при различных видах обработки деталей резанием /9, с.60/.

Допуски на размеры заготовки выбираются по таблице допусков для поковок /10, с.70/.

Исходные данные размерного анализа сведены в таблицу 9:

Таблица 9 – Операционные эскизы, допуски

| Номер, название операции, применяемое оборудование, содержание операции | Операционный эскиз | Допуски |
|--|--------------------|---|
| 000 Заготовительная. Разметка | | <p>ТБ⁰=1,4 ТА⁰=1,6 ТВ⁰=1,2 ТГ⁰=1,0 ТК⁰=1,4 ТД⁰=1,4 ТИ⁰=1,0</p> |
| 005 Фрезерная. Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676 Фрезеровать по разметке поверхность. УСП, упор, прижимы. | | <p>ТД^{05/1}162=1,0 ТД^{05/2}159=0,4 ТБ⁰⁵123=0,10 ТА⁰⁵246=0,52</p> |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

94

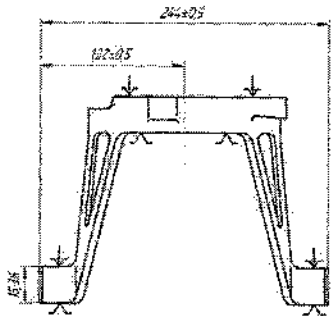
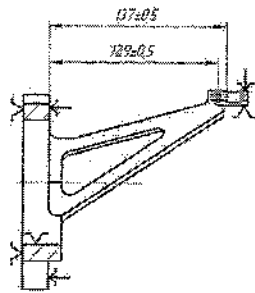
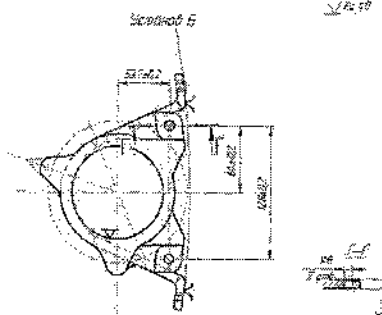
Продолжение таблицы 9

| | | |
|---|--|--|
| | | <p> $TK^{05/1} 175=1,0$ $TK^{05/2} 174=0,54$ $TK^{05/3} 173=0,10$ </p> |
| <p> 010 Фрезерная. Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676 Фрезеровать паз. Упор, прижимы. </p> | | <p> $TP^{10} 32=0,62$ $TL^{10} 40=0,10$ $TM^{10} 80=0,74$ </p> |
| <p> 015 Токарная. Токарно-винторезный станок 16К20. I Сверлить отверстие. II Расточить отверстие. УСП, приспособление. </p> | | <p> $TA^{15} 246=0,52$ $TB^{15} 75=0,74$ $TC^{15} 123=0,63$ $TD^{15} 95=0,087$ </p> |
| <p> 020 Фрезерная с ЧПУ. МЦ-1 Фрезеровать внутренний контур лапок. Фрезеровать наружный контур. Фрезеровать наружную поверхность левой лапки. </p> | | <p> $TB^{20} 75=0,46$ </p> |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 9

| | | |
|--|---|---|
| <p>Фрезеровать 2 фаски $2 \pm 0,5 \times 45^\circ$ с двух сторон Тиски, прижим, упор, прокладки.</p> <p>Фрезеровать торцы лапок. Тиски, упор.</p> | <p>Установка Б $\sqrt{Rz 40}$</p>  | <p>ТБ⁴⁰ 244=0,21 ТА⁴⁰ 122=0,16</p> |
| <p>045 Сверлильная. Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676 Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311- 6589</p> <p>Сверлить два отверстия. Зенкеровать два отверстия. Кондуктор ВУ 7311- 6589</p> | <p>Установка А $\sqrt{Rz 40}$</p>  <p>Установка Б $\sqrt{Rz 40}$</p>  | <p>-</p> |
| <p>050 Слесарная. Станок ГС555</p> | <p>-</p> | <p>-</p> |
| <p>055 Обезжиривание</p> | <p>-</p> | <p>-</p> |
| <p>060 Маркирование.</p> | <p>-</p> | <p>-</p> |
| <p>065 Контроль. Калибр ВУ8159-6336 Шаблон ВУ8156-6189 Калибр ВУ8383-6184 и др.</p> | <p>-</p> | <p>-</p> |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Продолжение таблицы 9

| | | |
|---------------------|---|---|
| 070 Покрытие. | — | - |
| 075 Контроль массы. | — | - |
| 080 Упаковывание. | — | - |

После построения размерной схемы и назначения допусков операционных размеров производится проверка чертежных размеров, которые непосредственно не выполняются, т.е. являются замыкающими звеньями.

Проверка осуществляется следующим образом: суммируются все операционные допуски размеров, входящих в контур, и сравниваются с допусками на замыкающее звено. Если сумма допусков составляющих звеньев меньше или равна допуску на замыкающее звено, то принятый вариант технологии обеспечит чертежные размеры. При неудовлетворении указанных условий ужесточаются допуски на составляющие звенья. Вследствие этого в окончательном варианте техпроцесса допуски на некоторые операционные размеры ужесточаются и, следовательно, деталь получается более точной, чем требуется по чертежу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 98 |

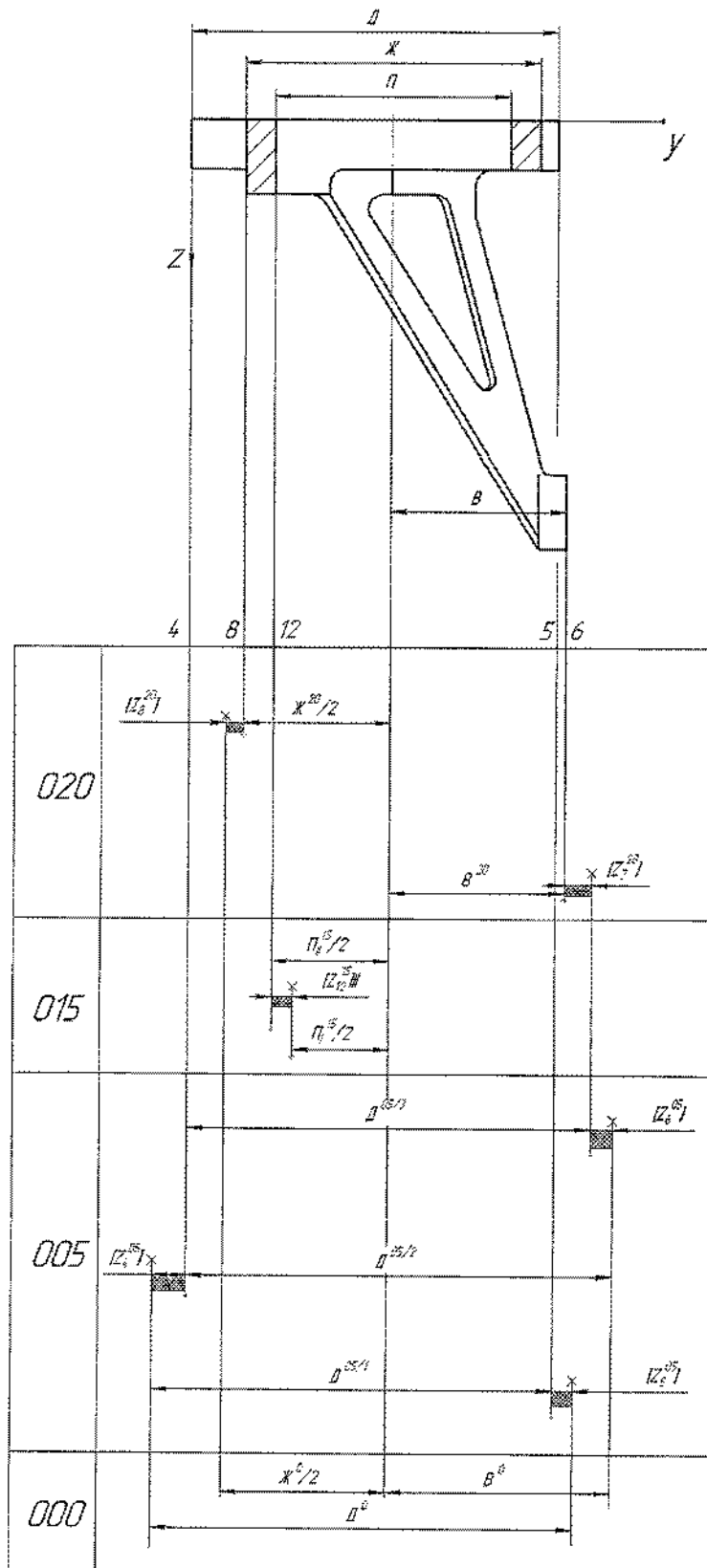


Рисунок35 - Размерный анализ в плоскости ZY

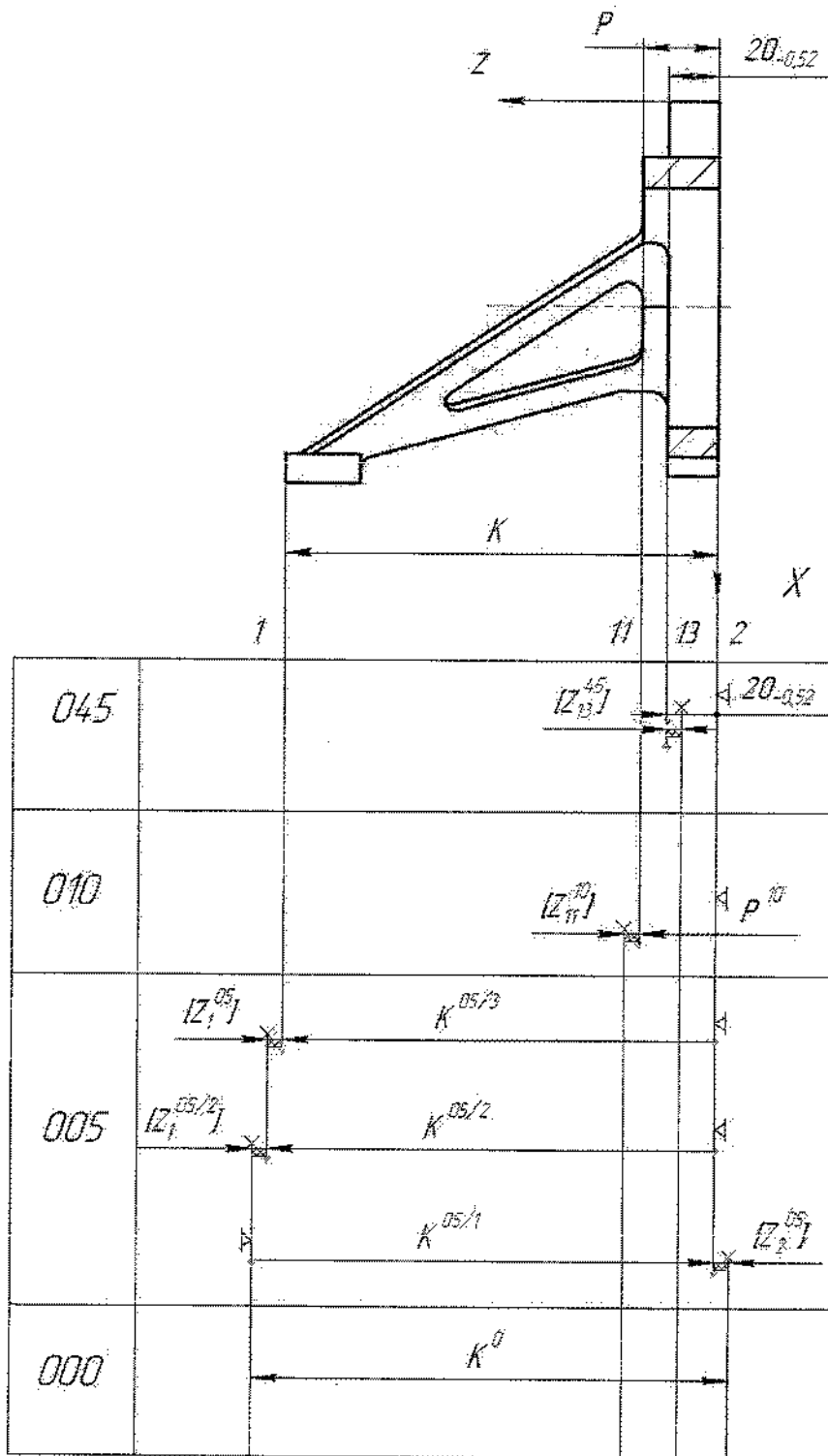


Рисунок 36 - Размерный анализ в плоскости ZX

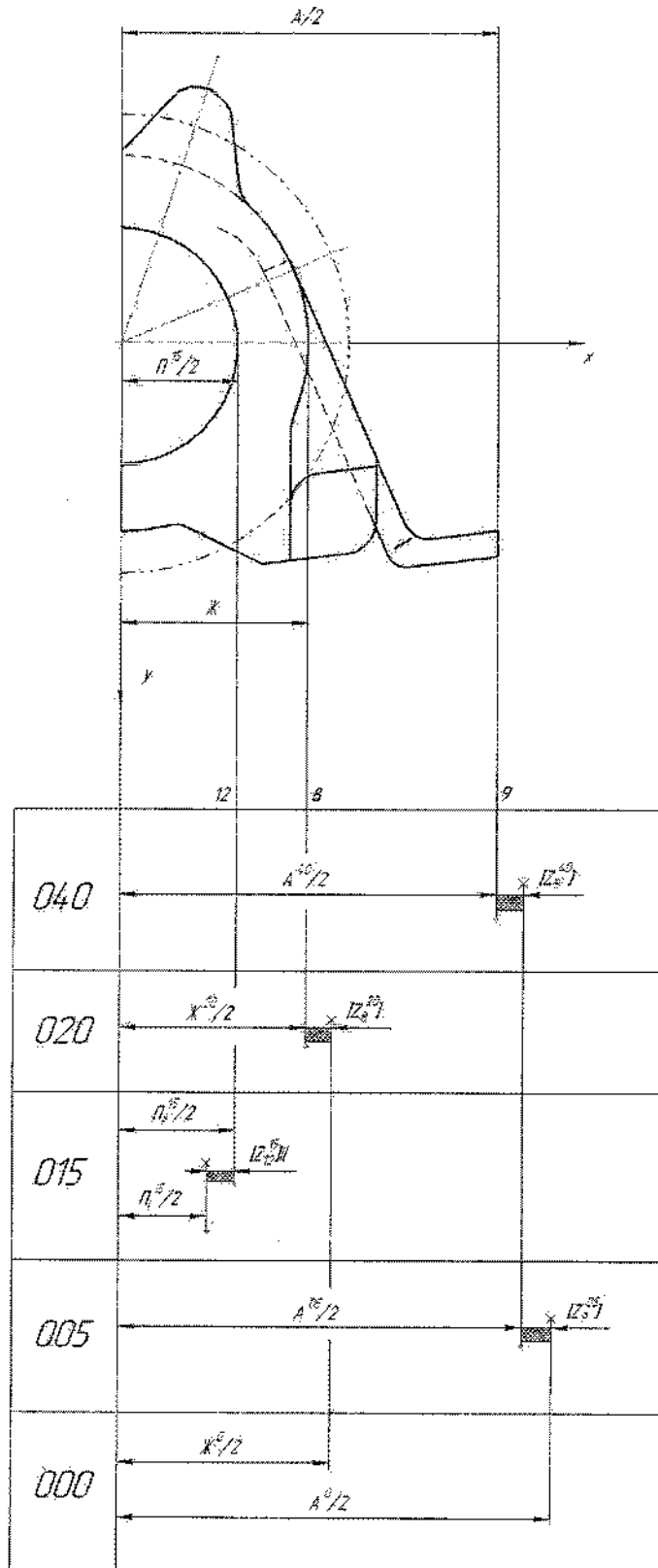


Рисунок 37 -Размерный анализ в плоскости YX

Для данной размерной схемы замыкающих звеньев нет.

Далее производится последовательный расчет размерных цепей.

Для размеров плоскости ZY:

$$[Z_8^{20}] = \frac{Ж^0}{2} - \frac{Ж^{20}}{2};$$

$$[Z_8^{20}]_{\min} = \frac{Ж^0}{2} \min - \frac{Ж^{20}}{2} \max;$$

$$\frac{Ж^0}{2} \min = [Z_8^{20}]_{\min} + \frac{Ж^{20}}{2} \max = 0,18 + 62 = 62,18;$$

$$Ж^0 \min = 124,18; Ж^0 \max = Ж^0 \min + ТЖ^0 = 124,18 + 1,4 = 125,5;$$

$$Ж^0 = 124,8 \pm 0,7.$$

$$[Z_6^{20}] = -B^{20} + B^0 - D^{05/2} + D^{05/3};$$

$$[Z_6^{20}]_{\min} = -B^{20} \max + B^0 \min - D^{05/2} \max + D^{05/3} \min$$

$$B^0 \min = [Z_6^{20}]_{\min} + B^{20} \max + D^{05/2} \max - \frac{D^{05}}{3} \min =$$

$$= 0,18 + 75,2 + 159 - 157 = 77,38;$$

$$B^0 \max = B^0 \min + ТВ^0 = 77,38 + 1,2 = 78,58;$$

$$B^0 = 77,98 \pm 0,6.$$

$$[Z_{12}^{15}] = \frac{\Pi_{II}^{15}}{2} - \frac{\Pi_I^{15}}{2};$$

$$[Z_{12}^{15}]_{\min} = \frac{\Pi_{II}^{15}}{2} \min - \frac{\Pi_I^{15}}{2} \max;$$

$$\frac{\Pi_{II}^{15}}{2} \min = [Z_{12}^{15}]_{\min} + \frac{\Pi_I^{15}}{2} \max = 0,016 + 15,07 = 15,086;$$

$$\Pi_{II}^{15} \min = 30,172; \Pi_{II}^{15} \max = \Pi_{II}^{15} \min + Т\Pi^0 = 30,172 + 0,087 = 30,259;$$

$$\Pi_{II}^{15} = 30,22 \pm 0,04.$$

$$[Z_6^{05}] = -D^{05/3} + D^{05/2};$$

$$[Z_6^{05}]_{\min} = -D^{05/3} \max + D^{05/2} \min;$$

$$D^{05/3} \max = -[Z_6^{05}]_{\min} + \frac{D^{05}}{2} \min = 0,1 + 158 = 158,1;$$

$$D^{05/3} \min = D^{05/3} \max - ТD^{05/3} = 158,1 - 0,1 = 158;$$

$$D^{05/3} = 157 \pm 0,5.$$

$$[Z_4^{05}] = -D^{05/2} + D^0;$$

$$[Z_4^{05}]_{\min} = -D^{05/2} \max + D^0 \min;$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 102 |

$$D^0 \min = [Z_4^{05}] \min + D^{\frac{05}{2}} \max = 0,18 + 159 = 159,18;$$

$$D^0 \max = D^0 \min + TD^0 = 159,18 + 1,4 = 164,58;$$

$$D^0 = 164,58_{-0,7}.$$

для размеров плоскости ZX:

$$[Z_1^{05}] = -Z_2^{05} + K^{05/1} - K^{05/2};$$

$$[Z_1^{05}] \min = -Z_2^{05} \max + K^{05/1} \min - K^{05/2} \max;$$

$$K^{05/2} \max = -Z_2^{05} \max + K^{\frac{05}{1}} \min - [Z_1^{05}] \min = 0,5 + 172,5 - 0,18$$

$$= 171,82;$$

$$K^{\frac{05}{1}} \min = K^{\frac{05}{1}} \max + TK^{\frac{05}{1}} = 171,82 - 0,1 = 171,72;$$

$$K^{0,5/1} = 171,72^{+0,1}.$$

$$[Z_2^{05}] = K^0 - K^{05/1};$$

$$[Z_2^{05}] \min = K^0 \min - K^{05/1} \max;$$

$$K^0 \min = [Z_2^{05}] \min + K^{05/1} \max = 0,1 + 175 = 175,1;$$

$$K^0 \max = K^0 \min + TK^0 = 175,1 + 1,4 = 176,5;$$

$$K^0 = 175,8 \pm 0,7.$$

для размеров плоскости XY:

$$[Z_9^{40}] = -\frac{A^{40}}{2} + \frac{A^{05}}{2};$$

$$[Z_9^{40}] \min = -\frac{A^{40}}{2} \max + \frac{A^{05}}{2} \min;$$

$$\frac{A^{05}}{2} \min = \frac{A^{40}}{2} \max + [Z_9^{40}] \min = 122,25 + 0,18 = 122,43;$$

$$\frac{A^{05}}{2} \max = \frac{A^{05}}{2} \min + TA^{05} = 122,43 + 0,52 = 122,95;$$

$$\frac{A^{05}}{2} = 244,86^{+0,56}.$$

$$[Z_8^{20}] = \frac{Ж^0}{2} - \frac{Ж^{20}}{2};$$

$$[Z_8^{20}] \min = \frac{Ж^0}{2} \max - \frac{Ж^{20}}{2} \min;$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 103 |

$$\frac{Ж^{20}}{2} \min = \frac{Ж^0}{2} \max + [Z_8^{20}] \min = 62 + 0,18 = 62,18;$$

$$Ж_{\min}^0 = 124,18; Ж_{\max}^0 = Ж^0 \min + ТЖ^0 = 124,18 + 1,4 = 125,5;$$

$$Ж^0 = 124,8 \pm 0,7.$$

$$[Z_9^{05}] = -\frac{A^{05}}{2} + \frac{A^0}{2};$$

$$[Z_9^{05}] \min = -\frac{A^{05}}{2} \max + \frac{A^0}{2} \min;$$

$$\frac{A^0}{2} \min = \frac{A^{05}}{2} \max + [Z_9^{05}] \min = 122,95 + 0,1 = 123,05;$$

$$\frac{A^0}{2} \max = \frac{A^0}{2} \min + ТА^0 = 123,05 + 1,6 = 124,65;$$

$$A^0 = 248,5 \pm 0,8.$$

Таким образом, деталь, изготовленная по проектному техпроцессу, является годной, потому что поле рассеивания рассчитываемых размеров входит в поле допусков размеров детали. Расчетный размерный анализ показал отсутствие брака и в большинстве размеров наличие завышения допусков, запас материала на механическую обработку достаточен, перерасхода материала не произойдет, так как заготовка сложной формы и получена методом штамповки.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 104 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

2.3.5. Расчет режимов резания и норм времени

Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы. Ее размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя. Диаметр фрезы для сокращения основного технологического времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жесткость технологической системы, схему резания, форму и размеры обрабатываемой заготовки.

При торцовом фрезеровании для достижения производительных режимов резания диаметр фрезы D должен быть больше ширины фрезерования B , т.е. $D = (1,25 \div 1,5)B$, а при обработке стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы: для заготовок из конструкционных углеродистых и легированных сталей – сдвиг их в направлении врезания зуба фрезы, чем обеспечивается начало резания при малой толщине срезаемого слоя; для заготовок из жаропрочных и коррозионно-стойких сталей – сдвиг заготовки в сторону выхода зуба фрезы резания с минимально возможной толщиной срезаемого слоя. Несоблюдение указанных правил приводит к значительному снижению стойкости инструмента.

Глубина фрезерования (резания) t и ширина фрезерования B – понятия, связанные с размерами слоя заготовки, срезаемого при фрезеровании. Во всех видах фрезерования, за исключением торцового, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой; t измеряют в направлении, перпендикулярном к оси фрезы. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании; B измеряют в направлении, параллельном оси фрезы. При торцовом фрезеровании эти понятия меняются местами.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 105 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Подача. При фрезеровании различают подачу на один зуб s_z , подачу на один оборот фрезы s и подачу минутную s_m , мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$s_m = sn = s_z zn, \quad (11)$$

где: n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб s_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы s , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб $sz = s/z$.

Расчет режимов резания для операции 005 «Фрезерная»

Расчет режимов резания ведется по эмпирическим формулам.

Фрезерование поверхности по разметке, выдерживая размер 162-1, производится торцевой фрезой ф200 ГОСТ 25751-83 с пластинами из твердого сплава H10F фирмы Sandvik.

1. Глубина резания $t = 2,58$ мм.
2. Величина подачи $S_z = 0,24$ мм/об.
3. Минутная подача равна $S_m = 315$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{x_v}}{T^m \cdot t^{x_t} \cdot S_z^{y_v} \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (12)$$

где C_v – постоянная;

T – период стойкости инструмента, мин.;

z – число зубьев;

D – диаметр фрезы, мм.;

S_z – подача на зуб, мм.;

K_v – поправочный коэффициент на скорость.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 106 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Среднее значение стойкости инструмента для фрезерования торцевой фрезой равно 240 мин.

Постоянная C_v и показатели степени x, y, p, u, q и w берутся из таблицы.

$$K_V = K_{UV} \cdot K_{MV} \cdot K_{NV}, \quad (13)$$

где K_{MV} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

K_{NV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{UV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{uv} = 0,8;$$

$$K_{nv} = 1,0;$$

$$K_{uv} = 1,0;$$

$$K_V = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

$$V = \frac{155 \cdot 200^{0,25}}{240^{0,2} \cdot 2,58^{0,1} \cdot 0,24^{0,4} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,8 = 300 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (14)$$

где D – диаметр фрезы, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 200} = 1000 \text{ об/мин}.$$

Так как станок имеет бесступенчатое регулирование, то в корректировке оборотов нет необходимости.

5. Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (15)$$

где Z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

C_p – постоянная;

K_{MP} – коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 107 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$K_N = \frac{0,47}{2,3 \cdot 0,8} = 0,26$$

9. Длина рабочего хода определяется по формуле 17.

$$L_{р.х.} = 32 + 4 + 1 + 3,5 = 40,5 \text{ мм.}$$

10. Основное время t_0 рассчитывается по формуле 18.

$$t_0 = \frac{40,5}{105 \cdot 0,96} = 0,40 \text{ мин.}$$

2 переход. Растачивание отверстия $\phi 95^{+0,07}$ на глубину $32^{+0,62}$ резцом из быстрорежущей стали Р9К5 ГОСТ 18872-73.

Режимы резания при растачивании отверстия определяются табличным методом.

Подача $S = 0,07$ мм/об., скорость резания $V = 500$ мм/мин., глубина резания $t = 1$ мм.

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле (13):

$$n = \frac{1000 \cdot 500}{3,14 \cdot 95} = 1676 \text{ об/мин}$$

Корректируется по станку $n = 1600$ об/мин.

1. Длина рабочего хода определяется по формуле 17.

$$L_{р.х.} = 32 + 6 + 1,5 + 5 = 44,5 \text{ мм.}$$

2. Основное время t_0 рассчитывается по формуле 18

$$t_0 = \frac{44,5}{1676 \cdot 0,07} = 0,38 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания для операции 020 Установка А «Фрезерная с ЧПУ МЦ-1»

Расчет режимов резания ведется по эмпирическим формулам.

Фрезерование внутреннего контура лапок производится концевой фрезой с коническим хвостиком $\phi 40$ ГОСТ 19265-73 из быстрорежущей стали Р6М5.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 111 |

1. Глубина резания $t=3$ мм.
2. Величина подачи $s_z=0,16$ мм/зуб.
3. Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин.

Скорость резания определяется по формуле 11.

Коэффициент по формуле 12.

$$K_V = K_{UV} \cdot K_{MV} \cdot K_{NV}, \quad (12)$$

где K_{MV} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

K_{NV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{UV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV}=1$$

$$K_{NV}=0,9$$

$$K_{UV}=1$$

$$K_V = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Постоянная C_v и показатели степени x , y и m берутся из таблиц.

$$C_v = 185,5; \quad q = 0,45; \quad x = 0,3; \quad y = 0,2; \quad u = 0,1; \quad p = 0,1; \quad m = 0,33$$

Стойкость инструмента T берется из таблиц. $T = 120$ мин.

$$V = \frac{185,5 \cdot 40^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,16^{0,2} \cdot 90^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,9 = 107,35 \text{ м/мин}$$

где z – число зубьев фрезы, $z=3$.

4. Сила резания по формуле 14.

Постоянная C_p и показатели степени x , y и n берутся из таблицы.

$$K_{MP} = 1,0;$$

$$C_p = 68,2; \quad x = 0,86; \quad y = 0,72; \quad n = 1,0; \quad q = 0,86; \quad w = 0.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,16^{0,72} \cdot 90^{1,0} \cdot 3}{40^{0,86} \cdot 1} \cdot 1,0 = 5352,94 \text{ Н.}$$

Т.к. фрезерование попутное (в направлении подачи), то значения составляющих сил резания будут равны:

$$P_H : P_z = (0,8-0,9)$$

$$P_V : P_z = (0,7-0,9)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | | |
| | | | | | | Лист |
| | | | | | | 112 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | |

Постоянная C_p и показатели степени x , y и n берутся из таблицы.

$$K_{MP} = 1,0;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,58^{1,0} \cdot 0,24^{0,75} \cdot 4 \cdot 0,25}{0,2^{1,3} \cdot 1000^{0,2}} \cdot 1,0 = 5380 \text{Н.}$$

6. Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} \quad (16)$$

$$N = \frac{5380 \cdot 25}{60 \cdot 1020} = 2,15 \text{кВт.}$$

7. Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{пр}}{N_{ст} \cdot \eta} \quad (17)$$

где $N_{пр}$ - принятая мощность станка, кВт;

$N_{ст}$ - мощность станка по паспорту, кВт;

η - кпд станка (0,75-0,85).

$$K_N = \frac{2,15}{2,3 \cdot 0,8} = 1,17$$

8. Длина рабочего хода

где L – рабочий ход, мм, инструмента или заготовки в движении подачи, определяемый для каждого технологического перехода. При фрезеровании торцов заготовка перемещается в поперечном направлении относительно фрезы.

$$L_{р.х.} = L_{рез} + L_{подв} + L_{врез} + L_{сход} \quad (18)$$

где $L_{рез}$ - длина обработки, мм;

$L_{подв}$ - величина подвода инструмента к детали, мм;

$L_{врез}$ - величина врезания инструмента, мм;

$L_{сход}$ - длина переработки, мм.

$$L_{р.х.} = 190 + 6 + 1 + 4,5 = 201,5 \text{ мм.}$$

9. Основное технологическое время t_0 рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S} \quad (19)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 108 |

$$t_0 = \frac{201,5}{390 \cdot 0,24} = 2,15 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания для операции 015 «Токарная»

1 переход. Сверление отверстия $\phi 30$ мм., выдерживая размер $75 \pm 0,2$ и $123 \pm 0,3$ мм. Используется сверло из быстрорежущей стали Р9К5 $\phi 30$ ГОСТ 10903-77.

Расчет режимов резания при сверлении ведется по эмпирическим формулам.

1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 15 \text{ мм.}$$

2. Величина подачи

$$S = 0,96 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (20)$$

где C_v – постоянная;

T – период стойкости инструмента, мин.;

D – диаметр сверла, мм.;

S – подача, мм/об.;

K_v – поправочный коэффициент на скорость.

Среднее значение стойкости инструмента для сверления равно 75 мин.

Постоянная C_v и показатели степени y , q и m берутся из таблицы.

Коэффициент K_v рассчитывается по формуле 13.

$$K_{nv} = 1,0;$$

$$K_{nv} = 1,0;$$

$$K_{nv} = 1,0;$$

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 109 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | | |

$$V = \frac{40,7 \cdot 0,03^{0,25}}{75^{0,125} \cdot 0,96^{0,4}} \cdot 1,0 = 10 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя определяется по формуле 13.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 30} = 105 \text{ об/мин}$$

Корректируется по станку $n = 100 \text{ об/мин.}$

5. Осевая сила резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (21)$$

где D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

C_p – постоянная;

K_p – коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала;

Постоянная C_p и показатели степени y и q берутся из таблицы.

$$K_p = 1,0;$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 30^{1,0} \cdot 0,96^{0,7} \cdot 1,0 = 2857 \text{ Н.}$$

6. Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (22)$$

где C_m – постоянная.

Постоянная C_m и показатели степени y и q берутся из таблицы.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 30^{2,0} \cdot 0,96^{0,8} \cdot 1,0 = 44 \text{ Нм.}$$

7. Мощность резания

$$N = \frac{M_{кр} \pi}{9750}, \quad (23)$$

$$N = \frac{44 \cdot 105}{9750} = 0,47 \text{ кВт.}$$

8. Коэффициент использования станка по мощности рассчитывается по формуле 16

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 110 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$P_y : P_z = (0,4-0,6)$$

$$P_x : P_z = (0,2-0,4) \operatorname{tg} \omega,$$

где ω – угол наклона стружечных канавок, $\omega = 40^\circ$.

Рассчитываем силы P_h , P_v , P_y , P_x из соотношений с главной составляющей P_z :

$$P_h : P_z = - 0,85$$

$$P_v : P_z = 0,8$$

$$P_y : P_z = 0,5$$

$$P_x : P_z = 0,3 \operatorname{tg} 40^\circ = 0,25.$$

Получаем:

$$P_h = - 0,85 \cdot P_z = - 4550 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,8 \cdot P_z = 4282,35 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,5 \cdot P_z = 2676,47 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,25 \cdot P_z = 1338,24 \text{ Н.}$$

Составляющая, по которой рассчитывают оправку на изгиб:

$$P_{\text{из}} = \sqrt{P_y^2 + P_x^2} = \sqrt{(2676,47)^2 + (1338,24)^2} = 5984,77 \text{ Н.}$$

5. Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{5352,94 \cdot 40}{200} = 1070,59 \text{ Н} \cdot \text{м,}$$

где D – диаметр фрезы, мм.

6. Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \quad (24)$$

$$N = \frac{5352,94 \cdot 107,35}{60 \cdot 1020} = 9,39 \text{ кВт.}$$

7. Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{ст}} \cdot \eta}, \quad (25)$$

где $N_{\text{пр}}$ – принятая мощность станка, кВт;

$N_{\text{ст}}$ – мощность станка по паспорту, кВт;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 113 |

n -клд станка (0,75-0,85).

$$K_N = \frac{9,93}{10 \cdot 0,8} = 1,24$$

Расчет режимов резания для операции 040 Установка В «Фрезерная с ЧПУ»

Расчет режимов резания ведется по эмпирическим формулам.

Фрезерование наружной поверхности левой лапки производится концевой фрезой с коническим хвостиком Ø50 ГОСТ 19265-73 из быстрорежущей стали Р6М5.

1. Глубина резания $t=3$ мм.
2. Величина подачи $s_z=0,20$ мм/зуб.
3. Скорость резания определяется по формуле 11.

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Постоянная C_v и показатели степени x , y и m берутся из таблицы.

$$V = \frac{185,5 \cdot 50^{0,45}}{120^{0,33} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,20^{0,2} \cdot 45^{0,1} \cdot 40^{0,1}} \cdot 0,9 = 119,02 \text{ м/мин}$$

где z – число зубьев фрезы, $z=4$.

4. Сила резания по формуле 14.

Постоянная C_p и показатели степени x , y и n берутся из таблиц.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,20^{0,72} \cdot 45^{1,0} \cdot 4}{50^{0,86} \cdot 1} \cdot 1,0 = 3383,01 \text{ Н.}$$

Т.к. фрезерование попутное (в направлении подачи), то значения составляющих сил резания будут равны:

$$P_h : P_z = (0,8-0,9)$$

$$P_v : P_z = (0,7-0,9)$$

$$P_y : P_z = (0,4-0,6)$$

$$P_x : P_z = (0,2-0,4) \text{ tg}\omega,$$

где ω – угол наклона стружечных канавок, $\omega = 30^\circ$.

Рассчитываем силы P_h , P_v , P_y , P_x из соотношений с главной составляющей P_z :

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 114 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$P_h : P_z = - 0,83$$

$$P_v : P_z = 0,72$$

$$P_y : P_z = 0,47$$

$$P_x : P_z = 0,28 \operatorname{tg} 30^\circ = 0,16.$$

Получаем:

$$P_h = - 0,83 \cdot P_z = - 2807,9 \text{ Н}$$

$$P_v = 0,72 \cdot P_z = 2435,77 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,47 \cdot P_z = 1590,02 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,16 \cdot P_z = 531,28 \text{ Н}.$$

Составляющая, по которой рассчитывают оправку на изгиб:

$$P_{yz} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2} = \sqrt{(1590,02)^2 + (3383,01)^2} = 3738,04 \text{ Н}.$$

5. Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{3383,01 \cdot 50}{200} = 845,75 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где D – диаметр фрезы, мм.

6. Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} \quad (26)$$
$$N = \frac{3383,01 \cdot 119,02}{60 \cdot 1020} = 6,58 \text{ кВт}.$$

8. Коэффициент использования станка по мощности

$$K_N = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{ст}} \cdot \eta} \quad (27)$$

где $N_{\text{пр}}$ – принятая мощность станка, кВт;

$N_{\text{ст}}$ – мощность станка по паспорту, кВт;

η – КПД станка (0,75-0,85).

$$K_N = \frac{6,58}{10 \cdot 0,8} = 0,82$$

Станок используется на 82% от своей мощности.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 115 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Режимы резания операций сведены в таблицу 10.

Таблица 10 - Режимы резания

| № | Название операции | t, мм | s, мм/об. | V, м/мин. | n, об/мин. | P, Н | D, мм | N, кВт | K _N | L _{р-х} , мм | t _о , мин. |
|-----------------------|-------------------|-------|-----------|-----------|------------|------|-------|--------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 000 | Разметка | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,08 |
| Фрезерная Установ А | | | | | | | | | | | |
| | 1 переход | 2,6 | 0,24 | 300 | 1000 | 5380 | - | 2,15 | 1,17 | 201,5 | 2,15 |
| | 2 переход | 2,5 | 0,17 | 270 | 1000 | 4750 | - | 1,97 | 1,07 | 53,5 | 0,57 |
| Фрезерная Установ Б | | | | | | | | | | | |
| | 1 переход | 5 | 0,24 | 300 | 1000 | 5380 | - | 2,15 | 1,17 | 178,5 | 1,91 |
| 005 | 2 переход | 2 | 0,19 | 270 | 1000 | 5264 | - | 2,04 | 1,1 | 42,5 | 0,16 |
| | 3 переход | 0,5 | 0,24 | 300 | 1000 | 5380 | - | 2,15 | 1,17 | 168,5 | 1,74 |
| | 4 переход | 5 | 0,17 | 270 | 1000 | 4530 | - | 1,72 | 0,92 | 62,5 | 1,23 |
| 010 | Фрезерная | 32 | 0,05 | 200 | 400 | 6382 | - | 1,07 | 0,58 | 157,5 | 2,42 |
| Токарная | | | | | | | | | | | |
| 015 | 1 переход | 15 | 0,96 | 10 | 105 | 2857 | 30 | 0,47 | 0,26 | 40,5 | 0,40 |
| | 2 переход | 0,5 | 0,07 | 50 | 1676 | 3452 | 95 | 1,47 | 0,8 | 38,5 | 0,35 |
| Фрезерная с ЧПУ МЦ-1 | | | | | | | | | | | |
| | Установ А | 1,5 | 0,08 | 250 | 400 | 3861 | - | 0,63 | 0,34 | - | 42 |
| | Установ Б | 2,3 | 0,1 | 300 | 1000 | 4890 | - | 0,9 | 0,49 | - | 16 |
| Установ В | | | | | | | | | | | |
| | позиция I | - | 0,15 | 270 | 420 | 3652 | - | 0,56 | 0,3 | - | 11,5 |
| 020 | позиция II | - | 0,02 | 250 | 600 | 2856 | - | 1,83 | 0,99 | - | 10 |
| | позиция III | - | 0,08 | 180 | 400 | 1987 | - | 1,24 | 0,67 | - | 8,3 |
| Установ С | | | | | | | | | | | |
| | позиция I | - | 0,15 | 270 | 420 | 3652 | - | 0,56 | 0,3 | - | 11,5 |
| | позиция II | - | 0,02 | 250 | 600 | 2856 | - | 1,83 | 0,99 | - | 10 |
| | позиция III | - | 0,08 | 180 | 400 | 1987 | - | 1,24 | 0,67 | - | 8,3 |
| 025 | Разметка | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,11 |
| 030 | Слесарная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,53 |
| 035 | Фрезерная | 1 | 0,21 | 300 | 800 | 1250 | - | 1,54 | 0,84 | 23,5 | 0,89 |
| Сверлильная Установ А | | | | | | | | | | | |
| | 1 переход | 2 | 0,12 | 34 | 100 | 1025 | 2 | 1,36 | 0,74 | 10,5 | 0,54 |
| | 2 переход | 3,75 | 0,36 | 32 | 200 | 1256 | 7,5 | 1,24 | 0,67 | 11,5 | 0,76 |
| | Установ Б | 4 | 0,42 | 27 | 200 | 1256 | 8 | 1,12 | 0,61 | 11,5 | 0,85 |
| 045 | Слесарная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,12 |

Нормирование операций

Норму штучного времени определяем по формуле $T_{шт}$ (28):

$$T_{шт} = t_{опер} + t_{отл} + t_{обс} \quad (28)$$

Вспомогательное время складывается из составляющих, выбор которых осуществляется по ч. I нормативов:

$$T_v = T_{вуст} + T_{воп} + T_{виз} \quad (29)$$

Нормирование операции 005 «Фрезерная» I переход

Таблица 11 - Вспомогательное время

| | | | |
|-----|--------------------------------------|----------------|-----------|
| 1 | Установка и снятие детали | $t_v^{непер.}$ | 0,17 мин. |
| 2 | Время на управление станком | | |
| 2.1 | Включить/выключить станок | $t_v^{непер.}$ | 0,04 мин. |
| 2.2 | Открыть/закрыть заградительный щиток | $t_v^{непер.}$ | 0,03 мин. |
| 3 | Время на контрольные измерения | $t_v^{непер.}$ | 0,18 мин. |

$$\text{Итого } t_v = t_v^{испр.} = 0,42 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на установку и снятие детали: $T_{вуст} = 0,17$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией $T_{воп}$, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от загрязнения эмульсией.

$$T_{воп} = 0,04 + 0,03 = 0,07 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения $T_{виз}$ содержит время на четыре замера штангенциркулем. $T_{виз} = 0,18$ мин.

Суммарное вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 0,07 + 0,18 = 0,42 \text{ мин}$$

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

Время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.) $t_{обс}$ составляет 6% от $t_{опер}$:

Время на отдых и личные надобности $t_{отл}$ составляет 4% от $t_{опер}$:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 117 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Расчет времени для операции осуществляется по нормативам(30).

$$t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{в}}, \quad (30)$$

где $t_{\text{опер}}$ - оперативное время, мин.

$$t_{\text{опер}} = 2,15 + 0,42 = 2,57 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{обс}} = 2,57 \cdot 0,06 = 0,15 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{отл}} = 2,57 \cdot 0,04 = 0,10 \text{ мин.}$$

Окончательно норма штучного времени по формуле (28):

$$T_{\text{шт}} = 2,57 + 0,15 + 0,10 = 2,82 \text{ мин}$$

Нормирование остальных операций производится аналогично.

Времена по всем операциям приведены в таблице 12.

Таблица 12 - Нормирование операций

| № | Название операции | t_0 , мин. | $t_{\text{в}}$, мин. | $t_{\text{опер.}}$ мин. | $t_{\text{обс}}$, мин. | $t_{\text{отл}}$, мин. | $t_{\text{шт}}$, мин. |
|-----------|----------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 000 | Разметка | - | - | - | - | - | - |
| 005 | Фрезерная Установ А | | | | | | |
| | 1 переход | 2,15 | 0,42 | 2,57 | 0,15 | 0,10 | 2,82 |
| | 2 переход | 0,57 | 0,36 | 0,93 | 0,06 | 0,04 | 1,03 |
| | Фрезерная Установ Б | | | | | | |
| | 1 переход | 1,91 | 0,42 | 2,33 | 0,14 | 0,09 | 2,56 |
| | 2 переход | 0,16 | 0,36 | 0,52 | 0,03 | 0,02 | 0,57 |
| | 3 переход | 1,74 | 0,47 | 2,21 | 0,13 | 0,09 | 2,43 |
| 010 | Фрезерная | 2,42 | 0,57 | 2,99 | 0,18 | 0,12 | 3,29 |
| 015 | Токарная | | | | | | |
| | 1 переход | 0,40 | 0,78 | 1,18 | 0,07 | 0,05 | 1,3 |
| | 2 переход | 0,35 | 0,78 | 1,13 | 0,07 | 0,05 | 1,25 |
| 020 | Фрезерная с ЧПУ МЦ-1 | | | | | | |
| | Установ А | 42 | 0,35 | 42,35 | 2,5 | 1,7 | 46,55 |
| | Установ Б | 16 | 0,42 | 16,42 | 0,98 | 0,66 | 18,06 |
| | Установ В | | | | | | |
| | позиция I | 11,5 | 0,86 | 12,36 | 0,74 | 0,49 | 13,59 |
| | позиция II | 10 | 0,53 | 10,53 | 0,63 | 0,42 | 11,58 |
| | позиция III | 8,3 | 0,53 | 8,83 | 0,53 | 0,35 | 9,71 |
| Установ С | | | | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

151001.2016.618.00.00.ПЗ

Лист

118

Продолжение таблицы 12

| | | | | | | | |
|-----|-----------------------|------|------|-------|------|------|-------|
| | позиция I | 11,5 | 0,86 | 12,36 | 0,74 | 0,49 | 13,59 |
| | позиция II | 10 | 0,53 | 10,53 | 0,63 | 0,42 | 11,58 |
| | позиция III | 8,3 | 0,53 | 8,83 | 0,53 | 0,35 | 9,71 |
| 025 | Разметка | | | | | | |
| 030 | Слесарная | - | - | - | - | - | - |
| 035 | Фрезерная | 0,89 | 0,46 | 1,35 | 0,08 | 0,05 | 1,48 |
| | Сверлильная Установ А | | | | | | |
| 040 | 1 переход | 0,54 | 0,36 | 0,9 | 0,05 | 0,04 | 0,99 |
| | 2 переход | 0,76 | 0,42 | 1,18 | 0,07 | 0,05 | 1,3 |
| | Установ Б | 0,85 | 0,52 | 1,37 | 0,08 | 0,05 | 1,5 |
| 045 | Слесарная | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|------|------|---------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 119 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

2.3.6. Расчет потребного количества оборудования

Расчёт показателей ведётся на основании технологического процесса изготовления детали, режимов резания и других данных.

Рассчитаем средний коэффициент загрузки оборудования.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяется как:

$$F_{qo} = (F_k - \Pi) \cdot S \cdot h \cdot (1-k), \quad (31)$$

где F_k - календарный годовой фонд времени работы оборудования, дни;

Π - праздничные и выходные дни (в соответствии с производственным календарем на текущий год);

S - режим работы оборудования (количество смен);

h - продолжительность рабочего дня (8ч);

k - коэффициент, учитывающий плановые простои оборудования в ремонте (при работе металлорежущего оборудования в одну смену $k=0,02$; в две смены - $k=0,03$; в три смены $k=0,04$).

Календарный фонд времени составляет $F_k=366$ дней. Число выходных дней в году 119.

Номинальный фонд времени работы оборудования в одну смену:

$$F_n = F_k - \Pi = 366 - 119 = 247 \text{ дней}$$

Определим по формуле (31):

$$F_{qo} = 247 \cdot 2 \cdot 8 \cdot (1-0,03) = 3833,44 \text{ часов}$$

Выбор формы организации производства предопределяет годовая производственная программа запуска изделий Q_s :

$$Q_s = Q_v \cdot (1 + \alpha + \beta), \quad (32)$$

где Q_v - годовая программа выпуска изделий, шт.;

α, β - коэффициенты, учитывающие расход изделий на опытные, контрольные образцы, технологические испытания и наладку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 120 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Определим по формуле (32):

$$Q_3 = 62(1+0,1) = 68 \text{ шт.}$$

Расчетное количество оборудования по каждой операции C_{pi} определяется как:

$$C_{pi} = \frac{t_{шт.i} \cdot Q_3}{F_{го} \cdot 60}, \quad (33)$$

где $t_{шт.i}$ - штучное время i -той операции, мин.

Сравнение базового и проектного вариантов техпроцесса

Для определения требуемого количества оборудования и рабочих на операциях исходными данными является время, необходимое для выполнения этих операций: $t_{осн}$ — основное время, или машинное, мин; $t_в$ — время рабочего, включающее вспомогательное время, время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные надобности, мин; $t_{шт}$ — штучное время на операции, являющееся суммой t_0 и $t_в$.

Таблица 13 - Затраты времени по операциям в базовом варианте

| № операции | Наименование операции | t_0 , мин. | $t_в$, мин. | $t_{шт}$, мин. |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 005 | Разметка | - | - | - |
| 010 | Фрезерная | 3,3 | 0,52 | 3,82 |
| 015 | Фрезерная | 2,44 | 0,52 | 2,96 |
| 020 | Фрезерная | 5,73 | 0,49 | 6,22 |
| 025 | Фрезерная | 1,26 | 0,49 | 1,75 |
| 030 | Фрезерная | 3,55 | 0,57 | 4,12 |
| 035 | Фрезерная | 4,24 | 0,64 | 4,88 |
| 040 | Токарная | 0,75 | 1,56 | 2,31 |
| 045 | Фрезерная с ЧПУ | 57 | 0,64 | 57,64 |
| 050 | Фрезерная с ЧПУ | 24 | 0,52 | 24,52 |
| 055 | Разметка | - | - | - |
| 060 | Фрезерная с ЧПУ | 15 | 0,76 | 15,76 |
| 065 | Фрезерная с ЧПУ | 15 | 0,76 | 15,76 |

Продолжение таблицы 13

| | | | | |
|-----|-----------------|--------|-------|--------|
| 070 | Фрезерная с ЧПУ | 21 | 0,93 | 21,93 |
| 075 | Фрезерная с ЧПУ | 21 | 0,93 | 21,93 |
| 080 | Слесарная | - | - | - |
| 085 | Фрезерная | 1,09 | 0,56 | 1,65 |
| 090 | Сверлильная | 1,56 | 0,96 | 2,52 |
| 095 | Сверлильная | 1,2 | 1,3 | 2,5 |
| | Итого | 178,12 | 12,15 | 190,51 |

Таблица 14 - Затраты времени по операциям в проектном варианте

| № операции | Наименование операции | t_o , мин. | t_b , мин. | $t_{шт}$, мин. |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 000 | Разметка | - | - | - |
| 005 | Фрезерная | 7,76 | 3,52 | 11,28 |
| 010 | Фрезерная | 2,42 | 0,87 | 3,29 |
| 015 | Токарная | 0,75 | 1,80 | 2,55 |
| 020 | Фрезерная с ЧПУ МЦ-1 | 117,6 | 16,77 | 134,37 |
| 025 | Разметка | - | - | - |
| 030 | Слесарная | - | - | - |
| 035 | Фрезерная | 0,89 | 0,59 | 1,48 |
| 040 | Сверлильная | 2,15 | 1,64 | 3,79 |
| | Итого | 132,42 | 9,47 | 156,76 |

Для операции 005 определим по формуле (33).

$$C_{p005} = \frac{11,28 \cdot 68}{3833,44 \cdot 60} = 0,01.$$

Принятое число единиц оборудования $C_{спр}$; находится округлением C_p ; до ближайшего большего целого.

$$C_{p005} = 1.$$

Загрузка оборудования по операциям рассчитывается следующим образом:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_{спр}} \cdot 100\% \quad (34)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 122 |

где γ - коэффициент загрузки оборудования на соответствующей операции, %.

Для операции 005 определим по формуле (34)

$$\gamma_{005} = \frac{0,01}{1} \cdot 100\% = 1\%$$

Аналогично ведется расчет для остальных операций.

В соответствии с приведенным расчетом определяется средняя загрузка по участку.

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^k C_{pi}}{\sum_{i=1}^k C_{pi}} \cdot 100\% ; \quad (35)$$

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{0,05}{3} \cdot 100\% = 2\%$$

Результаты расчета потребности в оборудовании и его загрузка представлены в таблице 15.

Так как по базовому варианту участок работает в одну смену и с другой годовой программой запуска, то для сравнения его с проектным необходимо его тоже перевести в двухсменный режим работы и Q3 равной 30000 шт. Расчеты для определения количества оборудования производятся аналогично и сведены в таблицы 15-16.

Таблица 15 - Количество оборудования по операциям в базовом варианте

| № операции | Наименование операции | $t_{\text{шт}}$, мин. | C_p | $C_{\text{пр}}$ | γ , % |
|------------|-----------------------|------------------------|-------|-----------------|--------------|
| 010 | Фрезерная | 25,40 | 0,01 | 1 | 1 |
| 015 | Фрезерная | | | | |
| 020 | Фрезерная | | | | |
| 025 | Фрезерная | | | | |
| 030 | Фрезерная | | | | |
| 035 | Фрезерная | 6,53 | 0,001 | 1 | 0,1 |
| 085 | Фрезерная | | | | |
| 045 | Фрезерная с ЧПУ | 157,54 | 0,05 | 1 | 5 |
| 050 | Фрезерная с ЧПУ | | | | |

Продолжение таблицы 15

| | | | | | |
|-----|-----------------|--------|-------|---|-----|
| 060 | Фрезерная с ЧПУ | | | | |
| 065 | Фрезерная с ЧПУ | | | | |
| 070 | Фрезерная с ЧПУ | | | | |
| 075 | Фрезерная с ЧПУ | | | | |
| 040 | Токарная | 2,55 | 0,001 | 1 | 0,1 |
| 090 | Сверлильная | 5,02 | 0,001 | 1 | 0,1 |
| 095 | Сверлильная | | | | |
| | Итого | 190,51 | 0,06 | 5 | 6,3 |

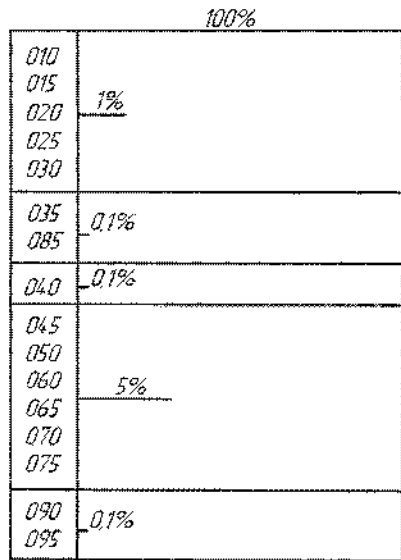
Таблица 16 - Количество оборудования по операциям в проектном варианте

| № операции | Наименование операции | $t_{шт}$, мин. | C_p | $C_{пр}$ | У, % |
|------------|-----------------------|-----------------|-------|----------|------|
| 005 | Фрезерная | 16,05 | 0,01 | 1 | 1 |
| 010 | Фрезерная | | | | |
| 030 | Фрезерная | | | | |
| 035 | Фрезерная | | | | |
| 045 | Сверлильная | | | | |
| 020 | Фрезерная МЦ-1 | 134,37 | 0,04 | 1 | 4 |
| 015 | Токарная | 2,55 | 0,001 | 1 | 0,1 |
| | Итого | 156,76 | 0,05 | 3 | 5,1 |

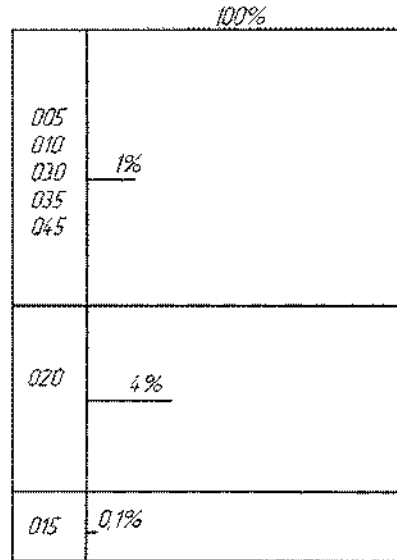
По данным расчетов строятся графики загрузки оборудования для базового и проектного варианта (рисунок 38).

В проектном варианте многостаночное обслуживание отсутствует.

Для серийного производства $Уз=0,7$. Следовательно, оборудование недозагружено. Необходимо добавить детали-представители, в результате чего увеличится трудоемкость затрат времени на обработку и оборудование станет загружено в соответствии с серийным производством.



а) график загрузки для базового варианта



б) график загрузки для проектного варианта

Рисунок 38- Графики загрузки

Простой оборудования на операциях являются допустимыми, так как оборудование на этих операциях загружено не на 100 %, а намного меньше.

2.4 Описание планировки участка

По условия работы был спроектирован технологический процесс механической обработки, было выбрано оборудование и назначено его количество. На данном этапе требуется внедрить участок механической обработки в механический цех, то есть необходимо выполнить компоновку площади цеха, необходимо выбрать здание, для его размещения.

Выбор промышленного здания для цеха начинают с выбора объемно-планировочной схемы, отвечающей современным направлениям строительного проектирования. При этом нужно учитывать, что современные промышленные здания строят для группы механосборочных цехов, связанных общностью технологических процессов. При выполнении дипломной работы рекомендуется ориентироваться на одноэтажное многопролетное здание. Расстановка оборудования осуществляется в порядке последовательности технологического процесса вдоль пролета.

Участок механической обработки кронштейна предлагается разместить в одноэтажном здании, так как в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования и упрощаются транспортные связи.

Производственное здание относится:

-ко второму классу со сроком службы 50-100 лет,

-по огнестойкости к третьей степени - все элементы здания трудносгораемые.

Для данного здания выбирается сетка колонн 18×12 м, где 18 м – ширина пролета, 12 м – шаг колонн. Длина и ширина пролета выбрана такой, чтобы можно было рационально разместить оборудование для участка. При такой укрупненной сетке удобнее размещать оборудование ввиду незначительного числа колонн, вокруг которых образуется "мертвая зона". Длина пролета выбирается, исходя из количества оборудования и его рациональной планировки. На основании габаритных размеров площадь проектируемого участка равна 108 м^2 .

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 126 |

Сечение колонн выбирается в зависимости от ширины пролета и грузоподъемности крана. При ширине пролета 18 м и грузоподъемности крана 3,2 т размеры колонн 500x1300, размеры фундамента колонн 5200x3600.

Высота пролета Н рассчитывается с учетом размеров выбранного крана, максимальной высоты станка и размеров перемещаемого груза.

Для перемещения грузов по участку предусмотрен опорный мостовой кран модели 1-А-3,2-16,5-12-220 ГОСТ 22045-89.

Высота пролета Н определяется по формуле:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \quad (36)$$

где h_1 — максимальная высота оборудования, определяемая с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не менее 2,3 м ($h_1=3,126$ м);

h_2 — минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, м ($h_2=0,4$ м);

h_3 — высота транспортируемых грузов со стропами, м ($h_3=2,2$ м);

h_4 — высота крана, м ($h_4=0,77$ м).

$$H = 3,126 + 0,4 + 2,2 + 0,77 = 6,5 \text{ м.}$$

Размеры пролетов являются унифицированными, поэтому принимаем ближайшую по стандартам высоту цеха до нижнего пояса ферм $H=7,2$ м.

Нормы расстояний между станками и от элементов здания цеха:

- от проезда до фронта боковых сторон станков 700 мм,
- относительно друг друга боковыми сторонами 1300 мм,
- от колонн до тыльной стороны станка 900 мм,

Ширина проездов выбирается в зависимости от напольного транспорта и от габаритных размеров перемещаемых грузов. Для напольного электротранспорта ширина проезда выбирается по следующим рекомендациям:

$$A = 2B + 1600, \quad (37)$$

где A — ширина проезда, мм;

B — ширина перевозимого груза, мм.

$$A = 2 \cdot 1700 + 1600 = 5000 \text{ мм.}$$

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 127 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

Вспомогательные и складские помещения располагаются вдоль пролета.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки на 1 м² производственной площади С, т/м².

$$C = \frac{(m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}})Q}{S \cdot 1000}, \quad (38)$$

где $m_{\text{заг}}$ — масса заготовки, кг; $m_{\text{заг}}=1,3$ кг;

$m_{\text{дет}}$ — масса детали, кг; $m_{\text{дет}}=0,67$ кг;

Q — годовой объем выпуска деталей, шт; Q=68 шт;

S — производственная площадь, м²; S=108 м².

$$C = \frac{(1,3 - 0,67) \cdot 68}{108 \cdot 1000} = 0,001 \text{ т/м}^2.$$

При количестве стружки до 0,3 т/м² в год целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора стружки напольным транспортом (электрокарами).

Стружка собирается в тару, расположенную около каждого станка. Уборка стружки в тару производится рабочим, на станках с числовым программным управлением уборка стружки автоматизирована.

На участке применяется централизованно-групповая система снабжения СОЖ, которая характеризуется тем, что СОЖ подается от центральной установки по трубопроводам к разборным кранам, установленным на участке. Этот способ выбран исходя из того, что на участке используются различные виды СОЖ. Системы охлаждения станков ежедневно пополняются из разборных кранов для восполнения потерь жидкости вследствие ее разбрызгивания, уноса со стружкой и обрабатываемой деталью.

Около проезда рядом с колонной располагаются первичные средства пожаротушения: ящик с песком и щит пожарной охраны.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 128 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Таким образом, площадь, занимаемую станками можно подсчитать по формуле:

$$F_{ст} = \sum S_c f_c, \text{ м}^2, \quad (39)$$

где S_c - принятое число станков данного типоразмера;

$F_{ст}$ - занимаемая площадь станков;

f_c - удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера.

Из соотношения различных типов станков (в процентном соотношении к количеству станков) полученные данные занесем в таблицу 18.

Таблица 18 - Площадь занимаемая станками

| Станки | Количество станков. шт. | Площадь занимаемая 1 станком, м ² . | Общая площадь станков, м ² . |
|---|-------------------------|--|---|
| Токарно-винторезные | 1 | 10 | 10 |
| Фрезерный широкоуниверсальный ФСМ-250/676 | 1 | 10 | 10 |
| Станок ГС555 Слесарная | 1 | 20 | 20 |
| Многоцелевой обрабатывающий центр | 1 | 15 | 15 |
| Итого: | 4 | | 65 |

Подставляя в формулу (39) табличные значения, получим:

$$F_{ст} = 55 \text{ м}^2$$

Оборудование на участке располагается с учетом последовательности технологического процесса и минимизации перемещений между оборудованием.

В начале и в конце участка расположены складские площадки размещения тары с заготовками и с готовыми деталями. Количество тары на каждой площадке выбирается в соответствии с числом деталей, обрабатываемых на участке в течение суток.

Складские помещения

На складах, кроме операции хранения и временного накопления грузов, выполняются внутрискладские разгрузочные, транспортные, погрузочные, сортировочные, комплектовочные и промежуточные перегрузочные операции, а также некоторые технологические операции (подборка технологических комплектов, предмонтажная подготовка).

В состав оборудования складов входят:

- стеллажи,
- поддоны,
- штабелирующее оборудование.

Стеллажи на складах изготавливают в соответствии с ГОСТ 14757-81 "Стеллажи сборно-разборные. Типы, основные параметры и размеры" и ГОСТ 16141-81 "Стеллажи сборно-разборные. Конструкция и размеры в соответствии с этими ГОСТ выбираем конструкцию и размеры.

1. Тип стеллажа - каркасный.
2. Длина ячейки - 950 мм.
3. Ширина стеллажа - 1120 мм.
4. Высота стеллажа - 3,2 м.
5. Нагрузка на ячейку - 250 кгс.

Груз (заготовки, полуфабрикаты, готовые детали) поступает на склад в таре, хранится, будучи расфасованными, на относительно мелкие партии и затем отправляются на переработку малыми партиями (единицами складской тары).

В качестве складской тары используется ящичная тара - поддоны из дерева. Основные параметры ящичной тары каркасного типа по ГОСТ 14861-74.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 131 |

Проектные транспортные системы

Транспортные средства связывают технологическое оборудование цеха в единую производственную линию. С их помощью обеспечивается подача к накопителям станков заготовок и возврат готовых деталей, перемещение обрабатываемых заготовок от одного металлорежущего станка к другому. На данном участке межоперационное перемещение деталей осуществляется при помощи тележек-накопителей, так как вес заготовки менее 1,5 кг, для этого увеличено расстояние между лицевыми сторонами станков. У лицевой стороны станков расположены стеллажи, тара для заготовок количество и размеры которых определяются величиной межоперационных заделов.

Персонал

Для повышения эффективности обслуживания станков с ЧПУ на предприятии должны создаваться определенные организационно-технические условия. Работа по обслуживанию станков с ЧПУ требует совмещения функций оператора и наладчика. Наиболее экономичной и целесообразной формой организации труда на участке станков с ЧПУ является звеньевая, при которой определенная зона обслуживания закрепляется за группой рабочих – звеном. При этом оператор и наладчик имеют ряд общих функций (оперативная наладка оборудования, подналадка станков).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 132 |

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Конструкторская подготовка производства — совокупность взаимосвязанных процессов по созданию новых или совершенствованию действующих конструкций изделий согласно требованиям заказчика-потребителя.

Этот этап выполняется отделом главного конструктора предприятия, в распоряжении которого имеется техническая база для производства опытного образца и его испытания (экспериментальный цех). Выполняется конструкторская подготовка с соблюдением требований единой системы конструкторской документации; объем ее зависит от вида изделия, его сложности, прогнозного объема продаж, сроков выпуска, длительности жизненного цикла товара и других факторов.

Техническое задание определяет назначение изделия, его технические характеристики, показатели качества, технологические, организационные и экономические условия производства, требования к конструкторской документации. Техническое задание составляет заказчик для организации-разработчика проекта. Разработчиками являются конструкторские бюро, научно-исследовательские институты, конструкторские отделы предприятий.

Эскизный проект состоит из графической части, представляющей собой совокупность конструкторских документов (чертежей), раскрывающих конструкторские решения с указанием параметров, габаритных размеров, дающие общее представление о новом изделии, и пояснительной записки с расчетами основных параметров изделия, описанием принципов его работы, эксплуатационных особенностей. На основании утвержденного вышестоящей организацией эскизного проекта разрабатывается технический проект.

Технический проект, так же, как и эскизный, состоит из графической части и пояснительной записки, содержащих окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, его отдельных узлов и исходных данных для разработки рабочей

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 133 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

документации. Указывается максимально возможный уровень унификации и применения стандартных сборочных единиц и деталей, приводятся результаты экспериментальных работ по повышению технологичности конструкции. Техническое проектирование часто сопровождается изготовлением макета изделия.

В рабочем проекте содержатся рабочие чертежи на каждую деталь изделия (деталировка) с указанием марки материала, массы детали и других конструктивных данных.

Рабочий проект сопровождается спецификацией, определяющей состав сборочной единицы, узла или комплекта и необходимых для комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

Обязательным условием конструкторской подготовки является соблюдение требований стандартизации и унификации. Стандарты устанавливают и регламентируют на определенный период прогрессивные требования, нормы, методы, правила, распространяемые на сами изделия, на факторы и условия, влияющие на их качество.

На данном этапе дипломного проектирования обозначим, что технологическая подготовка производства не ограничивается только тем, что инженер-технолог проектирует новый технологический процесс, подбирает оборудование, режущий инструмент. Современный инженер-технолог не должен ограничиваться тем, что выдает задание для конструкторской подготовки производства.

Выполним конструкторско-технологическую подготовку к проектному технологическому процессу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 134 |

3.1 Проектирование и расчет станочного приспособления

Интенсификация производства в машиностроении неразрывно связана с техническим перевооружением и модернизацией производства на базе применения новейших достижений науки и техники. Техническое перевооружение, подготовка производства новых видов продукции машиностроения и модернизация средств производства неизбежно включают процессы проектирования средств технологического оснащения и их изготовления.

В общем объеме средств технологического оснащения примерно 80 % составляют станочные приспособления. Применение станочных приспособлений позволяет:

- надежно базировать и закреплять обрабатываемую деталь с сохранением её жесткости в процессе обработки;
- стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;
- повысить производительность и облегчить условия труда рабочего в результате механизации приспособлений;
- расширить технологические возможности используемого оборудования.

Для эффективного использования станков и станочных приспособлений предъявляется ряд требований.

Для обеспечения высокой точности обработки заготовок приспособления должны быть выполнены с высокой точностью. Погрешности базирования и закрепления должны быть сведены к минимуму. Конструкция приспособления не должна быть наиболее податливым звеном системы станок-приспособление-инструмент – деталь, чтобы использовать полную мощность станка на черновых операциях и обеспечивать высокую точность на чистовых операциях. Приспособление должно обеспечивать хорошую инструментальную доступность, т.е. возможность подхода инструмента к как можно большему

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 135 |

количеству поверхностей заготовки. Приспособления должны обеспечивать сокращение времени зажима-разжима заготовки. Для сокращения времени переналадки станков приспособления должны обеспечивать возможность их быстрой смены или переналадки.

Основные задачи при проектировании и выбора станочного приспособления, для проектного варианта технологического процесса с учетом внедрения нового оборудования:

- выбор конструкции приспособления;
- разработка принципиальной схемы приспособления;
- расчет точности установки;
- расчет усилий закрепления и зажимных устройств;
- описание конструкции и работы приспособления.

3.1.1 Описание приспособлений и закрепления детали на станке

Функциональное назначение станочного приспособления.

Основную группу технологической оснастки составляют приспособления механосборочного производства. Приспособлениями в машиностроении называются вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операции механической обработки, сборки и контроля.

Применение приспособлений позволяет устранить разметку заготовок перед обработкой, повысить точность обработки. Снизить себестоимость продукции, облегчить условия работы и обеспечить её безопасность, расширить технологические возможности оборудования, организовать станочное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции.

Станочное приспособление для фрезерования изделия на обрабатывающем центре МЦ-1, с устройством ЧПУ-РА8000NT. Используют

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 136 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

специальное станочное приспособление ВУ7221-6488 и ВУ7210-6320, рисунок 39,44.

Положение заготовки при обработке характеризуется шестью степенями свободы: перемещением и поворотом заготовки относительно трёх координатных осей (X,Y,Z). Возможна полная или частичная ориентация заготовки относительно режущего инструмента или принятой системы координат, т.е. лишение её трех, четырёх, пяти или шести степеней свободы.

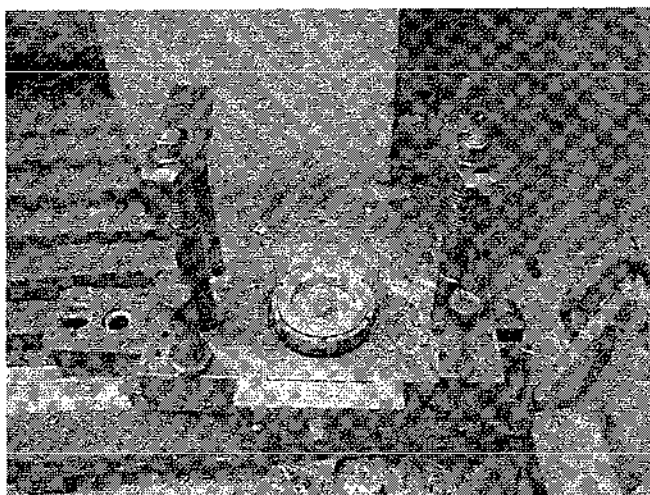


Рисунок 39 – Станочное приспособление ВУ-7210-6320

Для операции фрезерования внутреннего контура, детали применяется специальное приспособление ВУ-7210-6320.

При обработке на станке с ЧПУ заготовка должна быть лишена всех шести степеней свободы. На рисунке 40 показана схема базирования, которую обеспечивает приспособление.

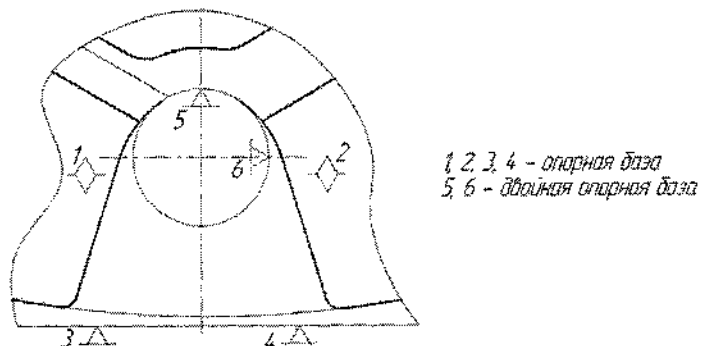


Рисунок 40- Схема базирования для фрезерной операции с ЧПУ
(обработка внутреннего контура детали)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 137 |

Общие сведения об операции

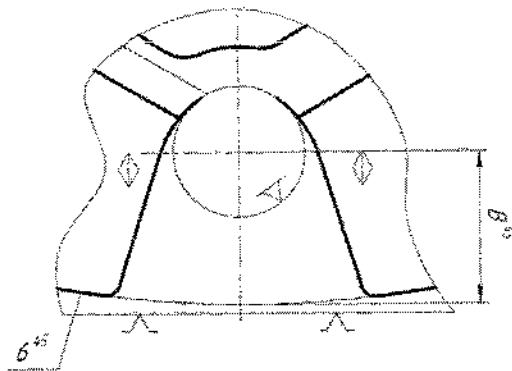


Рисунок 41 – Операция 20 Установ А

Содержание операции (переходов)

1. Установить деталь и закрепить ВУ7210-6320.
2. Обкатать диаметр $\phi 20$ по программе.
3. Фрезеровать внутренний контур лапок – с использованием СОЖ.
4. Снять заготовку.

Приспособление проектируется на фрезерную операцию с ЧПУ.

Материал заготовки — АМг6.

Количество одновременно обрабатываемых заготовок — 1 шт.

Станок — МЦ-1 с ЧПУ-РА8000NT.

Включение станка осуществляется по программе.

Режущий инструмент: фреза $\phi 40$ ВУ2223-6256 или ВУ2223-1051 ГОСТ 16226-81.

Стадия 2 Эскиза заготовки, поступающей на операцию (рисунок 42)

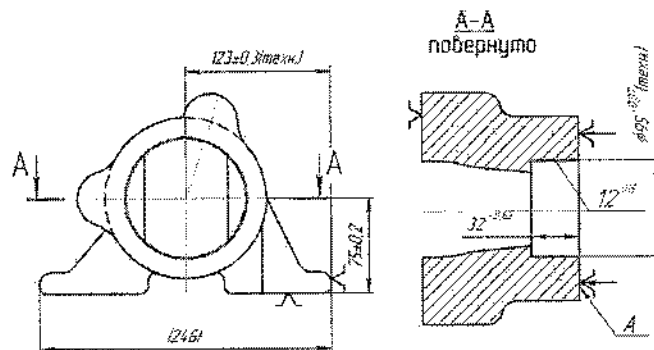


Рисунок 42 — Эскиз заготовки, поступающей на операцию

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 138 |

На этой стадии определяются параметры заготовки ЗГ, поступающей на выполняемую операцию и влияющие на проектирование станочного приспособления СП. На этой стадии уточняется задача СП с учетом определенных выше условий выполнения операции. На выполняемой операции необходимо проверить соблюдение всех требований и условий для установки в СП.

Приспособление ВУ7210-6320 (рисунок 43) представляет собой зажимной механизм с ручным винтовым приводом. Заготовка базируется на плиту 1 и цанговую оправку 6, которая разжимается до нужного диаметра гайкой 7. Затем заготовка поджимается упором 3 и передвижными прихватами 2. При снятии заготовки упор 3 возвращается в исходное положение за счет шпильки 4 и пружины 5.

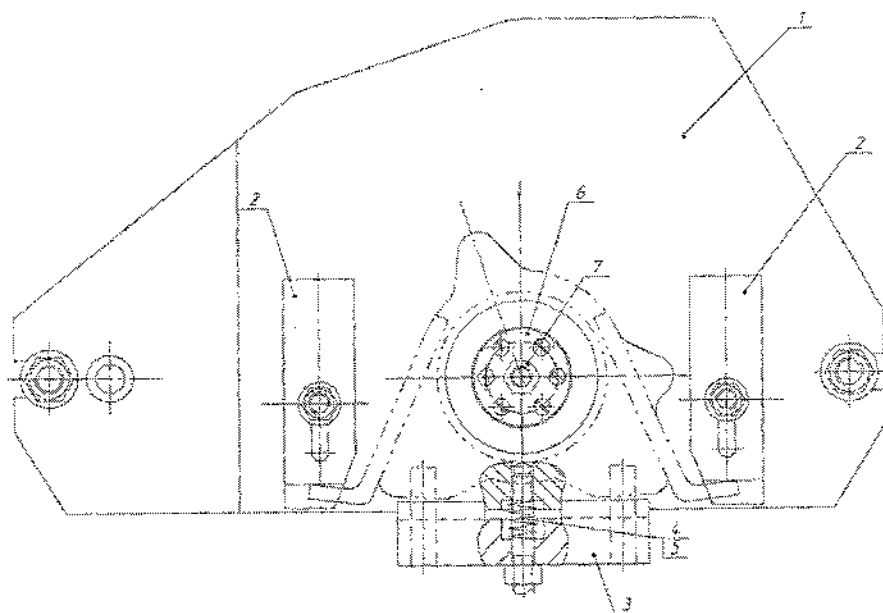


Рисунок 43- Приспособление фрезерное

Для обработки наружного контура лапок используется приспособление ВУ7221-6488 (рисунок 44), которое представляет собой зажимной механизм с ручным винтовым приводом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 139 |

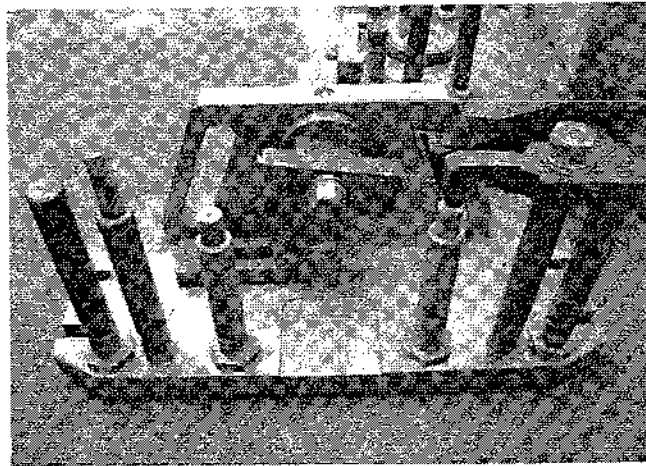


Рисунок 44 – Станочное приспособление ВУ7221-6488

Заготовка устанавливается отверстием на базу 7, лапкой на упор 6 и закрепляется передвижным прихватом 8 и прихватом 4 (9). Прихваты прижимаются винтом 5.

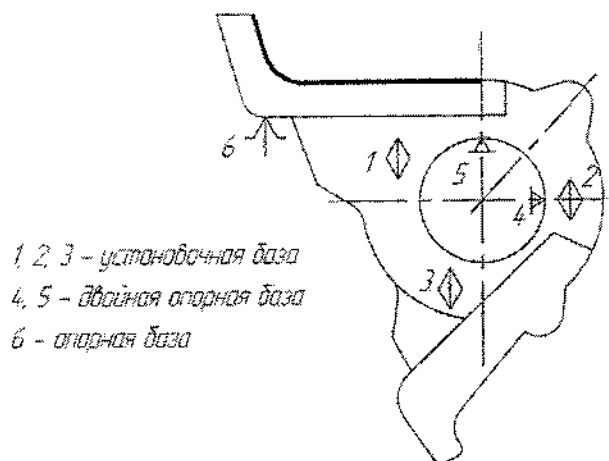


Рисунок №45- Схема базирования для фрезерной операции с ЧПУ
(обработка наружного контура лапок)

Общие сведения об операции.

Содержание операции (переходов)

1. Установить деталь и закрепить ВУ7221-6488.
2. Обкатать диаметр $\phi 20$ по программе.
3. Фрезеровать наружную поверхность лапок фреза $\phi 50$ – с использованием СОЖ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 140 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4. Фрезеровать наружную поверхность лапок фреза $\phi 20$ – с использованием СОЖ.
5. Фрезеровать окно в поверхности лапок фреза $\phi 16$ – с использованием СОЖ.
6. Снять заготовку.

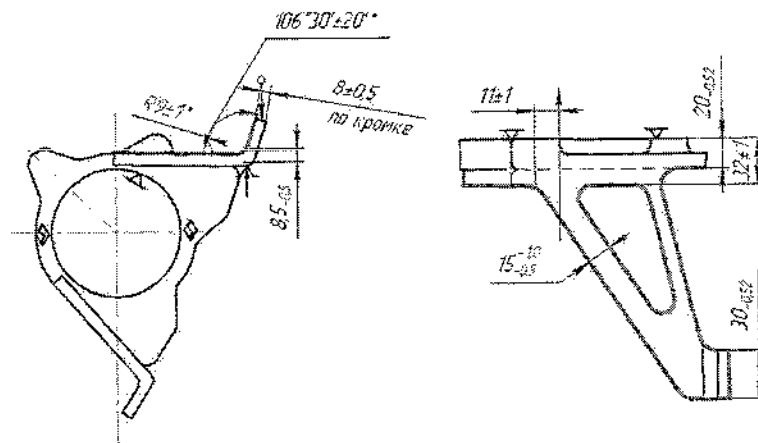


Рисунок 46 Эскиз обработки фрезерования

Приспособление на фрезерную операцию с ЧПУ.

Материал заготовки — АМг6.

Количество одновременно обрабатываемых заготовок — 1 шт.

Станок — МЦ-1 с ЧПУ-РА8000NT.

Включение станка осуществляется по программе.

Режущий инструмент: фреза $\phi 50$ ВУ2280-6191 ГОСТ 16226-81, $\phi 20$ Р6М5 ГОСТ16225-81, $\phi 16$ Р9К5 ГОСТ16225-81.

Стадия 2 Эскиза заготовки, поступающей на операцию (рисунок 46)

На этой стадии определяются параметры заготовки ЗГ, поступающей на выполняемую операцию и влияющие на проектирование станочного приспособления СП.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 141 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

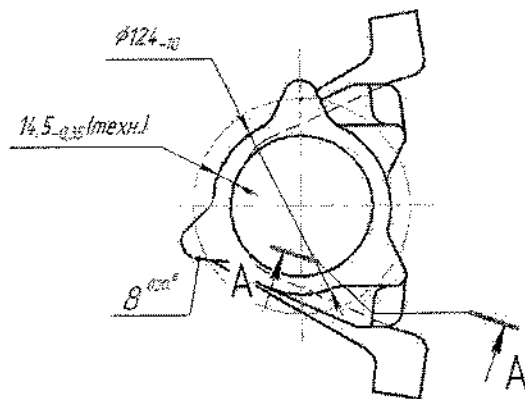


Рисунок 47— Эскиз заготовки, поступающей на операцию

На этой стадии уточняется задача СП с учетом определенных выше условий выполнения операции. На выполняемой операции необходимо проверить соблюдение всех требований и условий для установки в СП.

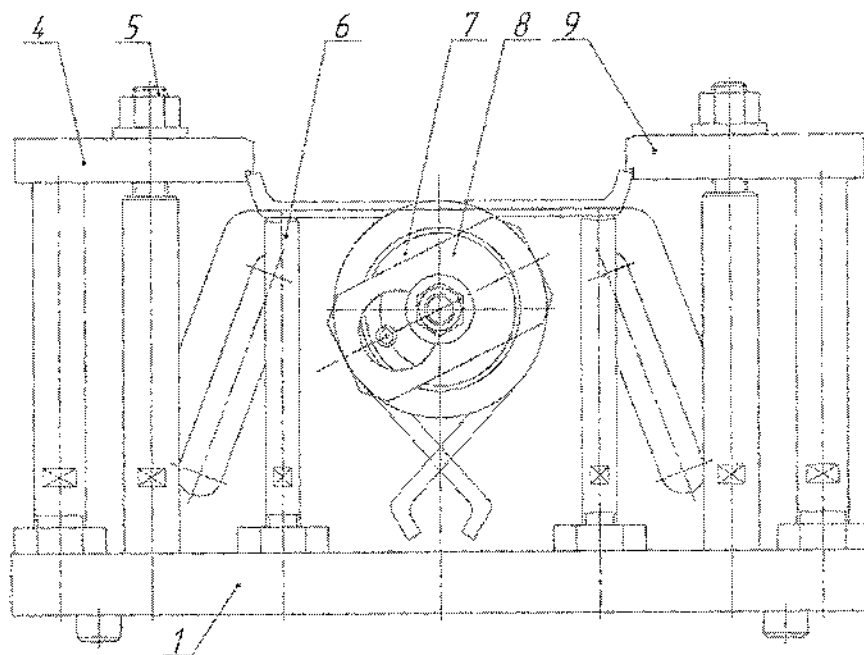


Рисунок 48 - Приспособление фрезерное

Зажимной механизм должен удовлетворять следующим условиям:

1. Силы закрепления должны обеспечивать контакт заготовки с установочными элементами и неизменность положения заготовки.
2. Недопустимы деформации заготовки при её закреплении. Для этого силы закрепления должны пересекать поверхности опор, а точки их

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 142 |

приложения надо выбирать в наиболее устойчивых местах во избежание изгиба заготовки.

3. Для уменьшения смятия поверхностей заготовки силу закрепления необходимо прикладывать в нескольких точках.

4. Во время обработки не должно быть вибрации и смещения заготовок. Для уменьшения вибрации место крепления заготовки приближают к месту обработки.

5. Надежность, простота конструкции и удобство в обслуживании.

6. Зоны загрузки и съема заготовки должны быть свободными.

Все условия при работе в станочных приспособлениях обеспечиваются. На производстве при фрезеровании в специальных СП технология отработана, нет необходимости заменять на стандартные.

3.1.2 Расчет приспособлений для фрезерования

Оснащение станков приспособлениями, расширяющими их технологические возможности, дает особенно большой эффект в условиях индивидуального и серийного производства, компенсирует отсутствие тех или иных видов оборудования, устраняет излишние передачи деталей от станка к станку, а также недогрузку отдельных видов станков.

В общей доле технологической оснастки станочные приспособления составляют 80 %, так как их используют при выполнении каждой операции для установки и закрепления исходной заготовки. Применение станочных приспособлений позволяет надежно базировать и закреплять обрабатываемую заготовку с сохранением её жесткости в процессе обработки, стабильно обеспечивать высокое качество получаемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего. Автоматизация и механизация приспособлений повышает производительность и облегчает условия труда рабочего, расширяет технологические возможности используемого оборудования.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 143 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Принимаем:

$$K_0 = 1,5$$

$$K_1 = 1,2$$

$$K_2 = 1,7$$

$$K_3 = 1,2$$

$$K_4 = 1,3$$

$$K_5 = 1,2$$

$$K_6 = 1,0$$

Рассчитываем коэффициент запаса по формуле 41:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 5,7.$$

Сила резания $R = 5352,94$ Н.

Коэффициенты трения $f_1 = 0,16$ и $f_2 = 0,23$.

Находим силу закрепления по формуле 40:

$$P_3 = \frac{5,7 \cdot 5352,94}{0,16 + 0,23} = 78235,28 \text{ Н.}$$

Длину ключа рассчитываем по формуле:

$$L = \frac{P_3 [r_{\text{ср}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)]}{P_1}, \quad (42)$$

где: P_1 – усилие рабочего, приложенное к концу ключа;

$r_{\text{ср}}$ – средний радиус резьбы;

α – угол подъема резьбы;

φ – угол трения в резьбе;

σ – напряжение растяжения(сжатия), для гаек из стали 45 $\sigma = 80..100$ МПа.

Усилие руки рабочего не должно превышать 117 Н (12 кг . с), а нашем случае $P_1 = 50$ Н.

Средний радиус резьбы находим по формуле:

$$r_{\text{ср}} = \frac{0,5(d + d_1)}{2}, \quad (43)$$

где: d – наружный диаметр гайки;

d_1 – внутренний диаметр гайки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 146 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$r_{cp} = \frac{0,5(21,9+25)}{2} = 11,7.$$

Угол подъема резьбы рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{\text{arctg } Sn}{\pi d_2}, \quad (44)$$

где S – шаг резьбы;

n – число заходов резьба;

d_2 – средний диаметр резьбы, $d_2 = 0,5(d + d_1) = 0,5(21,9+25) = 23,5$.

$$\alpha = \frac{\text{arctg } 19 \cdot 10}{3,14 \cdot 23,5} = 12^\circ.$$

Угол трения в резьбе находим из выражения:

$$\varphi = \frac{\text{arctg } f}{\cos \delta}, \quad (45)$$

где: f – коэффициент трения;

δ – угол наклона рабочей стороны профиля резьбы, $\delta = 30^\circ$.

$$\varphi = \frac{\text{arctg } 0,40}{\cos 30} = 25^\circ.$$

Напряжение растяжения (сжатия) $\sigma = 90$ МПа.

Находим длину ключа по формуле 42:

$$L = \frac{78235,28 [11,7 \cdot \text{tg}(12^\circ + 25^\circ)]}{50} = 12 \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр гайки проверяют на растяжение (сжатие) по формуле 46:

$$d = c \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (46)$$

где: c – коэффициент для основной метрической резьбы, $c = 1,4$;

P – сила на конце гайки, которая находится по формуле 47:

$$P = \frac{P_1 L}{r_{cp} \text{tg}(\alpha + \varphi)}, \quad (47)$$

$$P = \frac{50 \cdot 12}{11,7 \cdot \text{tg}(12^\circ + 25^\circ)} = 77,9 \text{ Н.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 147 |

Номинальный диаметр гайки равен:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{77,9}{90}} = 1,3.$$

Момент, развиваемый на ключе, для получения заданной силы Р:

$$M = r_{cp} P \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + M_{тр}, \quad (48)$$

где: $M_{тр}$ – момент трения на опорном торце гайки.

Момент трения на опорном торце гайки, в свою очередь, рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{тр} = \frac{1}{3} f P \frac{D_y^3 - d_d^3}{D_y^2 - d_d^2}, \quad (49)$$

где: f – коэффициент трения-скольжения, при закреплении $f = 0,16 \dots 0,21$, при раскреплении $f = 0,24 \dots 0,30$;

D_y – наружный диаметр трущейся поверхности гайки;

d_d – диаметр резьбы гайки.

$$M_{тр} = \frac{1}{3} \cdot 0,19 \cdot 77,9 \frac{25^3 - 12^3}{25^2 - 12^2} = 142,43 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

В итоге, находим момент, развиваемый на рукоятке ключа, для получения заданной силы Р по формуле 47:

$$M = 11,7 \cdot 77,9 \cdot \operatorname{tg}(12^\circ + 25^\circ) + 142,43 = 743,97 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Расчет фрезерного приспособления для операции 020Б «Фрезерная с ЧПУ»

Расчетная схема силы закрепления P_3

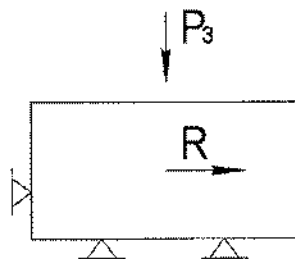


Рисунок 50 – Схема силы закрепления станочного приспособления

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 148 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Зажимные механизмы предупреждают перемещение заготовок относительно опор станочного приспособления. Силу закрепления P_3 определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. При расчетах P_3 всегда учитывают силы резания, реакции опор, силы трения (или соответствующие моменты). Дополнительно учитывают силу тяжести (при обработке массивных или не вертикально установленных заготовок), силы инерции (при обработке в быстровращающихся станочных приспособлениях, работающих с резкими ускорениями и торможениями, в реверсом).

Расчет фрезерного приспособления для операции 020 А «Фрезерная с ЧПУ»

Расчетная схема силы закрепления P_3

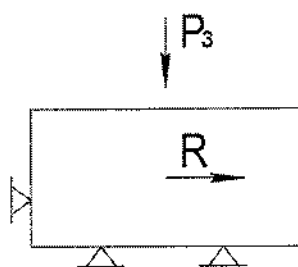


Рисунок 49 – Схема силы закрепления станочного приспособления

В зажимном механизме существует линейная зависимость между силой закрепления и перемещением.

Сдвигу заготовки под действием силы резания R препятствуют силы трения (не показаны), возникающие в местах контактов заготовки с опорами и зажимного механизма.

Силу закрепления рассчитываем по формуле:

$$P_3 = \frac{KR}{f_1 + f_2}, \quad (40)$$

где: R – сила резания;

K – коэффициент запаса;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|-------------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист 144 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

f_1 и f_2 - коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и зажимного механизма.

Коэффициент запаса K вводят при вычислении силы P_3 для обеспечения надежного закрепления заготовки:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (41)$$

В формуле использованы следующие коэффициенты.

Коэффициент гарантированного запаса $K_0 = 1,5$.

Коэффициент K_1 учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях: $K_1 = 1,2$ при черновой обработке и $K_1 = 1$ при чистовой обработке.

Коэффициент K_2 характеризует увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента. Значение этого коэффициента находим по таблице (уч.пособия.).

Коэффициент K_3 учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. При прерывистых точении и торцовом фрезеровании $K_3 = 1,2$.

Коэффициент K_4 характеризует постоянство силы закрепления в зажимном механизме. Для зажимного механизма с ручным приводом, а также с пневмо- и гидроцилиндрами одностороннего действия $K_4 = 1,3$. Если на силу закрепления влияют отклонения размеров заготовки, что имеет место при использовании пневмокамер, пневморычажных систем, приспособлений с упругими элементами (мембранные, гидропластмассовые и др.), $K_4 = 1,2$. при использовании пневмо и гидроцилиндров двойного действия, электромеханических, магнитных и вакуумных зажимных механизмов $K_4 = 1,0$.

Коэффициент K_5 характеризует эргономику ручных зажимных механизмов. При неудобном расположении и угле поворота рукоятки более 90° $K_5 = 1,2$; при удобном расположении и малом угле поворота рукоятки $K_5 = 1,0$.

Коэффициент K_6 учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры. При установке заготовки на штыри $K_6 = 1,0$; при установке на опорные пластинки – $K_6 = 1,5$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 145 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Силу закрепления рассчитываем по формуле:

$$P_3 = \frac{KR}{f_1 + f_2}, \quad (50)$$

где R – сила резания;

K – коэффициент запаса;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и зажимного механизма.

Коэффициент запаса K вводят при вычислении силы P_3 для обеспечения надежного закрепления заготовки:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (51)$$

где: K_0 – коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента. Значение этого коэффициента находим по таблице .

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При прерывистых точении и торцовом фрезеровании $K_3 = 1,2$.

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в зажимном механизме. Для зажимного механизма с ручным приводом, а также с пневмо- и гидроцилиндрами одностороннего действия $K_4 = 1,3$.

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику ручных зажимных механизмов, $K_5 = 1,2$

K_6 – коэффициент, который учитывают только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры. При установке заготовки на штыри $K_6 = 1,0$.

Принимаем:

$$K_0 = 1,5$$

$$K_1 = 1,2$$

$$K_2 = 1,7$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 149 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

$$K3 = 1,2$$

$$K4 = 1,3$$

$$K5 = 1,2$$

$$K6 = 1,0$$

Рассчитываем коэффициент запаса:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 5,7.$$

Сила резания $R = 3383,01$ Н.

Коэффициенты трения $f_1 = 0,16$ и $f_2 = 0,23$.

Находим силу закрепления:

$$P_z = \frac{5,7 \cdot 3383,01}{0,16 + 0,23} = 49443,99 \text{ Н.}$$

Длину ключа рассчитываем по формуле:

$$L = \frac{P_z [r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)]}{P_1}, \quad (52)$$

где P_1 – усилие рабочего, приложенное к концу ключа;

r_{cp} – средний радиус резьбы;

α – угол подъема резьбы;

φ – угол трения в резьбе;

σ – напряжение растяжения (сжатия), для гаек из стали 45 $\sigma = 80 \dots 100$ МПа.

Усилие руки рабочего не должно превышать 117 Н (12 кг · с), а в нашем случае $P_1 = 50$ Н.

Средний радиус резьбы находим по формуле:

$$r_{cp} = \frac{0,5(d + d_1)}{2}, \quad (53)$$

где d – наружный диаметр гайки;

d_1 – внутренний диаметр гайки.

$$r_{cp} = \frac{0,5(34,6 + 38)}{2} = 18,2.$$

Угол подъема резьбы рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{\operatorname{arctg} S_n}{\pi d_2}, \quad (54)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 150 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

где S – шаг резьбы;

n – число заходов резьбы;

d_2 – средний диаметр резьбы, $d_2 = 0,5(d + d_1) = 0,5(34,6 + 38) = 36,3$.

$$\alpha = \frac{\operatorname{arctg} 30 \cdot 10}{3,14 \cdot 36,3} = 8^\circ.$$

Угол трения в резьбе находим из выражения:

$$\varphi = \frac{\operatorname{arctg} f}{\cos \delta}, \quad (55)$$

где f – коэффициент трения;

δ – угол наклона рабочей стороны профиля резьбы, $\delta = 30^\circ$.

$$\varphi = \frac{\operatorname{arctg} 0,40}{\cos 30} = 25^\circ.$$

Напряжение растяжения (сжатия) $\sigma = 90$ МПа.

Находим длину ключа:

$$L = \frac{4944399[18,2 \cdot \operatorname{tg}(8^\circ + 25^\circ)]}{50} = 11 \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр гайки проверяют на растяжение (сжатие) по формуле:

$$d = c \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \quad (56)$$

где c – коэффициент для основной метрической резьбы, $c = 1,4$;

P – сила на конце гайки, которая находится по формуле:

$$P = \frac{P_1 L}{r_{\varphi} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}$$

$$P = \frac{50 \cdot 11}{18,2 \cdot \operatorname{tg}(8^\circ + 25^\circ)} = 46,49 \text{ Н.}$$

Номинальный диаметр гайки равен:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{46,49}{90}} = 1,01.$$

Момент, развиваемый на ключе, для получения заданной силы P :

$$M = r_{\varphi} P \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + M_{\text{тр}}, \quad (57)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 151 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

где $M_{тр}$ – момент трения на опорном торце гайки.

Момент трения на опорном торце гайки, в свою очередь, рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{тр} = \frac{1}{3} f P \frac{D_y^3 - d_d^3}{D_y^2 - d_d^2}, \quad (58)$$

где f – коэффициент трения-скольжения, при закреплении $f = 0,16 \dots 0,21$, при раскреплении $f = 0,24 \dots 0,30$;

D_n – наружный диаметр трущейся поверхности гайки;

d_b – диаметр резьбы гайки.

$$M_{тр} = \frac{1}{3} \cdot 0,19 \cdot 46,49 \frac{38^3 - 20^2}{38^2 - 20^2} = 132,01 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

В итоге, находим момент, развиваемый на рукоятке ключа, для получения заданной силы P :

$$M = 18,2 \cdot 46,49 \cdot \text{tg}(8^\circ + 25^\circ) + 132,01 = 681,99 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Анализ проектной конструкции показывает следующее:

- в представленной схеме полностью реализованы ограничения и требуемые технические условия,
- конструкция станочного приспособления обеспечивает подход режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям,
- конструкция позволяет обрабатывать деталь на других станках, фрезерных с ЧПУ и на многоцелевых станках.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 152 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

3.2 Проектирование контрольного приспособления

Описание работы контрольного приспособления

Для определения качества обработанных деталей на их соответствие техническим требованиям и размерам чертежа для предупреждения появления брака в процессе обработки участок обеспечивается средствами контроля, контролерами ОТК. На участке применяется два вида контроля: промежуточный и окончательный. Промежуточный контроль осуществляется рабочим, окончательный, контролёром на контрольном пункте. Кроме этого контролёрами проводится летучий контроль на отдельных операциях. Окончательная приёмка деталей производится на контрольном пункте, где находится все средства измерения.

Для проверки взаимного расположения поверхностей применяются контрольные приспособления; Для размеров – предельный измерительный инструмент: пластины, скобы, шаблоны, кольца, пробки.

Оснащение участка средствами измерений производится из кладовой мерительного инструмента. Цеховой контрольно-проверочный пункт производит периодические проверки и контроль годности мерительного инструмента по правилам эксплуатации контрольной оснастки.

Для профилактического контроля деталей разработан график периодических проверок. Проверки выполняются мастером участка, мастером ОТК, технологом. Нарушения устраняет наладчик или соответствующие службы цеха.

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машин. Приспособления для проверки деталей применяют на промежуточных этапах обработки и для окончательной приемки, выявляя точность размеров, взаимного расположения поверхностей и правильность их геометрической формы. Контрольные приспособления повышают производительность труда контролера, улучшают условия их работы, повышают качество и объективность контроля.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 153 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Для проверки небольших и средних деталей применяют стационарные контрольные приспособления, а для крупных—переносные. Наряду с одномерными находят широкое применение многомерные приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на операционные и межоперационные. Пассивные применяют после выполнения операций обработки. Активные устанавливают на станках; они контролируют детали в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или рабочему на прекращение обработки.

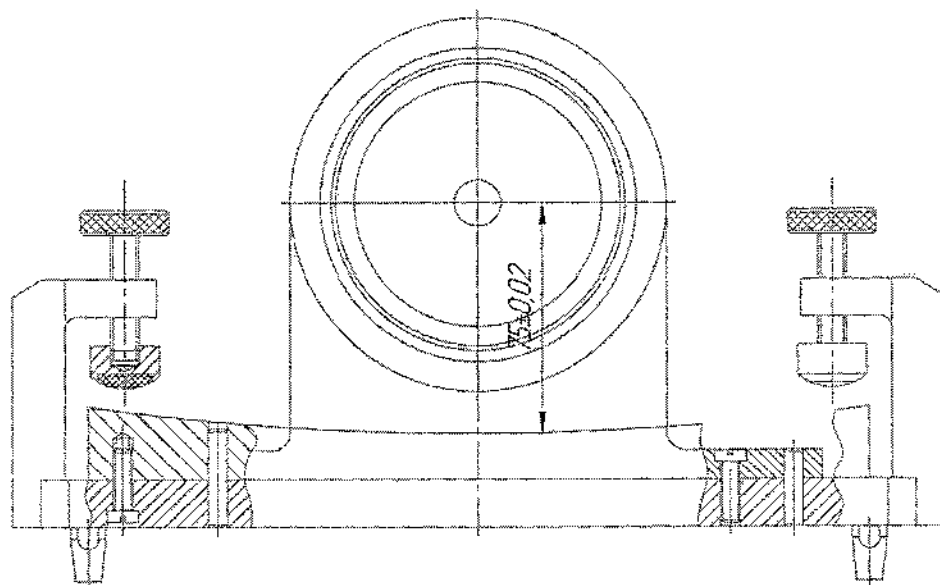


Рисунок 51 –Калибр 909 ВУ 8159-6336

Контрольные приспособления должны обеспечивать заданную точность и производительность контроля, быть удобными в эксплуатации, простыми в изготовлении, надежными при длительной работе и экономичными.

Контрольное приспособление для проверки кронштейна проверяет поверхность радиусом R 909.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 154 |

Расчет и проектирование контрольного приспособления

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машин. Приспособления для проверки деталей применяют на промежуточных этапах обработки и для окончательной приемки, выявляя точность размеров, взаимного положения поверхностей и правильность их геометрической формы. Контрольные приспособления повышают производительность труда контролера, улучшают условия их работы, повышают качество и объективность контроля.

Высокая точность современных машин обуславливает использование в контрольных приспособлениях измерителей высокой чувствительности и важность правильного выбора принципиальной схемы и конструкции приспособления большое влияние оказывает заданная производительность контроля. При 100%-ной проверке деталей в поточном производстве время контроля не должно превышать темпа работы поточной линии. Для выборочного контроля деталей при стабильных технологических процессах их изготовления к производительности контрольного приспособления могут быть снижены.

Контрольное приспособление состоит из установочных, зажимных, измерительных и вспомогательных элементов, смонтированных в корпусе приспособления. На установочные элементы (опоры) ставят проверяемую деталь, заготовку (узел) своими измерительными базами в процессе контроля.

Зажимные устройства в контрольных приспособлениях предупреждают смещения установленной для проверки детали (узла) относительно измерительного устройства и обеспечивают плотный контакт установочных баз детали с опорными приспособлениями. Для предупреждения деформация проверяемых изделий силы закрепления должны быть небольшими, а их величина — стабильна.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 155 |

Деталь устанавливается в приспособление и закрепляется с помощью специальных зажимов, производится проверка перпендикулярности и радиуса R909.

Деталь устанавливается в приспособление с базированием по отверстию и радиусной поверхности. На основании приспособления установлены два платика, на которых находятся винты с пятой. А также на основании установлены шаблон и кронштейн с калибром-пробкой. Деталь базируется отверстием на пробку, а лапками на шаблон, затем лапки поджимаются пятами. Зазор между деталью и шаблоном, если он присутствует, замеряется щупами.

Расчет приспособления заключается в определении погрешностей измерения, которые должны составлять не более 25 % от допуска на измеряемый параметр.

Погрешность измерения – разность между показателями контрольного приспособления и действительными значениями проверяемых величин.

Погрешность контрольного приспособления определяется путём последовательных вычислений погрешностей составляющих общую погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{\epsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_z^2 + \Delta_n^2} \quad , \quad (59)$$

где ϵ – погрешность положения детали в контрольном приспособлении;

Δ_p - погрешность передаточных устройств;

Δ_z - погрешность изготовления эталона;

Δ_n - неточность показаний измерительного прибора.

$$\Delta_{\text{изм}} \leq [\Delta]_{\text{изм}} \quad (60)$$

$$[\Delta]_{\text{изм}} = k \cdot T,$$

где T – технологический допуск;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 156 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

k – коэффициент, зависящий от точности обработки и равный 0,25 для IT8, IT9.

Так как данное контрольное приспособление контролирует один параметр, то необходимо рассчитать одну погрешность измерения.

При проверке размера 75 мм и R909 мм погрешность измерения складывается из погрешности установки и погрешности измерительного устройства.

Погрешность установки:

Максимальный зазор для $\varnothing 94,684$ мм по посадке P7/h6 по «таблице предельных отклонений отверстий и валов»:

$$Z_{\max} = 94,684 - 94,672 = 0,012 \text{ мм.}$$

$$Z_{\max} = \varepsilon$$

Погрешность передаточных устройств равна 0.

Погрешность эталона $\Delta_{\text{э}} = 0,005$ мм.

Неточность показаний измерительного прибора $\Delta_{\text{п}} = 0,05$ мм /2, с. 482/.

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{0,012^2 + 0,005^2 + 0,05^2} = 0,002$$

$$[\Delta_{\text{изм}}] = 0,25 \cdot 0,04 = 0,01$$

По формуле 60:

$$0,002 \leq 0,01$$

Исходя из результатов расчета погрешности измерения всех проверяемых параметров, можно сделать вывод, что данное контрольное приспособление обеспечивает достоверность измерений.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 157 |

3.3 Проектирование режущего инструмента

Основными показателями, определяющими конкурентоспособность продукции, являются ее высокие потребительские свойства и малая стоимость. Высокое качество новой продукции и быстрый переход на ее выпуск обеспечивают многооперационные станки и гибкие автоматические линии. Однако большая стоимость оборудования ведет к росту себестоимости продукции, что делает ее не конкурентоспособной. Одним из эффективных путей снижения себестоимости продукции является концентрация переходов и сокращение времени обработки. Наиболее широким классом поверхностей, обрабатываемых на гибких автоматических линиях и многооперационных станках, являются отверстия, которые составляют до 75% от всех обрабатываемых поверхностей. Существенно повысить производительность обработки таких отверстий можно за счет применения комбинированных режущих инструментов и специализированных инструментов. Возникает необходимость в анализе методик проектирования, как одномерных, так и комбинированных осевых режущих инструментов.

Одной из задач современного производства является повышение его производительности, а это, в свою очередь приводит к увеличению удельного объема металла, снимаемого режущими кромками инструмента в единицу времени. Поэтому уже на этапе проектирования инструмента необходимо учитывать параметры процесса обработки.

Расчет концевой фрезы для фрезерования на станке МЦ-1

Фреза – лезвийный инструмент для обработки с вращательным главным движением резания инструмента без возможности изменения радиуса траектории этого движения и хотя бы с одним движением подачи, направление которого не совпадают с осью вращения. Фрезы представляют собой тела вращения с формой производящей поверхности, зависящей от формы

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 158 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

обрабатываемой поверхности и расположения оси фрезы относительно детали. При работе производящая поверхность фрезы с образованными на ней зубьями касается обрабатываемой поверхности.

Фрезерование является одним из наиболее распространенных методов обработки. По уровню производительности фрезерование уступает только наружному протягиванию.

Отклонения размеров детали после обработки фрезерованием могут находиться в пределах 7 – 9-го квалитетов при параметрах шероховатости до $Ra = 1,25$ мкм.

Фрезы отличаются большим разнообразием типов, форм и назначения как стандартизированных, используемых на универсальных фрезерных станках, так и специальных, проектируемых для обработки конкретных изделий.

Различают фрезы: цилиндрические, торцевые, угловые, фасонные, дисковые и концевые; прямозубые, косозубые и с винтовым зубом; цельные, составные, сборные и наборные; острозаточенные и затылованные.

При обработке алюминиевых сплавов необходимы большие положительные передние и задние углы, чтобы избежать образования нароста, вибраций и выкрашиваний режущих кромок.

Расчет концевой фрезы

1. Исходные данные:

Материал детали – алюминиевый деформируемый сплав АМг6;

Шероховатость поверхности после фрезерования $Rz = 40$ мкм;

Станок модели МЦ-1;

Характер производства - серийный.

2. Выбор и обоснование материала режущей части фрезы

По таблице поверхность с заданной шероховатостью $Rz = 40$ мкм относится к 3 группе качества.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 159 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

По приложению 2 /5/ для алюминиевого сплава АМг6 для серийного производства рекомендуется в качестве материала фрезы применять сталь марки Р6М5.

Пользуясь указаниями с.14 /5/, принимаем сварную конструкцию. Материал хвостовика - сталь 45. Тип хвостовика принимаем с конусом Морзе 5 с резьбовым отверстием М20 для затяжного болта. Направление винтовых канавок противоположно направлению вращения фрезы. Это обеспечивает лучший отвод стружки и получение положительных передних углов на торцевых зубьях. Сила резания, допускаемая прочностью хвостовика на разрыв, определяется по приложению 3 /5/.

$R_{хв.} = 25620$ кг.

Все остальные размеры хвостовика принимаем по ГОСТу 4044-70.

3. Расчет режимов резания на операцию фрезерования

Режимы резания приведены в таблице 6:

подача на зуб $S_Z = 0,08$ мм/об.;

подача минутная $S_m = 100$ мм/об.

Общее число зубьев $z = 3$.

Припуск на обработку 1,5 мм.

4. Расчет геометрических параметров фрезы

для диаметра фрезы $D = 40$ мм., длина фрезы $L = 305$ мм., длина режущей части $l = 90$ мм., угол наклона стружечных канавок $\omega = 400$. ГОСТ 15878-79.

Для обработки наружного контура детали используется концевая фреза ВУ 2223-1051 (рисунок 52).

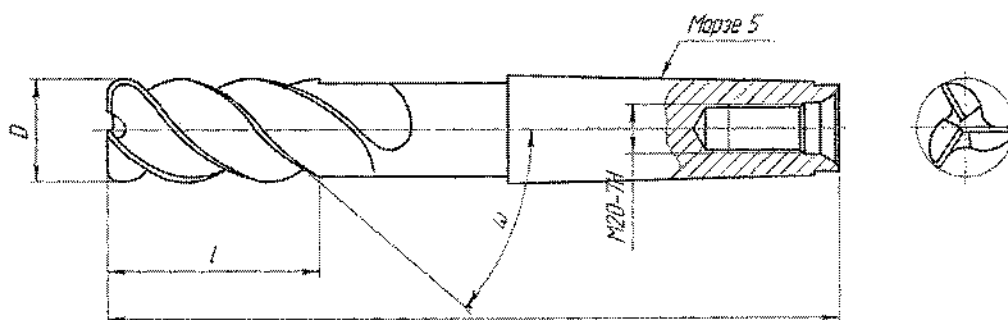


Рисунок 52- Фреза концевая

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 160 |

длина фрезы $L = 305$ мм.,
 длина режущей части $l = 90$ мм.,
 диаметр фрезы $D = 40$ мм.,
 задний угол $\alpha = 150$,
 передний угол $\gamma = 150$,
 угол стружечной канавки $\theta = 500$,
 угол наклона стружечных канавок $\omega = 400$,
 ширина вершины зуба $f = 2,5$ мм.,
 высота зуба $H = 11,5$ мм.

Расчет специальной фрезы

Специальный инструмент проектируется целенаправленно под конкретную операцию и получаемую поверхность.

Фреза специальная предназначена для обработки наружной поверхности лапок ВУ 2280-6191 (рисунок 53).

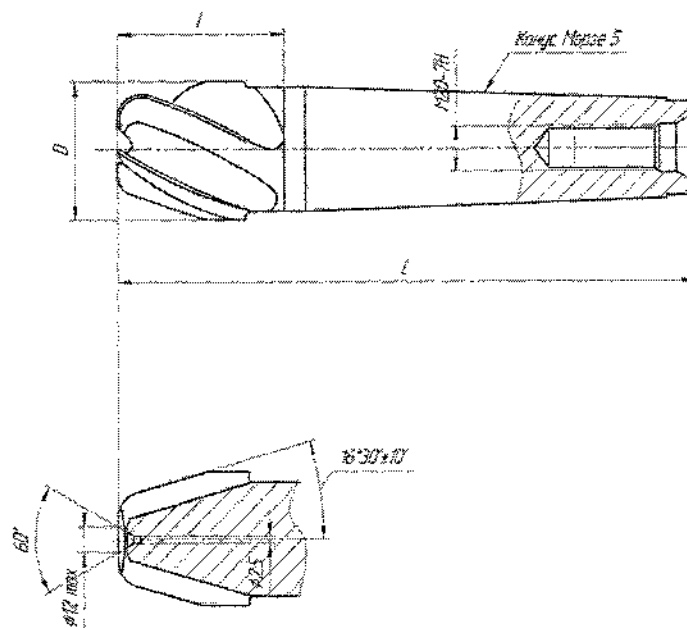


Рисунок 53- Фреза специальная

1. Исходные данные

Материал детали – алюминиевый деформируемый сплав АМгб;

Шероховатость поверхности после фрезерования $Rz = 40$ мкм;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 161 |

Станок модели МЦ-1;

Характер производства - серийный.

2. Выбор и обоснование материала режущей части фрезы

По таблице 10 /5/ поверхность с заданной шероховатостью $Rz = 40$ мкм относится к 3 группе качества.

3. Расчет режимов резания на операцию фрезерования наружной поверхности лапок

Режимы резания приведены в таблице 11:

подача на зуб $S_z = 0,15$ мм/об.;

подача минутная $S_m = 250$ мм/об.

Общее число зубьев $z = 4$.

4. Расчет геометрических параметров фрезы

Поскольку конструкция фрезы напоминает концевую фрезу, диаметр фрезы выбираем из стандартного ряда диаметров концевых фрез $D = 50$ мм., длина фрезы $L = 200$ мм., длина режущей части $l = 45$ мм., угол наклона стружечных канавок $\omega = 30^\circ$.

По рекомендациям приложения 2 /5/ задний угол выбираем равным $\alpha = 20^\circ$, передний угол $\gamma = 15^\circ$, угол стружечной канавки $\theta = 80^\circ$, ширина вершины зуба $f = 3$ мм., высота зуба $H = 10$ мм, радиус закругления дна впадины $r_1 = 6$ мм.

На фрезе делается «скос» в плоскости параллельной оси инструмента, угол которого равен углу наклона лапки детали $16^\circ 30'$.

Для фрезы применяют сварную конструкцию. Материал режущей части Р6М5, материал хвостовика - сталь 45. Тип хвостовика с конусом

Морзе 5 с резьбовым отверстием М20 для затяжного болта. Направление винтовых канавок противоположно направлению вращения фрезы. Это обеспечивает лучший отвод стружки и получение положительных передних углов на торцевых зубьях. Все остальные размеры хвостовика принимают по ГОСТу 4044-70.

длина фрезы $L = 200$ мм.,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 162 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

длина режущей части $l = 45$ мм.,
 диаметр фрезы $D = 50$ мм.,
 задний угол $\alpha = 200$,
 передний угол $\gamma = 150$,
 угол стружечной канавки $\theta = 800$,
 радиус закругления дна впадины $r_1 = 6$ мм.,
 ширина вершины зуба $f = 3$ мм.,
 высота зуба $H = 10$ мм.

На фрезе делается «скос» в плоскости параллельной оси инструмента, угол которого равен углу наклона лапки детали $16^{\circ}30'$.

В ходе проделанной работы был произведён расчёт и проектирование заданных режущих инструментов – фрезы, разработаны их рабочие чертежи, приведенные в приложении с указанием предельных отклонений размеров деталей и шероховатостей на поверхности инструмента.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 163 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной главе дипломного проекта проходит метод расчёта потребности материалов на заданную программу, с установлением экономически допустимых размеров запасов материалов, с системой их хранения и учёта, а также бесперебойного обеспечения производства, изучаются формы организации, планирования и управления технологическим процессом.

Содержанием по организации, планированию и управлению технологической линией по производству изделий является:

- выбор и обоснование структуры технологических линий с учётом технических характеристик оборудования, его взаимозаменяемости, загрузки, стоимости и перспектив эффективного использования;
- установление системы технического обслуживания производства;
- определение профессионально-квалификационного состава работников;
- определение потребности в сырье, материалах п/ф, комплектующих изделиях, размеров всех видов запасов и пр.;
- определение и обоснование рационального порядка предметов труда, размеров партии и заделов, их движения, состава и объёма незавершенного производства;
- организация управления производством (определение структуры управления штатов и др.);

Таким образом, глава относится к предмету “Организация производства” так будут выполнены изучение организационных форм и методы наиболее прогрессивного и экономически целесообразного использования технических и экономических наук для повышения качества и эффективности хозяйственной деятельности предприятия и в частности проектного участка.

В данной части дипломного проекта произведем расчет технологической себестоимости детали, капитальных вложений, планируемой прибыли, после чего построим график безубыточности производства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 164 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.1 Описание отрасли, завода и его продукции

ОА «Миасский машиностроительный завод» входящее в структуру Федерального космического агентства.

ОА «ММЗ» – промышленное предприятие, выпускающее компоненты ракетных систем и продукцию гражданского назначения, располагающее собственной энергетической базой.

Своими первоочередными задачами на сегодняшний день ОА «ММЗ» считает:

- выполнение Государственного Оборонного Заказа;
- производство и предоставление потребителям высококачественного оборудования и новейших технологий, позволяющих значительно повысить производительность труда;
- удовлетворение населения и предприятий г.Миасса в энергоресурсах (тепловая и электрическая энергия);
- создание благоприятных условий для труда и жизнедеятельности своих работников.

Предприятие располагает высокоточным оборудованием (испытательные стенды, вычислительные центры) и обширным парком станков (токарно-карусельные, токарно-винторезные, вертикально-фрезерные, горизонтально-фрезерные, маятниковые пилы, пресса листогибочные и гидравлические, вальцы, ножницы гильотинные, трубогибочные станки, станки с ЧПУ и т.д.) для выполнения технологических операций любой степени сложности в области машиностроения и приборостроения.

Наличие высококвалифицированных кадров позволяет создать мощный технологический потенциал, базирующийся на новейших научно-технических достижениях оборонной отрасли.

Предприятие ММЗ освоило уникальные технологии в области следующих работ:

- гальванохимическое покрытие черных и цветных металлов, покрытие лакокрасочными и порошковыми материалами;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 165 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- термообработка черных и цветных металлов;
- химико-спектральный анализ металлов и сплавов, проведение неразрушающих методов контроля (рентгеновский и ультразвуковой, цветная дефектоскопия);
- обработка сложных поверхностей на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах;
- глубокая вытяжка нержавеющей сталей;
- изготовление различных деталей с вафельным фоном как на наружной, так и на внутренней поверхности с помощью специального оборудования;
- изготовление деталей из пластмасс и резины;
- плазменная резка; аргонно-дуговая сварка.

Направления деятельности ОА "ММЗ":

- Производство элементов ракетно-космических систем;
- Кондитерское оборудование (линии производства галет, крекера, сахарного печенья, тестомесы, машины формующие, ламинаторы и т.д.);
- Технологическое оборудование для пивоварения (ресторанные пивоварни, минипивзаводы, пивзаводы, варочные порядки, вирпулы, форфасы, ЦКТ и т.д.);
- Емкостное оборудование до 3000 Гл.;
- Термоэлектрические приборы (автохолодильники, кондиционеры и т.д.);
- Алюминиевые отопительные радиаторы;
- Нефтехимическое оборудование (алюминиевые понтоны для резервуаров, купольные крыши для резервуаров, установки налива битума, НПЗ и т.д.);
- Производство особо чистого искусственного кварцевого стекла;
- Производство тепло-и электроэнергии.

Свою историю «ММЗ» начинает с 1959, когда был создан объект №3 в составе Златоустовского машиностроительного завода на производственных площадях в городе Миассе.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 166 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4 февраля 1992 года министерством промышленности РСФСР был подписан приказ об учреждении Миасского машиностроительного завода.

С самого начала своей истории ММЗ работал как предприятие оборонного комплекса. В обстановке строгой секретности уникальное предприятие выпускало изделия оборонного назначения.

На протяжении многих лет, обеспечивая обороноспособность государства, завод динамично развивался, неуклонно наращивая производственные мощности, строились новые корпуса, жилье для работников завода, социальные объекты, приобреталось высокопроизводительное оборудование, внедрялись уникальные технологии.

В период изменения экономической ситуации в конце 80-х начале 90-х годов наличие высокого технического потенциала позволило заводу сделать решительный шаг по новому пути освоения производства гражданской продукции общетехнического назначения, основанной на технологиях двойного применения.

ФГУП «ММЗ» был переименован в ОАО «ММЗ» в 2008 году.

4 февраля 2016г. ФГУП «ММЗ» отмечал свой 24^{ый} день рождения. В этот день был подписан приказ Министерства промышленности РСФСР о выделении объекта №3 ПО ЗМЗ и учреждении Миасского Машиностроительного Завода.

ОА «ММЗ» является одним из оборонных предприятий России - оборонный заказ остается для предприятия основным и составляет 70 процентов от общего объема производства. Свои обязательства по оборонному заказу завод выполняет в полном объеме и без рекламаций по качеству, что подтверждают успешные пуски изделий, разработанных Государственным ракетным центром и московским институтом теплотехники.

Продукция оборонного назначения предприятия:

- корпусные компоненты, а также отдельные узлы морских баллистических ракет;
- корабельная аппаратура управления и контроля морских ракетных комплексов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 167 |

Корабельная аппаратура системы управления и аппаратура управления корабельными системами повседневного и предстартового обслуживания ракетного комплекса представляют собой электронные системы, обеспечивающие прием целеуказания, выработку данных для стрельбы, пуск ракет и управление корабельными системами повседневного и предстартового обслуживания.

На «Миасском машиностроительном заводе» одно из первых мест занимает социальная политика, обеспечивающая работникам завода ряд социальных гарантий.

Проводятся физкультурно-массовая и спортивная работа. Дни здоровья, первенства по зимнему футболу, легкоатлетические соревнования. Традиционным стал конкурс на звание «Лучший по профессии».

На предприятии действуют профсоюзный комитет, молодежный совет.

4.2 Описание цеха и его продукции

Продукцией цеха №26 являются алюминиевые понтоны для нефтехимии и газодобывающей промышленности, корпусные компоненты морских баллистических ракет, корабельную аппаратуру управления и контроля.

Основной вид обработки в цехе №26 – механическая обработка резанием. В цехе преимущественно изготавливаются корпусные детали, которые поступают на сборку, производящуюся в других цехах.

В цехе нет автоматических линий, а оборудование широкоуниверсальное. Для перемещения деталей по участкам применяются тележки и электрокары.

Оборудование в цехе большей частью изношено, так как фактический срок службы многих станков превышает допустимый (срок службы некоторых станков превышает 30 лет).

Объектом данного дипломного проекта является участок обработки кронштейна, расположенный в цехе №26. Описание детали и технология ее изготовления приведены в технологическом разделе. В экономическом разделе

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 168 |

производится оценка целесообразности внедрения проектного технологического процесса производства данной детали вместо базового.

4.3 Расчет проектно-конструкторских затрат

4.3.1 Материалы и ПККИ

Затраты по статье "Материалы и ПККИ" рассчитаны исходя из потребностей на сырье и материалы, покупные изделия и полуфабрикаты, вспомогательные материалы, комплектующие изделия, пакеты прикладных программ, дискеты, ватман и др. по цене приобретения без НДС.

Расчет затрат на материалы и ПККИ приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет затрат на материалы и ПККИ

| Наименование материалов, ПККИ и других материальных ресурсов | Единица измерения | Количество | Цена единицы, руб. (без НДС) | Сумма, руб. | Обоснование |
|--|-------------------|------------|------------------------------|-------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Флеш-накопитель | шт. | 1 | 508,47 | 508,47 | прайс — листы |
| Всего | | | | 508,47 | |

4.3.2 Расходы на оплату труда

Расходы на оплату труда определены исходя из среднемесячного размера расходов на оплату труда одного работника и трудоемкости работ. С учетом премии и территориального коэффициента среднемесячный размер расходов на оплату труда одного работника (ЗП ср.) составит:

$$\text{ЗП ср.} = \text{О} * \text{Кпр} * \text{Кterr} = 11000 * 1,5 * 1,25 = 20625 \text{ рублей,}$$

где: О - окладная часть (9500 рублей в месяц),

Кпр - премиальный коэффициент (1,5),

К терр - территориальный коэффициент (уральские -1,25).

Продолжительность и трудоемкость проводимых работ определяется в соответствии с календарным планом, приведенном в таблице 20.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 169 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 20 – Календарный план проведения работ

| № | Наименование работ | Срок выполнения | | Трудоёмкость (чел/час) |
|-----|--|-----------------|------------|------------------------|
| | | начало | окончание | |
| п/п | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Получение и анализ задания на разработку | 01.02.2016 | 08.02.2016 | 48 |
| 2. | Подбор, изучение научно-технической литературы, подготовка материалов и справочных данных | 09.02.2016 | 15.02.2016 | 40 |
| 3. | Ознакомление с технологическим процессом | 16.02.2016 | 01.03.2016 | 71 |
| 4. | Визуальное ознакомление со станками, инструментом, приспособлением, планировкой участка, ознакомление со схемами | 02.03.2016 | 18.03.2016 | 87 |
| 5. | Визуальное ознакомление с операциями механической обработки | 19.03.2016 | 31.03.2016 | 72 |
| 6. | Подбор станков, приспособления для улучшения технологического процесса | 01.04.2016 | 18.04.2016 | 112 |
| 7. | Проектирование планировки участка механической обработки | 19.04.2016 | 03.05.2016 | 63 |
| 8. | Технико-экономическое обоснование стоимости разработки | 04.05.2016 | 06.05.2016 | 24 |
| 9. | Обоснование раздела "Безопасность жизнедеятельности" | 07.05.2016 | 12.05.2016 | 24 |
| 10. | Анализ разработки, выводы и оформление проекта | 13.05.2016 | 30.05.2016 | 112 |
| | ИТОГО: | | | 653 |

При среднем количестве часов в месяц в 2016 году - 166 часов в месяц продолжительность работ в месяцах будет составлять 3,9 месяца (656/166).

Полные расходы на оплату труда приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет расходов на оплату труда

| № этапа работ по теме | Сроки | | Продолжительность (мес.) | Категория работающих ИТР и служащие | | | |
|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|--|-------------------------|
| | Начало | Окончание | | Кол-во участников (чел.) | Трудоёмкость (чел/мес) | Среднемесячный размер расходов на оплату труда одного человека в месяц | Расходы на оплату труда |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 01.02.16 | 30.05.16 | 3,9 | 1 | 3,9 | 20625 | 80437,5 |

4.3.3 Отчисления на социальные нужды

В соответствии с Налоговым кодексом РФ (часть вторая) установлен единый социальный налог по ставке 26% от расходов на оплату труда.

Кроме того, предприятие производит отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Для ОАО «Миасский Машиностроительный Завод» размер страхового тарифа, указанный в страховом свидетельстве равен 0,2.

Таким образом, суммарный тариф отчислений на социальные нужды составит для ММЗ $26,0\% + 0,2\% = 26,2\%$ от суммы расходов на оплату труда.

Размер отчислений на социальные нужды составит:

$$80437,5 * 0,262 = 21074,625 \text{ рублей}$$

4.3.4 Командировочные расходы

Нормы возмещения командировочных расходов:

- оплата найма жилого помещения - по фактическим расходам, подтвержденным соответствующими документами, но не более 1000 руб. в сутки, а при отсутствии документов - в размере 150 руб. в сутки;

- оплата суточных - 550 руб. за каждый день нахождения в командировке;

- оплата проезда - по представленным проездным документам.

В нашем случае затраты отсутствуют.

4.3.5 Накладные расходы

Сюда относятся:

- расходы на содержание аппарата работников управления;
- содержание зданий, сооружений, инвентаря общехозяйственного назначения;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 171 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- конторские, типографские, почтово-телеграфные и телефонные расходы;
- плата (или содержание) за пожарную, военизированную и сторожевую охрану;
- плата за аренду в случае аренды отдельных объектов основных производственных фондов;
- оплата услуг связи, вычислительных центров, банков;
- оплата работ по сертификации продукции;
- затраты на обеспечение нормальных условий труда и техники безопасности.

Накладные расходы определяются индивидуально по каждому предприятию и зависят от вида деятельности и составляют 174 % от расходов на оплату труда.

$$\text{Накладные расходы} = 80437,5 * 1,74 = 139961,25 \text{ рублей}$$

4.3.6 Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями

Затраты сторонних организаций обосновываются расчетом договорных цен выполняемых ими работ и сопровождаются процессом согласования с учетом их отраслевых особенностей.

В нашем случае затраты отсутствуют.

4.3.7 Структура цены

Себестоимость собственных работ составляет сумму всех вышеперечисленных статей за исключением статьи «Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями».

Плановая прибыль определяется в размере 20 % от себестоимости собственных работ.

Плановая структура цены представлена в таблице 22.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 172 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 22 – Плановая структура цены

| № | Наименование статей затрат | Всего | Доля в полной себестоимости в % |
|-----|--|-----------|---------------------------------|
| п/п | | | |
| 1 | Материалы и ПКИ | 508,47 | 0,21 |
| 2 | Расходы на оплату труда | 80437,50 | 33,25 |
| 3 | Отчисления на социальные нужды(26%+0,2%=26,2%) от расходов на оплату труда | 21074,62 | 8,70 |
| 4 | Прочие прямые расходы (расходы на служебные командировки) | 0,00 | 0,00 |
| 5 | Накладные расходы (174% от расходов на оплату труда) | 139961,25 | 57,84 |
| | <i>Итого себестоимость собственных работ</i> | 241981,84 | |
| 6 | Затраты по работам, выполняемым сторонними организациями и предприятиями | 0,00 | 0,00 |
| | <i>Итого полная себестоимость</i> | 241981,84 | 100,00 |
| 7 | Прибыль 20% от себестоимости собственных работ | 48396,37 | |
| 8 | Цена | 290378,20 | |
| 9 | НДС 18% | 52268,00 | |
| 10 | Цена реализации (Цена + НДС) | 342646,27 | |

4.4 Расчет ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения

4.4.1 Сравнение базового и проектного вариантов техпроцесса

4.4.1.1 Определение годовой программы запуска изделия

Выбор формы организации производства предопределяет годовая производственная программа выпуска изделий Q3

$$Q3 = QB(1 + \alpha + \beta), \text{ шт.} \quad (61)$$

где QB - годовая программа выпуска изделий, шт.

α, β - коэффициенты, учитывающие расход изделий на опытные, контрольные образцы, технологические испытания и наладку.

$$Q3 = 62(1 + 0,01) = 68,2 \text{ (68шт)}$$

4.4.1.2 Форма организации производственного процесса

Обработка детали предусматривается на однопредметной поточной линии.

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 173 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

Основными признаками поточного производства являются:

расчленение технологического процесса изготовления продукции на более или менее простые операции, закрепление их за отдельными рабочими местами или группой одинаковых рабочих мест;

расположение рабочих мест в последовательности технологических операций, исключающее возвратную транспортировку предметов труда при их обработке;

передача предметов труда с операции на операцию с минимальными перерывами поштучно или небольшими партиями по мере выполнения предыдущей операции;

согласованное и ритмичное выполнение всех операций, операции по продолжительности равны или кратны друг другу;

применение для передачи предметов труда с операции на операцию специальных транспортных средств - конвейеров.

Основные этапы организации и проектирования поточного производства:

Определение программы выпуска и запуска изделий в производство, учитываются потребности не только на комплектацию готовой продукции, но и на опытные, контрольные образцы, технологические испытания и наладку.

Обеспечение синхронизации операций и правильный подбор оборудования.

Расчет основных параметров поточной линии (такт, ритм).

Расчет потребности в рабочих местах на операциях.

Мероприятия по окончательной синхронизации операций.

Выбор транспортного средства и окончательная планировка поточной линии.

Определение потребности в производственных рабочих с учетом требований НОТ.

Организация технического обслуживания производства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 174 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.4.1.3 Определение такта рабочей линии

Расчет параметров поточной линии начинается с определения такта линии

$$r = \frac{F_{qo} \cdot 60}{Q^3}, \text{ мин} \quad (62)$$

где F_{qo} - действительный годовой фонд времени работы поточной линии, ч.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяется как:

$$F_{qo} = (F_k - \Pi) \cdot S \cdot h \cdot (1 - k), \text{ ч} \quad (63)$$

где F_k - календарный годовой фонд времени работы оборудования, дни;

Π - праздничные и выходные дни (в соответствии с производственным календарем на текущий год);

S - режим работы оборудования (количество смен);

h - продолжительность рабочего дня (8ч);

k - коэффициент, учитывающий плановые простои оборудования в ремонте (при работе металлорежущего оборудования в одну смену $k=0,02$; в две смены - $k=0,03$; в три смены $k=0,04$)

$$F_{qo} = 247 \cdot 2 \cdot 8 \cdot (1 - 0,03) = 3833,44$$

$$r = \frac{3833,44 \cdot 60}{68,2} = 3416,51$$

Так как штучное время на каждой операции не равно и не кратно такту, то организуется прерывно-поточная линия.

4.4.1.4 Расчет потребности в производственных помещениях

Затраты на содержание площади P_S рассчитываются по формуле:

$$P_S = S \cdot P_{S_1}, \quad (64)$$

где S — площадь участка, м²;

P_{S_1} — расходы на содержание 1 м², руб/м²; $P_{S_1} = 1400$ руб/м².

Площадь базового участка определяется укрупненно, используя следующие нормативы: на один малый станок 12 м² площади с включением

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 175 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

проходов; на один средний станок – 25 м²; на один крупный станок – 50 м². Исходя из этого площадь базового участка равна 1020 м².

Площадь проектируемого участка определяется по планировке и равна 108 м².

$$P_{S \text{ баз}} = 1020 \cdot 1400 = 1428 \text{ тыс. руб.}$$

$$P_{S \text{ проект}} = 108 \cdot 1400 = 308 \text{ тыс. руб.}$$

4.4.1.5 Определение численности производственных рабочих

В состав работающих в механическом цехе входят:

- 1) основные производственные рабочие;
- 2) вспомогательные производственные рабочие;
- 3) руководители;
- 4) специалисты
- 5) служащие.

К основным производственным рабочим механических и сборочных цехов относят:

- станочников;
- слесарей по промежуточным слесарным работам;
- др. рабочих, непосредственно занятых выполнением операций технологического процесса.

Численность основных производственных рабочих определяем расстановкой по числу рабочих мест. При этом следует рассмотреть:

1) возможность совмещенного обслуживания операций при построении графика- регламента работы оборудования поточной линии с учетом режима работы (смен) участка.

2) возможность организации многостаночного обслуживания рабочих мест.

В итоге принимается вариант расстановки рабочих, дающий наименьшую численность при надлежащей загрузке оборудования.

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 176 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

В базовом варианте технологического процесса к каждому станку прикреплен свой рабочий. Т.к. работа идет в 2 смены, то количество рабочих-станочников будет равно 10.

В проектном варианте же количество станков сокращается до 2х единиц, т.е. число станочников будет равно 6.

На слесарную операцию отдельной единицы рабочего не требуется, поэтому и расчет слесарной операции мы не производим.

4.4.2 Расчет затрат на производство и реализацию продукции

4.4.2.1. Расчет потребности и затрат на основное сырье и материалы

Расчет производится исходя из производственной программы запуска изделий и установленной нормы расхода каждого материала на одно изделие.

Затраты по основным материалам на программу выпуска изделия

$$ЗМ = \sum N_m * ЦМ * КТЗ + \sum q * ЦП, \text{ руб.} \quad (65)$$

где N_m - норма расхода основного материала на единицу продукции, кг;

$ЦМ$ - оптовая цена основного материала, руб.;

$КТЗ$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы ($КТЗ = 1,10$);

q - количество полуфабрикатов или покупных изделий;

$ЦП$ - цена полуфабриката, руб.

$$ЗМ = (1,3 - 0,67) \cdot 330 \cdot 1,1 + 62 \cdot 535,79 = 33447,67 \text{ руб.}$$

Величина возвратных отходов $Z_{\text{возвр}}$

$$Z_{\text{возвр}} = \sum НО \cdot ЦО, \quad (66)$$

где $НО$ - масса возвратных отходов, кг.;

$ЦО$ - цена возвратных отходов, руб.

$$Z_{\text{возвр}} = (1,3 - 0,67) \cdot 132 \cdot 62 = 5155,92 \text{ руб.}$$

4.4.2.2 Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на вспомогательные материалы, потребляемые в процессе производства (СОЖ, масло и т.д.) и эксплуатации оборудования примем укрупненно - 2100руб. на один станок в год.

$$Z_{\text{вспом}} = 2100 \cdot 15 = 31500 \text{ руб.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 177 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.4.2.3 Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую электроэнергию, потребляемую на приведение в действие машин, определяется следующим образом:

$$З_{э} = \frac{N \cdot K_N \cdot Y_{ср} \cdot K_{\omega} \cdot Ц_{э} \cdot F_{го}}{КПД}, \quad (67)$$

где N - суммарная мощность оборудования, кВт;

$Y_{ср}$ - средняя загрузка оборудования по времени (коэффициент)

K_N - средняя загрузка оборудования по мощности ($K_N = 0,7 - 0,8$)

K_{ω} - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сетях ($K_{\omega} = 1,05$)

$Ц_{э}$ - цена 1кВтч электроэнергии, руб/кВтч $Ц_{э} = 1,19$ руб/кВтч;

$F_{го}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

КПД - средний КПД электродвигателей (КПД = 0,8-0,95).

$$З_{э_{баз}} = \frac{(62,7 \cdot 0,012 \cdot 0,75 \cdot 1,05 \cdot 1,16 \cdot 3833,44)}{0,9} = 2927,95 \text{ руб}$$

$$З_{э_{баз}} = \frac{(22,55 \cdot 0,012 \cdot 0,75 \cdot 1,05 \cdot 1,16 \cdot 3833,44)}{0,9} = 1754,81 \text{ руб}$$

4.4.3 Расчет фонда заработной платы работающих

4.4.3.1 Расчет фонда заработной платы основных производственных рабочих

Расчет фонда заработной платы основных рабочих необходимо начать с определения прямой (тарифной) заработной платы по сдельным расценкам или тарифным ставкам.

Годовой фонд прямой заработной платы основных рабочих-повременщиков составит

$$ЗП_{прП} = \sum F_{гр} * С_{чi} * Ч_{яв} * K_{мн}, \text{ руб.} \quad (68)$$

где $F_{гр}$ - действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч,

$F_g = 1974$ час.,

$С_{чi}$ - часовая тарифная ставка наибольшего разряда операции, входящей в i -тый многостаночный комплекс, руб/час;

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 178 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

Чяв - явочная численность основных рабочих i- го многостаночного комплекса, чел.;

Кмн - коэффициент доплат за многостаночную работу (обслуживание 2-х станков КМН = 1,0; 3-х станков - 1,1; 4-х станков - 1,2; в нашем случае многостаночное обслуживание отсутствует).

П - число многостаночных комплексов.

За перевыполнение технически обоснованных норм могут основным рабочим планироваться премии по фонду заработной платы 20% -40% от прямой заработной платы, которые учитываются в расчете основной заработной платы.

Кроме того, в расчете основной заработной платы необходимо учитывать районный коэффициент, который для условий Урала составляет 15% от прямой заработной платы, доплаты за работу в ночное время, вечернее - 20% от прямой заработной платы.

Таким образом, годовой фонд основной заработной платы производственных рабочих составит

$$\text{ОЗПпр} = \text{ЗПпр} * (1 * \text{КУ} * \text{Кпрем} * \text{К допл}), \text{руб.} \quad (69)$$

где КУ - районный коэффициент (КУ =1,15);

Кпрем - коэффициент премиальных доплат (Кпрем - 1,2...1,4)

К допл - коэффициент доплат.

К дополнительной заработной плате относятся выплаты за непроработанное время: оплата очередных отпусков, выполнение государственных и общественных обязанностей, ученические дни, оплата простоев по вине администрации. Дополнительная заработная плата устанавливается в процентах от основной з/платы (10% ...12%).

Сумма основной и дополнительной заработной платы составляет Фонд оплаты труда производственных рабочих (ФОТ).

Помимо выплаты заработной платы предприятие обязано производить отчисления на социальное страхование работников:

- 14% от ФОТ - обязательное пенсионное страхование (выделяется из ЕСН с 01.01.2002);

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 179 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

- С 01.01.2001г. уплачивать единый социальный налог (ЕСН) в размере (35,6% - 14%) от ФОТ каждого работающего (в том случае, если годовой доход работающего не превышает 100000 руб., с повышением дохода применяется регрессивная ставка налога) (Налоговый кодекс, часть 2, гл.23.).

Распределение налога производится следующим образом:

14% % от ФОТ - в Пенсионный фонд РФ;

4, 0% от ФОТ - в Фонд социального страхования;

3,6 % от ФОТ - в Фонд обязательного медицинского страхования;

- кроме того, предприятие производит отчисления на социальное страхование работающих от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, ставка отчисления устанавливается в зависимости от принадлежности предприятия к соответствующему классу профессионального риска.

Аналогично рассчитываются ФОТ и отчисления на социальное страхование производственных рабочих. Эти расчеты представлены в таблице 23.

Для станочника 5-го разряда на 020 операции:

$$\text{ЗПпрв} = 1974 \cdot 83 \cdot 1 = 163842 \text{ руб.}$$

$$\text{ОЗПвспом} = 163842 \cdot 1,87 = 306384,5 \text{ руб.}$$

$$\text{ДЗПвспом} = 306384,5 \cdot 0,06 = 18383,07 \text{ руб.}$$

$$\text{ФОТ} = 306384,5 + 18383,07 = 324767,6 \text{ руб.}$$

$$\text{ОТ}_{\text{соц.стр.}} = 0,264 \cdot 324767,6 = 85738,65 \text{ руб.}$$

Для станочника 4-го разряда на 015 операции:

$$\text{ЗПпрв} = 1974 \cdot 72 \cdot 1 = 142128 \text{ руб.}$$

$$\text{ОЗПвспом} = 142128 \cdot 1,87 = 265779,4 \text{ руб.}$$

$$\text{ДЗПвспом} = 265779,4 \cdot 0,06 = 15946,76 \text{ руб.}$$

$$\text{ФОТ} = 15946,76 + 265779,4 = 281726,1 \text{ руб.}$$

$$\text{ОТ}_{\text{соц.стр.}} = 0,264 \cdot 281726,1 = 74375,7 \text{ руб.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 180 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.4.3.2 Расчет фонда заработной платы вспомогательных производственных рабочих

Для проектного варианта принимается 4 наладчика (по 2 наладчика в каждую смену).

Заработная плата (основная и дополнительная) с отчислениями на социальное страхование вспомогательных, занятых обслуживанием оборудования определяется по повременно - премиальной системе.

Годовой фонд прямой заработной платы вспомогательных рабочих

$$ЗПпрВ = F_{гр} \cdot Сч \cdot Ч, \text{ руб.}$$

где $F_{гр}$ - действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч,

$F_g = 1997$ час. (по производственному календарю предприятия);

$Сч$ - средняя часовая тарифная ставка, руб./час;

$Ч$ - численность вспомогательных рабочих, чел.

Основная, дополнительная заработная плата, отчисления на соцстрах рассчитываются аналогично основным производственным рабочим.

Для наладчиков оборудования 3-го разряда:

$$ЗПпрв = 1974 \cdot 77,5 \cdot 4 = 661940 \text{ руб.}$$

$$ОЗПвспом = 661940 \cdot 1,87 = 1144327,8 \text{ руб.}$$

$$ДЗПвспом = 1144327,8 \cdot 0,06 = 68659,67 \text{ руб.}$$

$$ФОТ = 1144327,8 + 68659,67 = 1212987,4 \text{ руб.}$$

$$ОТ_{\text{соц.стр.}} = 0,264 \cdot 1212987,4 = 320228,67 \text{ руб.}$$

Для базового варианта принимается 6 наладчиков (по 3 в каждой смене).

$$ЗПпрв = 1974 \cdot 77,5 \cdot 6 = 917910 \text{ руб.}$$

$$ОЗПвспом = 917910 \cdot 1,87 = 1716491,7 \text{ руб.}$$

$$ДЗПвспом = 1716491,7 \cdot 0,06 = 102989,5 \text{ руб.}$$

$$ФОТ = 1716491,7 + 102989,5 = 1819481,2 \text{ руб.}$$

$$ОТ_{\text{соц.стр.}} = 0,264 \cdot 1819481,2 = 480343,03 \text{ руб.}$$

Аналогично рассчитываются ФОТ и отчисления на социальное страхование вспомогательных рабочих.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 181 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

4.4.3 Расчет фонда заработной платы работников управления цеха и прочего цехового персонала

Фонд оплаты труда специалистов, служащих работающих рассчитывается на основе должностных окладов. Доплаты к месячному должностному окладу включают районный коэффициент (15%) и средний размер премий (40%).

Отчисления на социальное страхование определяются, как и для основных производственных рабочих.

Для мастера:

$$\text{ОЗП}_{\text{служ}} = 14000 \cdot 12 = 168000 \text{ руб.}$$

$$\text{ФОТ} = (168000 \cdot 0,55) + 168000 = 260400 \text{ руб.}$$

$$\text{ОТ}_{\text{соц.стр.}} = 0,368 \cdot 260400 = 95827,2 \text{ руб.}$$

4.4.4 Расчет стоимости основных производственных фондов и амортизационных отчислений

Стоимость основного (технологического) оборудования и оборудования вспомогательных служб, приходящегося на участок, рассчитывается исходя из количества необходимого оборудования и действующих цен, с учетом транспортно-заготовительных расходов (принимаются 8-10% в среднем) и затрат на монтаж - 5-10% от цены оборудования.

Мощность единицы оборудования и число единиц ремонтной сложности определяются по паспорту оборудования.

Для определения стоимости здания, приходящейся на разрабатываемый участок, принимается во внимание его общая и производственная площадь и стоимость 1м³.

Стоимость 1м³ производственных, бытовых, служебных помещений примем равной 4 -кратному размеру минимальной месячной зарплаты. (МРОТ = 2300 рублей).

Т.к. действующее оборудование на участке полностью изношено, то в данном проекте проводится сравнение вариантов внедрения двух технологических процессов изготовления детали кронштейн. Первый вариант предполагает изготовление детали по базовому технологическому процессу, на

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 182 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

новом оборудовании. Второй вариант – спроектированный в данном проекте технологический процесс, выполняемый на новом оборудовании.

Помимо основной заработной платы в проектируемом варианте по сравнению с базовым изменились: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, так как изменились амортизационные отчисления и затраты на силовую электроэнергию; цеховые расходы, так как изменилась площадь участка, а следовательно и затраты на содержание площади.

Значение норм амортизации рассчитаны согласно срокам полезного использования, которые установлены постановлением РФ от 1 января 2002 г. о классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы. Согласно постановлению оборудование отнесено к имуществу со сроком полезного использования свыше 7 лет до 10 лет включительно.

Амортизационные отчисления рассчитываются по способу линейной амортизации исходя из годовых норм амортизации, определенных в соответствии со сроками полезного использования и балансовой стоимости.

$$A = \frac{Na \cdot \Phi б}{100\%}, \quad (70)$$

$$Na = \frac{1}{T_{пу}} \cdot 100\%, \quad (71)$$

где Na - годовая норма амортизации, %;

$\Phi б$ - балансовая стоимость элементов основных производственных фондов, руб.;

$T_{пу}$ - срок полезного использования, лет.

Необходимые для расчетов данные по оборудованию для базового и проектного техпроцессов, предоставленные бюро оборудования проектно-технологического отдела механообрабатывающего производства «ММЗ», приведены в таблице 23 и 24.

Таблица 23 - Данные по оборудованию базового варианта

| № операции | Модель оборудования | Кол-во оборудования | Суммарная мощность, кВт | Суммарная стоимость оборудования, тыс.руб. | Амортизация | |
|------------|---------------------|---------------------|-------------------------|--|-------------|----------|
| | | | | | % | тыс.руб. |
| 010 | 6P83 | 1 | 13,00 | 1900 | 10 | 190 |
| 015 | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 183 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

Продолжение таблицы 23

| | | | | | | |
|-----|-----------|---|-------|------|----|------|
| 020 | | | | | | |
| 025 | | | | | | |
| 030 | | | | | | |
| 035 | 6Н12П | 1 | 10,00 | 1100 | 10 | 110 |
| 040 | 16К20 | 1 | 7,5 | 1400 | 10 | 140 |
| 045 | 243ВМФ2 | 1 | 30,00 | 2100 | 15 | 315 |
| 050 | | | | | | |
| 060 | | | | | | |
| 065 | | | | | | |
| 070 | | | | | | |
| 075 | | | | | | |
| 080 | напильник | - | - | - | - | - |
| 085 | 6Н12П | 1 | 10,00 | 1100 | 10 | 110 |
| 090 | 2А125 | 1 | 2,2 | 1200 | 15 | 180 |
| 095 | | | | | | |
| 100 | напильник | - | - | - | - | - |
| | Итого | 5 | 62,70 | 8800 | | 1045 |

Таблица 24 - Данные по оборудованию проектного варианта

| № операции | Модель оборудования | Кол-во оборудования | Суммарная мощность, кВт | Суммарная стоимость оборудования, тыс.руб. | Амортизация | |
|------------|---------------------|---------------------|-------------------------|--|-------------|-----------|
| | | | | | % | тыс. руб. |
| 005 | ФСМ 250/676 | 1 | 2,3 | 2100 | 15 | 315 |
| 010 | | | | | | |
| 040 | | | | | | |
| 045 | | | | | | |
| 015 | 16К20 | 1 | 7,5 | 1400 | 10 | 140 |
| 020 | МЦ-1 | 1 | 12 | 5500 | 15 | 825 |
| 025 | ГС550 | 1 | 0,75 | 300 | 15 | 45 |
| | Итого | 4 | 22,55 | 9300 | | 1325 |

4.5 Сравнение базового и проектного вариантов техпроцесса

Для определения требуемого количества оборудования и рабочих на операциях исходными данными является время, рассчитанное в пункте 2.3.6.ДП.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|------|
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | 184 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | |

Расчет фонда заработной платы основных рабочих проводится по повременной форме оплаты труда.

Расценка на операцию P_i определяется по формуле:

$$P_i = \frac{t_{шт\max} \cdot C_r}{60}, \text{руб.} \quad (72)$$

где C_r — часовая тарифная ставка, руб/час; для рабочих-станочников 5 разряда $C_r=83$ руб/час.

Расценка на деталь определяется как сумма расценок по многостаночным комплексам и операциям, не вошедших в комплексы:

$$P_{дет} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{штi} \cdot C_{ri}}{60} = \frac{(3,44 + 2,55 + 46,5) \cdot 83}{60} = 72,6 \text{руб.}$$

Основная заработная плата $ЗП_{осн}$ определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = P_{дет} \cdot K, \quad (73)$$

где K — коэффициент, учитывающий премии, надбавки, районный коэффициент; по аналогии с базовым вариантом $K=1,87$.

$$ЗП_{осн} = 72,6 \cdot 1,87 = 135,78 \text{руб.}$$

Для проектного варианта принимается 4 наладчика (по 2 наладчика в каждую смену).

Заработная плата (основная и дополнительная) с отчислениями на социальное страхование вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием оборудования определяется по повременной - премиальной системе.

4.6 Расчет затрат

4.6.1 Расчет затрат при производстве проектной детали

Годовая производственная программа: $N = 62$ шт.

Основные материалы:

$$G_3 = \frac{G_{ш}}{K_M}, \quad (74)$$

где G_3 — масса заготовки (черная), кг — G_3 ;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 185 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$G_{\text{ч}}$ – масса детали (чистая), кг – $G_{\text{ч}} = 1,3$;

КИ – коэффициент использования металла, принимается по заводским данным

– КИ = 0,63

$$G_3 = \frac{1,3}{0,63} = 0,67 \text{ кг}$$

Оптовая цена на штамповку из алюминия 330 рублей/кг.

Соответственно, стоимость одной заготовки весом 1,3 кг равна 429 рублей.

Транспортно-заготовительные расходы:

Обычно равны 2...4% от стоимости материалов:

$$429 \cdot 3\% = 12,87 \text{ руб.}$$

Возвратные отходы (вычитаются):

Цены на лом и отходы металлов (стружка алюминиевая) = 132 руб./кг.

Поэтому, цена лома от одной детали $132 \cdot (1,3 - 0,67) = 83,16 \text{ руб.}$

Основные материалы за вычетом отходов:

$$456,31 - 83,16 = 373,15 \text{ руб.}$$

Топливо и энергия на технологические цели:

Данные затраты исчисляются по нормативам, действующим на предприятии, где проходила преддипломная практика.

Поэтому, затраты на 1 деталь = 28,30 руб.

Основная заработная плата производственных рабочих:

Она отражает прямую заработную плату основных производственных рабочих: по расчетам основных рабочих составляет 135,78 руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 186 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Вычисляется по установленному для данного предприятия проценту к основной заработной плате. Принимаем 13%.

Поэтому, $135,78 \cdot 13\% = 17,65$ руб.

Отчисления на социальные нужды:

Ставка принимается равной 26,4% от основной и дополнительной заработной платы:

$(135,78 + 17,65) \cdot 26,4\% = 40,5$ руб.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования:

Ставка отчислений принимается в пределах 100...300% от основной заработной платы производственных рабочих:

$135,78 \cdot 200\% = 271,56$ руб.

Общехозяйственные расходы:

Вычисляются в процентах к основной заработной плате производственных рабочих (70...100%):

$135,78 \cdot 80\% = 108,624$ руб.

Общезаводские расходы:

Рассчитываются в процентах к основной заработной плате производственных рабочих (50...80%):

$135,78 \cdot 60\% = 81,468$ руб.

Расходы будущих периодов:

Укрупнено величина этих затрат принимается как 2% от цеховой себестоимости.

Цеховая себестоимость – это сумма всех цеховых затрат на данное изделие:

$271,56 + 108,62 = 380,18$ руб.

Соответственно, расходы будущих периодов:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 187 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$380,18 \cdot 2\% = 7,6 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы:

Принимаются в процентах от производственной себестоимости детали, 4...4,5%.

Производственная себестоимость – сумма затрат на производство детали:

$$1077,5 \text{ руб}$$

Поэтому, внепроизводственные расходы:

$$1077,5 \cdot 0,04 = 43,1 \text{ руб.}$$

Таблица 25 - Калькуляция себестоимости изделия (проектная)

| Наименование статей | Затраты | | Структура, % |
|---|-----------------|-------------------------|--------------|
| | на деталь, руб. | на программу, тыс. руб. | |
| Основные материалы за вычетом отходов | 373,15 | 23135,3 | 33,30 |
| Транспортно-заготовительные расходы | 12,87 | 797,94 | 1,15 |
| Топливо и энергия на технологические цели | 28,30 | 1754,6 | 2,53 |
| Основная з/п производственных рабочих | 135,78 | 8418,36 | 12,12 |
| Дополнительная заработная плата | 17,65 | 1094,3 | 1,58 |
| Отчисления на соц. страхование | 40,5 | 2511 | 3,61 |
| Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования | 271,56 | 16836,72 | 24,23 |
| Общехозяйственные расходы | 108,624 | 6734,688 | 9,69 |
| Общезаводские расходы | 81,468 | 5051,016 | 7,27 |
| Расходы будущих периодов | 7,6 | 471,2 | 0,68 |
| ИТОГО производственная себестоимость | 1077,50 | 66805,124 | - |
| Внепроизводственные расходы | 43,1 | 2672,2 | 3,85 |
| ИТОГО полная (коммерческая) себестоимость | 1120,6 | 69477,2 | 100 |

4.6.1 Расчет затрат при производстве проектной детали, производимой на заводе (на основе данных из цеха)

Годовая производственная программа: $N = 62 \text{ шт.}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 188 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Основные материалы: $G_3=1,38\text{кг}$.

Оптовая цена на штамповку из алюминия 330 рублей/кг.
Соответственно, стоимость одной заготовки весом 1,38 кг равна 456,31 рублей.

Транспортно-заготовительные расходы:

Обычно равны 2...4% от стоимости материалов:

Берем данные выданные в цехе: 15,15 руб.

Возвратные отходы (вычитаются):

Цены на лом и отходы металлов = 120 руб/кг.

Поэтому, цена лома от одной детали (по данным цеха) 75,6 руб.

Основные материалы за вычетом отходов:

$$456,31 - 75,6 = 380,71 \text{ руб.}$$

Топливо и энергия на технологические цели:

Данные затраты исчисляются по нормативам, действующим на предприятии, где проходила преддипломная практика.

Поэтому, затраты на 1 деталь = 47,23 руб.

Основная заработная плата производственных рабочих:

Она отражает прямую заработную плату основных производственных рабочих:

По данным цеха $z_{пр} = 155,21 \text{ руб.}$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих:

Вычисляется по установленному для данного предприятия проценту к основной заработной плате. Принимаем по данным цеха равную 20,17 руб.

Отчисления на социальные нужды:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 189 |
| Изм. | Лист | № док.м. | Подпись | Дата | | |

Ставка принимается равной 26,4% от основной и дополнительной заработной платы (по данным полученным в цехе): 46,3 руб.

Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования:

Ставка отчислений принимается в пределах 100...300% от основной заработной платы производственных рабочих:

$$155,21 \cdot 200\% = 310,42 \text{ руб.}$$

Общехеховые расходы:

Вычисляются в процентах к основной заработной плате производственных рабочих (70...100%):

$$155,21 \cdot 80\% = 124,168 \text{ руб.}$$

Общезаводские расходы:

Рассчитываются в процентах к основной заработной плате производственных рабочих (50...80%):

$$155,21 \cdot 60\% = 93,126 \text{ руб.}$$

Расходы будущих периодов:

Укрупнено величина этих затрат принимается как 2% от цеховой себестоимости.

Цеховая себестоимость – это сумма всех цеховых затрат на данное изделие:

$$310,42 + 124,168 = 434,58 \text{ руб.}$$

Соответственно, расходы будущих периодов:

$$434,58 \cdot 2\% = 8,69 \text{ руб.}$$

Внепроизводственные расходы:

Принимаются в процентах от производственной себестоимости детали, 4...4,5%.

Производственная себестоимость – сумма затрат на производство детали:

$$522,1 \text{ руб.}$$

Поэтому, внепроизводственные расходы:

$$522,1 \cdot 0,04 = 20,88 \text{ руб.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 190 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 26 - Калькуляция себестоимости изделия (действующая)

| Наименование статей | Затраты | | Структура, % |
|---|--------------------|-------------------------------|--------------|
| | на деталь, руб. | на программу, тыс. руб. | |
| Основные материалы за вычетом отходов | 380,71 | 23604,02 | 30,48 |
| Транспортно-заготовительные расходы | 15,15 | 939,30 | 1,21 |
| Топливо и энергия на технологические цели | 47,23 | 2927,95 | 3,78 |
| Основная з/п производственных рабочих | 155,21 | 9623,02 | 12,42 |
| Дополнительная заработная плата | 20,17 | 1250,54 | 1,61 |
| Отчисления на соц. страхование | 46,30 | 2870,60 | 3,71 |
| Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования | 310,42 | 19246,04 | 24,85 |
| Общехозяйственные расходы | 124,17 | 7698,42 | 9,94 |
| Общезаводские расходы | 93,13 | 5773,81 | 7,45 |
| Расходы будущих периодов | 8,69 | 538,78 | 0,70 |
| ИТОГО производственная себестоимость | 1201,17 | 74472,48 | - |
| Внепроизводственные расходы | 48,05 | 2978,85 | 3,85 |
| ИТОГО полная (коммерческая) себестоимость | 1249,22 | 77451,33 | 100 |

Таблица 27 - Сравнение калькуляции себестоимости проектного и действующего технологических процессов

| Наименование статей | Действующий ТП | | Проектный ТП | |
|---|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Затраты | | Затраты | |
| | на деталь, руб. | на программу, тыс. руб. | на деталь, руб. | на программу, тыс. руб. |
| Основные материалы за вычетом отходов | 380,71 | 23604,02 | 373,15 | 23135,3 |
| Транспортно-заготовительные расходы | 15,15 | 939,30 | 12,87 | 797,94 |
| Топливо и энергия на технологические цели | 47,23 | 2927,95 | 28,30 | 1754,6 |

Продолжение таблицы 27

| | | | | |
|--|---------|----------|---------|-----------|
| Основная з/п производственных рабочих | 155,21 | 9623,02 | 135,78 | 8418,36 |
| Дополнительная заработная плата | 20,17 | 1250,54 | 17,65 | 1094,3 |
| Отчисления на соц. страхование | 46,30 | 2870,60 | 40,5 | 2511 |
| Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования | 310,42 | 19246,04 | 271,56 | 16836,72 |
| Общехозяйственные расходы | 124,17 | 7698,42 | 108,624 | 6734,688 |
| Общезаводские расходы | 93,13 | 5773,81 | 81,468 | 5051,016 |
| Расходы будущих периодов | 8,69 | 538,78 | 7,6 | 471,2 |
| ИТОГО производственная себестоимость | 1201,17 | 74472,48 | 1077,50 | 66805,124 |
| Внепроизводственные расходы | 48,05 | 2978,85 | 43,1 | 2672,2 |
| ИТОГО полная (коммерческая) себестоимость | 1249,22 | 77451,33 | 1120,6 | 69477,2 |

4.7 Калькуляция полной себестоимости детали

Калькуляция полной себестоимости детали составляется в соответствии статьям калькуляции.

При этом необходимо рассчитать комплексные статьи косвенных (накладных) расходов - общепроизводственные расходы. В составе общепроизводственных расходов целесообразно отдельно рассчитать РСЭО (расходы на содержание и эксплуатацию оборудования) и общехозяйственные расходы.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включают несколько элементов затрат.

При этом текущий ремонт оборудования осуществляется по системе ППР в расчете на единицу ремонтной сложности 100руб. в год.

Стоимость ремонта инструмента и транспортных средств принимается в расчете 5-8% от балансовой стоимости.

Возмещение износа инструмента рассчитывается укрупненно в размере 112% от основной заработной платы основных производственных рабочих.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 192 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Содержание зданий, сооружений, инвентаря включают в себя затраты на отопление, освещение, на хозяйственно-бытовые нужды, а также затраты на ремонт и затраты на оплату труда вспомогательных рабочих, занятых на хозяйственных работах.

Затраты на ремонт зданий составляют 2% в год от первоначальной стоимости, для ремонта инвентаря -5% в год.

Амортизация зданий, сооружений и инвентаря рассчитывается по нормам амортизационных отчислений в % от балансовой стоимости.

Затраты на охрану труда рассчитываются исходя из 2000 руб. на одного производственного и 1700 рублей на одного вспомогательного рабочего в год.

Затраты на внутрицеховое перемещение грузов определяются укрупненно по расходу основного материала на годовую производственную программу и стоимости перемещения тонны груза (8 руб./ тонна груза)

Прочие цеховые расходы можно принимаются равными 2% от суммы предыдущих статей.

Износ малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря укрупненно составляет 2% фонда оплаты труда работающих цеха.

РСЭО и общецеховые расходы формируют общепроизводственные расходы.

Общехозяйственные расходы принимаются укрупненно в размере 15% от производственной себестоимости.

Внепроизводственные (коммерческие) расходы включают затраты на хранение, транспортировку продукции и другие затраты, связанные со сбытом продукции. Эти затраты определяются в размере 1,5% от производственной себестоимости.

Калькуляция на деталь, изготавливаемую по действующему техпроцессу, предоставлена планово-экономическим отделом ОА «ММЗ». Так как эта калькуляция рассчитана с учетом того, что на участке действует старое (изношенное) оборудование, то значение амортизационных отчислений, а следовательно общепроизводственных расходов, пересчитаны для варианта с новым оборудованием, тем самым получив соответствующее значение для базового варианта техпроцесса. Для определения общепроизводственных

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 193 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

расходов проектируемого варианта соответствующее значение базового варианта корректируется с учетом изменения амортизационных отчислений и расходов на содержание площади.

$$\begin{aligned} \text{Общепроизвод -ые расходы}_{\text{проект}} &= \text{Общепроизвод -ые расходы}_{\text{баз}} \cdot \frac{A_{\text{баз}}}{Q} + \\ &+ \frac{A_{\text{проект}}}{Q} - \frac{Z_{\text{Э баз}}}{Q} + \frac{Z_{\text{Э проект}}}{Q} - \frac{P_{\text{С баз}}}{Q} + \frac{P_{\text{С проект}}}{Q} - \frac{Z_{\text{наладбаз}}}{Q} + \frac{Z_{\text{наладпроект}}}{Q}. \end{aligned} \quad (75)$$

Общепроизводственные расходы

$$\begin{aligned} \text{ОБЩ}_{\text{проект}} &= 4194,86 - \frac{119250}{68} + \frac{1325000}{68} - \frac{2927,95}{68} + \frac{1754,81}{68} - \frac{1428000}{68} + \\ \text{проектные} &+ \frac{308000}{68} - \frac{165485}{68} + \frac{152985}{68} = 1771,67 \text{ руб} \end{aligned}$$

Возмещение износа инструмента и приспособлений :

$$\text{Возмещение износа инстр}_{\text{проект}} = \text{Возмещение износа инстр}_{\text{баз}} \cdot \frac{\sum t_{\text{шт проект}}}{\sum t_{\text{шт баз}}}. \quad (76)$$

Период расчета проекта - 7 лет. Ставка дисконтирования принимается равной 15%. (Ставка рефинансирования ЦБ равна 12% на март 2016 года, премия за риск - 3%) Оценка проекта приводится в текущих ценах, присутствие инфляции не учитывается.

Оценка эффективности капвложений проводится в соответствии с показателями, определенными «Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов № ВК 477 от 21.06.99».

Оценка эффективности приведена по следующим показателям:

Чистый доход (ЧД) – накопленный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧД} = \sum Dt - \sum Kt; \quad (77)$$

где Dt – доход (приток средств) от производственной деятельности (чистая прибыль и амортизация) на шаге t (руб.);

Kt - капитальные затраты (отток средств) на шаге t (руб.)

Чистый дисконтированный доход - накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 194 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T \frac{Дt}{(1+E)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{Кt}{(1+E)^t}; \quad (78)$$

где E – ставка дисконтирования (15%).

ЧД и ЧДД характеризуют превышение суммарных денежных поступлений над суммарными затратами для данного проекта соответственно без учета и с учетом неравноценности эффектов (а также затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени.

Индекс доходности инвестиций (ИД):

$$ИД = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{Дt}{(1+E)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{Кt}{(1+E)^t}}; \quad (79)$$

Внутренняя норма доходности - норма доходности инвестиций (%), представляющая собой такое значение E , при котором ЧДД равен 0;

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T \frac{Дt}{(1+E)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{Кt}{(1+E)^t} = 0; \quad (80)$$

Срок окупаемости без дисконтирования и с учетом дисконтирования - срок возмещения капитальных затрат, такой период времени от начального момента до наиболее раннего момента периода расчета, когда значение ЧД (или ЧДД с учетом дисконтирования) становится положительным.

Проект считается целесообразным, если значения ЧД, ЧДД за рассматриваемый период положительны, ИД выше 1, значение ВНД превышает ставку дисконтирования E , срок окупаемости находится в приемлемых для инвестора пределах.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 195 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | | |

Основные технико-экономические показатели базового и проектного вариантов приведены в таблице 28

Таблица 28 - Основные технико-экономические показатели

| Наименование показателя | Единицы измерения | Базовый вариант | Проектный вариант | Отклонение |
|---|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Масштабы производства | | | | |
| Годовая программа выпуска | шт. | 62 | 62 | 0 |
| Численность основных производственных рабочих | чел. | 10 | 6 | -2 |
| Стоимость основных фондов | тыс.руб. | 1045 | 1325 | +280 |
| Производственная площадь | м ² | 1020 | 108 | -912 |
| Эффективность производства | | | | |
| Выработка на одного рабочего | шт./чел. руб./чел. | 6,2 87298,60 | 10,3 145028,32 | +4,1 +57729,72 |
| Фондоотдача | руб./руб. | 482,5 | 329,74 | -152,84 |
| Фондовооруженность | млн.руб./чел. | 106,3 | 207,3 | +101,1 |
| Средний коэффициент загрузки оборудования | % | 1,2 | 2 | +0,8 |
| Коэффициент использования материала | — | 0,63 | 0,63 | 0 |
| Съем продукции с 1м ² производств. площади | руб./ м ² | 402 | 1865 | +1463 |
| Рентабельность продукции | % | 3,5 | 22,7 | +19,2 |
| Коммерческая эффективность проекта | | | | |
| Цена изделия | руб. | 14080,42 | 14080,42 | 0 |
| Годовой доход от основной деятельности | тыс.руб. | 872,986 | 872,986 | 0 |
| Себестоимость единицы изделия на годовой выпуск | руб. тыс. руб. | 12149,54 753,271 | 9253,52 573,718 | -2896,02 -179,55 |
| Балансовая прибыль на изделие на годовой выпуск | руб. тыс. руб. | 1930,88 119,714 | 48269 2992,678 | +2896,02 +2872,96 |
| Налог на прибыль (24 %) на изделие на годовой выпуск | руб. тыс. руб. | 463,41 28,731 | 11584,56 718,242 | +11121,15 +689,511 |
| Чистая прибыль на изделие на годовой выпуск | руб. тыс. руб. | 1467,47 90,983 | 36684,44 1574,436 | +35216,97 +1483,453 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 196 |

Продолжение таблицы 28

| Наименование показателя | Единицы измерения | Базовый вариант | Проектный вариант | Отклонение |
|---|-------------------|-----------------|-------------------|------------|
| Годовая сумма амортизации | тыс.руб. | 1045 | 1325 | +280 |
| Денежный поток от производственной деятельности | тыс.руб. | 1100 | 1500 | +400 |
| Инвестиции (капитальные вложения) | тыс.руб. | 2500 | 2000 | +500 |
| Срок окупаемости инвестиций | лет | 6,4 | 0,98 | -5,42 |
| Чистый доход проекта | тыс.руб. | 90,98 | 1574,43 | +1483,45 |
| Чистый дисконтированный доход за 7 лет при E=15 % | тыс.руб. | -180,09 | 9751,22 | +9571,13 |
| Индекс доходности за 7 лет при E=15 % | — | 0,86 | 5,6 | +4,74 |
| Внутренняя норма доходности за 7 лет | % | 23,75 | 23,75 | 0 |
| Точка безубыточности | шт. | 35,75 | 22,03 | -13,72 |

Исходя из сравнения технико-экономических показателей можно сделать вывод, что проектный вариант технологического процесса экономически выгоднее базового.

Единственным минусом является то, что производство кронштейна – мелкосерийное, то есть ограниченное количество выпуска изделия, всего лишь 62 детали в год.

Плюсы видны в уменьшении себестоимости детали, сокращении количества рабочих-станочников (более, чем в 2 раза), следовательно, и фонд заработной платы сокращается.

Площади, используемые под оборудование, тоже значительно сокращаются, следовательно, затраты на аренду меньше.

Время выполнения операций сокращается благодаря новому оборудованию.

Также видна экономия энерго-ресурсов, материальных и прочих ресурсов, что тоже минимизирует затраты. Мы можем использовать оборудование для производства другой номенклатуры, а освобожденные площади - для размещения новых станков, или же сдавать в аренду.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 197 |

4.8 Расчет надежности.

1. Цель расчета: определить надежность работы редуктора токарного станка 16К20.
 2. Редуктор выполнен в одноканальном исполнении, без резервирования.
 3. Реализован структурный метод расчета надежности (ГОСТ 27.301).
1. Под отказом редуктора понимается отказ любой системы или элемента составной части токарного станка.

Структурно-функциональная схема надежности представляет собой последовательные соединения составных частей станка.

2. В соответствии со справочными данными средняя наработка на отказ рассчитывается по формуле:

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum \lambda_i}, \quad (81)$$

где λ_i - интенсивность отказов i -той составной части, получено из справочника.

Результаты расчета λ_i приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Результаты расчета интенсивности отказов

| Наименование | Количество, шт. | Интенсивность отказов, $\lambda \cdot 10^6, ч^{-1}$ | Суммарная интенсивность отказов, $\sum \lambda_i \cdot 10^6, ч^{-1}$ |
|--------------------------|-----------------|---|--|
| 1. Корпус | 1 | 1,1 | 1,1 |
| 2. Вал | 2 | 5,0 | 10,0 |
| 3. Подшипник (шариковый) | 4 | 0,65 | 2,6 |
| 4. Шарнир | 6 | 8,0 | 48,0 |
| 5. Зубчатая пара | 1 | 5,0 | 5,0 |
| 6. Шестерня | 4 | 0,12 | 0,48 |
| 7. Муфта | 1 | 0,3 | 0,3 |
| 8. Шпоночное соединение | 4 | 36,5 | 146 |

Продолжение таблицы 29

| Наименование | Количество о п, шт. | Интенсивность отказов, $\lambda \cdot 10^6, \text{ч}^{-1}$ | Суммарная интенсивность отказов, $\sum \lambda_i \cdot 10^6, \text{ч}^{-1}$ |
|-------------------------|------------------------|--|---|
| 9. Ролик | 2 | 0,075 | 0,15 |
| 10. Болтовое соединение | 14 | 1,2 | 4,8 |

Вероятность безотказной работы в расчете конструкторских элементов крепления близка к единице и обеспечивается обоснованием соответствующих материалов, коэффициентов запаса прочности и качества технологии изготовления.

Тогда суммарная интенсивность отказов будет равна:

$$\sum \lambda_i = 1,1 + 10,0 + 2,6 + 48,0 + 5,0 + 0,48 + 0,3 + 146 + 0,15 + 4,8 = 218,43 \text{ ч}^{-1}.$$

3. Средняя наработка на отказ редуктора в целом, рассчитанная по формуле, приведенной выше, будет равна:

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum \lambda_i} = \frac{1}{218,43 \cdot 10^{-6}} = 4578,13 \text{ ч}.$$

Вывод: учитывая, что в процессе эксплуатации существует техническое обслуживание редуктора станка, средняя наработка на отказ данного редуктора будет значительно больше за счет своевременного технического обслуживания и ремонта.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 199 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Выполним анализ проектного технологического процесса согласно основным задачам безопасности жизнедеятельности производства. При проектировании технологического процесса механической обработки детали – кронштейн и участка механической обработки данной детали был проведен анализ технологического процесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов и предусмотрены меры, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда производственных рабочих.

5.1. Анализ проектного технологического процесса на наличие потенциально опасных и вредных факторов

Заготовка приходит со Златоустовского машиностроительного завода, поступает на завод в общезаводские склады, перемещают заготовки на склад цеха. Изготавливают заготовку штамповкой из прутка. На механический участок обработки заготовки поступают со склада цеха. Продукцию, находящуюся на складе строго контролируют и выдают под личную ответственность мастера. В свою очередь мастер в конце смены готовую продукцию и не использованные заготовки опять сдает на хранение на склад.

Корпус перемещают с помощью ручного труда, количество деталей выдают с учетом загрузки на смену. Материал заготовки - АМгб-алюминиевый деформируемый сплав ГОСТ 4784-97. Масса отливки составляет 1,3 кг., масса готовой детали – 0,67 кг. Кронштейн изготавливают непосредственно в цехе, для обработки деталей используется универсальное оборудование, и межоперационное перемещение деталей осуществляется с помощью тележек.

5.2 Сменная норма и доля ручного труда при перемещении заготовок

Сменная норма перемещения заготовок определяется по формуле:

$$N_c = \frac{D \cdot m \cdot k}{n \cdot S}, \quad (83)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 200 |

где: D – годовая программа выпуска деталей,

$$D = 68 \text{ шт.},$$

k – количество перемещений заготовок

$$k = 2 \text{ шт.},$$

m – масса заготовки

$$m = 1,3 \text{ кг.},$$

n – число рабочих дней в году

$$n = 366 \text{ дней.},$$

S – число рабочих смен

$$S = 2.$$

$$N_c = \frac{68 \cdot 1,3 \cdot 2}{366 \cdot 2} \approx 0,25 \text{ кг.}$$

Часовая норма перемещения заготовок:

$$N_h = \frac{N_c}{l_i}, \quad (84)$$

где N_h – часовая норма перемещения заготовок, l_i – количество часов в смене.

$$\text{Дневная смена } N_h = \frac{1}{8} \approx 0,125 \text{ кг.}, \text{ Ночная смена } N_h = \frac{1}{8} \approx 0,125 \text{ кг.}$$

Часовая норма перемещения заготовок удовлетворяет нормативным величинам, приведенным в таблице 30.

Таблица 30 - Нормативы часовой нормы перемещения заготовок

| Характеристика перемещений | Суммарная масса перемещаемого груза в течение часа смены (допустимая средняя нагрузка), кг |
|----------------------------|--|
| С рабочей поверхности: | |
| для мужчин | до 810 |
| для женщин | до 350 |

Заготовки на всех операциях устанавливаются оператором.

Перемещение заготовок от операции к операции производится в тележке.

5.3 Характеристика применяемого оборудования

Для обработки кронштейна применяется следующее оборудование:

- Горизонтально-фрезерный станок 6Р83.
- Токарно-винторезный станок 16К20.
- Фрезерная с ЧПУ МЦ-1
- Вертикально-фрезерный станок 6Н12П.
- Вертикально-сверлильный станок 2А125.

Все применяемое оборудование соответствует:

ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.

5.4 Характеристика режущего инструмента

В качестве режущего инструмента спроектированном техпроцессе применяются инструменты: сверла спиральные с коническим хвостовиком, на операциях техпроцесса используются концевые фрезы с коническим хвостиком, метчики, зенковка – являются проектными и соответствуют техническим требованиям безопасности. Наиболее опасным является режущий инструмент с вставными твердосплавными режущими пластинками.

5.5 Характеристика зажимных приспособлений

В спроектированном технологическом процессе применяется зажимное приспособление в основном полуавтоматы и часть операций на станке ЧПУ, станочное приспособление специальное, вспомогательный инструмент

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 202 |

специальный и стандартный. Станочные приспособления ВУ7210-6322, ВУ7210-6320, ВУ7221-6488, ВУ7210-6367 и кондуктор ВУ7311-6589, относятся к разновидности специальной неразборной и универсально-наладочной технологической оснастки.

Станочные приспособления соответствуют ГОСТ 12.2.029-80 ПС.Т.Б.

5.6 Метеорологические условия производственной среды

Микроклимат производственных помещений определяется сочетанием температуры, влажности, подвижности воздуха, температуры окружающих поверхностей и их тепловым излучением. Параметры микроклимата определяют теплообмен организма человека и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность и здоровье. Температура в производственных помещениях является одним из ведущих факторов, определяющих метеорологические условия производственной среды. Высокие температуры оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека:

- обезвоживание организма;
- потеря минеральных солей и водорастворимых витаминов;
- вызов серьезных и стойких изменений в деятельности сердечно-сосудистой системы,
- увеличивает частоту дыхания, а также оказывает влияние на функционирование других органов и систем (ослабляется внимание, ухудшается координация движений, замедляются реакции).

При воздействии на организм человека отрицательных температур наблюдается:

- 1) сужение сосудов пальцев рук и ног, кожи лица;
- 2) изменяется обмен веществ.
- 3) длительное воздействие на внутренние органы приводит к их устойчивым заболеваниям.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 203 |

При выборе параметров микроклимата ориентируются по периоду времени года (теплый, холодный) и категорией работ (легкая, средней тяжести, тяжелая).

С учетом ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Санитарными нормами микроклимата производственных помещений (СН 4088-86) метеорологические условия для рабочей зоны цеха механической обработки установлены следующие:

Таблица 31 – Метеорологические условия для рабочей зоны цеха механической обработки

| Период года | Категория работ | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения, м/с не более |
|-------------|----------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| Холодный | Средней тяжести II б | 17-19 | 40-60 | 0,2 |
| Теплый | Средней тяжести II б | 20-22 | 40-60 | 0,3 |

Отопление механических цехов следует проектировать воздушным, совмещенным с приточной вентиляцией. Дежурное отопление следует предусматривать водяное или паровое с нагревательными приборами. Местные вытяжные системы, удаляющие от станков сухую пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть раздельными.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пары масел, сухую или влажную пыль, должны оборудоваться установками для очистки воздуха перед выбросом в атмосферу. Для токарных и фрезерных станков могут быть использованы рециркуляционные обеспыливающие агрегаты (типа ЗИЛ-900).

Борьба с неблагоприятным влиянием производственного микроклимата осуществляется с использованием санитарно-технических и медико-профилактических мероприятий.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 204 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Санитарно-технические мероприятия:

- 1) герметизация оборудования;
- 2) устройство вентиляционных систем;
- 3) использование индивидуальных средств защиты (спец. одежда, в том числе и для хим. фрезеровщиков- прорезиненный костюм хим. защиты, головной убор, защитные очки, перчатки)

Медико-профилактические мероприятия:

- 1) организация рационального режима труда и отдыха;
- 2) обеспечение питьевого режима;
- 3) повышение устойчивости к высоким температурам путем использования фармакологических средств (прием аскорбиновой кислоты, глюкозы), вдыхания кислорода;
- 4) прохождение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров.

5.7 Вредные химические вещества

Под вредным понимается вещество, которое при контакте с организмом человека вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья. Вредные вещества попадают в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и через кожный покров. Наиболее вероятно проникновение в организм веществ на участке механической и химической обработки в виде газа, пара и пыли через органы дыхания.

Стружка собирается в тару, расположенную около каждого станка. Уборка стружки в тару производится рабочим, на станках с числовым программным управлением уборка стружки автоматизирована. От станков вручную стружка перегружается в тару, а затем мостовыми кранами транспортируется в отделение переработки стружки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 205 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

По ГОСТ 12.1.005-88 предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны установлены следующие:

Таблица 32 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

| Наименование вещества | Пути проникновения в организм | Класс опасности | ПДК, ОБУВ в области рабочей зоны, мг/м ³ | Общий характер действия |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|---|-------------------------|
| Алюминий и его стали | Органы дыхания | IV | 2 | Фиброгенное действие |
| Щелочи едкие | Органы дыхания, кожа | II | 0,5 | Раздражающее |

Поэтому при количестве стружки до 0,3 т/м² в год целесообразно собирать стружку в специальные емкости и доставлять к месту сбора стружки напольным транспортом (электрокарами).

Приготовление смазочно-охлаждающих жидкостей и раздача их по рабочим местам осуществляются централизованно-групповым способом по трубопроводам от центральной установки к разборным кранам, установленным на участке. Этот способ выбран исходя из того, что на участке используются различные виды СОЖ. Центральная установка располагается в специальном помещении у наружной стены здания, имеющем выход наружу в целях пожарной безопасности.

В качестве СОЖ при обработке металлов применяются: эмульсия, сульфозфрезол, содовая вода и другие жидкости.

При планировке оборудования предусмотрены места для групповых эмульсионных установок.

Для обеспечения работы пневмоприспособлений на участке предусмотрен подвод сжатого воздуха с давлением 6 атм.

Основой проведения мероприятий по борьбе с вредными веществами является гигиеническое нормирование. А также технологические мероприятия:

- 1) герметизация оборудования;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 206 |

2) дистанционное управление.

Санитарно-технические мероприятия:

1) оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией .

2) применение средств индивидуальной защиты: прежде всего для защиты органов дыхания (фильтрующие респираторы, защитные очки, специальная одежда).

Проводятся лечебно-профилактические мероприятия:

1) организация и проведение предварительных и периодических медицинских осмотров,

2) обеспечение лечебно-профилактическим питанием и молоком.

5.8 Производственный шум

Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита. В производственных условиях источниками шума являются работающие станки и механизмы, ручные механизированные инструменты, электрические машины, компрессоры, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры). По ГОСТ 12.1.003-83 "Шум, общие требования безопасности" (изменение I.Ш.89) и Санитарными нормами допустимых уровней шума на рабочих местах (СН 3223-85) с изменениями и дополнениями от 29.03.1988 года №122-6/245-1

Основные мероприятия по борьбе с шумом - это технические мероприятия, которые проводятся по трем главным направлениям: - устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;

1) ослабление шума на путях передачи:

| | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--------------------------|------|
| | | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | 207 |

а.) звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины.

б.) акустические экраны, отгораживающие шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины.

в.) звукопоглощающие облицовки для отделки потолка и стен шумных помещений приводят к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

2) непосредственная защита работающих:

а.) антифоны;

б.) заглушки.

Допустимые шумовые характеристики рабочих мест установлены следующие:

Таблица 33 – Допустимые шумовые характеристики рабочих мест

| Рабочие места | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А |
|--|--|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий, постоянные рабочие места стационарных машин | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 80 |

5.9 Производственная вибрация

Длительное воздействие вибрации высоких уровней на организм человека приводит к развитию преждевременного утомления, снижению

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 208 |

производительности труда, росту заболеваемости и нередко к возникновению профессиональной патологии - вибрационной болезни. Вибрация - это механическое колебательное движение системы с упругими связями. Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на: местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека в положении сидя (ягодицы) или стоя (подолы ног). Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях имеет место сочетанное действие местной и общей вибрации.

По основным нормативным правовым актам, регламентирующим параметры производственных вибраций (ГОСТ 12.1.012-78 и "Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих" № 3041 -84 и "Санитарные нормы вибрации рабочих мест" № 3044-84 установлено, что на участке механической обработки вибрация не должна превышать следующих значений:

Снижение неблагоприятного действия вибрации ручных механизированных инструментов на оператора достигается путем технических решений:

1) средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками человека-оператора;

2) режим труда и отдыха (суммарное время контакта с вибрацией не должно превышать 2/3 продолжительности рабочей смены; рекомендуется устанавливать 2 регламентируемых перерыва для активного отдыха, проведения физиопрофилактических процедур, производственной гимнастики по специальному комплексу);

3) средства индивидуальной защиты: рукавицы или перчатки (ГОСТ 12.4.002-74. "Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 209 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

требования"); спецобувь (ГОСТ 12.4.024-76. "Обувь специальная виброзащитная").

5.10 Мероприятия по электробезопасности

Электробезопасность - система организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих защиту людей от опасного и вредного действия электрического тока. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действие, вызывая местные и общие травмы. Характер действия электрического тока на организм человека в зависимости от его величины приведен ниже в таблице.

Таблица 34 - Действие электрического тока на организм человека

| Действующий ток | Величина тока, А | | Характер действия |
|---------------------------|-------------------|------------|---|
| | Переменный, 50 Гц | Постоянный | |
| Пороговый осязаемый | 0,6- 1,5 | 6-7 | Вызывает ощущение раздражения |
| Пороговый неосязаемый | 10- 15 | 50-70 | Вызывает сильные судороги мышц рук, которые человек не в состоянии преодолеть |
| Пороговый фибрилляционный | 100 | 300 | Непосредственное влияние на мышцу сердца, при протекании тока более чем 5 секунд может произойти остановка сердца |

Согласно ПУЭ помещение участка механической обработки относится к особо опасному с точки зрения электрической безопасности. Основные причины несчастных случаев на участке:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических частях оборудования, кожухах, корпусах в результате повреждения изоляции;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 210 |

- возникновение напряжений на поверхности земли в результате замыкания токоведущего провода на землю.

На участке необходимо проводить следующие мероприятия по электробезопасности. Так как, для питания электрооборудования применяются трехфазные четырехпроводные цепи с глухо заземленной нейтралью напряжением 380/220В необходимо:

- изолировать токоведущие части, что защищает электроустановки от чрезмерной утечки токов, предохраняет людей от поражения током и исключает возникновение пожаров;

- сделать токоведущие части недоступными для случайного прикосновения;

- применять двойную изоляцию, состоящую из рабочей изоляции и дополнительной, повышающей надежность работы, т.е. защищающей человека от поражения при повреждении изоляции;

- зануление, обеспечивающее быстрое отключение поврежденной установки или участка цепи максимальной токовой защиты вследствие короткого однофазного замыкания;

- заземление нейтрали, обеспечивающее невозможность появления напряжения относительно земли на корпусе машины;

- использование изолирующего трапа.

- проводятся также следующие организационные мероприятия:

- периодический инструктаж на рабочем месте с изложением требований безопасности;

- обязательный контроль исправности проводника защитного заземления или зануления, наличия трапа у станка;

- запрещение операторам ремонтировать электрооборудование;

- привлечение к ремонту оборудования лиц электротехнического персонала, своевременно прошедших инструктаж;

- применение предупредительных надписей и указательных знаков.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 211 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

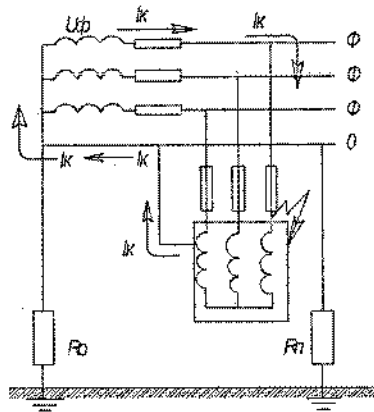


Рисунок 54 - Принципиальная схема зануления

5.11 Электромагнитные, электрические и магнитные поля, статическое электричество

Опасное воздействие на работающих могут оказывать электромагнитные поля радиочастот (60 кГц-300 ГГц) и электрические поля промышленной частоты (50 Гц). Источником электрических полей промышленной частоты являются токоведущие части действующих электроустановок. Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем.

Поэтому допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электрических полей промышленной частоты на участке механической обработки с учетом ГОСТ 12.1.002-84 и электромагнитных полей радиочастот по ГОСТ 12.1.006-84 установлены следующие:

-Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

-Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 212 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

-Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня.

-При напряженности ЭП свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин.

- Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью свыше 5 до 20 кВ/м включительно не должно превышать 30 мин.

Для обеспечения безопасности работ персонала от воздействия радиоволн применяют следующие способы и средства:

1) согласованных нагрузок поглотителей мощности (эквиваленты антенн);

2) экранированием рабочего места и источника излучения (поглощающие экраны, изготавливаемые в виде прессованных листов резины специального состава с коническими сплошными шипами);

3) рациональным размещением оборудования в рабочем помещении; подбором рациональных режимов работы оборудования и режима труда персонала;

4) размещение генераторов СВЧ (в специальных помещениях).

5) устройство заземленных зон;

6) средства индивидуальной защиты (антистатические халаты, токопроводящая обувь).

5.12 Вентиляция и отопление

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции – удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 213 |

Производственные процессы могут сопровождаться выделением тепла, вредных газов, паров, пыли, влаги, вследствие чего метеорологические параметры и состав воздуха в производственных помещениях отличаются от нормального. Создание оптимальных и допустимых метеорологических условий, удаление и разбавление вредных веществ, выделяющихся при различных работах, достигается вентиляцией производственных, вспомогательных и бытовых помещений.

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и искусственную (механическую).

Естественная вентиляция производственных помещений осуществляется за счет разности температур в помещении наружного воздуха (тепловой напор) или действия ветра (ветровой напор). Для данных условий работы применяется неорганизованная естественная вентиляция, при которой воздухообмен осуществляется за счет вытеснения внутреннего теплового воздуха наружным холодным воздухом через окна, форточки, фрамуги и двери.

Естественная вентиляция дешева и проста в эксплуатации. Основной ее недостаток заключается в том, что приточный воздух вводится в помещение без предварительной очистки и подогрева, а удаляемый воздух не очищается и загрязняет атмосферу. В данных условиях естественную вентиляцию можно применить, так как на участке обработки шестерни ведущей конической нет больших выделений вредных веществ в рабочую зону.

Помимо естественной, в цехе применяется также искусственная вентиляция, которая устраняет недостатки естественной вентиляции. При искусственной вентиляции воздухообмен осуществляется за счет напора воздуха, создаваемого вентиляторами; воздух в зимнее время подогревается, в летнее – охлаждается и кроме того очищается от загрязнений. В данном случае применяется приточная и вытяжная искусственная вентиляция.

При приточной системе вентиляции производится забор воздуха извне с помощью вентилятора через калорифер, где воздух нагревается и при

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 214 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

необходимости увлажняется, а затем подается в помещение. Количество подаваемого воздуха регулируется клапанами или заслонками, устанавливаемыми в ответвлениях. Загрязненный воздух выходит через двери, окна, фонари и щели неочищенным.

При вытяжной системе вентиляции загрязненный и перегретый воздух удаляется из помещения через сеть воздуховодов с помощью вентилятора. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищается. Чистый воздух подсасывается через окна, двери, неплотности конструкций.

Так же должна быть предусмотрена аварийная вентиляция, которая предназначается для быстрого удаления из помещений значительных объемов воздуха с большим содержанием вредных и взрывоопасных веществ, поступающих в помещение при нарушении технологического режима и авариях. Аварийная вентиляция спроектирована вытяжной.

Для отопления производственных помещений применяется система водяного отопления. Основными задачами отопления являются:

нагревание воздуха поступающего в помещение извне;

нагревание воздуха поступающего в помещение через приточную систему вентиляции, если он не подогрет;

возмещение расхода тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений.

5.13 Естественное и искусственное освещение

Свет является естественным условием жизни человека, необходимым для сохранения здоровья и высокой производительности труда, и основанным на работе зрительного анализатора, самого тонкого и универсального органа чувств. Свет представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380-760 нм, воспринимаемые сетчатой оболочкой зрительного анализатора. В цехе механической и химической обработки используется:

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | 215 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | | | |

1) совмещенное или смешанное (характеризуется одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения). Потому как только одно естественное освещение не может обеспечить необходимые условия для выполнения производственных операций.

Естественное освещение создается природными источниками света прямыми солидными лучами и диффузным светом небосвода (от солнечных лучей, рассеянных атмосферой). Естественное освещение является биологически наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлен глаз человека.

Оно осуществляется как боковое - через светопроемы (окна) в наружных стенах.

Искусственное освещение в системе совмещенного может функционировать постоянно (в зонах с недостаточным естественным освещением) или включаться с наступлением сумерек. Оно представляет собой систему комбинированного освещения. И осуществляется лампами накаливания и газоразрядными лампами, которые являются источниками искусственного света. В цехе применяются общее и местное освещение.

Общее - для освещения всего помещения.

Местное (в системе комбинированного) - для увеличения освещения только рабочих поверхностей или отдельных частей оборудования.

Для местного освещения при точных работах с блестящими металлическими поверхностями необходимо использовать светильники, снабженные светорассеивателями, люминесцентные лампы типа ЛД и ЛХБ. Мостовые краны должны быть оборудованы установками подкранового освещения с использованием ламп накаливания и обеспечивающими освещенность в зоне затенения

С точки зрения гигиены труда основной светотехнической характеристикой является освещенность (E), которая представляет собой распределение светового потока (Ф) на поверхности площадью (S) и может быть выражена формулой $E = \Phi/S$. Световой поток (Ф) - мощность лучистой

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 216 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

с повышенной яркостью нарушать условия комфортного зрения, ухудшать контрастную чувствительность или оказывать одновременно оба эти действия.

Поэтому лампы накаливания и газоразрядные лампы заключают в светильники прямого света - источники света, заключенные в арматуру, - предназначены для правильного распределения светового потока и защиты глаз от чрезмерной яркости источника света. Арматура защищает источник света от механических повреждений, а также дыма, пыли, копоти, влаги, обеспечивает крепление и подключение к источнику питания. Светильники прямого света более 80% светового потока направляют в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой поверхности. Мерой защиты от прямой блескости служат защитный угол, экранирующие решетки, рассеиватели из прозрачной пластмассы или стекла. С помощью соответствующего размещения светильников в объеме рабочего помещения создается система освещения.

В соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» необходимые уровни освещенности установлены:

Таблица 35 – Необходимые уровни освещенности

| Наименование групп станков | Рабочая поверхность | Плоскость, в которой нормируется освещенность | Разряд и подразряд по СНиП | Нормируемая освещенность | | Показатель ослепленности не более, Р | Коэффициент пульсации освещенности не более, |
|----------------------------|-----------------------|---|----------------------------|---------------------------|-------|--------------------------------------|--|
| | | | | Комбинированное освещение | | | |
| | | | | общее + местное | общее | | |
| Общий уровень освещенности | 0,8 м от пола | горизонтальная | - | - | - | 20 | 20 |
| Токарные | Обрабатываемая деталь | Горизонтальная и вертикальная | II в | 2000 | 300 | 20 | 20 |
| Фрезерные | Обрабатываемая деталь | вертикальная | II в | 2000 | 300 | 20 | 20 |

Световой поток одной лампы на участке рассчитывают по формуле:

$$\Phi = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (85)$$

где E_n – необходимая освещенность рабочих мест, $E_n = 300$ лк;

S – площадь освещаемого участка, $S = 108 \text{ м}^2$;

N – количество ламп на участке, $N = 4$,

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

Z – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания и ДРЛ, $Z = 1.15$;

η – коэффициент использования светового потока, определенный в зависимости от соотношения (82) при $p_n = 70\%$ и $p_c = 60\%$ для светильников УПМ-15:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} \quad (86)$$

где A и B – длина и ширина участка;

H_p – расстояние от потолка, где подвешены лампы до рабочей поверхности.

$$i = \frac{14 \cdot 12}{7,2 \cdot (14 + 12)} = 0,897 \approx 0,9$$

Подставим все известные данные в формулу 61 и получим:

$$\Phi = \frac{100 \cdot 300 \cdot 108 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{4 \cdot 35} = 39.921,42 \text{ лм.}$$

Такому световому потоку соответствуют лампы типа ДРИ 400-3л ГОСТ 16354-70, у которых $\Phi_{ТАБЛ} = 40000$ лм.

Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от табличного установлено от -10 до $+20$ %.

$$\Delta = \frac{\Phi_{ТАБЛ} - \Phi}{\Phi_{ТАБЛ}} = \frac{40000 - 39.921,42}{40.000} \cdot 100\% = +0,19\%$$

Схема расположения светильников на участке приведена на рисунке 56.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 219 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

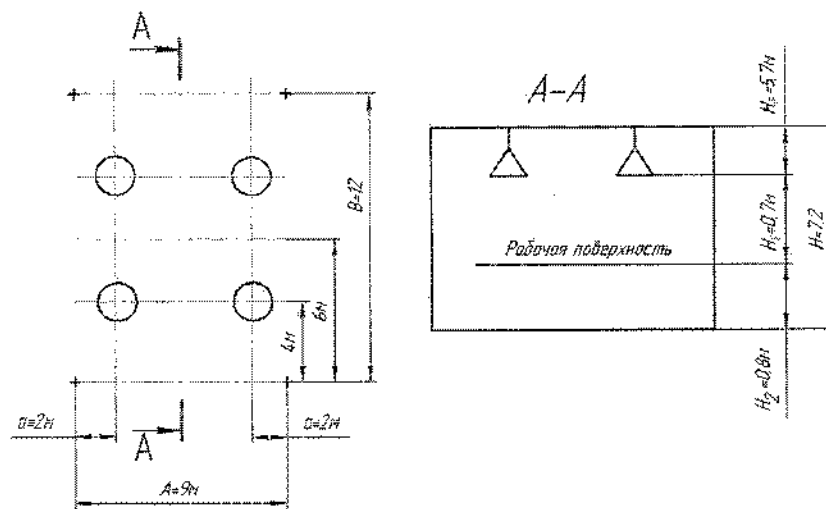


Рисунок 55 - Схема спроектированной системы освещения

5.14 Мероприятия по пожарной безопасности

Пожар – это неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве. В свою очередь, горение – сложный физико-химический процесс, скорость которого определяется интенсивностью физических и химических явлений и особенностями их взаимодействия. Для протекания процесса горения необходимым условием является наличие смеси реакционноспособных веществ, а именно:

- кислород;
- горючее вещество;
- источник зажигания.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей цеха.

Пожарная опасность производственного здания определяется пожарной опасностью технологического процесса и конструктивно-планировочными решениями здания.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 220 |

Оценка пожарной опасности участка

По нормам технологического проектирования категория пожароопасности цеха Д (цех, связанный с применением негорючих веществ и материалов в холодном состоянии). В оценке противопожарных качеств здания и сооружений большое значение имеет их огнестойкость. Выбранное здание по группе возгораемости относится к негорючим, т.е. под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняется, не тлеет и не обугливается.

Перечень причин возникновения пожара на участке

Пожары на участке возможны по следующим причинам:

- металлообработка связана с применением масел, масло используется для смазки станков и в гидроприводах;
- недостатки в эксплуатации технологического оборудования, системы электроснабжения, освещения, вентиляции, отопления главным образом из-за нарушения графиков их обслуживания и ремонта, это может привести к перегрузке оборудования и короткому замыканию в сетях электроэнергии;
- возможные нарушения требований пожарной безопасности на участке, связанные с курением в не установленных местах, проведением сварочных и других работ без предварительной подготовки, неудовлетворительное состояние промасленной ветоши, несвоевременной уборкой пролитого масла.

Выбор первичных средств пожаротушения

На участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (2 шт.), применяется для тушения электроустановок;
- огнетушитель водно-пенный ОВП-5 (2 шт.), применяемый для тушения горячей масляной ветоши и других очагов горения, не находящихся под напряжением;
- ящики с песком;
- кусок асбестового полотна 2 × 2 м.;
- ломы (2 шт.);
- багры (2 шт.);

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 221 |

- топоры (2 шт.).

Огнетушители, ящики с песком и пожарные щиты располагаются у ряда колонн.

Для обеспечения при пожаре безопасной эвакуации людей предусмотрены эвакуационные выходы. Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться в сторону выхода из здания.

Одним из условий борьбы с пожарами является немедленное уведомление пожарной команды. Очень надежной является электрическая пожарная сигнализация. Для быстрого обнаружения очага возгорания применяются тепловые, дымовые и световые извещатели. Кроме того, цех оборудован специальной пожарной сигнализацией, датчики которой находятся во всех вспомогательных помещениях. Для тушения начавшегося пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на участке предусмотрено использование огнетушителей ОПХ-10 (химический пенный ручной) и песок, находящийся в специальных ящиках.

Все поступающие на работу проходят инструктаж о правилах пожарной безопасности, введенных на предприятии, и порядке пользования средствами пожаротушения и пожарной сигнализации и связи.

Ответственность за пожарную безопасность возлагается на руководителя предприятия. Руководитель предприятия обязан назначить приказом должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных объектов (цехов, участков, установок и т.п.). Фамилии этих лиц должны быть вывешены на видных местах. В обязанности руководителей входит:

организация пожарной охраны;

организация обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности;

разработка мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности предприятия – разработка инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, а также инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара,

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 222 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

изготовления и применения средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

Для предотвращения пожаров используются следующие меры.

1. предотвращение образования горючей смеси;
2. предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
3. поддержание температуры и давления горючей среды ниже минимального;
4. применение средств пожаротушения;
5. эвакуация людей;
6. организация пожарной охраны объектов;
7. ограничение количества горючих веществ и их надлежащее хранение.
8. Инструктажи по пожаробезопасности проводятся 1 раз в год.

Мероприятия, предупреждающие пожар на участке

Пожарная профилактика - комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на предупреждение пожаров уменьшение его размеров. Пожарная профилактика осуществляется по следующим направлениям:

1. устранение непосредственных или возможных причин пожаров в процессе эксплуатации зданий, технологического оборудования, систем отопления, вентиляции, освещения, электроснабжения;
2. ограничения возможного распространения пожара и взрыва;
3. обеспечение эвакуации людей и оборудования из горящего здания;
4. обеспечение быстрого развертывания действий по пожаротушению;
5. разработка наглядных пособий по пожарной безопасности;
6. разработка инструкций по пожарной безопасности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 223 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дипломный проект представляет вариант механической обработки детали «кронштейн», который удовлетворяет требованиям по точности, заданным в чертеже, и эксплуатационным условиям детали, с меньшими затратами средств и времени и получением экономического эффекта в виде снижения себестоимости детали и уменьшению затрат труда на ее изготовление, за счет снижения времени занятости рабочего и повышения гибкости участка (применение станков с ЧПУ), повышения коэффициента загрузки оборудования.

В данном проекте учтены все тонкости технологии производства детали, применено новое оборудование для механической обработки (высокоскоростной обрабатывающий центр МЦ-1), спроектированы приспособления для операций фрезерования на станках с программным управлением, а также приведен расчет параметров режущих инструментов, применяемых на станке, на котором происходит изготовление данной детали.

В разделе надежности приведен расчет работы редуктора токарного станка 16К20.

В экономической части проводится полный расчет механического участка обработки детали, а именно: расчет потребности в производственных помещениях, определение численности производственных рабочих, расчет затрат на производство и реализацию продукции, расчет потребности и затрат на основное сырье и материалы, расчет фонда заработной платы работающих, расчет стоимости основных производственных фондов и амортизационных отчислений, калькуляция полной себестоимости детали, технико-экономические показатели проектируемого участка и оценка эффективности инвестиционного проекта.

В разделе охраны труда представлены метеорологические условия производственной среды и правила безопасности жизнедеятельности.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 151001.2016.618.00.00ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 224 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мецеракова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 656с., ил.
2. Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. - М.: Машиностроение, 2005. 304с.
3. Миков Ю.Г., Кучина О.Б. Проектирование приспособлений: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 63 с.
4. Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам: Учебное пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты"/Л.В. Худобин, В.А. Гречишников, А.Г. Маеров, В.Ф. Гурьянихин: Под общ. ред. Л.В. Худобина. - М.: Машиностроение, 1986 - 288с., ил.
5. Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова. Изд. 3-е, доп. и перераб. Учебник для вузов. М., "Машиностроение", 1977.
6. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. Учебник для машиностр. спец. вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 1999. -591с., ил.
7. Горбацевич А.Ф. Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1983 - 256с., ил.
8. Методические указания к дипломному проекту. - Челябинск: ЧПИ, 1978. - 53с.
9. Мягков М.Д. Справочник по допускам и посадкам - М.: Высшая школа, 1991.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для вузов / Дунаев П.Ф., Леликов О.П.. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1985. - 416с.: ил.
11. Основы автоматизации машиностроительного производства. Учеб. Для машиностроит. спец. вузов/ Ковальчук Е.Р., Косов М.Г., Митрофанов В.Г. и др.; Под ред. Соломенцева Ю.М. - М.: Высшая школа, 1999. - 312с., ил.
12. Марков Н.Н. и др. Нормирование точности в машиностроении /Марков Н.Н., Осипов В.В., Шабалина М.Б. - М.: Академия, 2001.
13. Гальцов А.Д. Организация работы по нормированию труда на машиностроительном предприятии. - М.: Машиностроение, 1984. - 200 с., ил.
14. Безопасность производственных процессов: Справочник / С.В. Белов, В.Н. Бринза, Б.С. Векшин и др.; Под. общ. ред. С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1985. - 448с., ил.

15. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов / Е.Я. Юдина, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина, - 2-е издание, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. 432с., ил.

16. Заслонов, В.Г. Организационно-экономическая часть дипломного проекта: учебное пособие / В.Г. Заслонов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 97 с.

17. СТО ЮУрГУ 21–2008 Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, А.Е. Шевелев, Е.В. Шевелева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 55 с.

18. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гусев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

19. Экономика предприятия: учебник для вузов. – 5-е изд. / под ред. акад. В.М. Семенова. – СПб.: Питер, 2008. – 416 с.

20. М. В. Егоров, В. И. Дементьев и др. Технология машиностроения. – М.: Высшая школа. – 1985. - 590 с., илл.

21. Технология машиностроения: В 2т. Т1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов/В. М. Бурцев, А. С. Васильев и др. 2-е изд., стеротип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Бахмана, 2001. – 564 с., илл.

22. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов]. 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Высш. школа, 1983. – 256 с., илл.

23. Мясников Ю. И. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Челябинск. Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 483 с.

24. Технология конструкционных материалов. Под ред. д-ра техн. наук проф. Г. А. Прейса. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 359 с.

25. Технологичность конструкции изделия: Справочник/Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др.; Под общ. ред. Ю. Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.: ил.

26. С. Г. Суворов, Н. С. Суворова. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах. – М.: Машиностроение, 1984. - 352 с., ил.

27. Зайончик Л. И. Проектирование и производство заготовок: Текст лекций. – Челябинск: ЧГТУ, 1990. – Ч. 1. – 87 с.

28. Технология машиностроения: Методические указания к дипломному проекту; Ю. Г. Миков, Е. С. Шапранова, О. Б. Кучина, М. А. Вихрова; Челябинск: ЮУрГУ, 2003. – 53 с.

29. Справочник технолога машиностроителя, 2 том; под ред. А.Г. Косиловой; Москва: Машиностроение, 1986. – 496 с.

30. Электронный каталог фирмы инструмента и оснастки SANDVIK.

31. Техническое нормирование труда в машиностроении; Москва: Машиностроение, 1972. – 248 с.
32. Справочник молодого фрезеровщика; С. Ш. Френкель; Москва: Профтехиздат, 1962. – 460 с.
33. Допуски и посадки: Справочник. Часть 1; М.А. Полей и др.; Ленинград: Политехника, 1991.- 576 с.
34. Проектирование режущего инструмента. Часть IV; Д.К. Маргулис; Челябинск, 1979 г. – 72 с.
35. Размерный анализ технологических процессов в курсовом и дипломном проектировании; Ю.Г. Миков, В.Ю. Рогинский; Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 80 с.
36. Станочные приспособления: Справочник. Том 1; под ред. Вардашкина; Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.
37. Технологическая оснастка: вопросы и ответы; под ред. Н.П. Косова и др.; Москва: Машиностроение, 2005. – 304 с.
38. Проектирование приспособлений: Учебное пособие; Ю.Г. Миков, О.Б. Кучина; Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 63 с.
39. Заготовки в машиностроении: Учебное пособие к курсовому проекту; Ю.Г. Миков, С.В. Балинский; Челябинск: ЮУрГУ, 1999. – 37 с.