

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса

УДК: 621.81-21-047.86

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Шарифов Фирдавс Сатторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ласуков А.А.	К.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	К. пед. наук доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К. т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер по качеству	Маслов Ю.В.			

Юрга – 2022 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и

	узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Сапрыкина Н.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Шарифов Фирдавс Сатторович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали. 2. Годовая программа выпуска 300 шт. 3. Отчет по преддипломной практике.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления детали. 3. Подбор оборудования и технологической оснастки 4. Конструкторская часть. Разработка приспособления на сверлильно-фрезерно-расточную операцию 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.

	6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Корпус (2 листа А1). 2. Карта наладки (1 лист А1). 3. Карта наладки (1 лист А1). 4. Карта наладки (2 листа А1) 5. Карта наладки (1 лист А1) 6. Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное (1 лист А1).

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Ласуков А.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарифов Ф.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Шарифов Фирдавс Сатторович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1) Стоимость приобретаемого оборудования 3945970 руб 2) Фонд оплаты труда годовой 425000 руб
2. Нормы расходования материала	1) Нормы расходования материала на 1шт. 19кг 2) Количество деталей 300шт.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчёт объёма капитальных вложений
2. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции
3. Экономическое обоснование технологического проекта
- 4.

Перечень графического материала

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2022
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г.	К.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарифов Ф.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Шарифов Фирдавс Сатторович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	Бакалавр	ООП	Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Тема ВКР

Разработка технологического процесса изготовления корпуса

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования <u>Деталь</u></p> <p>Область применения <u>Механическая обработка детали</u></p> <p>Рабочая зона: <u>производственное помещение</u></p> <p>Размеры помещения _____</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>Вертикально-фрезерный станок 6P13, плоскошлифовальный станок 3Д722, Вертикально-сверлильный станок 2P135Ф2-1, сверлильно-фрезерно-расточной станок СТП320ПМФ4</u></p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>Механическая обработка</u></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда.</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки-ки. Н/д с 11 марта 2021</p> <p>ГОСТ 12.1.01-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.</p> <p>Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шум 2. Вибрации от оборудования 3. Недостаточное освещение 4. СОТС (воздействие на руки) 5. Запыленность рабочей зоны 6. Повышенная или пониженная температура в помещении

	<p>Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Движущиеся части оборудования 2. Электричество 3. Стружка 4. Разогретые детали <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</p> <p>Спецодежда Защитные крема Очки</p> <p>Приоритетным считать расчет освещения и заземления</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p> <p>– защита селитебной зоны</p> <p>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p>	<p>Основными факторами, загрязняющими окружающую среду при изготовлении деталей является: отработанные масла, смазочно-охлаждающие жидкости и их ипарения.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</p>	<p>Возможные ЧС <u>ливень, пожар</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u></p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Шарифов Ф.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 79 с., 7 рисунков, 28 таблиц, 29 источников, 1 приложение, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗА, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА.

Служебное назначение изделия: деталь является основным элементом гидрораспределителя и предназначен для размещения его деталей, и разводки рабочей жидкости по каналам.

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса.

В ходе выполнения работы был произведен анализ действующего технологического процесса получения заготовки и механической обработки детали.

В технологической части работы выбран метод получения заготовки, разработан технологический процесс механической обработки детали, выполнены расчёты припусков и режимов резания.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость детали при спроектированном технологическом процессе.

ABSTRACT

Final qualifying work 71 with., 7 Figures, 28 tables, 29 source, 7 application, 8 sheets of graphic material.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, DETAIL, BLANK, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, COST OF MANUFACTURE, BASE, BASE, STOCK, BLANK.

Service purpose of the product: the part is the main element of the hydraulic distributor and is designed to accommodate its parts and distribute the working fluid through the channels.

Purpose of the work: development of a technological process for the manufacture of the case.

In the course of the work, an analysis was made of the current technological process for obtaining a workpiece and machining the part.

In the technological part of the work, a method for obtaining a workpiece was chosen, a technological process for machining a part was developed, calculations of allowances and cutting modes were performed.

In the design part, a special device was designed.

In the Social Responsibility section, the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection has been developed.

In the section "Financial management, resource efficiency and resource saving", the cost of a part is calculated for the designed technological process.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	12
1	Объект и методы исследования	13
1.1	Служебное назначение детали	13
1.2	Анализ технологичности изделия	14
1.3	Описание базового технологического процесса	15
1.4	Анализ технологического процесса	18
1.5	Производственная программа выпуска	18
1.6	Формулировка проектной задачи	19
2	Расчеты и аналитика	20
2.1	Технологическая часть	20
2.2	Конструкторская часть	45
2.3	Организационная часть	48
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	54
3.1	Расчёт объёма капитальных вложений	54
3.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	56
3.3	Экономическое обоснование технологического проекта	60
4	Социальная ответственность	62
4.1	Характеристика объекта исследования	62
4.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте (участке)	63
4.3	Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	66
4.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте	68
4.5	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	69
4.6	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	72
4.7	Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды	74
4.8	Заключение	75
	Заключение	77
	Список используемой литературы	78
	Приложение А Спецификация	

					<i>ФЮРА А81032.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Разработка технологического процесса изготовления корпуса	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Шарифов</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Ласуков</i>					7	11
<i>Н. контр.</i>		<i>Ласуков</i>				<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А81</i>		
<i>Утверд.</i>								

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного уровня машиностроения предъявляет все более жесткие требования к методам изготовления продукции, ее качеству и эксплуатационным характеристикам, при уменьшении себестоимости изготовления и затрат на производство, а также других сопутствующих показателей. Важно, качественно, дешево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить машину. От принятой технологии механической обработки во многом зависит надежность работы выпускаемых машин, а также экономичность их эксплуатации.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства, а так же средства автоматизации и механизации производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку.

Целью ВКР является подведение итогов обучения по направлению «Машиностроение», по образовательной программе «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»

. В работе подтверждается необходимый уровень профессиональной подготовки, необходимый для использования накопленных теоретических знаний:

- ведения самостоятельной творческой инженерной работы;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений.

1 Объект и методы исследования

1.1 Служебное назначение детали

Деталь корпус является промежуточной секцией гидрораспределителя механизма лебёдки и телескопирования поворотной части крана. Корпус служит для размещения в нем различных механизмов гидравлики, необходимых для регулирования и разводки рабочей жидкости по каналам.

В процессе сборки в корпусе располагаются: гидравлический насос, вентиль, шток. Внутренняя полость корпуса заполняется рабочей жидкостью, необходимой для работы системы гидравлики. Кроме того, в состав распределителя входят различные резиновые и полиамидные уплотнения.

В корпусе секции выполнены 4 отв.Ø19 для крепления. Набор секций выбирается конструктивно в зависимости от количества силовых элементов крана. Основным элементом корпуса является классное центральное и два боковых отверстия Ø26H8 с обработкой Ra2,5 мкм. Отверстия Ø35 предназначены для размещения уплотнений. Отверстия, сопрягаемые с проточками 21мм, являются линиями напора и слива.

Корпус изготавливается из высокопрочного чугуна марки ВЧ-40. Химический состав чугуна (ГОСТ 7293-85) соответствует приведённому в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Химический состав чугуна ВЧ-40

Марка чугуна	С, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
				Не более	
ВЧ-40	3,4	2,3	0,5	0,1	0,5

Физико-механические свойства (ГОСТ 7293-85) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства

Марка чугуна	σ_T	σ_B	δ	НВ, не более
	МПа	МПа	%	-
ВЧ-40	380	400	2	180÷260

σ_T – предел текучести;

σ_B – предел прочности при растяжении;

δ – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

НВ – твёрдость по Бринеллю.

Технологические свойства материала:

Свариваемость – ограниченно свариваемая.

Флокеночувствительность – не чувствительна.

Жидкотекучесть при 1340...1430°C – 500...650мм.

1.2 Анализ технологичности изделия

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения. Технологичностью называется совокупность свойств конструкции, которые обеспечивают изготовление, ремонт и техническое обслуживание изделия по наиболее эффективной технологии с применением оптимальных затрат, средств труда, металла и времени.

Требования связанные с технологичностью устанавливаются ГОСТ 2.121-73, а также группой стандартов ГОСТ 14201-83...14204-73

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов:

- а) качественная
- б) количественная

Рассмотрим качественную оценку технологичности.

Чертеж содержит несколько видов детали, а также сечения и выносные элементы, которые полностью раскрывают конструкцию детали. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением, однако на чертеже используются устаревшие стандарты по обозначению шероховатости.

Рассматриваемая деталь относится к классу корпусных деталей. Конфигурация детали позволяет применить оптимальный способ получения заготовки – отливку, которая имеет максимальное приближение своей формы к форме детали, а это, в свою очередь, ведет к увеличению коэффициента использования материала.

Форма и расположение поверхностей позволяет применить стандартный инструмент и обеспечить его свободный доступ. Конструкция детали допускает обработку плоскостей напроход. Деталь довольно жесткая для применения высокопроизводительных режимов обработки. В корпусе отсутствуют плоскости и отверстия, расположенные под тупыми и острыми углами. В конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что деталь достаточно технологична, ее конструкция допускает применение современных видов оснастки и высокопроизводительных методов обработки.

Рассмотрим количественную оценку. К основным показателям технологичности конструкции относятся:

-абсолютный технико-экономический показатель (трудоемкость изготовления детали);

- технологическая себестоимость детали;
- коэффициент унификации конструктивных элементов детали;
- коэффициент использования материала;
- коэффициент точности обработки;
- коэффициент шероховатости поверхности;

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали [6]:

$$K_y = Q_{y.э} / Q_{э} \geq 0,6 \quad (1.1)$$

$$K_y = 61 / 65 = 0,94$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_y > 0,6$ [6].

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = m_d / m_з \geq 0,7 \quad (1.2)$$

где m_d - масса детали, кг;

$m_з$ - масса заготовки, кг

$$K_{и.м} = 11,2 / 20,8 = 0,54$$

По этому показателю деталь нетехнологична, так как $K_{и.м} < 0,7$.

Исходя из выше изложенного можно сказать, что в целом, проектируемая деталь по качественной и количественной оценки технологичности и всестороннего анализа детали, технологична.

1.3 Описание базового технологического процесса

В базовом технологическом процессе заготовка - профиль. Действующий технологический процесс состоит из следующих операций (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Маршрут обработки детали

№ опер.	Модель оборуд.	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
007 Фрезерная	СФП500А8	Тиски	Фреза ВК8 СТП 1454	Штангенциркуль ШЦ II 250-0,05 ГОСТ 164-80
008 Слесарная	Верстак слесарный			
010 Фрезерная	65А60Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406-1454-78;	ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80
012 Слесарная	Верстак слесарный			
015 Фрезерная	65А60Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406-1454-78	Штангенрейсмас ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80; ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80
017 Слесарная	Верстак слесарный			

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
020 Фрезерная	65А60Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406-1454-78	ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80; ШЩ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80
025 Слесарная	Верстак слесарный			
030 Шлифовальная	ЗЛ722В		Круг ПП 450x80x203 54С 40 СМ2К ГОСТ 2424-83	Линейка ЛТ-1-200 ГОСТ 8026-75; Микрометр 75-1 ГОСТ 6507-78
035 Сверлильная	ГФ2171С3	317-1946	Сверло 011-715; Сверло 7,8 2301-0014 ГОСТ 10905-77; Развертка 8,2 Н8 030-1623; Зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953-80; Фреза 68 2223-0751	ШЩ-И-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 8,2Н8 СТП 406-4307-82; Пробка 19,5Н14 СТП 406-4307-82
			ГОСТ 0025-71; Зенкер 8,1 СТП 406-1223-76; Сверло 19,5 2301-0068 ГОСТ 10903-77	
040 Слесарная	Верстак слесарный			
045 Сверлильная	ИР-500МФ4	319-970	Фреза 68 2223-0751 ГОСТ 0025-71; Фреза 058-285;68 2223-0751 ГОСТ 0025-71; Сверло 18 2301-0431 ГОСТ 2092-77; Сверло 26 2301-0089 ГОСТ 10903-77; Сверло 29,25 2301-0101 ГОСТ 10905-77; Зенкер 25 2323-0544 ГОСТ 12489-71; Развертка 31 Н9 15° СТП 406-1323-86;	ШЩ-И-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 20Н14-250 СТП 406-4307-82; Пробка 26Н14-250 СТП 406-4307-82; Пробка 33x2-6Н СТП 406-4307-82; Калибр соосности 150-2473; Пробка п/р 33x2-6Н СТП 406-4307-82; Пробка 31Н9

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
			Резец 10x10x32x0,3 Т15К6 лев. СТП 406-1167-78; Раз- вертка 33,5 Н11 15° СТП 406-1323-86; Зенкер 20x25 027- 774; Развертка 037- 391; Развертка 20x26 037-560; Сверло 23 2301- 0079 ГОСТ 10903- 77; Развертка К3/4" 2373-0036 ГОСТ 6226-71; Зенковка 50 2353-0138 ГОСТ 14953-80% Метчик М33x2 2620-2007 ГОСТ 3266-81; Фреза 22,5 055-784	Шаблон СТП 406-4333-76; Пробка 100- 2485; Пробка 26Н8 СТП 406- 4307-82; Пробка 35,3Н11 115- 16542; Пробка К3/4" СТП 406- 4312-76; Шаб- лон 5Н13 106- 5652; Фаскомер 15° СТП 406- 4361-76; Нутро- мер НИ 18-50-1 ГОСТ 868-82; ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80
050 Слесар- ная	Верстак слесарный			
055 Свер- лильная	ИР- 500МФ4	319-904	Сверло 011-715; Сверло 18,25 2301- 0062 ГОСТ 10903- 77; Сверло 21,25 2301-0074 ГОСТ 10903-77; Сверло 5 2300-0034 ГОСТ 886-77; Зенкер 21 №2 СТП 406-1222- 76; Сверло 1,8 2300- 0138 ГОСТ 10902- 77; Фреза 16 2223-0502 ГОСТ 20537-75; Фреза 20 Т5К10 2223-0503 ГОСТ 20537-75	ШЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 18Н14 СТП 406-4307- 82; Пробка 19Н14 СТП 406- 4307-82; Пробка 21Н14 СТП 406- 4307-82; Пробка 5Н14 СТП 406- 4307-82; Фаскомер 45° СТП 406-4361- 76; Пробка 1,8Н14 СТП 406- 4307-82; Шаб- лон 106-5644; Глубиномер 0- 25-1 ГОСТ 7470- 78

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
060 Слесарная	Верстак слесарный			
065 Контрольная				
070	Консервация			

1.4 Анализ технологического процесса

Технологический процесс изготовления детали имеет недостатки: не учтена возможность применения комбинированного инструмента для одновременного сверления и зенкерования двух отверстий с образованием фасок; технологический процесс дифференцирован, т. е. рассчитан на отдельные операции; станки применяются как универсальные, так и с ЧПУ; применяется как стандартный, так и специальный режущий инструмент; резьба нарезается метчиками, что является не производительным методом; измерительный инструмент: штангенциркули, нутромеры, штангенглубиномеры – универсальные средства; применяются также и специальные инструменты – пробки и калибры.

1.5 Производственная программа выпуска

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Программа выпуска изделий составляет 300 шт. в год. В зависимости от массы детали (11кг) устанавливаем тип производства – мелкосерийный [5]. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций

Рассчитываем размер партии запуска:

$$n = N \times a / F, \quad (1.7)$$

где N-годовая программа выпуска изделия;

F=248–число рабочих дней в году;

a=3,6,12,24-периодичность запуска в днях. Принимаем a=12;

n=300 · 12/248=15шт

1.6 Формулировка проектной задачи

1.6.1 Цель и технико-экономическое обоснование проектирования

В качестве объекта производства выбран корпус.

В основе разработки технологического процесса в работе положены два принципа: технический и экономический. В соответствии с техническим принципом проектируемый технологический процесс должен полностью обеспечить выполнение всех требований рабочего чертежа и технических условий на изготовление данного изделия.

В соответствии с экономическим принципом изготовление изделия должно вестись с минимальными затратами труда и издержками производства. Технологический процесс изготовления изделий должен выполняться с наиболее полным использованием технических возможностей средств производства при наименьших затратах времени и себестоимости изделий. В условиях современной экономики от внедряемых технологических процессов требуется прогрессивность, повышение производительности труда и качества выпускаемых изделий, сокращение трудовых и материальных затрат, надежность, конкурентоспособность. Основной упор делается не на количество, а на качество продукции, расширяется номенклатура выпускаемых изделий.

Целью разработки является разработка технологического процесса механической обработки корпуса, обладающего степенью надежности, гарантирующего высокое качество изделий и одновременно обеспечивающего возможность изготовления деталей с минимальными допусками, то есть с наименьшим расходом материала.

1.6.2 Техническое задание на проектирование

Состав технического задания на проектирование:

1. Наименование и область применения разработок;
2. Основание для разработки;
3. Цель и назначение разработки;
4. Источники разработки;
5. Технические требования;
6. Экономические показатели;
7. Стадии и этапы разработки;
8. Порядок контроля и приемки.

Пункты 1-3 рассмотрены выше. Источниками для разработки данного проекта являются чертеж детали и программа выпуска данного изделия.

На каждое разрабатываемое изделие составляют технические условия-документы, входящие в комплект технической документации на промышленные изделия, в которых указывают комплекс технических требований к изделию: правила приемки и поставки, методы контроля, условия эксплуатации, транспортирования и хранения. Технические требования определяют основные параметры, размеры, свойства или эксплуатационные характеристики изделия, показатели качества, комплектность и т.д.

Технические требования должны содержать: состав разработки и требования к содержанию; показатели назначения и надежности; требования к технологичности и метрологическому обеспечению разработок; требования безопасности и требования по охране природы; эстетические и эргономические требования; требования к патентной чистоте; требования к составным частям, материалам, используемым в ней; условия использования, технического обслуживания, ремонта; требования к маркировке, установке, транспортированию и хранению.

1.6.3 Основные разделы проекта

Стадии и этапы разработки проекта, основанные на методических указаниях по выполнению курсового проекта, следующие:

1. Аналитическая часть;
2. Формулировка проектной задачи;
3. Технологическая часть;
4. Конструкторская часть;
5. Организационная часть;
6. Экономическая часть;
7. Квалиметрическая оценка проекта.

2 Расчеты и аналитика

2.1 Технологическая часть

2.1.1 Выбор заготовки и метода её получения

Современное состояние технологии машиностроения предоставляет большие возможности для рационального выбора вида исходной заготовки и способа её получения. Важно выбрать такую заготовку, у которой форма и размеры приближаются к форме и размерам готовой детали. Это позволяет снизить трудоёмкость механической обработки, добиваться высокой производительности и экономного расхода металла. Правильный выбор исходной заготовки существенно влияет на технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали.

Технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, литая в кокиль и непрерывного литья.

Себестоимость заготовок определяется по формуле:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{ИМ}} [C_{заг} + C_c (1 - K_{ИМ})], \text{ руб} \quad (2.1)$$

где G_D – масса детали, кг;

$K_{ИМ}$ - коэффициент использования материала;

$C_{заг}=42$ руб/кг – удельная стоимость материала заготовки

$C_c= 19,8$ руб/кг – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке в среднем по машиностроению на 1.01.2008.

2.1.1.1 Литье в кокиль.
 Расчет ведем по методике [6].
 Масса детали – $m_{дет.}=11,2$ кг.
 Класс размерной точности – 8.
 Степень коробления – 3.
 Степень точности поверхности отливки – 9.
 Шероховатость поверхности – 10.
 Ряд припусков – 4.
 Размеры отливки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
197±0,5	10	2,1	201,2	±1,4
140h14	10	2,1	144,2	±1,2
80h14	10	2,1	84,2	±1,2

Литейные уклоны по наружной поверхности - 5°.
 Радиусы закругления наружных углов – 4мм.
 Неуказанные допуски радиусов закругления – 1мм
 Масса заготовки считается по следующей формуле:
 $m_з = V \cdot \rho = 0.2012 \cdot 0.1442 \cdot 0.0842 \cdot 7850 = 19,2кг$

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_д}{m_з} = \frac{11,2}{19,2} = 0,58$$

Технологическая себестоимость заготовки:
 $S_T = 11,2/0,58 \cdot [42 + 19,8 \cdot (1 - 0,58)] = 954,27$ руб.

2.1.1.2 Литье в песчано-глинистые формы.
 Класс размерной точности – 11.
 Степень коробления – 6.
 Степень точности поверхности отливки – 13.
 Шероховатость поверхности – 20.
 Ряд припусков – 7.
 Размеры отливки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
197±0,5	20	6	209	±2,8
140h14	20	5,4	150,8	±2,4
80h14	20	4,9	89,8	±2,2

Литейные уклоны по наружной поверхности - 5°.
Радиусы закругления наружных углов – 4 мм.
Неуказанные допуски радиусов закругления – 1 мм.
Масса заготовки:

$$m_3 = 0.209 \cdot 0.1508 \cdot 0.0898 \cdot 7850 = 22.2 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{11.2}{22.2} = 0.5.$$

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T = 11,2/0,5 \cdot [42 + 19,8 \cdot (1 - 0,5)] = 1162,56 \text{ руб.}$$

Определяем экономический эффект от выбранного метода получения заготовки на программу выпуска:

$$\mathcal{E} = (S_{T1} - S_{T2}) \cdot N = (1162.56 - 954.27) \cdot 300 = 62487 \text{ руб.} \quad (2.2)$$

Технологическая себестоимость и коэффициент использования материала получения заготовки методом литья в кокиль лучше, чем методом литья в песчано-глинистые формы. Заготовки при литье в металлические формы имеют более высокую точность и чистоту поверхности, что позволяет снизить припуски на механическую обработку. Выбираем литье в кокиль.

2.1.2 Выбор баз

При разработке технологического процесса механической обработки перед технологом возникает задача: выбрать из нескольких вариантов один, обеспечивающий наиболее экономичное решение. Современные способы механической обработки и большое разнообразие станков, а также новые методы электрохимической, электроэрозионной и ультразвуковой обработки металлов, получение заготовок методами точного литья, точной штамповки, порошковой металлургии – всё это позволяет создавать различные варианты технологий, обеспечивающие изготовление изделий, полностью отвечающих всем требованиям конструктора.

При составлении технологического процесса учитывается то, что необходимо спроектировать технологический процесс изготовления корпуса.

Для проектируемого технологического процесса:

Операция 005-015 Вертикально-фрезерная

Заготовка базируется по плоскостям в тисках.

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$.

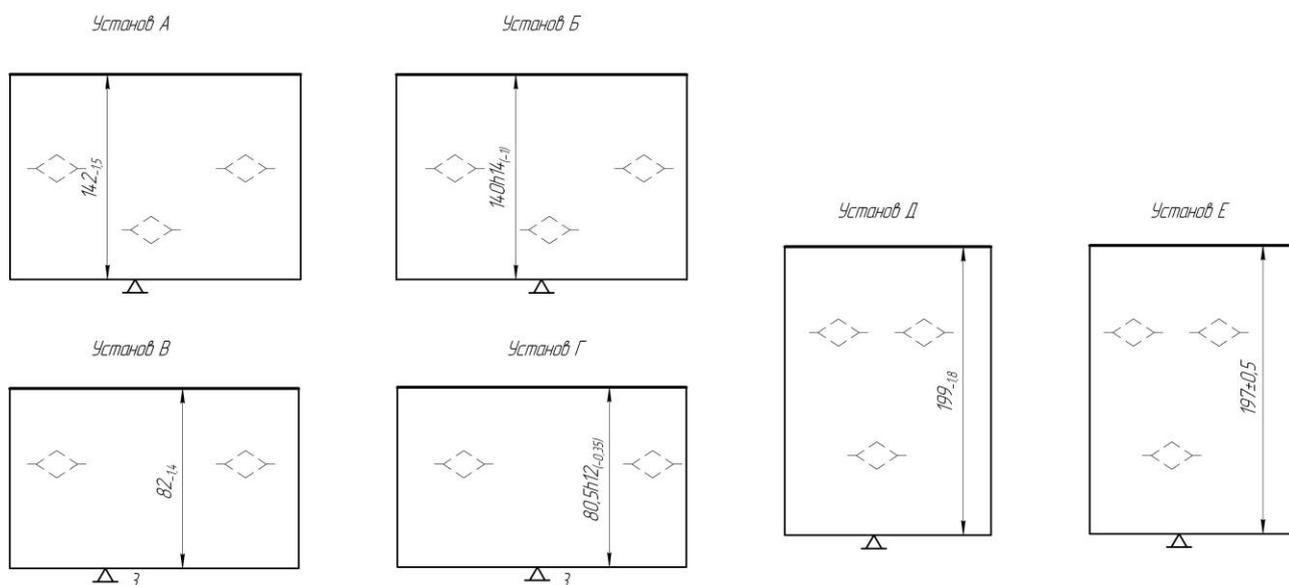


Рисунок 2.1

Операция 030 Плоскошлифовальная

Заготовка базируется по плоскости на магнитной плите стола станка. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ (рисунок 2.2).

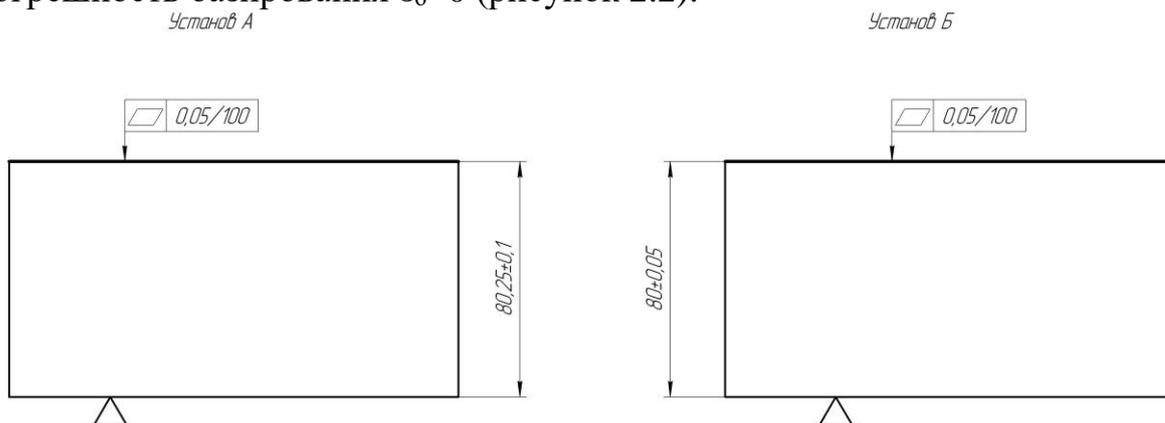


Рисунок 2.2

Операция 035 Вертикально – сверлильная

Заготовка базируется по трём плоскостям в специальном приспособлении (рис. 2.3). Погрешность на размеры $18\pm0,5$; $100\pm0,3$; $8\pm0,3$; $182\pm0,1$; $118\pm0,3$; $142\pm0,3$; $34\pm0,3$ $\varepsilon_6=0$. Погрешность базирования на размеры $16^{+1,5}$ и 12^{+1} $\varepsilon_6=0,1$ мм (допуск на толщину заготовки после шлифования)

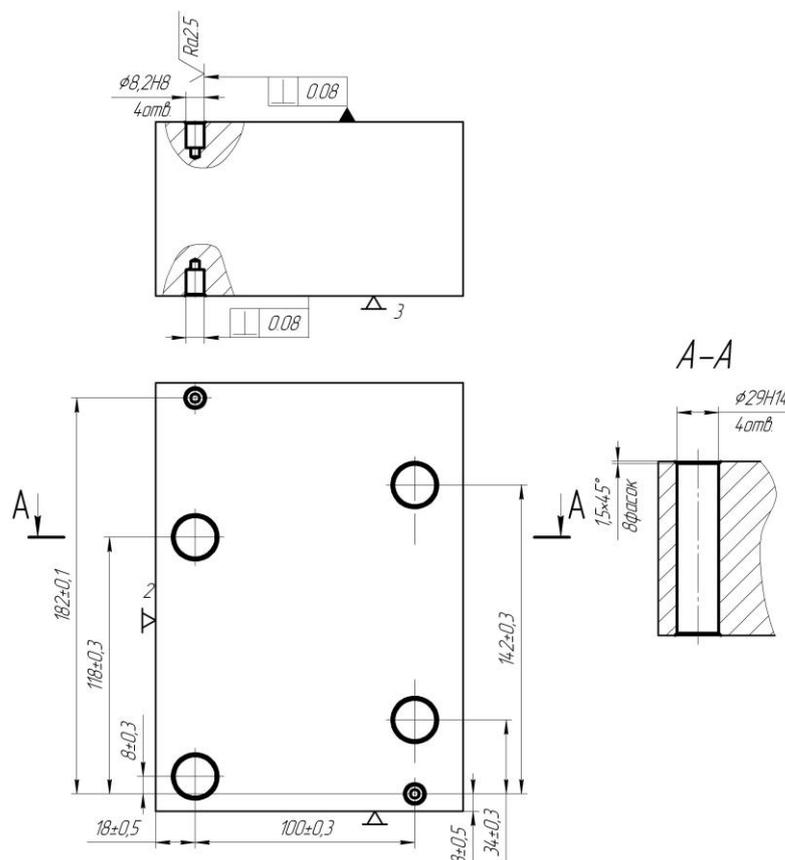


Рисунок 2.3

Операция 040 Сверлильно-фрезерно-расточная

Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому пальцу и срезанному пальцу в специальном приспособлении (рисунок 2.4).

Погрешность базирования на диаметральные размеры равна нулю, т.к. обработка ведется мерным инструментом. Погрешность на линейные размеры (расположение отверстий в плоскости):

Деталь базируется отверстием $\varnothing 8.2^{+0,022}$, на палец $\varnothing 8,2f9_{(-0,049)}^{-0,013}$

$$\varepsilon_D = S_{\min} + \delta_A + \delta_B,$$

где δ_A – допуск на размер базового отверстия;

δ_B – допуск на размер пальца (оправки);

S_{\min} – минимальный гарантированный зазор

$$\delta_A = 22 \text{ мм}, \delta_B = 36 \text{ мм}, S_{\min} = 13 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_D = 13 + 22 + 36 = 71 \text{ мкм}$$

Погрешность на глубину расположения внутренних поверхностей равна допуску на шлифованный размер $\varepsilon_6 = 0,1 \text{ мм}$

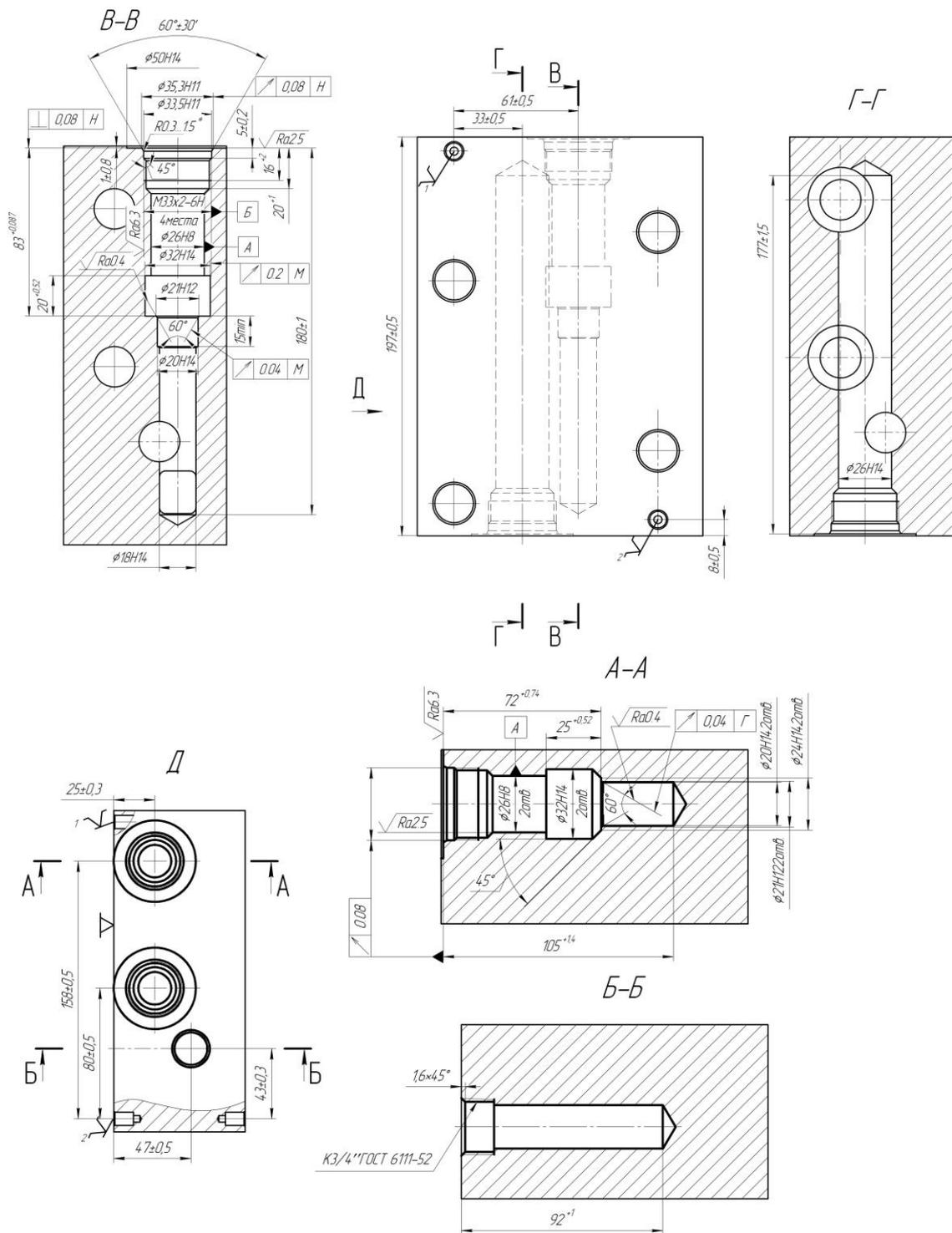


Рисунок 2.4

Операция 045 сверлильно-фрезерно-расточная
 Заготовка базируется по плоскости цилиндрическому пальцу и срезанному пальцу в специальном приспособлении (рисунок 2.5).

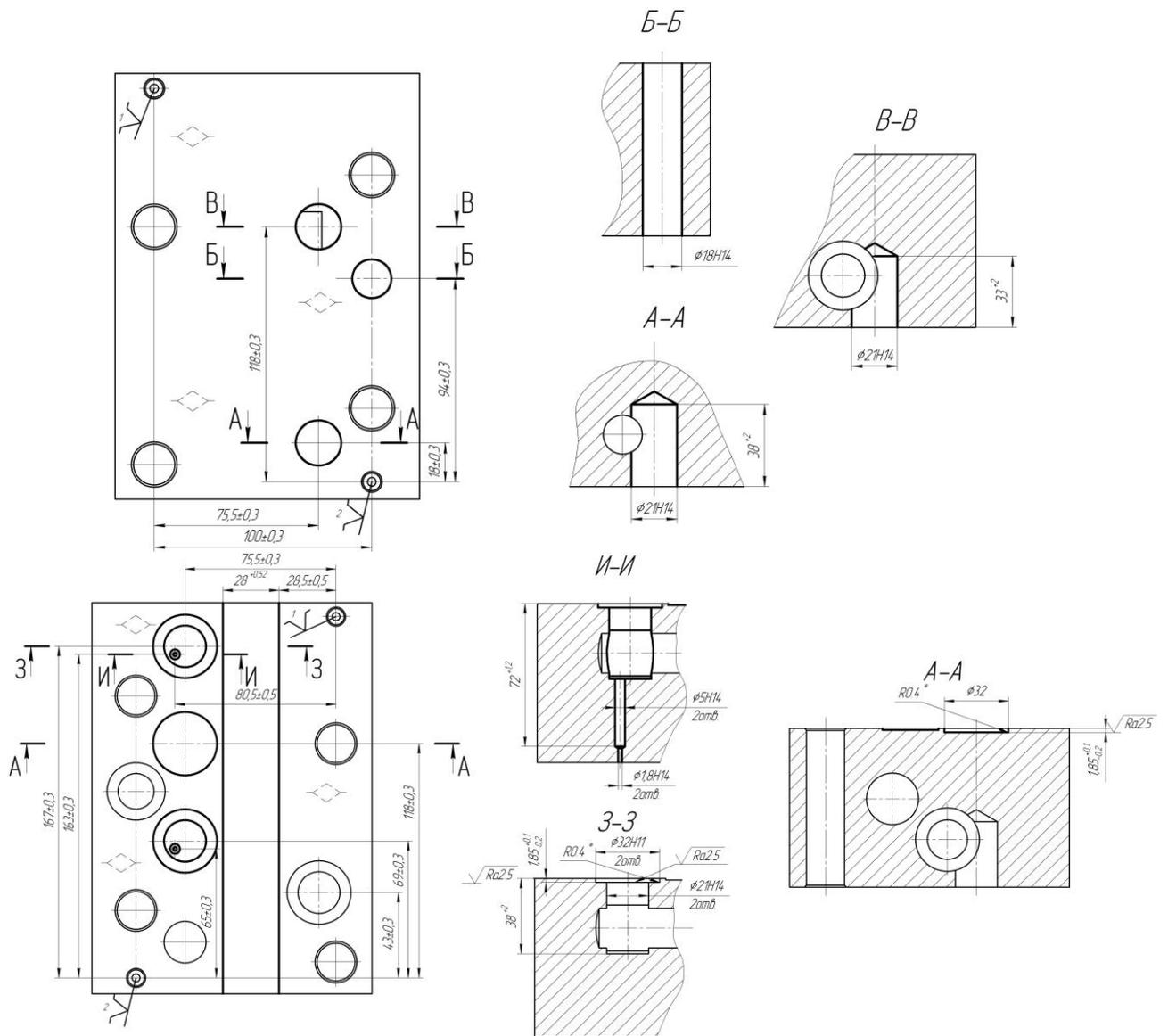


Рисунок 2.5

2.1.3 Составление технологического маршрута обработки

Порядок технологического процесса (ТП) устанавливаем в зависимости от характера продукции и типа производства (таблица 2.3)

Таблица 2.3 – Маршрут обработки

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Наименование станка
1	2	3
005	Вертикально-фрезерная Установ А Фрезеровать поверхность в размер 142-1,5 Установ Б Фрезеровать поверхность в размер 140h14	Вертикально-фрезерный 6P13

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
010	Установ В Фрезеровать поверхность в размер 82 _{-1,4} Установ Г Фрезеровать поверхность в размер 80,5 _{-0,35}	Вертикально-фрезерный 6P13
015	Установ Д Фрезеровать поверхность в размер 199 _{-1,8} Установ Е: Фрезеровать поверхность в размер 197±0,5	Вертикально-фрезерный 6P13
020	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный
025	Термическая Подвергнуть искусственному старению	
030	Плоскошлифовальная Установ А 1. Шлифовать поверхность в размер 80,25 Установ Б 2. Шлифовать поверхность в размер 80±0,05	Плоско – шлифовальный модели 3Д722
035	Вертикально-сверлильная Установ А 1. Центровать 6 отв. (Ø10мм, 2φ=90°) 2. Сверлить 2 отв. Ø 7,8 в размер 16 ^{+1,5} мм 3. Развернуть 2 отв. Ø 8,2Н8 в размер 12 ⁺¹ 4. Сверлить 4 отв. Ø 19Н14 на проход 5. Зенковать 4 фаски 1x45° Установ Б 1. Центровать 2 отв. (Ø10мм, 2φ=90°) 2. Сверлить 2 отв. Ø 7,8 в размер 16 ^{+1,5} мм 3. Развернуть 2 отв. Ø 8,2Н8 в размер 12 ⁺¹ 4. Зенковать 4 фаски 1x45°	Вертикально-сверлильный модели 2P135Ф2-1

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
040	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная операция</p> <p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать 1 отв. 2. Сверлить отв. Ø20Н14 в размер 98мм 3. Сверлить отв. Ø18Н14 с обеспечением размера 180±1мм 4. Цековать отв. Ø 50Н14 в размер 1±0,8 5. Зенкеровать отв. Ø25,8Н12 на длину 83 мм 6. Фрезеровать отв. Ø32Н14 длиной 20мм 7. Зенкеровать 2 гнезда Ø28,9Н11 глубиной 20⁺¹; Ø33,5Н11 глубиной 5±0,2 и фаской 45°; Ø35,3Н11 фаской 60° комбинированным инструментом 8. Развернуть отв. Ø26Н8 на длину 43мм 9. Фрезеровать резьбу М33×2-6Н в отверстиях глубиной 11⁺² <p>Позиция 2 (поворот заготовки на 180°)</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Центровать отв. 11. Сверлить отв. Ø26Н14 в размер 177±1,5мм <p>Повторить переходы 4, 7 и 9</p> <p>Позиция 3 (поворот заготовки на 90°)</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. Центровать 3 отв. 16. Сверлить отв. Ø23Н14 в размер 92⁺¹ 17. Зенковать фаску 1х45° 18. Развернуть отв. К¾ ГОСТ6111-52 19. Сверлить 2 отв. Ø 20Н14 в размер 105^{+1,4} 20. Цековать 2 отв. Ø 50Н14 в размер 1±0,8 21. Зенкеровать 2 отв. Ø 25,8Н12 в размер 72мм 22. Фрезеровать 2 отв. Ø32Н14 длиной 20мм 23. Фрезеровать фаску 4х45° 24. Зенкеровать 2 гнезда Ø28,9Н11 глубиной 20⁺¹; Ø33,5Н11 глубиной 5±0,2 и фаской 45°; Ø35,3Н11 фаской 60° комбинированным инструментом 	<p>Сверлильно-фрезерно-расточной модели ИР320МФ4</p>

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
	25. Развернуть 2 отв. Ø26H8 на длину 30мм 26. Фрезеровать резьбу M33×2-6H в двух отверстиях, глубиной 11 ⁺²	
045	Сверлильно-фрезерно-расточная Позиция 1 1. Центровать 3 отв. 2. Сверлить отв. Ø18H14 на проход 3. Сверлить отв. Ø 21H14 в размер 33 ⁺² 4. Сверлить отв. Ø 21H14 в размер 38 ⁺² Позиция 2 (поворот заготовки на 180°) 5. Центровать 3 отв. 6. Сверлить отв. Ø21H14 в размер 53 ⁺² 7. Сверлить 2 отв. Ø21H14 в размер 34 ⁺² 8. Цековать 2 отв. Ø21H14 в размер 38 ⁺² 9. Сверлить 2 отв. Ø 5H14 в размер 72 ⁺² 10. Сверлить 2 отв. Ø1,8H14 на проход 11. Цековать отв. Ø 29H14 в размер 1,85 12. Цековать 4 отв. Ø 32H11 в размер 1,85 13. Фрезеровать паз с обеспечением размера 28 ^{+0,5}	Сверлильно-фрезерно-расточной модели ИР320МФ4
050	Слесарная 1. Снять заусенцы 2. нарезать коническую резьбу	
055	Контроль	Плита контрольная

2.1.4 Выбор средств технологического оснащения

2.1.4.1 Выбор оборудования

005-015 Вертикально фрезерный станок модели 6P13

Размеры рабочей поверхности стола ,мм	1600x400
Наибольшие перемещения стола ,мм:	
Ось X	1000
Ось Y	300
Ось Z	420
Наибольшие перемещения гильзы со шпинделем ,мм	80
Внутренний конус шпинделя-	50
Число скоростей шпинделя-	18
Частота вращения шпинделя ,об/мин	31,5-1600
Число подач стола	18
Подача, мм/мин	25-1250
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	3000

Мощность электродвигателя привода, кВт	11
Габаритные размеры, мм:	
Длина	2560
Ширина	2260
Высота	2120
Масса, кг	4200
030 Плоскошлифовальный станок 3Д722	
Размеры рабочей поверхности стола (ширина×длина), мм	1250×320
Наибольшие размеры обрабатываемых заготовок, мм	1250×320×250
Масса обрабатываемых заготовок, кг, не более	700
Наибольшее перемещение стола и шлифовальной бабки, мм :	
продольное	1260
поперечное	410
вертикальное	415
Размеры шлифовального круга (наружный диаметр×высота×внутренний диаметр) или тип и размеры шлифовальных сегментов	450×80×203
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1460
Скорость продольного перемещения стола, м/мин	3-356/с
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	15
Габарит станка (длина×ширина×высота),мм	3800×2190×2360
Масса станка, кг	7500
035 Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1	
Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	35;
Рабочая поверхность стола, мм	400х710
Наибольшее расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	60
Вылет шпинделя, мм	450
Наибольшее вертикальное перемещение сверлильной (револьверной) головки, мм	560
Конус Морзе отверстия шпинделя	4
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45...2000
Число подач шпинделя	18
Подача шпинделя, мм/мин	10...50
Мощность электродвигателя привода главного движения	3,7
Габаритные размеры, мм:	
длина	1800
ширина	2170
высота	2700
Масса, кг	4700
040 и 045 Сверлильно–фрезерно–расточной станок ИР320ПМФ4	
Класс точности станка	П

Размеры рабочей поверхности стола, мм	320×320
Наибольшая масса изделия	150
Наибольшие габаритные размеры детали, мм	300×250×250
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	20
Наибольший диаметр торцевой фрезы, мм	150
Диаметр растачиваемого отверстия, мм	200
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	13...5000 б/с
Рабочие подачи, мм/мин	1...3200б/с
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	200
Количество инструментов в магазине	36
Время смены инструмента, с	14
Габариты станка, мм	3840×2300×2507
Масса станка, кг	10000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	7,5

2.1.4.2 Выбор инструмента и приспособлений

005-015 Вертикально-фрезерная

Приспособление тиски машинные

Режущий инструмент: Фреза ВК6 ГОСТ 5493-70

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ I-250-0,1 ГОСТ 166-80

Тара 505-178

Очки О ГОСТ 12.4.013-85

030 Плоскошлифовальная

Приспособление – плита магнитная

Режущий инструмент: Круг шлифовальный 450х80х203 54С 20 СМ2 2 К5 ГОСТ 2424-83

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-80

Очки О ГОСТ 12.4.013-85

Тара 505-459

035 Вертикально-сверлильная

Приспособление специальное;

Режущий инструмент: Сверло 2φ=90°; Сверло 7,8 2301-0014 ГОСТ 10903-11; Развертка 8,2 Н8 ГОСТ 1672-80; Сверло 19Н14 2301-0062 ГОСТ 10903-77; Зенковка 2353-0021 ГОСТ 14953-80.

Мерительный инструмент: Пробка 8,2Н8 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка 19Н14 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Штангенглубиномер ШГ I-160-0,1 ГОСТ 162-80; Калибр перпендикулярности.

Тара 505-459

Очки О ГОСТ 12.4.013-85

040 Сверлильно-фрезерно-расточная

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Сверло 2φ=90°; Сверло 23 2301-0449 ГОСТ2092-77; Сверло 20 2301-0439 ГОСТ2092-77; Сверло 18 2301-0062 ГОСТ10903-77;

Сверло 26 2301-0459 ГОСТ2092-77; Цековка Ø50; Зенкер комбинированный; Зенковка $2\varphi=90^\circ$; Фреза дисковая В=13 специальная; Фреза угловая 45° специальная; Зенкер 25,8Н12 ГОСТ 12489-71; Развертка коническая 3/4"; Зенкер комбинированный; Развертка 26 Н8 ГОСТ 1672-80; Фреза резьбовая 2672-0207 7Н ГОСТ 1336-77 (Ø25мм).

Мерительный инструмент: Пробка 23Н14 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка 20Н14 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка 26Н14 СТП 406-4308-76; Пробка 18Н14 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка 26Н8 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка 33,5Н11 (ПР, НЕ) СТП 406-4308-76; Пробка ПР М33х2 8211-4182 ГОСТ 17763-75; Пробка НЕ М33х2 8211-4183 ГОСТ 17763-75; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 168-80; Штангенрейсмас ШР40-400-0,05 ГОСТ 164-80; Штангенглубиномер ШГ I-160-0,1 ГОСТ 162-80

Тара 505-459

Очки О ГОСТ 12.4.013-85

045 Сверлильно-фрезерно-расточная

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Сверло $2\varphi=90^\circ$; Сверло 18 2301-0062 ГОСТ 1090377; Сверло 21Н14 2301-6086 ГОСТ 1090377; Зенкер 21Н14 СТП 406-1222-76; Сверло 1,8 2300-0138 ГОСТ 10902-77; Сверло 5 2300-0138 ГОСТ10902-77; Цековка Ø29; Цековка Ø32.

Мерительный инструмент: Пробка 18Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 21Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 1,8Н14 СТП 506-4301-82; Пробка 5Н14 СТП 406-4307-82; Шаблон 106-5264; Пробка 32Н11 СТП 406-4307-82; Пробка 29Н11 СТП 406-4307-82; Глубиномер 0-29-1 ГОСТ 1470-76

Тара 505-459

Очки 0 Гост 12.4.013-85

2.1.5 Расчёт припусков на обработку

Расчёт припусков производится по методике, изложенной в [5] .

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы (см. табл.2.4).

Последовательность заполнения таблицы:

- 1) Заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;
- 2) Для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы.
- 3) По вышеуказанной формуле находим Z_{\min} для всех переходов;
- 4) Для конечного перехода записываем наименьший предельный размер по чертежу;
- 5) Для предшествующих переходов определяем расчетный размер, прибавляя к нему Z_{\min} ;
- 6) Записываем минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;

7) Определяем максимальные предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;

8) Определяем Z_{\max} как разность максимальных размеров, Z_{\min} как разность минимальных размеров.

9) Определяем общий максимальный и минимальный припуск;

10) Проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков.

Рассчитаем припуск на наиболее точную поверхность.

Отверстие $\varnothing 26H8$ ($^{+0,033}$).

Отливка $Rz\ 200$ $h = 250$

Сверление 14кв. ($^{+0,52}_0$) $Rz\ 80$ $h = 70$

Зенкерование 11кв. ($^{+0,13}_0$) $Rz\ 40$ $h = 50$

Развертывание 8кв. ($^{+0,033}_0$) $Rz\ 20$ $h = 20$

где Rz – высота неровностей профиля, мкм.

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2} \quad (2.3)$$

где $\Delta_y = 0,9$ на 1мм длины отверстия – величина увода оси сверла [5];

l – длина просверливаемого отверстия, мм

$C_0 = 25$ мкм – смещение оси отверстия.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,9 \cdot 180)^2 + 2500^2} = 2505,2 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки:

$$\Delta_i = K_y \cdot \Delta_{i-1} \quad (2.4)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы;

$K_{y1} = 0,06$ – для сверления;

$K_{y2} = 0,04$ – для зенкерования.

$K_{y3} = 0,03$ – для развертывания.

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 2505,2 = 150 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 150 = 6 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0,03 \cdot 6 = 0,2 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $E = 0$.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков:

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_i^2}); \quad (2.5)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе, мкм

Δ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхностей, мкм

E_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск под сверление

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{2505.2^2 + 0^2}) = 5910.4 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под зенкерование

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (80 + 70 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 600 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под развертывание

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (40 + 50 + \sqrt{6^2 + 0^2}) = 192 \text{ мкм}$$

Графа «расчётный размер» (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным вычитанием расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$d_p = 26,033 \text{ мм}$ – для развертывания;

$d_p = 26,033 - 0,192 = 25,841 \text{ мм}$ -зенкерования;

$d_p = 25,841 - 0,600 = 25,241 \text{ мм}$ – для сверления;

$d_p = 25,241 - 5,9104 = 19,33 \text{ мм}$ – для заготовки;

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска T_d и заносим в таблицу 3.4.

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера допуска T_d :

$$d_{\min} = d_{\max} - T_d \quad (2.6)$$

$d_{\min} = 26,033 - 0,033 = 26,0 \text{ мм}$ – для развертывания;

$d_{\min} = 25,84 - 0,130 = 25,71 \text{ мм}$ - для зенкерования

$d_{\min} = 25,24 - 0,52 = 24,72 \text{ мм}$ – для сверления;

$d_{\min} = 19 - 2 = 17 \text{ мм}$ – для заготовки.

Полученные предельные припуски:

$2Z_{\min} = 26,033 - 25,84 = 0,193 \text{ мм}$ – для развертывания;

$2Z_{\min} = 25,84 - 25,24 = 0,6 \text{ мм}$ - для зенкерования;

$2Z_{\min} = 25,24 - 19 = 6,24 \text{ мм}$ - для сверления.

$2Z_{\max} = 26,0 - 25,71 = 0,29 \text{ мм}$ – для развертывания;

$2Z_{\max} = 25,71 - 24,72 = 0,99 \text{ мм}$ - для зенкерования;

$2Z_{\max} = 24,72 - 17 = 7,72 \text{ мм}$ - для сверления.

Расчёт общих припусков:

$Z_{\max} = 7,72 + 0,99 + 0,29 = 9 \text{ мм}$ – общий максимальный припуск;

$Z_{\min} = 0,193 + 0,6 + 6,24 = 7,033 \text{ мм}$ - общий минимальный припуск.

Проверка правильности расчётов:

$$Z_{\max} - Z_{\min} = T_{d\text{заг}} - T_{d\text{дет}} \quad (2.7)$$

$$9 - 7,033 = 2 - 0,033$$

$1,967 = 1,967$ следовательно расчёт припусков произведён верно.

Полученные выше значения заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min p}$, мкм	Расчетный максимальный размер d_p , мм	Допуск на изготовление Td, мм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	E				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø26H8. Заготовка	200	250	2505	-	--	19,33	2	19	17	--	--
Сверление	80	70	150	-	5910	25,241	0,52	25,24	24,72	7,72	6,24
Зенкерование	40	50	6	-	600	25,841	0,13	25,84	25,71	0,99	0,6
Развертывание	20	20	0,2	-	192	26,033	0,033	26,033	26,0	0,29	0,193

2.1.6 Расчет режимов резания
 Операция 005 Вертикально-фрезерная
 Установ А

Фрезеровать поверхность в размер 142_{-1,5}

Инструмент фреза: D=160, z=10. Материал режущей части ВК6

1. Глубина резания: t = 2,1 мм; ширина фрезерования B=84 мм

2. Подача на зуб: S = 0,26мм/зуб [6],

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (2.8)$$

где T = 180 мин – период стойкости фрезы;

C_v; q; x; y; u; p; m – коэффициент и показатели степени;

C_v = 445; q = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; m = 0,32;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}, \quad (2.9)$$

где K_{mv} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (2.10)$$

где n_v = 1,25 – показатель степени;

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{220} \right)^{1,25} = 0,83;$$

K_{pv} = 0,85 – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} = 1,0 – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$$V = \frac{445 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,26^{0,35} \cdot 84^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,71 = 97,8 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 97,8}{\pi \cdot 160} = 196 \text{ об/мин};$$

Принимаем частоту вращения станка n_{ст} = 200 об/мин.

5. Действительная скорость:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 200}{1000} = 100,5 \text{ м/мин}$$

6. Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (2.11)$$

где C_p; x; y; u; q; w – коэффициент и показатели степени;

C_p = 54,5; x = 0,9; y = 0,74; u = 1; q = 1; w = 0;

$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$ - поправочный коэффициент, учитывающий качество обра-

тываемого материала $n=1$;

$$K_{mp} = \left(\frac{220}{190}\right)^1 = 1,16;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 2,1^{0,9} \cdot 0,26^{0,74} \cdot 84^1 \cdot 10}{160^1 \cdot 200^0} \cdot 1,16 = 2388 \text{ Н};$$

7. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2388 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 1910,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

8. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1910,7 \cdot 100,5}{1020 \cdot 60} = 3,14 \text{ кВт}$$

9. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шт} > N_e,$$

$$N_{шт} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт} > 3,14 \text{ кВт}.$$

10. Основное время:

$$T_o = \frac{L_1}{S_M} \cdot i, \tag{2.12}$$

где $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,26 \cdot 10 \cdot 200 = 520 \text{ мм/мин}$ – минутная подача (принимаем 500 мм/мин);

L_1 и L_2 – длина обработки;

$$L_1 = l_1 + (l_1 + l_2); \quad L_2 = l_2 + (l_1 + l_2);$$

$l_1 + l_2 = 160$ – длина врезания и перебега;

$$L_1 = 201 + 160 = 361;$$

$$T_o = \frac{361}{500} = 0,72 \text{ мин}$$

Режимы резания на остальные установки операции рассчитываются аналогично. Результаты расчетов снесены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Режимы резания на операцию 005-015

Наименование перехода	t, мм	S,	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M _{кр} , Н·м	N, кВт	T _о , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установ Б Фрезеровать поверхность в размер 140h14	2,1	0,25 мм/зуб	100,5	200	2388	1910	3,14	0,72
Операция 010 Установ В Фрезеровать поверхность в	2,1	0,25 мм/зуб	100,5	200	3980,5	3184	6,54	1,44

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
размер 82 _{-1,4} Установ Г Фрезеровать поверхность в размер 80,5 _{-0,35}								
Операция 015 Установ Д Фрезеровать поверхность в размер 199 _{-1,8} Установ Е: Фрезеровать поверхность в размер 197±0,5	2,1	0,25 мм/зуб	100,5	200	2388	1910	3,14	1,2

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0.72 + 0.72 + 1.44 + 1.2 = 4.08 \text{ мин}$$

030 Плоскошлифовальная.

Установ А: Шлифовать поверхность в размер 80,25

Припуск $h=0,25$ мм,

1. Определяем скорость круга

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.13)$$

где $n_k=1460$ об/мин частота вращения круга.

$$V_k = \frac{\pi \cdot 450 \cdot 1460}{1000 \cdot 60} = 34,4 \text{ м/с}$$

$V_3=20$ м/мин [10]

2. Глубина шлифования $t=0,015-0,04$ мм [6]

3. Продольная подача шлифовального круга [6]: $S=40$ мм/ход.

4. Определим мощность резания [20]:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x, \quad (2.14)$$

где $C_N=4$, $r=0.4$, $x=0.4$

$$N = 4 \cdot 20^{0.4} \cdot 0.03^{0.4} = 3.26 \text{ кВт}$$

5. Проверка по мощности

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{пр}}$$

$$N_{\text{пр}} = N_{\text{эл.д.}} \cdot \eta = 15 \cdot 0,85 = 12,75 \text{ кВт}$$

$$3,26 < 12,75$$

Условие выполняется.

6. Определим основное время [7]:

$$T_0 = \frac{L_n \cdot L \cdot h \cdot K}{1000 \cdot t \cdot S \cdot V_3}, \quad (2.15)$$

где $L_n=197$ мм - ширина шлифования, мм

$L=140$ мм - длина шлифования, мм

h – припуск на обработку, мм,

$K=1,2 \div 1,5$ – поправочный коэффициент.

$$T_o = \frac{197 \cdot 140 \cdot 0,4 \cdot 1,3}{1000 \cdot 0,02 \cdot 40 \cdot 20} = 0,9 \text{ мин}$$

Установ Б: Шлифовать поверхность в размер $80 \pm 0,05$

Режимы резания аналогичны установу А.

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_o = 0,9 + 0,9 = 1,8 \text{ мин}$$

Операция 035 Вертикально-сверлильная

Установ А:

Переход 2. Сверлить 2 отв. $\varnothing 7,8$ в размер $16^{+1,5}$ мм

1. Глубина сверления: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 7,8=3,9$ мм.

2. Подача: $S=0,18 \dots 0,24$ мм/об; $S=0,2$ мм/об [10]

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.16)$$

где $T=35$ мин. - период стойкости сверла [6]

$C_v=14,7$; $q=0,25$; $y=0,55$; $m=0,125$ – показатели степени [6]

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$ - поправочный коэффициент на скорость резания [6]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (2.17)$$

где $n_v=1,3$ [6]

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{220} \right)^{1,3} = 0,83; \quad K_{uv}=1,0; \quad K_{lv}=1,0;$$

$$K_v = 1,0 \cdot 0,83 \cdot 1,0 = 0,83;$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 7,8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} \cdot 0,83 = 31,7 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 31,7}{\pi \cdot 7,8} = 1293 = \text{об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 1000$ об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 7,8 \cdot 1000}{1000} = 24,5 \text{ м/мин.}$$

6. Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.18)$$

где $C_m=0,021$; $q=2,0$; $y=0,8$; $C_p=42,7$; $q=1,0$; $y=0,8$ [6]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n; \quad n=0,6 [6]$$

$$K_p = \left(\frac{220}{190} \right)^{0,6} = 1,1;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 7,8^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,1 = 3,88 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 7,8^{1,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,1 = 1011 \text{ Н}.$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{3,88 \cdot 1000}{9750} = 0,4 \text{ кВт}. \quad (2.19)$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_e < N_{штп} = 3,7 \cdot 0,85 = 3,15 \text{ кВт}.$$

$$0,4 < 3,15$$

9. Основное время [7]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (2.20)$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки,

$l_1 = 2$ мм – величина врезания [7]

$i = 2$ – число проходов (2 отверстия).

$$L = 16 + 2 = 18 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{18}{1000 \cdot 0,2} \cdot 2 = 0,18 \text{ мин}.$$

Переход 3: Развернуть 2 отв. Ø 8,2Н8 в размер 12⁺¹

Инструмент: развертка Ø8,2; Р6М5.

1. Глубина резания: $t = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (8,2 - 7,8) = 0,2$ мм.

2. Подача: $S = 0,5$ мм/об [6]

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.21)$$

где $T = 60$ мин – период стойкости развертки [6];

$C_v = 15,6$; $q = 0,2$; $y = 0,5$; $m = 0,3$; $x = 0,1$ [6];

$K_v = 0,83$ (см. переход 2).

$$V = \frac{15,6 \cdot 8,2^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,2^{0,1} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,83 = 10 \text{ м/мин}.$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10}{\pi \cdot 8,2} = 372,6 \text{ об/мин}.$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{ст} = 360$ об/мин.

5. Действительная скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,2 \cdot 360}{1000} = 9,3 \text{ м/мин}.$$

6. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \quad (2.22)$$

где $C_p = 158$; ; $y = 1,0$; $x = 1,0$ [6];

$S_z = S/z = 0,5/8 = 0,0625$ мм/зуб – подача на зуб.

$$M_{кр} = \frac{158 \cdot 0,2^1 \cdot 0,0625^1 \cdot 8,2 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,65 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{0,65 \cdot 360}{9750} = 0,02 \text{ кВт}.$$

8. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{штп} > N_e, \quad 3,15 \text{ кВт} > 0,02 \text{ кВт}.$$

9. Основное время [7]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (2.23)$$

$$T_o = \frac{15}{360 \cdot 0,5} \cdot 2 = 0,17 \text{ мин}$$

Результаты расчетов по остальным переходам заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Режимы резания на операцию 035

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M _{кр} , Н·м	N, кВт	T _о , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установ А								
1. Центровать 6 отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,24
4. Сверлить 4 отв. Ø 19Н14 на проход	9,5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	1,7
5. Зенковать 4 фаски 1х45°	1	0,5	28,8	500	-	-	-	0,03
Установ Б								
Повторить переходы 1, 2,3,5.	-	-	-	-	-	-	-	0,62

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_o = 0,24 + 0,18 + 0,17 + 1,7 + 0,03 + 0,24 + 0,18 + 0,17 + 0,03 = 2,94 \text{ мин}$$

Операция 040 Сверлильно-фрезерно-расточная

Результаты расчетов сведены в таблицу 2.7

Таблица 2.7

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M _{кр} , Н·м	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция I								
1. Центровать отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,04
2. Сверлить отв. Ø20H14 в размер 98мм	10	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,61
3. Сверлить отв. Ø18H14 в размер 82мм	9	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,5
4. Цековать отв. Ø 50H14	15	0,15	19,6	125	-	-	-	0,11
5. Зенкеровать отв. Ø25,8H12 на длину 83 мм	2,9	0,6	20,8	250	756	1,38	0,4	0,57
6. Фрезеровать отв. Ø32H14 длиной 20мм	3,1	0,15м м/зуб; 380мм /мин	27,7	315	-	-	-	0,63
7. Зенкеровать 2 гнезда (Ø28,9H11; Ø33,5H11; Ø35,3H11 с фасками) комбинированным инструментом	4,8	0,6	21	250	-	-	-	0,3
8. Развернуть отв. Ø26H8 на длину 43мм	0,1	2	12	150	-	-	-	0,15
9. Фрезеровать резьбу M33×2-6H в отв. глубиной 11 ⁺²	1,5	350мм /мин	42,5	450	-	-	-	0,31

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция 2								
10. Центровать отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,04
11. Сверлить отв. Ø26Н14 в размер 117±1,5мм	13	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,82
Повторить пе- реходы 4, 7 и 9								0,72
Позиция 3								
15.Центровать 3 отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,12
16.Сверлить отв. Ø23Н14 в размер 92 ⁺¹	11, 5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,5
17. Зенковать фаску 1x45°	1	0,5	28,8	500	-	-	-	0,01
18. Развернуть отв. К ^{3/4} ГОСТ6111-52	0,1	1	10,8	150	-	-	-	0,13
19. Сверлить 2 отв. Ø 20Н14 в размер 105 ^{+1,4}	10	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	1,07
20. Цековать 2 отв. Ø 50Н14 в размер 1±0,8	15	0,15	19,6	125	-	-	-	0,18
21. Зенкеровать 2 отв. Ø 25,8Н12 в раз- мер 72мм	2,9	0,6	20,8	250	756	1,38	0,4	1
22. Повторить переход 6	3,1	380мм /мин	27,7	315	-	-	-	1,26
23. Фрезеро- вать фаску 4x45°	4	380мм /мин	27,7	315	-	-	-	0,25
24. Повторить переход 7	4,8	0,6	21	250	-	-	-	0,6
25. Развернуть 2 отв. Ø26Н8 на длину 30мм	0,1	2	12	150	-	-	-	0,11
26. Повторить переход 9	1,5	350мм /мин	42,5	450	-	-	-	0,62

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 10.65 \text{ мин}$$

Операция 045 Сверлильно-фрезерно-расточная

Результаты расчетов сведены в таблицу 2.8

Таблица 2.8 – Режимы резания на операцию 045

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	P, Н	M _{кр} , Н·м	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция I								
1. Центровать 3отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,12
2. Сверлить отв. Ø18H14 на проход	9	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,42
3. Сверлить отв. Ø 21H14 в размер 33 ⁺²	10,5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,18
4. Сверлить отв. Ø 21H14 в размер 38 ⁺²	10,5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,2
Позиция 2								
5. Центровать 3отв.	5	0,2	31,4	1000	-	-	0,57	0,12
6. Сверлить отв. Ø21H14 в размер 53 ⁺²	10,5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,28
7. Сверлить 2 отв. Ø21H14 в размер 34 ⁺²	10,5	0,4	28,8	500	4287	40,1	2,1	0,36
8. Цековать 2 отв. Ø21H14 в размер 38 ⁺²	10,5	0,15	28,8	500	-	-	-	0,11
9. Сверлить 2 отв. Ø 5H14 в размер 72 ⁺²	2,5	0,1	15,7	1000	-	-	-	0,72
10. Сверлить 2 отв. Ø1,8H14 на проход	0,9	0,06	11,3	2000	-	-	-	0,15
11. Цековать отв. Ø 29H14 в размер 1,85	5,5	0,15	29	500	-	-	-	0,03

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12. Цековать 4 отв. Ø 32Н11в размер 1,85	5,5	0,15	29	500	-	-	-	0,12
13. Фрезеро- вать паз с обес- печением раз- мера 28 ^{+0,5}	28	470мм /мин	92	1050	-	-	-	0,48

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 3.29 \text{ мин}$$

2.2 Конструкторская часть

2.2.1 Проектирование и расчёт приспособления для сверлильно- фрезерно-расточной операции

Приспособление ФЮРА. А81032.004 предназначено для базирования корпуса ФЮРА. А81032001 на сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ ИР-320МФ4.

В данном приспособлении деталь базируется по плоскости и двум отверстиям с установкой на низкие цилиндрический и срезанный пальцы. При такой установке плоскость является главной базирующей поверхностью, а два отверстия, сопряженные с пальцами заменяют направляющую и упорную базы.

Приспособление устанавливается на вращающемся столе-спутнике, при этом отверстие Ø 25 мм в кондукторной втулке основания садится на палец, расположенный в центре вращения стола. Отверстия в опорной плите совмещаются с резьбовыми отверстиями стола-спутника и закрепляются болтами М20.

В корпусе приспособления установлен программный палец для координатной фиксации приспособления с деталью относительно станка.

В приспособлении предусмотрен вариант его разворота на 90° относительно стола станка.

Деталь устанавливается на опорные пластины ранее обработанной плоскостью, при этом технологические отверстия Ø8,2мм в детали устанавливаются на цилиндрический и срезанный пальцы приспособления, тем самым деталь фиксируется и привязывается к координатам приспособления и станка.

Четырьмя Г-образными прихватами обрабатываемый корпус прижимается к опорным пластинам, обеспечивая надежное закрепление заготовки.

2.2.1.1 Расчет усилия зажима приспособления для сверлильно-фрезерно-расточной операции

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 2.6. При сверлении отверстий со стороны опорной плоскости заготовка отрывается под действием осевой силы. Отрыву заготовки препятствуют силы зажима, возникающие от закрепления заготовки четырьмя Г-образными прихватами.

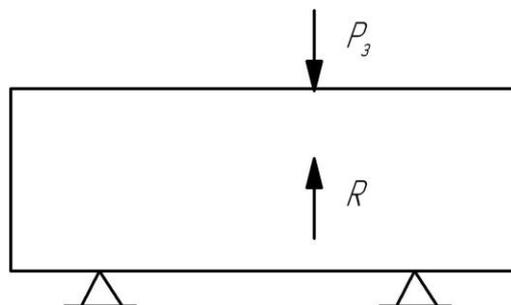


Рисунок 2.6

Сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (2.24)$$

где J_1 и J_2 – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$);

R – сила резания (в нашем случае $R=4287\text{Н}$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле ($K_0=1,5$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,3$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,3$; $K_5 = 1,0$; $K_6 = 1,0$).

$$K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0=3,04.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3=4287 \cdot 3,04 \cdot 0,65=8471\text{Н}.$$

В приспособлении применяется четыре прихвата, поэтому сила, которая обеспечивается одним прихватом: $P_3=2117,8\text{Н}$. Силы, действующие на Г-образном прихвате, изображены на рисунке 2.7.

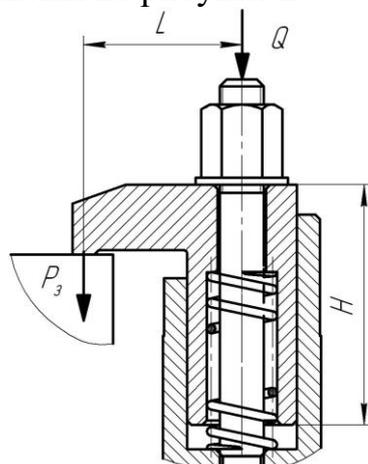


Рисунок 2.7

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H}, \quad (2.25)$$

где f – коэффициент трения на торце гайки ($f=0,1 \div 0,15$);

L и H – конструктивные элементы прихвата ($L=55\text{мм}$, $H=95\text{мм}$).

$$Q = \frac{2117,8}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot 55/95} = 2864\text{Н}$$

По [28] определяем необходимые параметры резьбы: резьба М20, шаг резьбы $P=2,5\text{мм}$, $d_1=D_1=17,294\text{мм}$, $d_2=D_2=18,376\text{мм}$.

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + f \cdot (D_{\text{н.т.}}^3 - d_{\text{н.т.}}^3) / [3 \cdot (D_{\text{н.т.}}^2 - d_{\text{н.т.}}^2)] \right\} \quad (2.26)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы;

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_2}\right) - \text{угол подъема резьбы};$$

t – шаг резьбы;

$\varphi_{\text{пр}}$ – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы,

$$\varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}\left(\frac{f}{\cos\beta}\right);$$

β – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{\text{н.т.}}$, $d_{\text{н.т.}}$ – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ($D_{\text{н.т.}}=27,7\text{мм}$, $d_{\text{н.т.}}=20\text{мм}$).

Для треугольной резьбы (ГОСТ 9150–59) $\beta=30$.

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{2,5}{3,14 \cdot 18,376}\right) = 2,48^\circ \quad \varphi_{\text{пр}} = \text{arctg}\left(\frac{0,15}{\cos 30}\right) = 9,82^\circ,$$

$$M = 0,5 \cdot 2864 \cdot 10^{-3} \left\{ 18,376 \cdot \text{tg}(2,48 + 9,82) + \right. \\ \left. + 0,15 \cdot (27,7^3 - 20^3) / [3 \cdot (27,7^2 - 20^2)] \right\} = 8,32\text{Н} \cdot \text{м}$$

Длина гаечного ключа $L=175\text{мм}$. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 48Н. Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

2.2.1.2 Расчет на точность приспособления для сверлильно-фрезерно-расточной операции

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления [8]. Методика такая же как для сверлильного приспособления.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta_{\text{т}}^2}, \quad (2.27)$$

где $K = 1,2$;

K_1 – принимается если присутствует погрешность базирования,

$K_1=0,8\dots0,85$; $\varepsilon_6=0,1\text{мм}$ – погрешность базирования (определена выше);
 $\varepsilon_3 = 0,02$; $\varepsilon_{\text{уст}} = 0,02$; $\varepsilon_{\text{п}} = 0$, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления; $\varepsilon_{\text{изн}} = 0,04$;

Составляющие $\Delta_y, \Delta_{\text{и}}, \Delta_{\text{н}}, \Sigma\Delta_{\text{ф}}, \Delta_{\text{т}}$ в расчёте учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,82 \cdot 0,1^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,124\text{мм}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается.

2.3 Организационная часть

2.3.1 Нормирование технологического процесса

Основной задачей технологического нормирования является установление затрат времени для выполнения определенного объема работ. Техническая норма времени на обработку заготовки является одним из основных параметров для расчета стоимости изготовления детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим путем.

Норма штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + t_{\text{отд}} + t_{\text{обсл}}, \quad (2.28)$$

где T_o - основное время на обработку одной детали, мин

T_v - вспомогательное время, мин

$t_{\text{отд}}$ - время на отдых и личные надобности, %

$t_{\text{обсл}}$ - время на техническое обслуживание рабочего места, %

Для операций с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_v \cdot K_{\text{ив}}) \times \left(1 + \frac{A_{\text{орг}} + A_{\text{тех}} + A_{\text{отд}}}{100}\right) \quad (2.29)$$

где $T_{\text{ца}} + T_v \cdot K_{\text{ив}}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин

$T_{\text{ца}}$ –машинно – вспомогательное время по программе, мин

$K_{\text{ив}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{орг}}$ – время на организационное обслуживание рабочего места, %

$A_{\text{тех}}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, %

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %

$$T_v = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, \quad (2.30)$$

где $t_{\text{уст}}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

$t_{\text{пер}}$ - вспомогательное время, связанное с выполнением опер., мин

$t_{\text{изм}}$ –вспомогательное время на контроль детали, мин

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_v, \text{ мин} \quad (2.31)$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности составляет процент от оперативного времени.

Штучно – калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{шт\ к} = T_{шт} + \frac{T_{п\ з}}{n}, \text{ мин} \quad (2.32)$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно – заключительное время, мин

n – число деталей в партии, шт.

Подготовительно – заключительное время $T_{п\ з}$ учитывает время, затраченное на подготовку и наладку станка на обработку партии деталей, получение необходимой технологической оснастки, документации, а также сдачу обработанных деталей, документации и оснастки.

005-015 Вертикально-фрезерная операция

Основное время $T_o = 4,08$ мин ($T_{005}=1,44$ мин, $T_{010}=1,2$ мин, $T_{015}=1,44$ мин).

Нормы времени выбираем из источника [10].

Время на установку и снятие детали $t_{уст} = 2,2$ мин (К 10 поз. 9)

Время, связанное с операцией $t_{пер} = 5.4$ мин (К 14 поз.1)

Время на контрольное измерение $t_{изм} = 2.22$ мин (К 15 поз.165)

Поправочный коэффициент на вспомогательное время: $K_{t_b} = 1,4$ (К1 поз.2)

$$T_B = 2,2 + 5,4 + 2,22 = 9,82 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 4,08 + 9,82 \cdot 1,4 = 17,83 \text{ мин}$$

Время на организацию и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности составляет: 9% (К 16 поз 31)

$$T_{шт} = 17.83 \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 19.43 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 21,5$ мин (К26, поз.11,18)

$$T_{шт\ к} = 19.43 + \frac{21,5}{15} = 20.87 \text{ мин}$$

030 Плоскошлифовальная операция

Основное время $T_o = 1,8$ мин;

Время на установку и снятие детали $t_{уст} = 0,16$ мин (К 11 поз. 1)

Время, связанное с операцией $t_{пер} = 1,2$ мин (К 14 поз.1)

Время на контрольное измерение $t_{изм} = 0,32$ мин (К 15 поз.124)

Поправочный коэффициент на вспомогательное время: $K_{t_b} = 1,4$ (К1 поз.1)

$$T_B = 0,16 + 1,2 + 0,32 = 1,68 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 1,8 + 1,68 \cdot 1,4 = 4,15 \text{ мин}$$

Время на организацию и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности составляет 13% $T_{оп}$ (К 16 поз.31)

$$T_{шт} = 4.15 \cdot \left(1 + \frac{13}{100}\right) = 4.69 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время: $T_{п-з} = 30$ мин (К 27,поз.11)

$$T_{шт\ к} = 4.69 + \frac{30}{15} = 6.69 \text{ мин}$$

035 Вертикально-сверлильная операция

Основное время $T_o = 2,94$ мин;

Время на установку и снятие детали $t_{уст} = 4,4$ мин (К 16,поз.22)

Время, связанное с операцией $t_{пер} = 5,3$ мин (К 22,поз.55)

Время на контрольное измерение $t_{изм} = 2.22$ мин (К 86,поз.10)

Поправочный коэффициент на вспомогательное время: $K_{t_b} = 1,4$ (К8 поз.6)

$$T_b = 4,4 + 5,3 + 2,22 = 11,92 \text{ мин}$$

Время на организацию и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности составляет 13% $T_{оп}$ (К 19)

Машинно-вспомогательное время по программе: $T_{мв} = 1,42$ мин (К18,поз.68,69)

Время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{пу} = 2,94 + 1,42 = 4,36 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (4.36 + 11,92 \cdot 1,4) \cdot \left(1 + \frac{13}{100}\right) = 23,78 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{п-з} = 50$ мин (К 23,поз.13)

$$T_{шт\ к} = 23.78 + \frac{50}{15} = 27.11$$

040 Сверлильно-фрезерно-расточная операция

Основное время $T_o = 10,65$ мин;

Время на установку и снятие детали $t_{уст} = 7,54$ мин (К 16,поз.22)

Время, связанное с операцией $t_{пер} = 5,3$ мин (К 22,поз.55)

Время на контрольное измерение $t_{изм} = 3.24$ мин (К 86,поз.10)

Поправочный коэффициент на вспомогательное время - $K_{t_b} = 1,4$

$$T_b = 7,54 + 5,3 + 3,24 = 16,08 \text{ мин}$$

Время на организацию и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности составляет 12% $T_{оп}$ (К 19)

Машинно-вспомогательное время по программе $T_{мв} = 5,17$ мин

Время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{пу} = 10,65 + 5,17 = 15,82 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (15.82 + 16,08 \cdot 1,4) \cdot \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 42.93 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{п-з} = 50$ мин (К 23,поз.13)

$$T_{шт\ к} = 42,93 + \frac{50}{15} = 46,27$$

045 Сверлильно-фрезерно-расточная операция

Основное время $T_o = 3,29$ мин;

Время на установку и снятие детали $t_{уст} = 7,5$ мин (К 13,поз.42)

Время, связанное с операцией $t_{пер} = 3,7$ мин (К 14,поз.1)

Время на контрольное измерение $t_{изм} = 2,7$ мин (К 15,поз.160)

$$T_B = 7,5 + 3,7 + 2,7 = 13,9 \text{ мин}$$

Время на организацию и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности составляет 12% $T_{оп}$

Машинно-вспомогательное время по программе $T_{мв} = 3,24$ мин

Время цикла автоматической работы станка по программе:

$$T_{пу} = 3,29 + 3,24 = 6,53 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = (6,53 + 13,9 \cdot 1,4) \cdot \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 29,11 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время: $T_{п-з} = 22$ мин (К25,поз.11,18)

$$T_{шт\ к} = 29,11 + \frac{22}{15} = 30,58 \text{ мин.}$$

Все расчетные данные сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

№ оп.	Наименование операции	Нормы времени, мин					
		T_o	T_B	$T_{оп}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
005-015	Вертикально-фрезерная	4,08	13,75	17,83	21,5	19,43	20,87
030	Плоскошлифовальная	1,8	2,35	4,15	30	4,69	6,69
035	Вертикально-сверлильная	2,94	16,69	19,63	50	23,78	27,11
040	Сверлильно-фрезерно-расточная	10,6 5	16,08	33,16	50	42,93	46,27
045	Сверлильно-фрезерно-расточная	3,29	13,9	17,19	22	29,11	30,58

2.3.2 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчёт потребного количества оборудования ведем по формуле:

$$C_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d} \quad (2.33)$$

где $t_{шт-к}$ – норма штучно-калькуляционного времени на операцию, мин;

N – годовая программа выпуска, шт;

F_d – действительный фонд рабочего времени, час.

Полученное значение округляем в большую сторону до ближайшего целого числа.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_з = \frac{C_p}{C_{п}} \quad (2.34)$$

где $C_{п}$ – принятое количество станков на операции, шт.

Результаты расчёта приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Количество оборудования на операцию

№	Операция	$t_{шт-к}$, МИН	C_p	$C_{п}$	$K_з$
005-015	Вертикально-фрезерная	20,87	0,05	1	0,05
030	Плоскошлифовальная	6,69	0,02	1	0,02
035	Сверлильно-фрезерная	27,4	0,07	1	0,07
040	Сверлильно-фрезерно-расточная	46,27	0,12	1	0,12
045	Сверлильно-фрезерно-расточная	30,58	0,08	1	0,08

Для выполнения 040 и 045 операций можно принять один станок. Тогда коэффициент загрузки станка ИР-320ПМФ4 повысится до 20%.

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 8,5\%$.

2.3.3 Расчет численности работников

Расчет потребного количества основных рабочих [30]

$$P_{ст} = \frac{T_{шт.к} \cdot N}{60 \cdot F_{др} \cdot m} \quad (2.35)$$

где $T_{шт.к}$ - штучно-калькуляционное время, мин.

$N = 300$ - годовая программа выпуска деталей, шт.

$F_{др} = 1973$ - действительный годовой фонд времени работы станочника на 2022 год, час.

$m = 1$ - количество смен

Полученные значения занесены в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 – Потребное количество рабочих

№ оп.	Наименование операции	T _{шт.к,} МИН	P _{ст.расч.}	P _{ст.прин..}
1	2	3	4	5
005-015	Вертикально-фрезерная	20,87	0,05	1
030	Плоскошлифовальная	6,69	0,02	1
035	Сверлильно-фрезерная	27,4	0,07	1
040	Сверлильно-фрезерно-расточная	46,27	0,12	1
045	Сверлильно-фрезерно-расточная	30,58	0,08	1

Списочное число станочников при односменной работе: 4 человека (на операциях 040 и 045 применяем одного рабочего).

Расчет количества вспомогательных рабочих

Значение принимается в 40 – 50% к числу основных рабочих:

$$P_{\text{всп}} = \frac{40 \cdot 4}{100} = 1.6, \text{ принимаем } 2 \text{ чел.}$$

Расчет потребного количества инженерно-технических работников (ИТР)

8 – 12% от количества всех рабочих

принимаем $P_{\text{итр}} = 1$ чел.

Расчет потребного количества младшего обслуживающего персонала (МОП)

1,5 – 3% от количества всех работающих

принимаем $P_{\text{моп}} = 1$ чел.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Целью данного раздела является расчет себестоимости изделия корпус ФЮРА.А81032.001 при мелкосерийном производстве.

Норма расхода материала – 19 кг.;

Чистый вес – 11,2 кг.;

Марка материала – ВЧ-40 ГОСТ7293-85

Трудоемкость изготовления всей программы– 657,6 н.ч.;

Годовой объем выпуска – 300 шт.

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i \quad (3.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

Таблица 3.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{moi} , руб.
005-015	6P13	1250000	1	1250000
030	ЗД722	585000	1	585000
035	2P135Ф-1	260970	1	260970
040, 045	ИР320ПМФ4	1850000	1	1850000
Всего:			4	3945970

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п. 3.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($K_{во}$) определяется приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30 = 3945970 \cdot 0,30 = 1183791 \text{ руб.} \quad (3.2)$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}$) по предприятию устанавливается приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического обо-

рудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15 = 1183791 \cdot 0,15 = 177568,6 \text{ руб.} \quad (3.3)$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{п}^{II} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T \quad (3.4)$$

где $S_{пп}$, $S_{сп}$ – соответственно производственная и складская площадь, m^2 ;

$A_{пп}$, $A_{сп}$ – арендная плата $1m^2$ за месяц, руб/ m^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{п}^{II} = (80 \cdot 450 + 12 \cdot 450) \cdot 12 = 496800 \text{ руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{N_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{19 \cdot 300 \cdot 71}{360} \cdot 30 = 33725 \text{ руб.}, \quad (3.5)$$

где N_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт;

C_m - цена материала, руб./кг (71 руб/кг);

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360}, \quad (3.6)$$

где $T_{ц}=0,5$ - длительность производственного цикла, дни;

C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_r - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_m \cdot C_m}{k_m} = \frac{19 \cdot 71}{0,85} = 1587,1 \text{ руб.}, \quad (3.7)$$

где k_m - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_m = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_m + 1) \cdot 0,5 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,93 \text{ руб.} \quad (3.8)$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{300 \cdot 0,5 \cdot 1587,1 \cdot 0,93}{360} = 615 \text{ руб.}$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} = \frac{1587,1 \cdot 300}{360} \cdot 7 = 9528,1 \text{ руб.}, \quad (3.9)$$

где $T_{\text{гп}} = 7$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях;

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}} \quad (3.10)$$

где $V_{\text{рп}}$ - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{дз}}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}} = 7 \div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$V_{\text{рп}} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right) = 1587,1 \cdot 300 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 547549,5 \text{ руб} \quad (3.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

$$K_{\text{дз}} = \frac{547549,5}{360} \cdot 7 = 10646,8 \text{ руб.},$$

3.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 = 33725 \cdot 0,10 = 3372,5 \text{ руб.}$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (\Pi_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_o \cdot H_o), \text{ руб.} \quad (3.12)$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ($K_{\text{тзр}} = 1,04$);

Π_o – цена возвратных отходов, руб/кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 19 - 11,2 = 7,8 \text{ кг/шт.}, \quad (3.13)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$C_m = 300 \cdot (71 \cdot 19 \cdot 1.04 - 25 \cdot 7.8) = 362388 \text{ руб.}$$

Таблица 3.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
ФЮРА.А81032.001	1403	195	1208
Всего:			362400

3.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.} \quad (3.14)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p - районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 3.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб	$C_{зоi}$, руб
Фрезеровщик	20,87	3	1	134,5	27368,4
Шлифовщик	6,69	3	1	134,5	8773,1
Оператор станков с ЧПУ	27,11	3	1	134,5	35551,4
Оператор сверлильно-фрезерных станков	76,85	4	1	177,5	132988,5
Фонд заработной платы всех рабочих					204681,4

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) = \text{руб.}, \quad (3.15)$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,31$), руб/год;

α_2 - социально страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,03 \div 1,7$), руб/год.

$$C_{осо} = 204681,4 \cdot (0,31 + 0,08) = 79825,7 \text{ руб.}$$

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основ-

ных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

3.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

В расчетах определяем годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% \quad (3.16)$$

где T_o – срок службы оборудования ($T_o=3\div 12$ лет)

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и неполной загрузке оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \times a_{ни}}{F_d \times K_{вpi}} \quad (3.17)$$

где n – количество оборудования;

$K_{вpi}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=1984$ час.

Таблица 3.4 - Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	Ц _i , руб.	T _o	a _{ни} ,	F _{дi} , ч	K _{вpi}	A _{чi} , руб.
005-015	1250000	8	0,08	1984	0,05	2,52
030	585000	10	0,1	1984	0,02	0,59
035	260970	8	0,08	1984	0,07	0,74
040, 045	1850000	8	0,08	1984	0,2	14,92
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)						18,77

3.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

3.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \text{ руб.} \quad (3.18)$$

$$C_p = (177568,6 + 1183791) \cdot 0,05 + 496800 \cdot 0,10 = 117747,9$$

3.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

3.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох} = 4 \cdot 300 \cdot 0,03 \cdot 114 = 4104 \text{ руб.}, \quad (3.19)$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ($g_{ох}=0,03\text{кг/дет}$);

$C_{ох} = 114,0$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;
 n – количество станков.

3.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot C_{возд} \cdot N}{60} \cdot \sum t_{oi} = \frac{0,15 \cdot 75 \cdot 300}{60} \cdot 22,76 = 1280,3 \text{ руб}, \quad (3.20)$$

где $g_{возд}$ – расход сжатого воздуха, $g_{возд} = 0,15 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$C_{возд} = 75 \text{ руб}/\text{м}^3$ – стоимость сжатого воздуха.

3.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{Э}}, \text{ руб}. \quad (3.21)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$K_N, K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5$; $K_{вр} = 0,3$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$C_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), 2,64руб.

Таблица 3.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$K_{вр}$	$C_{чэi}$, руб
005-015	11,0	0,05	1526,8
030	15,0	0,02	832,8
035	3,7	0,07	719
040, 045	7,5	0,2	4164
Затраты на электроэнергию для всех операций			7242,6

3.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель (5-7% от стоимости инструментов, приспособлений, инвентаря) $K_{ин} = 10654,1$ и включим в себестоимость произведенной продукции.

3.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \text{ руб}. \quad (3.22)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;
 $С_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;
 $k_{пj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($k_{пj} = 1,2 \div 1,3$);
 $k_{рj}$ – районный коэффициент ($k_{рj} = 1,3$);
 k_y – коэффициент участия вспомогательных рабочих в производственном процессе при изготовлении детали.

На участке два вспомогательных рабочих: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда.

$$C_{звр} = 18450 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 57564 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,31 = 57564 \cdot 0,31 = 17844,8, \text{руб.} \quad (3.23)$$

где $C_{овр}$ – сумма отчислений за год, руб./год

3.2.10 Заработная плата административно - управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{j=1}^k C_{зупj} \cdot Ч_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{пдj} \cdot k_y, \text{руб.} \quad (9.24)$$

где $C_{зупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зупj} = 24500$ руб.;

$Ч_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{аупj} = 1$ чел.;

$k_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $k_{пдj} = 1,3$.

$$C_{зауп} = 24500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 49686 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оауп} = C_{зауп} \cdot 0,31 = 49686 \cdot 0,31 = 15402,7, \text{руб.} \quad (3.25)$$

3.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{проч} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \text{руб.} \quad (3.26)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{проч} = 2156,6 \cdot 300 \cdot 0,7 = 452835, \text{руб.}$$

3.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (300 шт) изделия корпус ФЮ-РА.А81032.001 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 6279 руб. При ее реализации по цене 8162,7 руб., предпо-

лагаемая прибыль составит 565110 руб., что показывает о рентабельности капитальных вложений и безубыточности предприятия.

Таблица 3.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	2156,4	646907,1
основные материалы за вычетом реализованных отходов	1208	362400
заработная плата производственных рабочих	682,3	204681,4
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	266,1	79825,7
Косвенные затраты:	4122,6	1236792,4
амортизация оборудования предприятия	18,77	5631
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	1656	496800
отчисления в ремонтный фонд	392,5	117747,9
вспомогательные материалы на содержание оборудования	17,9	5384,3
затраты на силовую электроэнергию	24,1	7242,6
Затраты на инструмент, приспособления и инвентарь	35,5	10654,1
заработная плата вспомогательных рабочих	191,9	57564
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	59,5	17844,8
заработная плата административно-управленческого персонала	165,6	49686
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	51,3	15402,7
прочие расходы	1509,5	452835

4. Социальная ответственность

4.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается корпус гидроцилиндра поворотной части крана.

Материалом корпуса является чугун ВЧ-40 ГОСТ7293-85, масса заготовки – 22 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течение смены – 10кг. т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус изготавливается на сверлильно-фрезерном, фрезерном и шлифовальном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками,

полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведенные места.

Двери, ворота и технологические проемы участка оборудуют воздушными и воздушно - тепловыми завесами (с подогревом или без подогрева воздуха), которые защищают людей в зимний период от охлаждения, проникающего в цех холодного воздуха.

4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на рабочем месте (участке)

Реальные производственные условия характеризуются наличием некоторых вредных и опасных производственных факторов.

Опасные производственные факторы – такие факторы, воздействие которых может привести к травме, несчастным случаям. Эти факторы создаются открытыми движущимися частями машин, незащищенными приводами и деталями машин, находящимися под электрическим напряжением, разогретыми деталями, стружкой и др.

Вредные факторы - производственные факторы, воздействие которых может привести к ухудшению состояния здоровья, к профессиональному заболеванию.

Вредные факторы подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические.

К физическим факторам в свою очередь относятся: запыленность воздуха рабочей зоны, вибрации, акустические колебания, статическое электричество, электромагнитные поля и излучения и другие различные излучения, электрический ток, движущие механизмы, падающие предметы, острые кромки, повышенная или пониженная температуры, загазованность рабочей зоны, запыленность рабочей зоны.

К химическим – попадание ядов на кожные покровы и слизистые оболочки, попадание ядов в желудочно-кишечный тракт.

К биологическим – смазочно-охлаждающие жидкости.

К психофизиологическим – физические перегрузки, нервно- психические перегрузки: умственное утомление, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

При обработке корпуса выявлены следующие вредные факторы на рабочем месте:

1. Шум. Неблагоприятно влияет на человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. При длительном воздействии шума нарушаются функции не только слухового аппарата, но и центральной нервной системы, сердечно – сосудистой и других физиологических систем организма человека.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83, уровни звука не должны превышать: в помещениях конструкторских бюро – 50 дБ; в помещениях управления, рабочих комнатах – 60 дБ; в помещениях точной сборки – 65 дБ; на постоянных рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений – 80 дБ.

Окружающие человека шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 60 дБ, шум от работы станков 80 – 90 дБ, шум от движения транспорта 70 – 80 дБ.

На данном участке источником шума является работа станка, обработка металла резанием. Интенсивность шума колеблется в пределах 90 – 100 дБ, что является неблагоприятно для работы. Меры по защите от шума будут рассмотрены ниже.

Предельно – допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

2. Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По действию на организм человека вибрацию подразделяют на общую (передается по всему телу) и локальную (передается только на руки рабочего).

Систематическое воздействие вибраций может быть причиной вибрационной болезни – стойких нарушений физиологических функций организма, обусловленных воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия.

Предельно- допустимая норма вибрации:

- общая – 92 дБ;

- локальная – 120 дБ.

Предельно-допустимый уровень вибрации на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

При выполнении основной обработки для изготовления данной детали, используются станки с ЧПУ, что ограничивает время контакта рук оператора с органами управления работающего станка, то есть основным видом вибрации на рабочих местах является общая вибрация. В общем, значение вибрации не превышает предельно – допустимого значения, оно колеблется в пределах 80 – 90 дБ. На крупных шлифовальных станках предусмотрены виброгасители, поставляемые вместе со станками.

3. Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС).

В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты СОЖ поступают в воздух, вызывая раздражение органов дыхания, легочной

ткани, а также неблагоприятно воздействуют на другие системы организма. Взаимодействие СОЖ с кожей рук приводит к возникновению различных кожных заболеваний.

В настоящее время насчитывается более 500 вредных примесей, загрязняющих атмосферу. Самые распространенные из них – оксид углерода СО (5,7%), диоксид серы SO₂ (13,3%), оксиды азота NO_x (6,5%), углеводороды C_nH_m (3.3%), и пыль (27%). Кроме приведенных выше веществ и пыли в атмосферу выбрасываются и более токсичные вещества (серная, хромовая и минеральная кислоты, органические растворители).

Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля ее содержания не реже одного раза в 6 месяцев. Контроль качества СОТС на масляной основе проводится не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

4. Пыль. При обработке на шлифовальных станках, заточке инструмента на наждачных кругах происходит выделение кварцевой пыли. Так же присутствует пыль, поднимаемая в воздух в результате вращения шпинделя, кругов и других частей станка, продукты распыления и сгорания СОТС. В результате на рабочих местах образуется смешанная пыль.

Мероприятия по предупреждению образования пыли:

- станки оборудованы пылеотсасывающими устройствами, присоединенными к групповым отсосам для удаления стружки и пыли с места их образования;
- для улавливания пыли при обработке инструментом, на каждом круге применяем агрегат для очистки воздуха от пыли;
- применение средств индивидуальной защиты: респираторы, защитные очки, специальная одежда;
- регулярная мокрая уборка;
- производственная вентиляция.

Для очистки воздуха от абразивной и металлической пыли, образующейся при работе на шлифовальном станке шлифовальным кругом диаметром 350, 600мм, применяется агрегат для очистки воздуха от пыли. Он работает на принципе инерционной сухой очистки и фильтрования воздуха.

Улавливание пыли происходит в волокнистом струнно-нитяном фильтрующем элементе, состоящем из лавсановых нитей и установленном в цилиндрическом корпусе. Загрязненный воздух через входной патрубок под действием разрежения, создаваемого механизмом вентилятора, поступает в цилиндрический корпус агрегата, где проходит двухступенчатую очистку. Абразивная пыль осаждается в приемном бункере, а очищенный воздух поступает в атмосферу. Регулированием натяжения струн можно изменять его производительность (1350-2600 м³/ч) и эффективность очистки (0,9-0,995). Регенерацию производят не реже одного раза в неделю встряхиванием струн с помощью штока и рукоятки.

На участке выявлены следующие опасные факторы.

1. Электрический ток, проходя через организм человека, производит

термическое (ожог), электролитическое (разложение жидкости), механическое (разрыв тканей) и биологическое (раздражение, возбуждение живых тканей) действие.

2. Движущиеся изделия и механизмы.

3. Острые кромки.

При обработке металла резанием образуется стружка. При фрезеровании плоскости – стружка надлома.

4.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Производственное освещение предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда, и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего; повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

При недостаточной освещенности и плохом качестве освещения состояние зрительных функций человека находится на низком исходном уровне, повышается утомление зрения в процессе выполнения работы, возрастает риск производственного травматизма.

С другой стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а так же больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

1. Освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.

3. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени.

6. Установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

Существует три вида освещения: общее, местное, комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускаются загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [28].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta} \quad (4.1)$$

где Φ - световой поток каждой из ламп, лм;

E - минимальная освещенность, лк;

K - коэффициент запаса;

S - площадь помещения, м²;

z - коэффициент неравномерности освещения;

n - число ламп в помещении;

η - коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается, исходя из следующих величин:

- | | |
|-----------------------------------------|--------------------|
| - характеристика зрительной работы: | наивысшей точности |
| - наименьший размер объекта различения: | менее 0,15 мм |
| - разряд зрительной работы: | 1 |
| - подразряд зрительной работы: | Б |
| - контраст объекта с фоном: | малый |
| - характеристика фона: | средний |

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения.

По таблице 4.8 для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса $K = 1,5$.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7; для светильников СЗ—4ДРЛ равна 3,5 до 4,5м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7м. Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками $L = \lambda \cdot h$, тогда:

$$\lambda = \frac{L}{h} \quad (4.2)$$

Из таблицы 4.9, $\lambda = 14$; отсюда $L = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м.}$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2 \text{ м.}$ Тогда расстояние между светильниками по длине и ширине помещения:

$$20 - 4 = 16 \text{ м} \qquad 11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{16}{6} = 2,7 \text{ (принимаем 3)}$$

$$\lambda_2 = \frac{7}{6} = 1,2 \text{ (принимаем 2)}$$

Количество светильников: $n = 5$.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \qquad (4.3)$$

где A, B - стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{6(20 + 11)} = 1,2$$

По таблице 4.14 коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{5 \cdot 0,53} = 44830,2 \text{ лм}$$

Принимаем 5 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ($\Phi = 46000$ лм).

4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха рабочей зоны производственных помещений. Микроклимат производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Для нормальной деятельности организма человека необходимо, чтобы воздух в рабочей зоне был по своему составу близок к атмосферному. Однако, атмосферный воздух, попадая в помещение производственного участка, изменяет свой состав, загрязняясь примесями вредных газов, паров, пыли, которые появляются в процессе механической обработки. Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и микроклимата применяют различные виды вентиляции.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха вентиляция подразделяется на естественную (аэрация, проветривание) и механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают общеобменную и местную.

По времени действия бывает постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие

действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже - 15°С) и препятствует проникновению холодного воздуха.

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Основные параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более - 35Вт/м²

от 25 до 50% - 70Вт/м²

не более 25% - 100Вт/м²

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

температура - от 14 С° зимой до 24 С° летом;

относительная влажность – от 50% зимой до 80% летом;

скорость движения воздуха – 0,15м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50%- 65Вт/м²

Вывод: Параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Расчёт заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током.

Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы [12].

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва - суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (4.4)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = 4$ см; $\rho_3 = 10^4$ Ом·см; $l_m = 250$ см; $h_m = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (4.5)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}, \text{ принимаем } \Pi = 9 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (4.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (4.7)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, см.

$b = 1,2$ см; $\rho_n = 10^4$ Ом·см; $l_n = 4200$ см; $h_n = 80$ см.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (4.8)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 1кВт должно быть не более 10 Ом.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

– уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);

– ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами);

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях колебаний–500...8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого уровня.

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем.

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63Гц;

общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8Гц;

общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4Гц;

общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2Гц;

местная – 124 Дб.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

При обработке данной детали образуется стружка скалывания. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру 600÷700°С, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80:

МР–3 (ТУ 38.201254–76) – маловязкое минеральное масло;

ВЕЛС–I (ТУ 38.00145843017–94) – полусинтетическая эмульсия.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

4.6 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности

людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

1. Природные

1.1 Ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

1.2 При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

2. Техногенные:

2.1 Утечка хлора или аммиака.

Если произошла утечка хлора, необходимо подняться вверх, т.к. хлор оседает на нижнем уровне (на земле) и воспользоваться защитными средствами. В случае утечки аммиака, необходимо укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние слои атмосферы, и так же воспользоваться защитными средствами.

При термической и химико-термической обработке применяются масла, кислоты, щелочи и другие вещества, на которые утверждена нормативно – техническая документация. Термическое оборудование и помещения оснащены контрольно – измерительными приборами для контроля уровня опасных и вредных производственных факторов. Для уменьшения загрязнения атмосферы устроены системы газоулавливания и газоочистки; заменяют процессы с большим газовыделением другими.

2.2 Пожары представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут явиться:

-неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);

-самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;

-износ и коррозия оборудования.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1. Организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

2. Технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.

3. Режимные – запрещение курения в неустановленных местах, произ-

водства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.

4. Эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Работы по пожаротушению проводят штатные пожарные части, одновременно с тушением пожара эвакуируют людей.

Тушение пожара производится водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды используются устанавливаемые на предприятиях и в населенных пунктах водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возгорания, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать о пожаре с указанием места его возникновения.

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

Общие требования к пожарной безопасности – по ГОСТ 12.1.004-85.

Требования к системам противопожарного водоснабжения – по СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Также на данном участке предусмотрены ящики с песком, щит с противопожарным инструментом, пенные огнетушители и др.

4.7 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78.

Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому что загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность. Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основной способ защиты атмосферы от промышленной пыли и тумана – применение пыле- и тумано-улавливающего оборудования. Основные группы этого оборудования: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры, и фильтры.

К сухим пылеуловителям относятся вихревые и радиальные аппараты деление (пыли происходит за счет сил гравитации и инерции).

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Очистка в электрических фильтрах основана на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда. Газы, попадающие в электрофильтр, частично ионизированы и способны проводить ток. Поэтому, попадая между двумя электродами фильтра, они осаждаются на них. Фильтры широко применяются в промышленности для очистки вентиляционного воздуха от примесей.

На машиностроительных предприятиях сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, характерных для определенного технического прогресса, затем осуществляется очистка общего стока предприятия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно- бытового использования – в соответствии с инструкцией 2932-83. Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы – по ГОСТ 17.4.3.03-85.

Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Водную фазу СОЖ подвергают очистке до предельно допустимой концентрации или разбавляют. Концентрация нефтепродуктов сточных вод при сбросе их в канализацию должна соответствовать СНиП 32-74.

На машиностроительном предприятии в процессе производства образуется большое количество отходов. Твердые отходы: отходы металлов, пластмасс, дерева, пыль, промышленный мусор (резина, шлак, песок, и другое). Жидкие отходы: осадки сточных вод из очистных сооружений, пыль из систем мокрой очистки воздуха и газов.

Большое количество отходов используется в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

4.8 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

2. Для поддержания микроклимата в помещении в графической части проекта представлена схема калорифера.

3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.

4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников.

5. От механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

6. Для защиты от шума разработаны защитные кабины, также в местах, где уровень шума превышает допустимый используются специальные наушники.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс обработки корпуса.

В разработанном технологическом процессе произведен выбор рационального способа получения заготовки для заданной программы выпуска – литье в кокиль, позволившее достичь коэффициента использования материала 0,58. На протяжении всего процесса изготовления детали используется принцип совмещения и постоянства баз. Это позволяет повысить точность обрабатываемых поверхностей.

Объединение нескольких операций и выполнение их на одном программном станке, замена инструмента на комбинированный позволили повысить точность ступенчатых отверстий, понизить затраты на инструмент и приспособления, уменьшить машинное время и, тем самым, понизить себестоимость изготовления детали.

Замена нарезания резьбы метчиком фрезерованием резьбы позволяет в несколько раз сократить основное время на обработку. За счет изменения режимов резания, основного и вспомогательного времени на станках с ЧПУ было снижено время, затрачиваемое на механическую обработку детали.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «машиностроение» всех форм обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 2011. – 31с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. –256 с.
3. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. -184 с.
5. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –656 с.
6. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –496 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –461 с.
9. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. –Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 –543 с.; ч. 2 –448 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 1. - М.: Экономика, 1990.– 418 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. - М.: Экономика, 1990.– 420 с.
13. Краткий справочник металлиста. /Под ред. П.Н. Орлова, В.А. Скороходова –М.: Машиностроение, 1987. –960 с.
14. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординарцева - Л.: Машиностроение. ленинградское отделение, 1987. –846 с.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
17. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент.: Справочник /Самойлов В.С. и др. –М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
18. Фадюшин И.Л., Музыкант Я.А. и др. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС. –М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

19. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
20. Горошкин А.К. Приспособления для лабораторных станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979 –303 с.
21. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
22. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
23. Единая система допусков и посадок СЭВ машиностроение и приборостроение: Справочник в 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство стандартов, 1989. –Т2: Контроль деталей. -208 с.
24. Проектирование машиностроительного производства. Э.П. Петкау, В.С.Матвеев, В.А. Журавлев.
25. Расчет экономической эффективности новой техники: Справочник. /Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с
26. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. –М.: Машиностроение, 1987. – 798 с.
27. Юдина Е.Я. Охрана труда в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1976. – 334 с.
28. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: изд. Филиала ТПУ, 2002. – 96 с.
29. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. - 2-е издание. – М.: Машиностроение, 1975. -160 с.