

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Отделение промышленных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса Т7-МОА.230.101.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сиродждинов Шукрулло Абдувалиевич		

УДК: 621.83.06-216.002:658.514

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОПТ	Петрушин Сергей Иванович	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОПТ	Петрушин Сергей Иванович	д.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Филонов Александр Владимирович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение промышленных технологий	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. руководителя ОПТ
_____ Кузнецов М.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Сиродждинов Шукрулло Абдувалиевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса Т7-МОА.230.101.001	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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. Рабочий чертеж корпуса Т7-МОА.230.101.0012. Программа выпуска 100 деталей в год.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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. Аналитическая часть. 2. Технологическая часть. 3. Конструкторская часть. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали и заготовки (2 листа А1). 2. Карты наладок (4 листа А1 и 1 лист А2). 3. Приспособление (1 лист А1). 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение (1 лист А2).
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Лизунков В.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Филонов А.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>28.01.19</p>
--	-----------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОПТ	Петрушин С.И.	д.т.н., профессор		28.01.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сироджидинов Ш.А.		28.01.19

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Сиродждинов Шукрулло Абдувалиевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

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

<p>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</p>	<p>1) Стоимость приобретаемого оборудования 33750000 руб. 2) Фонд оплаты труда годовой 32377,28 руб. 3) Производственные расходы 32838054 руб.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
4. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сиродждинов Шукрулло Абдувалиевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Сиродждинов Шукрулло Абдувалиевич

Институт	Юргинский Технологический Институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p><i>1. Анализ рабочего технологического процесса изготовления корпуса Т7-МОА.230.101.001 на наличие:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (стихийного, экологического и социального характера)
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования</p>

	<p>безопасности. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <p>–</p>	<ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
<p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p><i>5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p><i>Представить эскизные графические материалы к расчетному заданию (при необходимости)</i></p>	<p>План, схема или чертеж устройства, улучшающего условия труда на данном рабочем месте</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Филонов А.В			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Сироджидинов Шукрулло Абдувалиевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 102 страниц, 6 рисунков, 26 таблиц, 20 источника, 2 приложений, 9 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОРПУС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, БАЗА, БАЗИРОВАНИЕ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.

Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса Т7-МОА.230.101.001».

Раздел «Аналитическая часть» содержит служебное назначение детали, расчет годовой производственной программы выпуска детали и определения типа производства, анализ действующего технологического процесса.

Раздел «Технологическая часть» содержит выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

В разделе «Конструкторская часть» приведен описание конструкций, расчет приспособления на точность и расчет силы зажима.

Раздел «Социальная ответственность» посвящен вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности и экологии.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость изготовления детали.

Текстовая часть ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V16. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).

ABSTRACT

The final qualifying work consists of 102 pages, 6 figures, 26 tables, 20 source, 2 applications, 9 sheets of graphic material.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, CORPUS, DETAIL, STORAGE, BASE, BASING, CUTTING SPEED, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, DEVICE, SAFETY, THE COST OF MANUFACTURING.

The theme of final qualifying work: «Development of technological process of manufacturing of the corpus of the T7-MOA.230.101.001».

The section « Analytical part» contains the service purpose of the product, the calculation of the annual production program of the product and determine the type of production, the analysis of the current technological process.

The section «Technological part» contains selection of bases, development of the route of the process, selection of equipment and technological equipment, calculation of allowances for processing, calculation of cutting conditions, normalization of the process.

In the Section « Design part» the description of designs, calculation of the device for accuracy and calculation of clamping force.

The section «Social responsibility» is devoted to the issues of safe work on the site, fire safety and ecology.

In the section «Financial management, resource efficiency and resource saving» calculated the cost of manufacturing parts.

The text part of the final qualifying work is done in a text editor Microsoft Word 2010, graphic material using the program COMPASS-3D V16. The work is presented on a CD-R disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	12
1 Аналитическая часть	13
1.1 Служебное назначение детали	14
1.2 Производственная программа выпуска изделий	15
1.3 Анализ действующего технологического процесса	18
2 Технологическая часть	20
2.1 Анализ технологичности изделия	21
2.1.1 Анализ чертежа детали	21
2.1.2. Качественная оценка технологичности	22
2.1.3 Количественная оценка технологичности изделия	22
2.2 Выбор заготовки и метода ее получения	23
2.3 Разработка маршрута технологии изготовления детали	31
2.4 Выбор технологических баз	34
2.5 Выбор средств технологического оснащения	38
2.5.1 Оборудования	38
2.5.2 Выбор средств технологического оснащения	40
2.6 Расчет припусков	45
2.7 Режимы резания	50
2.8 Нормирование технологического процесса	64
3 Конструкторская часть	69
3.1 Обоснование и описание разработанных конструкций	70
3.2 Расчет приспособления на точность	70
3.3 Расчет силы зажима изделия	72
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	75
4.1 Расчет объема капитальных вложений	76
4.1.1 Стоимость технологического оборудования	76
4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	76
4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	77
4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	77
4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	78
4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	78

					ФЮРА.А51074.000.ПЗ					
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Сироджидинов</i>									
<i>Провер.</i>	<i>Петрушин</i>									
<i>Н. Контр.</i>	<i>Петрушин</i>							ЮТИ ТПУ гр.10А51		
<i>Утверд.</i>										

4.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	79
4.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	79
4.1.9	Денежные оборотные средства	80
4.2	Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции	80
4.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	80
4.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	81
4.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	82
4.2.4	Расчет амортизации основных фондов	82
4.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	84
4.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	84
4.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	85
4.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	85
4.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	86
4.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	86
4.2.11	Прочие расходы	87
5	Социальная ответственность	89
5.1	Описание рабочего места работника	90
5.2	Описание вредных и опасных факторов	91
5.2.1	Недостаточное освещение	91
5.2.2	Поражение электрическим током	92
5.2.3	Движущиеся части станков	95
5.2.4	Шум	95
5.2.5	Вибрация	96
5.2.6	Поражение стружкой	97
5.3	Охрана окружающей среды.	97
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях	98
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
	Заключение	100
	Список использованных источников	101
	Приложение А (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.А51074.006.СБ)	
	Приложение В (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА.А51074.001.СБ)	
	Диск CD-R	
		В конверте на обороте обложки

Введение

К задачам технолога относится выбор способов получения заготовки, определение минимальных припусков, выбор средств технологического оснащения и расчёт режимов резания. Важнейшим этапом разработки технологического процесса является отработка конструкции изделия на технологичность, так как именно она определяет трудоёмкость изготовления, эксплуатации и ремонта продукции.

Актуальность курсового проекта заключается в улучшении существующего технологического процесса (уменьшение времени на механическую обработку, увеличение коэффициента использования материала и загрузки оборудования).

При разработке курсового проекта решаются следующие задачи: отработка детали на технологичность, выбор рационального способа получения заготовки, определение баз, составление технологического маршрута обработки детали, выбор средств технологического оснащения, расчёт припусков и режимов резания, расчёт необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки, конструирование приспособления на одну из операций.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ФЮРА.А51074.000.ПЗ</i>			
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Сироджидинов</i>							13
<i>Провер.</i>	<i>Петрушин</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Петрушин</i>							
<i>Утверд.</i>								
						<i>ЮТИ ТПУ гр.10А51</i>		

1.1 Служебное назначение детали

Корпусная деталь Т7-МОА.230.101.001 предназначена для размещения в него сборочных единиц и деталей. Отверстия корпусных деталей разделяют на основные (точные) и вспомогательные. Первые служат опорами валов и подшипников. Вторые предназначены для монтажа болтов, масленок и др.

Корпус редуктора Т7-МОА.230.101.001 входит в состав агрегата жаровни Ж-68. Редуктор – трехступенчатый, коническо-цилиндрический, состоит из корпуса и крышки, в которых на подшипниках качения установлены валы с зубчатыми колесами. Частоты вращения вала двигателя ($C^{-1}=0,53$).

Деталь представляет собой отливки из стали 35Л ГОСТ 977-88.

Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, физико-механические свойства данной стали приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35Л

Химический состав, %						
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr
0,32...0,4	0,4...0,9	0,2...0,52	до 0,045	до 0,04	до 0,3	до 0,3

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства стали 35Л

Предел текучести σ_T , МПа	Предел прочности σ_B , МПа	Относит. Удлинение δ , %	Относит. Сужение φ , %	Твердость по Бреннелю НВ, кг/мм ²
255-280	500-530	25-35	15-20	137-170

Технологические свойства стали 35Л

Свариваемость материала: ограниченно свариваемая.

Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

Флокеночувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Обрабатываемость резанием: K_v тв.спл=1,2 и K_v б.ст=0,9

Литейные свойства - Сталь 35Л

Линейная усадка, % 2,2...2,3

Показатель трещиностойчивости, Кт.у. 0,8

Склонность к образованию усадочной пористости	1
Склонность к образованию усадочной раковины	1

1.2 Производственная программа выпуска изделий

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.

Годовая производственная программа приведена в таблице 1.3, где на запасные части берется 5–10%. В данном случае принимаем 5 процентов.

Тип производства для механической обработки деталей ориентировочно следует оценивать по таблице. Полученные данные соответствуют мелкосерийному типу производства.

Программу выпуска принимаем по заданию

$$N_{\text{изд}} = 100 \text{ шт.}$$

Масса детали:

$$m_{\text{д}} = 405 \text{ кг.}$$

Полученные значения сведены в таблицу 1.3

Таблица 1.3 – Поддетальная годовая производственная программа.

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, г	
					На основную программу	На запасные части	Всего	Детали	На программу с запасными частями
Т7-МОА. 230.101.001	Корпус	Сталь 35Л	1	5	100	5	105	0,405	42,525

Тип производства при изготовлении деталей – мелкосерийное.

Тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Тип производства зависит от двух факторов, а именно: заданной программы и трудоемкости изготовления изделия. На основании заданной программы рассчитывается такт выпуска изделия $t_{в}$, а трудоемкость определяется средним штучным временем $T_{шт}$ по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса. Отношение этих величин принято называть коэффициентом серийности [1]:

$$k_c = \frac{t_{в}}{T_{шт}}, \quad (1.1)$$

Обычно считают, что коэффициент серийности определяет количество различных операций по обработке одной или нескольких деталей, закрепленных за одним станком в течение года. Приняты следующие значения коэффициента серийности:

для массового производства $k_c = 1$;

для крупносерийного $k_c = 2 - 10$;

для среднесерийного $k_c = 10 - 20$;

для мелкосерийного $k_c > 20$.

По заводской технологии $T_{шт}=49,47$ ч/см.

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (1.2)$$

где $F_d = 2000$ ч/см – действительный годовой фонд времени и работы оборудования;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Программа в штуках вычисляется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1.3)$$

где $N_1 = 100$ шт. – годовая программа выпуска изделий;

$m=1$ – количество деталей данного наименования на изделие;

$\beta=5\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 100 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 105 \text{ шт.},$$

$$t_b = \frac{60 \cdot 2000}{105} = 1142,9 \text{ мин/шт.},$$

$$k_c = \frac{1142,9}{49,47} = 23,1.$$

По коэффициенту серийности тип производства мелкосерийное.

В производстве количество деталей в партии для одновременного запуска, согласно рекомендациям, допускается определять упрощенным способом:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.4)$$

где $F=247$ – число рабочих дней в году;

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

$$n = \frac{105 \cdot 6}{247} = 2,6 \text{ шт. Принимаем } n=3 \text{ шт.}$$

1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления корпуса Т7-МОА.230.101.001 разработан для мелкосерийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технологический процесс механической обработки корпуса

№ операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
005	Слесарная	Верстак слесарный
010	Сварочная	Сварочный аппарат
015	Слесарная	Верстак слесарный
020	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
025	Разметочная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
030	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
031	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6У612
035	Слесарная	Верстак слесарный
040	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
045	Слесарная	Верстак слесарный
050	Разметочная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
060	Фрезерная	Горизонтально-расточной станок модели 2637Г
065	Слесарная	Верстак слесарный
070	Сварочная	Сварочный аппарат
075	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок модели 2Н58
080	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
085	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок модели 2Н58
090	Слесарная	Верстак слесарный
095	Слесарная	Верстак слесарный

Продолжение 1.4

1	2	3
096	Расточная	Горизонтально-расточной станок модели 2А660
100	Расточная	Горизонтально-расточной станок модели 2637ГФ1
105	Слесарная	Верстак слесарный
106	Разметочная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
110	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
115	Разметочная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
120	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
121	Расточная	Горизонтально-расточной станок модели 2А660
125	Слесарная	Верстак слесарный
130	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок модели 2Н58
135	Сверлильная	Горизонтально-расточной станок модели 2637Ф1
140	Фрезерная	Продольно-фрезерный станок модели 6625
145	Слесарная	Верстак слесарный
150	Разметочная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
155	Сверлильная	Горизонтально-расточной станок модели 2637Ф1
160	Слесарная	Верстак слесарный
165	Контрольная	Плита I-I ГОСТ 10905-86
167	Слесарная	Верстак слесарный
170	Получение покрытий	

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ФЮРА.А51074.000.ПЗ</i>							
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Сироджидинов</i>											20
<i>Провер.</i>	<i>Петрушин</i>											
<i>Н. Контр.</i>	<i>Петрушин</i>											
<i>Утверд.</i>												
					<i>ЮТИ ТПУ гр.10А51</i>							

2.1 Анализ технологичности изделия

Целью технологичности анализа является выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимися в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности, рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки.

2.1.1 Анализ чертежа детали

На чертеж детали должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей.

Рабочий чертеж корпус Т7-МОА.230.101.001 содержит необходимое количество видов детали, сечений, разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. На некоторых размерах не указаны числовые значения поле допуска. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

На выбранном чертеже детали был использован старый ГОСТ, который в дальнейшем заменили на ГОСТ 2.307-2011: Единая система конструкторской документации (ЕСКД).

2.1.2. Качественная оценка технологичности

В качестве заготовки принята отливка. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

Основные поверхности: два отверстия диаметр 160H7, диаметр 215H7, диаметр 175H9, предназначенные для установки подшипников. Также на верхней торцевой поверхности имеются 13 резьбовых отверстий M16-6H, предназначенные для крепления крышки с манжетой. На нижней торцевой поверхности имеются 4 отверстия диаметр 22H14 предназначенные для установки редуктора на основу. Обработка отверстий под шпильками нужно производить совместно с крышкой Т7-МОА.230.100.007, что является нетехнологичным.

Проведя качественный анализ детали можно сделать вывод, что деталь в целом является технологичной, кроме перечисленных моментов.

2.1.3 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по следующим показателям:

По коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э}, \quad (2.1)$$

где $Q_э$ – количество элементов детали, $Q_э=114$;

$Q_{yэ}$ – количество унифицированных элементов детали, $Q_{yэ}=86$.

$$K_{yэ} = \frac{86}{114} = 0,75. \quad (2.2)$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{yэ}>0,6$.

По коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (2.3)$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса готовой детали;

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

$$K_{\text{и.м}} = 405/464,5 = 0,87.$$

$K_{\text{ИМ}} > 0,7$, что свидетельствует об удовлетворительном использовании материала. По этому показателю деталь технологична.

Таким образом, делаем вывод что, деталь является технологичной.

Для улучшения технологичности необходимо провести следующие мероприятия:

1. Изменить способ получения заготовки с целью уменьшения припусков на механическую обработку;
2. Применение специализированных инструментов и приспособлений;
3. Рассмотреть возможность снижения точности поверхности и шероховатости.

2.2 Выбор заготовки и метода ее получения

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Различают три основных способа получения заготовки: прокат, штамповка, отливка.

По своей конфигурации корпус, является деталью сложной, а материал сталь 35Л обладает хорошими литейными свойствами. В связи с этими рассмотрим следующие варианты получения заготовки для корпуса:

1 Литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой;

2 Литье в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Сравниваем их преимущества и недостатки. По ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов» определяем параметры заготовок.

Литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой при наибольшем габаритном размере отливки 1310 мм принимаем класс размерной точности по приложению Д.1 – 13т [2].

Ряд припусков принимаем по приложению Е – 6.

Минимальный литейный припуск по таблице 5 принимаем – 3 мм.

Степень коробления отливок по таблице Б.1 принимаем – 5.

Степень шероховатости по таблице Г.1 принимаем – Ra32.

Таблица 2.1 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
1	2
Св. 25 до 40	5,6
Св. 63 до 100	7
Св.100 до 160	8
Св.160 до 250	9
Св.250 до 400	10
Св.400 до 630	11

Степень коробления элементов отливки с учетом разовых форм и нетеплообрабатываемых отливок, степень коробления принимаем равной 7.

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки.

Таблица 2.2 – Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
До 125	0,32
Св. 125 до 160	0,4
Св. 160 до 200	0,5
Св. 200 до 250	0,64
Св. 250 до 315	0,8
Св. 315 до 400	1,0
Св. 400 до 500	1,2

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,8 мм.

При номинальной массе заготовки св. 400 до 1000 кг. и 13т классе точности, допуск массы отливки равен 12% .

Общий припуск назначаем для устранения погрешностей размеров, формы и расположения неровностей обрабатываемой поверхности, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки. Общие припуски назначают по полным значениям общих допусков.

Таблица 2.3 – Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
1	2	3
Ø160H7	расточивание тонкое	8,4
Ø175H9	чистовая	9,5
Ø215H7	расточивание тонкое	9,64
Ø240H12	чистовая	8,64
30±0,3	черновая	5,92
95±2	черновая	7,32
260±0,5	черновая	10,8
320±0,5	черновая	11
415±3	черновая	11,2

Таблица 2.4 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
Ø160H7	расточивание тонкое	13
Ø175H9	чистовая	12,5
Ø215H7	расточивание тонкое	14

Продолжение 2.4

1	2	3
Ø240Н12	чистовая	12
30±0,3	черновая	6,5
95±2	черновая	7,5
260±0,5	черновая	9
320±0,5	черновая	9
415±3	черновая	9,5

С учетом допуска размеров и допуска формы и расположения элементов отливки получаем итоговые размеры заготовки, изготавливаемой литьем в землю.

Таблица 2.5 – размеры и допуски элементов

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø160Н7	13·2	134±4,2
Ø175Н9	12,5·2	150±4,75
Ø215Н7	14·2	187±4,8
Ø240Н12	12·2	216±4,3
30±0,3	6,5	36,5±2,45
95±2	7,5·2	110±3,65
260±0,5	9	Ø251±4,5
320±0,5	9	Ø311±4,5
415±3	9,5	Ø424,5±4,75

Примечание: Размеры округлены в большую сторону.

Литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой при наибольшем габаритном размере отливки 1310 мм принимаем класс размерной точности по приложению Д.1 – 11т.

Ряд припусков принимаем по приложению Е.1 – 4.

Минимальный литейный припуск по таблице 5 принимаем – 1,0 мм.

Степень коробления отливок по таблице Б.1 принимаем – 4.

Степень шероховатости по таблице Г.1 принимаем – Ra20.

Таблица 2.6 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
Св. 25 до 40	2,8
Св. 63 до 100	3,6
Св.100 до 160	4
Св.160 до 250	4,4
Св.250 до 400	5
Св.400 до 630	5,6

Степень коробления элементов отливки с учетом разовых форм и нетеплообрабатываемых отливок, степень коробления принимаем равной 5.

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки.

Таблица 2.7 – Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
До 125	0,24
Св. 125 до 160	0,32
Св. 160 до 200	0,4
Св. 200 до 250	0,5
Св. 250 до 315	0,64
Св. 315 до 400	0,8
Св. 400 до 500	1,0

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,5 мм.

При номинальной массе заготовки св. 400 до 1000 кг и 11 классе точности, допуск массы отливки равен 6,4% [3].

Общий припуск назначаем для устранения погрешностей размеров, формы и расположения неровностей обрабатываемой поверхности, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки. Общие припуски назначают по полным значениям общих допусков.

Таблица 2.8 – Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
Ø160H7	расточивание тонкое	4,32
Ø175H9	чистовая	4,8
Ø215H7	расточивание тонкое	4,9
Ø240H12	чистовое	4,9
30±0,3	черновая	3,04
95±2	черновая	3,84
260±0,5	черновая	5,64
320±0,5	черновая	5,8
415±3	черновая	6,6

Таблица 2.9 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
Ø160H7	расточивание тонкое	7,1
Ø175H9	чистовая	7,1
Ø215H7	расточивание тонкое	7,3
Ø240H12	чистовое	7,1
30±0,3	черновая	3,9
95±2	черновая	4,3
260±0,5	черновая	5,6
320±0,5	черновая	5,6
415±3	черновая	6

С учетом допуска размеров и допуска формы и расположения элементов отливки получаем итоговые размеры заготовки, изготавливаемой литьем в землю.

Таблица 2.10 – Размеры и допуски элементов

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø160H7	7,1·2	145,5±2,16
Ø175H9	7,1·2	160,5±2,4
Ø215H7	7,3·2	200±2,45
Ø240H12	7,1·2	225,5±2,45
30±0,3	3,9	34±1,5
95±2	4,3·2	104±1,9
260±0,5	5,6	Ø254±2,8
320±0,5	5,6	Ø314±2,9
415±3	6	Ø421±3,3

Проведем сравнительный анализ приведенных методов получения заготовки для проектируемой детали по экономическому эффекту и затратам на изготовление заготовок [4].

Рассчитаем массу заготовки получаемой – литьем в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой;

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} + m_{\text{с}} \quad (2.4)$$

где $m_{\text{д}}$, $m_{\text{с}}$ – масса детали и стружки.

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где V – объем стружки;

$\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$ – плотность материала.

$$V = 22,4 \cdot 24 \cdot 0,75 + 2,1 \cdot 82,4 \cdot 0,9 \cdot 2 + 5 \cdot 26,5 \cdot 0,9 \cdot 2 + 3,14 \cdot (16^2 \cdot 9,5 + 17,5^2 \cdot 16 + 21,5^2 \cdot 10 + 24^2 \cdot 11,2 + 24^2 \cdot 0,75 + 24^2 \cdot 0,9 + 29^2 \cdot 0,9 + 24^2 \cdot 11,2 + 39,6^2 \cdot 0,9 + 1,4^2 \cdot 4,3 \cdot 15 + 1^2 \cdot 4,7 \cdot 30 + 0,62^2 \cdot 5,2 \cdot 12 - (37,5^2 \cdot 0,9 + 13,4^2 \cdot 9,5 + 15^2 \cdot 16 + 18,7^2 \cdot 10 + 21,6^2 \cdot 11,2 + 15^2 \cdot 0,9 + 21,6^2 \cdot 0,9 + 18,7^2 \cdot 0,9)) / 4 = 7585,5 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{заг}} = 7585,5 \cdot 7,85 / 1000 = 59,5 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 405 + 59,5 = 464,5 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad \text{см. (2.3).}$$

$$K_{\text{И.М}} = 405 / 464,5 = 0,87.$$

Рассчитаем массу заготовки получаемой – Литьем в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Определяем массу заготовки

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} + m_{\text{с}},$$

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho,$$

$$V = 22,4 \cdot 24 \cdot 0,56 + 2,1 \cdot 82,4 \cdot 0,6 \cdot 2 + 5 \cdot 26,5 \cdot 0,6 \cdot 2 + 3,14 \cdot (16^2 \cdot 9,5 + 17,5^2 \cdot 16 + 21,5^2 \cdot 10 + 24^2 \cdot 11,2 + 24^2 \cdot 0,56 + 24^2 \cdot 0,56 + 29^2 \cdot 0,56 + 24^2 \cdot 11,2 + 39,6^2 \cdot 0,56 + 1,4^2 \cdot 4,3 \cdot 15 + 1^2 \cdot 4,7 \cdot 30 + 0,62^2 \cdot 5,2 \cdot 12 - (37,5^2 \cdot 0,56 + 13,4^2 \cdot 9,5 + 15^2 \cdot 16 + 18,7^2 \cdot 10 + 21,6^2 \cdot 11,2 + 15^2 \cdot 0,56 + 21,6^2 \cdot 0,56 + 18,7^2 \cdot 0,56)) / 4 = 5356 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{заг}}=5356 \cdot 7,85/1000=42 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}}=405+42=447 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{и.м}}=405/447=0,91.$$

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления [5].

Произведём сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали.

$$S_T = \frac{m_d}{K_{\text{им}}} [C_{\text{заг}} + C_C \cdot (1 - K_{\text{им}})] \quad (2.6)$$

где $K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала заготовки и рассчитывается по формуле (1.7).

$C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг материала отливки, полученный литьем в песчано-глинистые формы по выбранному способу руб/кг;

$C_C = 99$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению;

m_d – масса детали, кг.

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой.

Для данной отливки принимаем: $C_{\text{заг}}=442,7$ руб.

$$S_T = \frac{405}{0,87} [442,7 + 99 \cdot (1 - 0,87)] = 212075,7 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой

Для данной отливки принимаем: $C_{\text{заг}}=474,7$ руб.

$$S_T = \frac{405}{0,91} [474,7 + 99 \cdot (1 - 0,91)] = 215233 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$S = (S_{Т}^{II} - S_{Т}^I) \cdot N, \quad (2.7)$$

где $N = 100$ - годовая программа выпуска, шт.

$$S = (215233 - 212075,7) \cdot 100 = 315730 \text{ руб.}$$

Сравнивая два метода получения заготовок делаем вывод, что литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой более прост в изготовлении по сравнению с литьем в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой, но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку [6].

Окончательно принимаем метод получения заготовки как литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой.

2.3 Разработка маршрута технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали представлен в таблицы 2.11.

Таблица 2.11 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ Оп.	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	<p>Вертикально-фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать 4 поверхности в размер $438 \pm 1,25$ мм. 2. Центровать 7 отверстий. 3. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 22H14$ мм на проход. 4. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 20H14$ мм на проход. 5. Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 21,75H11$ мм на проход. 6. Развернуть 2 отверстия $\varnothing 22H8$ мм на проход. 7. Сверлить отверстие $\varnothing 20,5H14$ мм на проход. 8. Цековать отверстие $\varnothing 40 \pm 2$ мм на глубину 2 ± 1 мм. 9. Рассверлить фаску $1,6 \times 45^\circ$. 10. Нарезать резьбу $M22 \times 1,5-6H$ на проход. 	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ТАJMAC-ZPS MCV 2316</p>
010	<p>Слесарная</p> <p>Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.</p>	<p>Участок слесарный</p>

Продолжение 2.11

1	2	3
015	<p>Горизонтально-расточная Позиция 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать плоскости в размер 445h12, 260±0,5 мм, 380±0,5 мм. 2. Расточить отверстие Ø240H12 мм на глубину 120⁺¹ мм. 3. Расточить отверстие Ø212H12 мм на проход. 4. Расточить 2 отверстия Ø157H12 мм на проход. 5. Фрезеровать 4 фаски 2x45°. 6. Центровать 13 отверстий. 7. Сверлить 13 отверстий Ø14H14 мм. 8. Рассверлить 13 фасок 2×45° 9. Нарезать 13 резьбовых отверстий M16-6H на глубину 35мм. 	<p>Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4</p>
015	<p>Позиция 2. Повернуть деталь на 90° против часовой стрелки.</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Фрезеровать плоскости в размер 322±0,7 мм. 11. Расточить отверстие Ø173H12 мм на проход. 	<p>Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4</p>
020	<p>Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.</p>	<p>Участок слесарный</p>
025	<p>Горизонтально-расточная Позиция 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать окно в размер 380×196 мм и в размер 10±2 мм. 2. Центровать 10 отверстий. 3. Сверлить 10 отверстий Ø6,7H14 мм на глубину 20⁺² мм. 4. Нарезать резьбу M8-6H в 10 отверстий на глубину 15mm. 5. Фрезеровать лыску в размер 100±2 мм, 110±2 мм на глубину 2±1 мм. <p>Позиция 2. Повернуть деталь на 30° против часовой стрелки</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Фрезеровать лыску в размер 100⁺² мм, 100±0,1 мм на глубину 3⁺² мм. 7. Центровать 2 отверстия. 8. Сверлить 2 отверстия Ø6,75H14 мм на проход, фаску 1,6x45°. 9. Нарезать резьбу M8-6H в 2 отверстиях Ø6,75H14 мм на глубину 15 мм. 	<p>Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4</p>

Продолжение 2.11

1	2	3
025	Позиция 3.Повернуть деталь на 30° против часовой стрелки. 10. Фрезеровать лыску в размер 100±2 мм, 10±2 мм, на глубину 2±1 мм. Позиция 4.Повернуть деталь на 100°±4° против часовой стрелки. 11. Фрезеровать лыску в размер 100±2 мм, 10±2 мм, на глубину 2±1 мм. Позиция 5.Повернуть деталь на 100°±4° против часовой стрелки. 12. Фрезеровать лыску в размер 100 ⁺² мм, 100±0,1 мм на глубину 3 ⁺² мм.	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4
030	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.	
035	Фрезерная 1. Фрезеровать поверхность в размер 60±2 мм. 2. Центровать отверстие. 3. Сверлить отверстие Ø8,3Н14 мм на проход 4. Рассверлить фаску 1x45°.	Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом модели РТ1000
040	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки, нарезать резьбу К1 8" ГОСТ6111-52.	Участок слесарный
045	Вертикально-фрезерная Фрезеровать 6 поверхность в размер 30±0,5 мм.	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ТАЈМАС-ZPS MCV 2316
050	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.	Участок слесарный
055	Сборочная	
060	Горизонтально-расточная Обрабатывать совместно с деталью Т7-МОА.230.101.007.	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4
065	Сборочная	
070	Горизонтально-расточная Обрабатывать совместно с деталью Т7-МОА.230.101.007.	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4

Продолжение 2.11

1	2	3
075	Слесарная Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.	Участок слесарный
080	Контрольная Проверить размеры и требования по чертежу.	Плита

2.4 Выбор технологических баз

005 Вертикально-фрезерная

Базирование заготовки осуществляется на специальном приспособлении: на плоскость и в само зажимные призмы и планки. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прижимами. Погрешность базирования: $\epsilon_{б} = 0$.

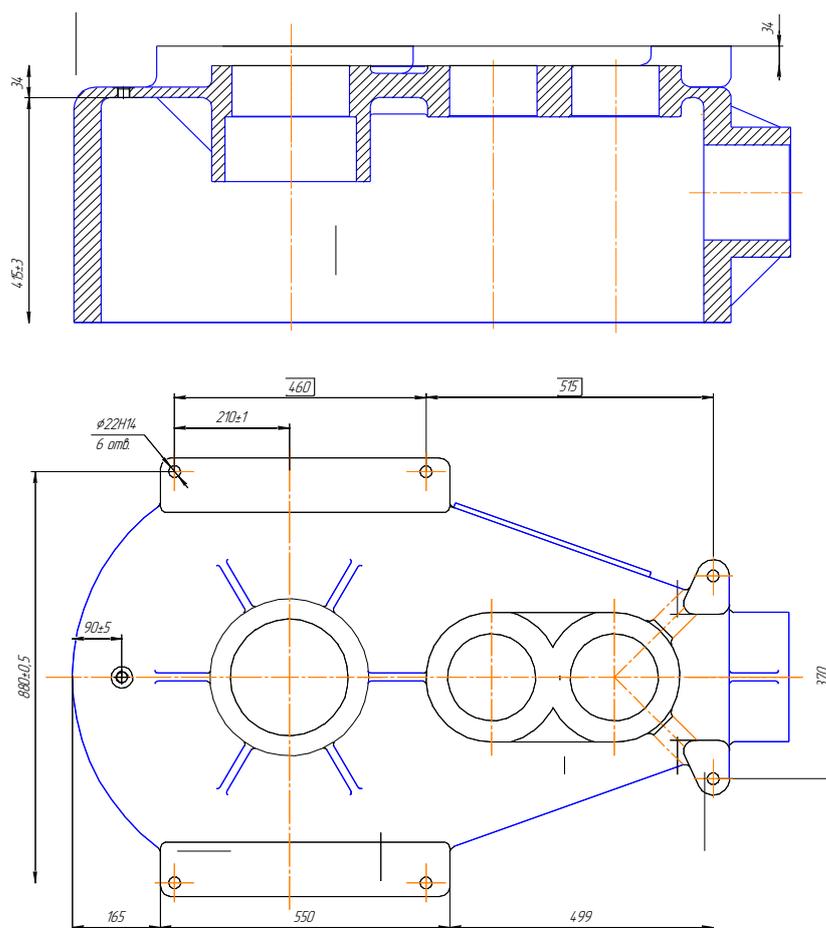


Рисунок 2.1 – Схема установки для 005 операции

015 Горизонтально-расточная

Базирование заготовки осуществляется на плоскость и 2 отверстия. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прижимами. Погрешность базирования: $\epsilon_b = 0,68$ мм.

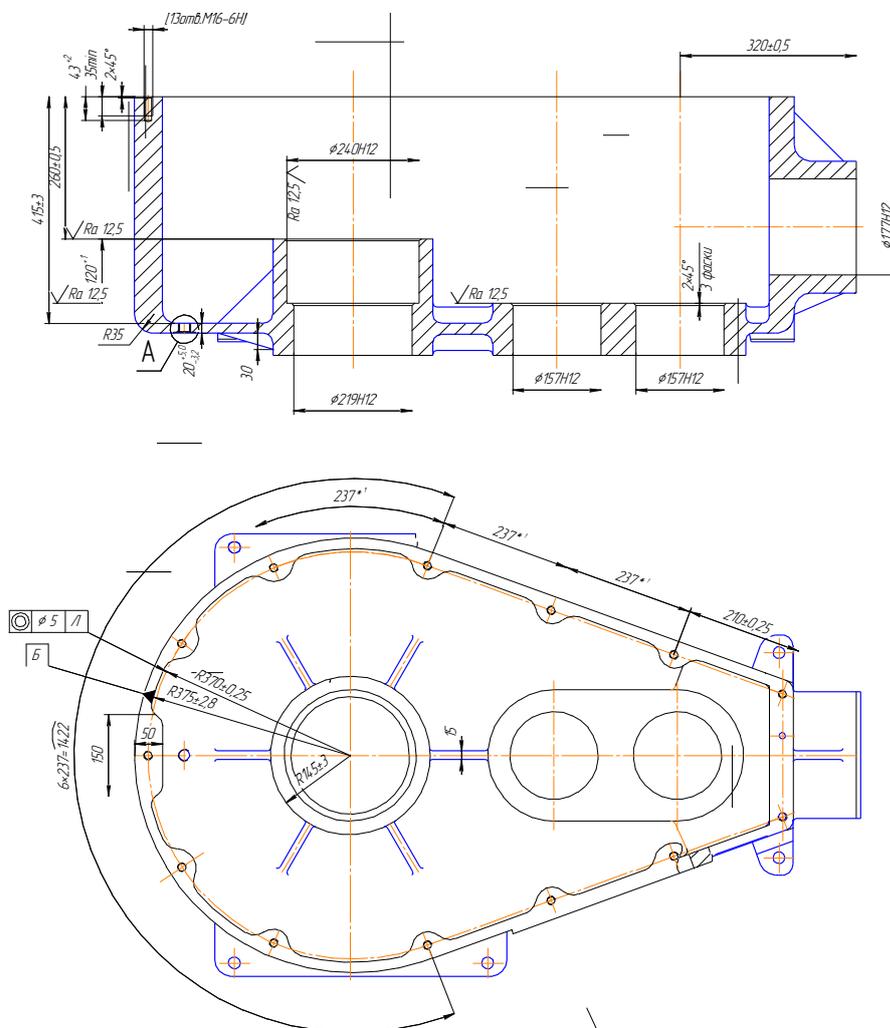


Рисунок 2.2 – Схема установки для 015 операции

025 Горизонтально-расточная

Базирование заготовки осуществляется на плоскость и 2 отверстия. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прижимами. Погрешность базирования: $\epsilon_b = 0,68$ мм.

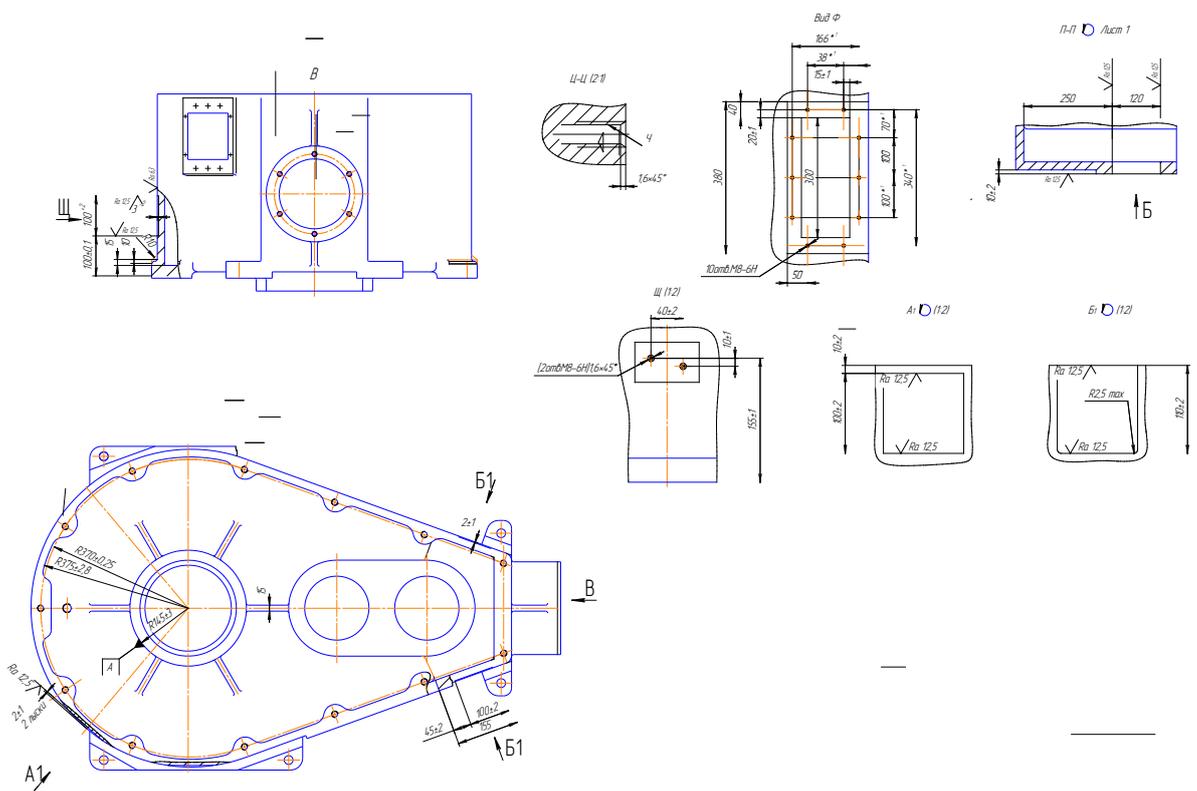


Рисунок 2.3 – Схема установки для 025 операции

035 Фрезерная

Базирование заготовки осуществляется на специальном приспособлении: на плоскость и в зажимные призмы и планки. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прижимами. Погрешность базирования: $\epsilon_b = 0$.

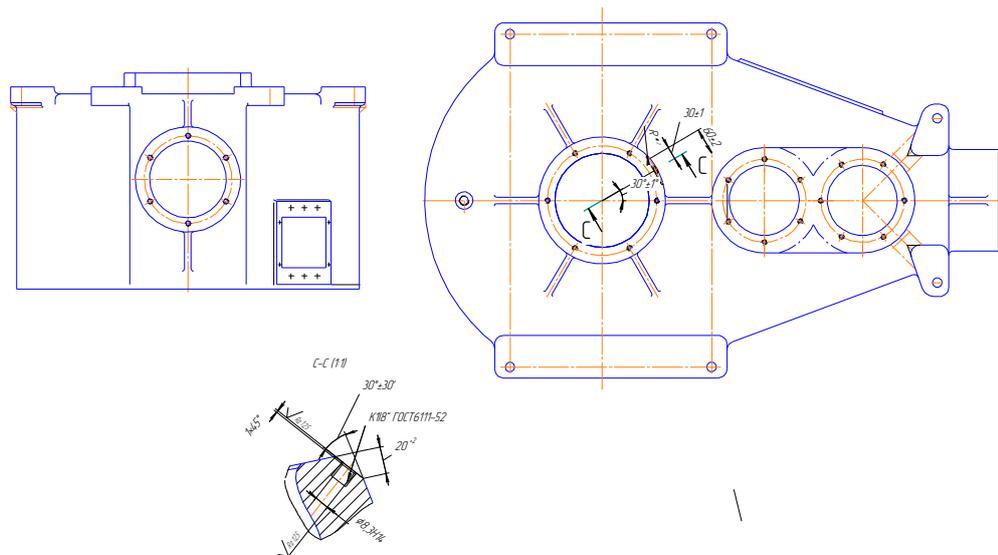


Рисунок 2.4 – Схема установки для 035 операции

045 Вертикально-фрезерная

Базирование заготовки осуществляется на плоскость и 2 отверстия. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прижимами. Погрешность базирования: $\epsilon_b = 0,68$ мм.

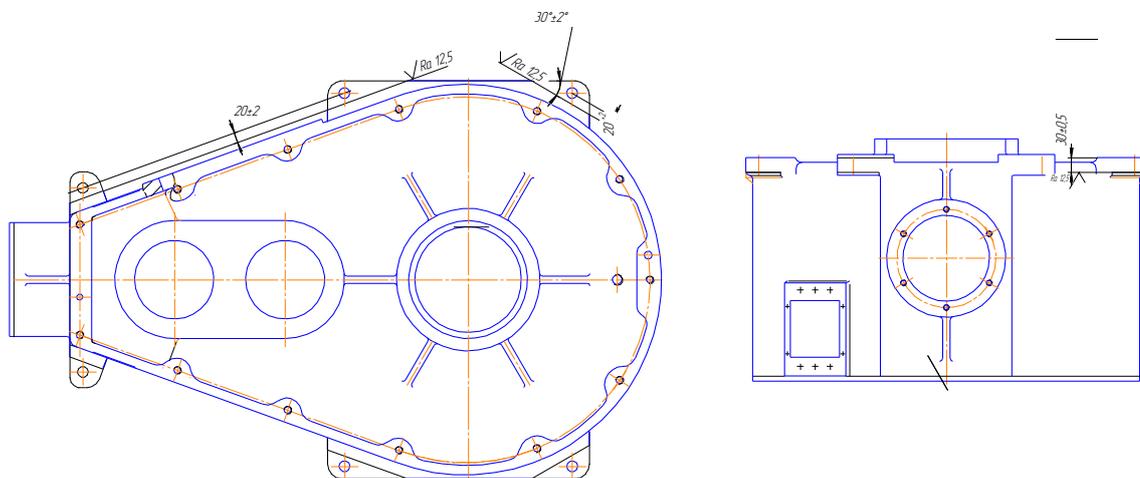


Рисунок 2.5 – Схема установки для 045 операции

2.5 Выбор средств технологического оснащения

2.5.1 Оборудование

В таблице 2.12 приведены применяемое в технологических процессах оборудование и его технические характеристики.

Таблица 2.12 – Параметры оборудования

Технические характеристики	Параметры
1	2
Вертикального фрезерного центра ТАJMAC-ZPS MCV 2316	
Перемещение горизонтальное, стол - ось X, мм	2 000
Перемещение горизонтальное, крестовые салазки - ось Y, мм	1 200
Перемещение вертикальное шпинделя - ось Z, мм	800
Рабочая поверхность стола, мм	2300 x 1 600
Максимальный размер обрабатываемой детали, мм	2100 x 1300 x 600
Ускоренная подача, м/мин	30
Рабочая подача, м/мин	20
Ускорение, м/сек ²	3
Точность позиционирования (X, Y, Z) мм	0,008 ($\pm 0,002$)
Максимальная нагрузка, кг	12 000
Габариты фрезерного обрабатывающего центра в плане, Д x Ш, мм	5 230 x 6 700
Максимальная рабочая высота станка, мм	4 015
Емкость инструментального магазина, шт	10
Время смены инструмента, сек.	9
Конус шпинделя	HSK-A100/HSK-A80
Частота вращения, мин-1	30 - 12 000
Максимальная мощность S6, кВт	33
Максимальная мощность S1, кВт	25
Максимальный крутящий момент, Нм	200
Расстояние стол - шпиндель, мм	200 - 1000

Продолжение 2.12

1	2
Тип привода	электро-шпиндель
Масса станка, кг	24 000
Горизонтально-расточной станок ИР1600МФ4	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1250x2000
Программируемые перемещения X, Y, W, Z, мм	2000; 1600; 1000; 710
Количество управляемых координат (одновременно), шт	4
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг	5000
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	6.. .2500
Пределы рабочих подач, мм/мин	1... 7000
Скорость быстрых установочных перемещений, м/мин	9
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Нм	1765
Диаметр выдвижного шпинделя, мм	125
Конус шпинделя	50 AT5
Наибольший диаметр сверления, мм	50
Наибольший диаметр фрезы, мм	250
Емкость инструментального магазина, шт	40
Мощность привода главного движения, кВт	39
Суммарная потребляемая мощность станка, кВт	74,7
Габаритные размеры станка, мм	5450x9250x4500
Масса станка, кг	23000
Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом РТ1000	
Размер стола (Д x Ш), мм	1200x1400
Наибольшая нагрузка на стол, кг	8000
Размер Т-образных пазов, шт×мм	9×22
Расстояние между Т-образными пазами, мм	125
Конус шпинделя	ISO50 7:24
Диапазоны вращения шпинделя, об/мин	1-4000
Мощность главного двигателя, кВт	28
Продольное перемещение, ось X, мм	2500(3000)
Перемещение ползуна, ось Y, мм	1000
Вертикальное перемещение, ось Z, мм	1450
Поворот стола В, град	360°/0,001
Ускоренные перемещения X/Y/Z, мм/мин	1200 (X/Y)/1000Z

Продолжение 2.12

1	2
Ускоренные перемещения В, об/мин	6
Магазин инструмента:	
Количество мест	30
Хвостовик инструмента	ISO50
Тип хвостовика	SK50
Максимальный вес инструмента, кг	25
Максимальная длина инструмента, мм	350
Максимальный диаметр инструмента:	
При полном магазине, мм	125
При пустом соседнем гнезде, мм	250
Точность позиционирования X/Y/Z, мм	±0,005
Точность позиционирования В, мм	±2°
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	6960×6830×3945
Масса нетто, кг	33600

2.5.2 Выбор средств технологического оснащения

В таблице 2.13 приведены выбранные средства технологического оснащения для каждой операции.

Таблица 2.13 – Средства технологического оснащения

№ операции	Оснастка
1	2
005	Приспособление специальное
	Торцевая фреза 725–200Q40–21Н
	Сверло Ø4
	Сверло DCN195-252-25R-16D;
	Сверло DCN200-258-25R-16D;
	Сверло DCN220-264-25R-16D;
	Сверло DCN300-90-32R-16D;
	Зенкер 2320-2584 ГОСТ 12489-71
	Развертка 2363-3465 №2 ГОСТ 1672-80
	Развертка 2363-3465 Н8 ГОСТ 1672-80
	Цековка 2350-0735 ГОСТ 26258-87
	Метчик М22×1,5 2621-1725 ГОСТ 3266-81
	Патрон Т-МАХ UR416.1-818-4
	Патрон Т-МАХ UR416.1-818-5 2 шт.
Патрон 7655 ВТ50 4 шт.	

Продолжение 2.13

1	2
005	Патрон DIN 69871-2080, Цанговый патрон ERGFIST 25 ER32
	Патрон BT MAS BT40ER 25x100BIN
	Цанговый патрон ERBT40 ER25
	Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 7 шт
	Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85 7 шт
	Калибр - пробка 8133-0936 Н8 ПР/НЕ ГОСТ 14810-69
	Калибр - пробка 8133-0936 Н14 ПР/НЕ ГОСТ 14810-69
	Пробка 8221-3088 7Н ПР/НЕ ГОСТ 17758-72
	ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166
	ШР-630-0,1 ГОСТ 164-90
	Кран
	Тара
	015
Приспособление специальное	
Торцевая фреза 725-200Q40-21H	
Сверло Ø4	
Сверло DCN140-162-20R-16D;	
Сверло DCN250-274-25R-16D;	
Метчик 2621-1617 ГОСТ 3266-81	
Резец MODULHARD'ANDREASFTP63 , пластина P10 DR100R	
Кассета для двухрезцовой головки SSCC63, пластина P10 DR100R	
Головка MODULHARD'ANDREA TP90/100.50	
Державка MODULHARD'ANDREA PC14.50	
Двухрезцовая расточная головка MODULHARD'ANDREASSQC80TS80/80	
Резец MODULHARD'ANDREASFTP 50 , пластина P10 DR100R	
Кассета для двухрезцовой головки SSCC63, пластина P10 DR100R	
Головка MODULHARD'ANDREA TP80/90.50	
Державка MODULHARD'ANDREA PC12.50	
Двухрезцовая расточная головка MODULHARD'ANDREASSQC63 TS63/63	
Резец MODULHARD'ANDREASFTP 50 , пластина P10 DR100R	

Продолжение 2.13

1	2
015	Кассета для двухрезцовой головки SSCC63, пластина P10 DR100R Головка MODULHARD'ANDREA TP80/90.50 Державка MODULHARD'ANDREA PC12.50 Двухрезцовая расточная ГОЛОВКА MODULHARD'ANDREASSQC63 TS63/63 Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 3 шт Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85 3 шт Патрон T-MAX UR416.1-818-5 5 шт. Патрон T-MAX UR419.1-524-5 Патрон 7655 BT50 1 шт. Патрон BT MAS BT40ER 25x100BIN ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166 ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166 ШР-630-0,1 ГОСТ 164-90 Пробка 8221-3067 7Н ПР/НЕ ГОСТ 17758-72 Калибр-пробка 8140-0215 Н12 ПР ГОСТ 14824-69 Калибр-пробка 8140-0215 Н12 НЕ ГОСТ 14824-69 Калибр-пробка 8140-0202 Н12 ПР ГОСТ 14824-69 Калибр-пробка 8140-0202 Н12 НЕ ГОСТ 14824-69 Калибр-пробка 8140-0112 Н12 ПР ГОСТ 14824-69 Калибр-пробка 8140-0112 Н12 НЕ ГОСТ 14824-69 Фаскомер 45° Кран Тара Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007
025	Приспособление специальное Торцевая фреза 725-200Q40-21Н Фреза 50 T5K10 Сверло Ø4 Сверло DCN067-92-12R-12D; Сверло DCN100-110-16R-12D Метчик 2621-2529 ГОСТ 3266-81 Патрон T-MAX UR416.1-818-5 Патрон 7655 BT50 Оправка Weldon SK50-SLF13-063 2 шт Патрон BT MAS BT40ER 25x100BIN Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 3 шт

Продолжение 2.13

1	2
025	Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85 3 шт ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166 ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166 Пробка 8221-3029 7Н ПР/НЕ ГОСТ 17758-72 Фаскомер 45° Кран Тара Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007
035	Приспособление специальное Торцевая фреза 725–63Q40–21Н Сверло Ø4 Сверло DNC083-120-12R-12D Сверло DNC120-132-12R-12D Метчик 2680-0003 ГОСТ 6227-80 Патрон Т-МАХ UR416.1-818-5 Патрон 7655 BT50 1 шт. Оправка Weldon SK50-SLF13-063 2 шт Патрон BT MAS BT40ER 25x100BIN Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 3 шт Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85 3 шт ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166 ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166 Шаблон резьбовой Фаскомер 45° Кран Тара Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007
045	Приспособление специальное Торцевая фреза 725–63Q40–21Н Патрон Т-МАХ UR416.1-818-5 Оправка Кран Тара Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007
060	Приспособление специальное Сверло 2301-1420 ГОСТ 22736-77 Зенкер 2320-2584 ГОСТ 12489-71 Развертка 2363-3465 №2 ГОСТ 1672-80 Развертка 2363-3465 Н8 ГОСТ 1672-80

Продолжение 2.13

1	2
060	Патрон ВТ MAS BT40ER 25x100BIN
	Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 3 шт
	Кран
	Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007
070	Приспособление специальное
	Торцевая фреза 725–200Q40–21H
	Фреза 50 T5K10
	Двухрезцовая расточная головка MODULHARD'ANDREASSQC63 TS63/63
	Резец MODULHARD'ANDREASFTP 50 , пластина P10 DR100R
	Головка MODULHARD'ANDREA TP80/90.50
	Державка MODULHARD'ANDREA PC12.50
	Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRM80/80 PS11.40
	Двухрезцовая расточная головка MODULHARD'ANDREASSQC63 TS63/63
	Резец MODULHARD'ANDREASFTP 50 , пластина P10 DR100R
	Головка MODULHARD'ANDREA TP80/90.50
	Державка MODULHARD'ANDREA PC12.50
	Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRM50/63 PS11.30
	Двухрезцовая расточная головка MODULHARD'ANDREASSQC63 TS63/63
	Резец MODULHARD'ANDREASFTP 50 , пластина P10 DR100R
	Головка MODULHARD'ANDREA TP80/90.50
	Державка MODULHARD'ANDREA PC12.50
	Сверло 4
	Сверло DNC067-92-12R-12D
	Сверло DNC100-110-16R-12R
	Сверло DNC160-168-16R-12D
	Метчик 2621-1513 ГОСТ 3266-81
	Патрон T-MAX UR416.1-818-5 5 шт.
	Патрон T-MAX UR419.1-524-5
	Патрон 7655 BT50 1 шт.
	Оправка Weldon SK50-SLF13-63 3 шт

Продолжение 2.13

1	2
070	Патрон ВТ MAS BT40ER 25x100BIN
	Втулка 6100-0201 ГОСТ 13598-85 2 шт
	Втулка 6100-0205 ГОСТ 13598-85 2 шт
	ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166
	ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166
	Пробка 8221-3029 7Н ПР/НЕ ГОСТ 17758-72
	Калибр-пробка 8140-0115 Н7 НЕ ГОСТ 14824-69
	Калибр-пробка 8140-0115 Н7 ПР ГОСТ 14824-69
	Калибр-пробка 8140-0117 Н9 НЕ ГОСТ 14824-69
	Калибр-пробка 8140-0117 Н9 ПР ГОСТ 14824-69
	Калибр-пробка 8140-0126 Н7 НЕ ГОСТ 14824-69
	Калибр-пробка 8140-0126 Н7 ПР ГОСТ 14824-69
	Пробка 8221-3053 ПР/НЕ ГОСТ 17758-72
	Фаскомер 45°
	Кран
Тара	
Очки 0. ГОСТ 12.4.230.1-2007	

2.6 Расчет припусков

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки [7].

Обрабатываемая поверхность $\varnothing 160\text{H}7$, $R_a = 2,5$

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta \sum_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ мкм} \quad (2.8)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Заготовка – литье в песчано-глинистые формы

Шероховатость поверхности – Rz = 300 мкм.

Глубина дефектного слоя – h = 300 мкм.

Суммарное отклонение расположения при обработке наружных поверхностей отливки при базировании по отверстию [8].

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} \quad (2.9)$$

где $\rho_{кор}$ – отклонение плоской поверхности отливки от плоскостности;

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l \quad (2.10)$$

где Δ_k – отклонение оси детали от прямолинейности;

$l = 0,095$ м – длина детали;

$\rho_{ц}$ – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования.

Принимаем по табл. 8 $\Delta_k = 0$ мм.

$$\rho_{кор} = 0 \cdot 0,273 = 0 \text{ мм.}$$

Принимаем по табл. 9 $\rho_{ц} = 2,4$ мм.

$$\rho_3 = \sqrt{0^2 + 2,4^2} = 2,4 \text{ мм.}$$

Растачивание черновое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 12-му качеству.

Шероховатость поверхности – Rz = 50 мкм;

глубина дефектного слоя – h = 50 мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma_i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma_{i-1}}, \quad (2.11)$$

где $\Delta_{\Sigma_{i-1}} = 2400$ мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения [9].

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 2400 = 144 \text{ мкм.}$$

Растачивание чистовое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 20$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 20$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1},$$

где $\Delta_{\Sigma i} = 144$ мкм; $K_y = 0,05$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 144 = 7 \text{ мкм.}$$

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 7-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 10$ мкм;

глубина дефектного слоя – $h = 15$ мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей [10]:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1},$$

где $\Delta_{\Sigma i} = 7$ мкм; $K_y = 0$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0 \cdot 7 = 0 \text{ мкм.}$$

Результаты приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Предельные размеры и значение припусков

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε		min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	300	300	2400	-	1000	152,458	153,458	-	-
Растачивание черновое IT12	50	50	144	-	400	159,058	159,458	6000	6600
Растачивание чистовое IT9	20	20	7	-	100	159,846	159,946	488	788
Растачивание тонкое IT7	10	5	0	-	40	160	160,04	94	154

Находим минимальны припуск :

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (2.12)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(300 + 300) + \sqrt{2400^2 + 0^2} \right] = 6000 \text{ мкм} - \text{ для растачивания}$$

чернового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(50 + 50) + \sqrt{144^2 + 0^2} \right] = 488 \text{ мкм} - \text{ для растачивания}$$

чистового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(20 + 20) + \sqrt{7^2 + 0^2} \right] = 94 \text{ мкм} - \text{ для растачивания тонкого.}$$

За расчетный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $160 + 0,04 = 160,04$ мм.

Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-1} = d_{\max i} - 2 \cdot Z_{\min i}, \quad (2.13)$$

$d_{\max}=160,04-0,094=159,946$ мм – максимальный предельный размер для растачивания чистового.

$d_{\max}=159,946-0,488=159,458$ мм – максимальный предельный размер для растачивания чернового.

$d_{\max}=159,458-6=153,458$ мм – максимальный предельный размер для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-i} = d_{i\max} - Td_{i-1}, \quad (2.14)$$

$d_{\min}=159,946-0,1=159,846$ мм – минимальный предельный размер для растачивания чистового.

$d_{\min}=159,458-0,4=159,058$ – минимальный предельный размер для растачивания чернового;

$d_{\min}=153,458-1=152,458$ мм – минимальный предельный размер для заготовки;

Определяем предельные значения припусков:

Для растачивания тонкого:

$$2 \cdot Z_{\min} = 160,04 - 159,946 = 0,094 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 160 - 159,846 = 0,154 \text{ мм}.$$

Для растачивания чистового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 159,946 - 159,458 = 0,488 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 159,846 - 159,058 = 0,788 \text{ мм}.$$

Для растачивания чернового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 153,458 - 159,458 = 6 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 159,058 - 152,458 = 6,6 \text{ мм}.$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2 \cdot Z_{\min\text{общ}} = 0,094 + 0,488 + 6 = 6,582 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max\text{общ}} = 0,154 + 0,788 + 6,6 = 7,542 \text{ мм}.$$

Проверка правильности расчета:

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} - 2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = Td_3 - Td_D ;$$

$$7,542 - 6,582 = 1 - 0,04$$

0,96=0,96 условие выполняется

2.7 Режимы резания

Обрабатываемый материал- сталь 35Л ГОСТ 977-88 [11].

$$\sigma_B = 280 \text{ МПа}; \sigma_T = 530 \text{ МПа}.$$

Производим расчет режимов резания и назначение режимов обработки.

Операция 005: Вертикально-фрезерная

Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ ТАJMAC-ZPS
MSV 2316

Переход 1.1 Фрезеровать 4 поверхности в размер $438 \pm 1,25$ мм.

Инструмент: фреза 125 ГОСТ 22087-76, $D=125$, $z=8$.

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования: $t = 3$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 100$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 125$ мм.

Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,15$ мм/зуб.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V, \quad (2.15)$$

где K_V – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания [12];

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV}, \quad (2.16)$$

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

K_{NV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{n_V}, \quad (2.17)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_B – временное сопротивление;

n_V – показатель степени при обработке.

$C_V = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$;

$T = 180$ мин. - период стойкости инструмента [13];

Принимаем $K_r = 0,9$, $n_V = 1,0$, $K_{n_V} = 0,8$, $K_{n_V} = 0,65$.

$$K_{MV} = 0,9 \cdot (750 / 780)^1 = 0,87.$$

$$K_V = 0,87 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,45.$$

$$V = \frac{332 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 100^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,45 = 105,8 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 105,8 / (3,14 \cdot 125) = 270 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 250$ об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{\text{фр}} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 250 \cdot 125 / 1000 = 98,1 \text{ м/мин}.$$

Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (2.18)$$

Принимаем по табл.41 $C_P = 885$; $q = 1,3$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$;
 $w = 0,2$; $z = 8$.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_V}, \quad (2.19)$$

где $n_V = 1$

$$K_{MP} = (780 / 750)^{0,75} = 1,03.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 100^{1,1} \cdot 8}{125^{1,3} \cdot 250^{0,2}} \cdot 1,03 = 3032 \text{ Н}.$$

Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = P_Z \cdot D / 2000, \quad (2.20)$$

$$M_{\text{кр}} = 3032 \cdot 125 / 2000 = 190 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.21)$$

$$N_e = \frac{3032 \cdot 98,1}{1020 \cdot 60} = 4,86 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

где $N_{шп}$ - мощность привода станка;

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta, \quad (2.22)$$

где $N_{ст}$ – паспортная мощность станка;

η – КПД;

$$N_{ст} = 20 \text{ кВт, } \eta = 0,8.$$

$$N_{шп} = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ кВт.}$$

$$4,86 \text{ кВт} < 16 \text{ кВт.}$$

Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z, \quad (2.23)$$

$$S = 0,15 \cdot 8 = 1,2 \text{ мм/об.}$$

Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст}, \quad (2.24)$$

$$S_M = 0,15 \cdot 8 \cdot 250 = 187,5 \text{ мм/мин.}$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M, \quad (2.25)$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (2.26)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 530 + 34 + 115 + 34 = 693 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 693 / 187,5 = 7,61 \text{ мин.}$$

Переход 1.2. Центровать 7 отверстий Ø4

Сверло Ø4

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=2$ мм.

Подача: $S=0,19 \dots 0,26$ мм/об.

Принимаем $S=0,22$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.27)$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV}, \quad (2.28)$$

где K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$C_v = 9,8$; $q = 0,4$; $y = 0,5$; $m = 0,2$;

$T = 25$ мин. - период стойкости инструмента;

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{n_v}, \quad (2.29)$$

Принимаем $n_v=0,9$, $K_{LV}=1$, $K_{IV}=1,0$, $K_r=1$.

$$K_{MV} = 1 \cdot (750 / 780)^{0,9} = 0,97.$$

$$K_v = 0,97 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,97.$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,22^{0,5}} \cdot 0,97 = 17,8 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{св} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 17,8 / (3,14 \cdot 4) = 1420 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{св}=1000$ об/мин.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{св} / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 1000 / 1000 = 12,5 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.30)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.31)$$

где $K_p = 1,03$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$C_m = 0,0345, \quad q = 2, \quad y = 0,8,$$

$$C_p=68, q=1, y=0,7$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,22^{0,8} \cdot 1,03 = 1,7 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,22^{0,7} \cdot 1,03 = 971 \text{ Н}.$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.32)$$

$$N_e = \frac{1,7 \cdot 1000}{9750} = 0,18 \text{ кВт}.$$

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

$$N_{шп} = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ кВт} > N_e = 0,18 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 0,22 \cdot 1000 = 217,2 \text{ мм/мин}.$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм}.$$

$$L_{рх} = 4 + 5 = 9 \text{ мм}.$$

$$t_0 = 7 \cdot 9 / 217,2 = 0,29 \text{ мин}.$$

Переход 1.3. Сверлить 4 отверстия Ø22Н14 проход

Сверло Ø22

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=11$ мм.

Подача: $S=0,27 \dots 0,37$ мм/об.

Принимаем $S=0,3$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=500$ об/мин., $V=34,6$ м/мин., $P_z=4830$ Н, $M_{кр} = 47,8$ Н·м,

$N_e = 0,98$ кВт, $S_M = 60$ мм/мин., $t_0=1,87$ мин.

Переход 1.4. Сверлить 2 отверстия Ø19Н14 проход

Сверло Ø19

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=11$ мм.

Подача: $S=0,23 \dots 0,27$ мм/об.

Принимаем $S=0,25$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=37,6$ м/мин., $P_z=3672$ Н, $M_{кр}=30,8$ Н·м,

$N_e=0,8$ кВт, $S_m=62,5$ мм/мин., $t_0=0,74$ мин.

Переход 1.5. Зенкеровать 2 отверстия Ø21,75H12 проход

Зенкер Ø21,75

Материал режущей части P6M5

Глубина сверления: $t=1,375$ мм.

Подача: $S=0,7 \dots 0,9$ мм/об.

Принимаем $S=0,8$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=37,6$ м/мин., $P_z=637$ Н, $M_{кр}=16,4$ Н·м,

$N_e=0,5$ кВт, $S_m=252$ мм/мин., $t_0=0,3$ мин [14].

Переход 1.6. Развернуть 2 отверстия Ø22H8 проход

1.6.1 Черновое развертывание

Развертка Ø21,9H10

Материал режущей части P6M5

Глубина развертывания: $t=0,075$ мм.

Подача: $S=0,8$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=43$ м/мин., $P_z=19,4$ Н, $M_{кр}=1,2$ Н·м,

$N_e=0,04$ кВт, $S_m=252$ мм/мин., $t_0=0,3$ мин.

1.6.2 Чистовое развертывание

Развертка Ø22H8

Материал режущей части P6M5

Глубина развертывания: $t=0,05$ мм.

Подача: $S=1,1$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=43$ м/мин., $P_z=14,7$ Н, $M_{кр} = 1,1$ Н·м,

$N_e = 0,03$ кВт, $S_m= 346,5$ мм/мин., $t_0=0,22$ мин.

Переход 1.7. Сверлить отверстие $\varnothing 20,5$ Н14

Сверло $\varnothing 20,5$

Материал режущей части Р6М5

Глубина сверления: $t=10,25$ мм.

Подача: $S=0,27\dots 0,32$ мм/об.

Принимаем $S= 0,3$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=40,6$ м/мин., $P_z=4611$ Н, $M_{кр} = 43,6$ Н·м,

$N_e = 1,12$ кВт, $S_m= 75$ мм/мин., $t_0=0,26$ мин.

Переход 1.8 Цековать отверстие $\varnothing 40\pm 2$ на глубину 2 ± 1 мм.

Цековка $\varnothing 40$

Материал режущей части Р6М5

Глубина цекования: $t=9,5$ мм.

Подача: $S=1\dots 1,3$ мм/об.

Принимаем $S= 1,2$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=41,6$ м/мин., $P_z=8431$ Н, $M_{кр} = 237$ Н·м,

$N_e = 7,7$ кВт, $S_m=378$ мм/мин., $t_0=0,02$ мин.

Переход 1.9 Рассверлить фаску $1,6\times 45^\circ$.

Сверло $\varnothing 25$

Материал режущей части Р6М5

Глубина зенкования: $t=1,6$ мм.

Подача: $S=0,23\dots 0,27$ мм/об.

Принимаем $S= 0,25$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=47,4$ м/мин., $P_z=400$ Н, $M_{кр} = 8,4$ Н·м,

$N_e = 0,27$ кВт, $S_m=78,75$ мм/мин., $t_0=0,08$ мин.

Переход 1.10 Нарезать резьбу $M22 \times 1,5$ на проход.

Инструмент: Материал режущей части Р6М5

Глубина фрезерования: $t = 0,75$ мм;

Подача на один зуб гребенчатой фрезы $S_{zs}=0,04$ зуб/мм

Подача $S=1,5$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.33)$$

$K_v=K_{мп} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}$,

$K_{мп} = (750 / \sigma_B)^{n_v}$,

$C_v = 198$; $x = 0,4$; $y = 0,3$; $m = 0,2$.

$T = 100$ мин.

Принимаем $n_v=1,0$, $K_{пв}=0,8$, $K_{ив}=1,0$.

$K_{мп} = (750 / 780)^1 = 0,96$.

$K_v=0,96 \cdot 0,8 \cdot 1,0=0,77$.

$V = \frac{198}{100^{0,2} \cdot 0,04^{0,4} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 0,77 = 25,7$ м/мин.

$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 25,7 / (3,14 \cdot 22) = 372$ об/мин;

Принимаем $n_{ст}=400$ об/мин.

$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 22 \cdot 400 / 1000 = 25,6$ м/мин.

Крутящий момент

$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p$,

$M_{кр} = 10 \cdot 0,046 \cdot 22^{1,1} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 0,96 = 24$ Н·м

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{M \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{24 \cdot 400}{9750} = 1 \text{ кВт.}$$

1 кВт < 18 кВт.

6 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 1,5 \cdot 400 = 600 \text{ мм/мин.}$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 35 + 5 = 40 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 40 / 600 = 0,07 \text{ мин.}$$

Операция 015: Горизонтально – расточная

Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4

Позиция I

Переход 2.1 Фрезеровать плоскость в размер 445h12, 260±0,5 мм, 380±0,5 мм.

Инструмент: фреза 200 ГОСТ 22087-76, D=200, z=12.

Материал режущей части Т5К10

Глубина фрезерования: t = 3 мм;

Ширина фрезерования: B = 150 мм;

Диаметр фрезы: D = 200 мм.

Расчет аналогичен п.1.1

Sz= 0,15 мм/зуб., nст=160 об/мин., V= 100,5 м/мин., 2811 Н, 281 Н•м, 4,62 кВт, S=1,8 мм/об, S_м= 120 мм/мин, t₀=29,49 мин.

Переход 2.2 Расточить отверстие Ø240H14 на глубину 120 [5]

Инструмент: Резец ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: t = 3 мм;

Подача: $S = 0,15$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{Mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{nv},$$

$$C_v = 420; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2; \quad m = 0,2; \quad T = 45 \text{ мин.}$$

Принимаем $n_v = 1,0$, $K_{nv} = 0,9$, $K_{iv} = 0,65$.

$$K_{Mv} = 0,9 \cdot (750 / 780)^1 = 0,87.$$

$$K_v = 0,87 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,51.$$

$$V = \frac{420 \cdot 0,9}{45^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,15^{0,45}} \cdot 0,51 = 76 \text{ м/мин};$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 76 / (3,14 \cdot 240) = 101 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст} = 100$ об/мин.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 240 \cdot 100 / 1000 = 75,4 \text{ м/мин.}$$

Сила резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp},$$

где K_{fp} , K_{yp} , K_{mp} , K_{lp} , K_{rp} – поправочные коэффициенты, на геометрические параметры резца,

$$K_{mp} = 1,03, \quad K_{fp} = 1,17, \quad K_{yp} = 1, \quad K_{lp} = 1, \quad K_{rp} = 1.$$

$$K_p = 1,03 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,205.$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 75,4^{-0,15} \cdot 1,205 = 1367 \text{ Н.}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{1367 \cdot 75,4}{1020 \cdot 60} = 1,68 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

$$N_{\text{ст}} = 20 \text{ кВт, } \eta = 0,8.$$

$$N_{\text{шп}} = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ кВт.}$$

$$1,68 \text{ кВт} < 16 \text{ кВт.}$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,15 \cdot 100 = 15 \text{ мм/мин.}$$

Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 120 + 5 = 125 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 125 / 15 = 8,33 \text{ мин.}$$

Переход 2.3 Расточить поверхность в размеры $\square 212\text{H}12$ на проход

Инструмент: Резец ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 3$ мм;

Подача: $S = 0,15$ мм/об.

Расчет аналогичен п.2.3

$$n_{\text{ст}} = 100 \text{ об/мин.}, V = 66,6 \text{ м/мин.}, P_z = 1392 \text{ Н, } M_{\text{кр}} = 1,51 \text{ кВт,}$$

$$S_M = 15 \text{ мм/мин.}, t_0 = 6,67 \text{ мин.}$$

Переход 2.4 Расточить 2 отверстия $\text{Ø}157\text{H}12$ мм на проход.

Инструмент: Резец ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 3$ мм;

Подача: $S = 0,15$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.7

$$n_{\text{ст}} = 160 \text{ об/мин.}, V = 78,9 \text{ м/мин.}, P_z = 1357 \text{ Н, } N_e = 1,75 \text{ кВт,}$$

$S_m = 24$ мм/мин., $t_0 = 8,33$ мин.

Переход 2.5 Фрезеровать 4 фаски $2 \times 45^\circ$.

Инструмент: фреза 20, $D=20$, $z=6$.

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования: $t = 2$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 2$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 20$ мм.

Расчет аналогичен п.1.1

$S_z = 0,08$ мм/зуб., $n_{ст} = 200$ об/мин., $V = 12,6$ м/мин., $P_z = 274$ Н,

$M_{кр} = 2,7$ Н•м, $N_e = 0,06$ кВт, $S = 0,48$ мм/об, $S_m = 96$ мм/мин, $t_0 = 28$ мин.

Переход 2.6 Центровать 13 отверстий $\varnothing 4$

Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части T5K10

Глубина сверления: $t = 2$ мм.

Подача: $S = 0,19 \dots 0,26$ мм/об.

Принимаем $S = 0,22$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст} = 1000$ об/мин., $V = 12,5$ м/мин., $M_{кр} = 971$ Н, $P_z = 1,7$ Н•м, $N_e = 0,11$ кВт,

$S_m = 220$ мм/мин., $t_0 = 0,41$ мин.

2.7 Сверлить 13 отверстий $\varnothing 14$ на глубину 43^{+2} мм и 40 мм.

Сверло $\varnothing 14$

Материал режущей части T5K10

Глубина сверления: $t = 7$ мм.

Подача: $S = 0,28 \dots 0,33$ мм/об.

Принимаем $S = 0,3$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст} = 630$ об/мин., $V = 27,6$ м/мин., $P_z = 4221$ Н, $M_{кр} = 26,6$ Н•м,

$N_e = 0,86$ кВт, $S_m = 94,5$ мм/мин., $t_0 = 7,56$ мин.

Переход 2.8 Рассверлить фаску $1,6 \times 45^\circ$.

Сверло Ø18

Материал режущей части P6M5

Глубина зенкования: $t=1,6$ мм.

Подача: $S=0,23 \dots 0,27$ мм/об.

Принимаем $S=0,25$ мм/об.

Расчет аналогичен п.1.2

$n_{ст}=630$ об/мин., $V=35,6$ м/мин., $P_z=562$ Н, $M_{кр}=9$ Н•м,

$N_e=0,29$ кВт, $S_m=78,75$ мм/мин., $t_0=1,09$ мин.

Переход 2.9 Нарезать резьбу M16-6H на глубину 35 мм.

Инструмент: Материал режущей части P6M5

Глубина фрезерования: $t=1$ мм;

Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,04$ мм/зуб.

Подача $S=2$ мм/об.

Скорость резания:

Расчет аналогичен п.1.10

$n_{ст}=500$ об/мин., $V=25,1$ м/мин., $P_z=4191$ Н, $M_{кр}=26,2$ Н•м,

$N_e=1,36$ кВт, $S_m=1000$ мм/мин., $t_0=0,52$ мин.

Позиция II

Переход 2.10 Фрезеровать плоскость в размер $322 \pm 0,7$ мм

Инструмент: фреза 200 ГОСТ 22087-76, $D=200$, $z=12$.

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования: $t=1$ мм;

Ширина фрезерования: $B=150$ мм;

Диаметр фрезы: $D=200$ мм.

Расчет аналогичен п.1.1

$S_z=0,15$ мм/зуб., $n_{ст}=250$ об/мин., $V=157$ м/мин., $P_z=2021$ Н,

$M_{кр}=202$ Н•м, $N_e=2,8$ кВт, $S=1,8$ мм/об, $S_m=450$ мм/мин, $t_0=1,26$ мин.

Переход 2.11 Точить поверхность в размеры $\square 173H12$ на проход

Инструмент: Резец ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

Глубина точения: $t = 3$ мм;

Подача: $S = 0,15$ мм/об.

Расчет аналогичен п.2.3

$n_{ст} = 160$ об/мин., $V = 86,9$ м/мин., $P_z = 1338$ Н, $N_e = 1,9$ кВт,

$S_m = 24$ мм/мин., $t_0 = 6,63$ мин.

Данные расчета приведены в таблице 2.15

Таблица 2.15 – Данные расчета режимов резания

№ Опер.	№ Перех.	t, мм	S, мм/об.	V, м/мин.	n, об/мин.	T _о , мин
1	2	3	4	5	6	7
005	1	3,0	1,2	98,1	250	7,61
	2	2	0,22	12,5	1000	0,29
	3	11	0,3	34,6	500	1,87
	4	9,5	0,25	37,6	630	0,74
	5	1,375	0,8	37,6	630	0,3
	6.1	0,075	0,8	43	630	0,3
	6.2	0,05	1,1	43,2		0,22
	7	10,25	0,3	40,6	630	0,26
	8	9,5	1,2	41,6	630	0,02
	9	1,6	0,25	47,4	630	0,08
	10	0,75	1,5	25,6	400	0,07
015	Позиция I					
	1	3	1,8	100,5	160	29,49
	2	3	0,15	75,4	100	8,33
	3	3	0,15	66,6	100	6,67
	4	3	0,15	78,9	160	8,33
	5	2	0,48	25,2	400	28
	6	2	0,22	12,5	1000	0,41
	7	7	0,3	27,6	630	7,56
	8	1,6	0,25	35,6	630	1,09
	9	1	2	25,1	500	0,52
	Позиция II					
10	1	1,8	157	250	1,26	
11	3	0,15	86,9	160	6,63	
025	Позиция I					
	1	3	0,96	157	250	1,73
	2	2	0,22	12,5	1000	0,32
	3	3,4	0,25	13,5	630	1,59
	4	1,6	0,25	30,1	800	0,66

Продолжение 2.15

1	2	3	4	5	6	7
	5	0,6	1,25	20	800	0,16
	6	2	0,8	125,6	400	0,45
	Позиция II					
	7	3	0,8	125,6	400	0,42
	8	2	0,22	12,5	1000	0,06
	9	3,4	0,25	27	630	0,32
	Позиция III					
	10	2	0,8	125,6	400	0,45
	Позиция IV					
	11	2	0,8	125,6	400	0,45
	Позиция V					
	12	2	0,8	125,6	400	0,42
035	1	3	0,8	125,6	400	0,17
	2	2	0,22	12,5	1000	0,03
	3	4,1	0,25	16,2	630	0,16
	4	1,6	0,25	17,6	400	0,06
045	1	2	0,8	99	630	1,6

2.8 Нормирование технологического процесса

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (2.34)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (2.35)$$

где $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

T_{MB} – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

K_{IB} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

A_{OBC} – время на обслуживание рабочего места, %;

A_{OTD} – время на отдых и личные надобности, %.

$T_B = T_{УСТ} + T_{ОПЕР} + T_{ИЗМ}$, мин.

где $T_{УСТ}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{ОПЕР}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{ИЗМ}$ – время на измерение, мин.

$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}$, мин.

где $T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы и приведены в табл.2.15.

Таблица 2.16 – Нормы времени на операцию

№ Оп.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная с ЧПУ 1. Основное время 2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали время, связанное с переходом на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные потребности 5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки 6. Штучное время 7. Штучно-калькуляционное время	Карта 16, поз.7, 40 Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72 Карта 56, поз.18 Карта 56, поз.20 Карта 56, поз.21	14,49 2,4 3,6 2,4 1 7,4 8% 4% 28 26,27 35,6
015	Фрезерная с ЧПУ 1. Основное время 2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали время, связанное с переходом на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 16, поз.7, 40 Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72 Карта 56, поз.18 Карта 56, поз.20	91,99 2,4 3,6 5,8 1 15,6 8% 4%

Продолжение 2.16

1	2	3	4
015	5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки 6. Штучное время 7. Штучно-калькуляционное время	Карта 56, поз.21	28 140,8 150,1
025	Горизонтально-расточная 1. Основное время 2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали время, связанное с переходом на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные потребности 5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки 6. Штучное время 7. Штучно-калькуляционное время	 Карта 16, поз.7, 40 Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72 Карта 56, поз.18 Карта 56, поз.20 Карта 56, поз.21	10,67 2,4 3,6 3,6 1 9,6 8% 4% 28 24,32 33,65

Продолжение 2.16

1	2	3	4
035	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений.</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 16, поз.7, 40</p> <p>Карта 56, поз.16</p> <p>Карта 86, поз.72</p> <p>Карта 56, поз.18</p> <p>Карта 56, поз.20</p> <p>Карта 56, поз.21</p>	<p>0,58</p> <p>2,4</p> <p>3,6</p> <p>1,2</p> <p>1</p> <p>7,2</p> <p>8%</p> <p>4%</p> <p>28</p> <p>9,34</p> <p>18,67</p>
045	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений.</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 16, поз.7, 40</p> <p>Карта 56, поз.16</p> <p>Карта 86, поз.72</p> <p>Карта 56, поз.18</p> <p>Карта 56, поз.20</p> <p>Карта 56, поз.21</p>	<p>1,6</p> <p>2,4</p> <p>3,6</p> <p>2,4</p> <p>1</p> <p>8,4</p> <p>8%</p> <p>4%</p> <p>28</p> <p>34,4</p> <p>43,8</p>

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

					<i>ФЮРА.А51074.000.ПЗ</i>			
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Сироджидинов</i>				<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Петрушин</i>							69
<i>Н. Контр.</i>	<i>Петрушин</i>					<i>ЮТИ ТПУ гр.10А51</i>		
<i>Утверд.</i>								

3.1 Обоснование и описание разработанных конструкций

Для фрезерно-сверлильной операции 070 разработано специальное приспособление для обработки детали на станке горизонтально-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4.

Приспособление устанавливается на стол станка по установочной плоскости, относительно оси X станка.

Базирование детали в приспособлении осуществляется на три пластины позиция 23 пальцы цилиндрические и срезанный позиции 21, 22. Пластина крепится винтами позиция 18. Три точки несут три пластины, три точки – цилиндрический и срезанный пальцы. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются отверстия.

Приспособление состоит из плиты позиция 7 на которой установлены установочные опоры позиции 1 и 2, стойка позиция 3. Опора и стойка крепятся к плите болтами позиция 9, 10 с шайбой позиция 25. Зажим осуществляется посредством подпружиненного прихватов позиции 8, установленных на шпильках позиция 26 и упоров позиции 8. Вращением гайки позиция 20 производится закрепление заготовки.

Приспособление крепится к столу станка болтами, вставляемыми в пазы основания. Базирование на станке приспособления производится шпонками позиция 13, прикрепленная к плите винтом позиция 16.

Транспортировка приспособления осуществляется при помощи рым-болтов позиция 24.

На разработанное приспособление в графической части представлен рабочий чертеж Т7-МОА.230.101.001.

3.2 Расчет приспособления на точность

Обеспечение заданной точности механической обработки, в частности с использованием специальных приспособлений, в значительной мере зависит от

выбора технологических баз и схемы установки заготовок. Однако при этом возникает погрешность установки, которая можно определить по рекомендациям [15].

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_o + \varepsilon_3 + \Delta_{np}^2} \quad (3.1)$$

Погрешность базирования при установке заготовки на цилиндрический и срезанный палец определяется по формуле:

$$E_{\delta} = (\Delta + T_1 + T_2) \left(\frac{2 \cdot l_1 + L}{L} \right) \quad (3.2)$$

где: Δ – минимальный диаметральный зазор между пальцем Ø9f7 и отверстием Ø9H9 – 0,020мм

l_1 – наибольшее расстояние от центра пальца до обрабатываемого контура детали 1110 мм

$$E_{\delta} = (0,020 + 0,210) \cdot \frac{2 \cdot 1110 + 1128,14}{1128,14}$$

$$E_{\delta} = 0,68 \text{ мм}$$

Что соответствует требуемой точности обработки детали с учетом других погрешностей обработки.

$$S_1^{min} + S_2 \frac{minD}{b} \geq \tilde{\delta}_o + \tilde{\delta}_n \quad (3.3)$$

$$\tilde{\delta}_n \leq S_1^{min} + S_2 \frac{minD}{b} - \tilde{\delta}_o$$

$$\tilde{\delta}_n \leq 20 + (20 \cdot 22/3) - 165$$

$$\tilde{\delta}_n \leq 1,6$$

$$tg\alpha = \frac{S_1^{max} + S_2^{max}}{2L}$$

$$tg\alpha = \frac{105 + 105}{2 \cdot 1128,14} \cdot 10^{-3} \quad (3.4)$$

$$tg\alpha = 0,000093$$

$$\alpha = 0,005$$

$$\varepsilon_3 = [(K_{BZ} \cdot R_z + K_{HB} \cdot HB) + C_1] \cdot \left(\frac{Q}{19,8 \cdot l} \right)^n \quad (3.5)$$

$K_{BZ} = 0,015$ – коэффициент шероховатости; 7

$K_{HB} = 0,015$ – коэффициент твердости;

HB – твердость материала заготовки по Бринеллю;

Q – сила, действующая по нормали к опоре,

l – длина образующей, по которой происходит контакт, см;

Rz – параметр шероховатости детали, мкм.

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{D_3} = 0,086 + \frac{8,4}{140} = 0,146$$

$$\varepsilon_3 = [(0,015 \cdot 63 + 867,5 \cdot 0,015) + 0,146] \cdot \left(\frac{1600}{19,8 \cdot 140} \right)^{0,7} = 9,63 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{361^2 + 9,63^2} = 361,13 \text{ мкм} = 0,361 \text{ мм}.$$

3.3 Расчет силы зажима изделия

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления Q определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при фрезеровании поверхности. Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности. Возникающая окружная сила резания P_o создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг собственной оси.

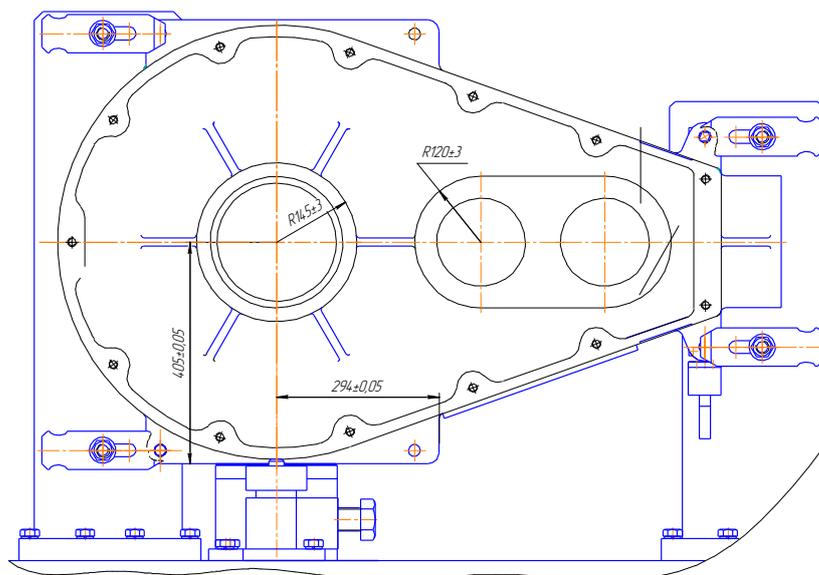


Рисунок 3.1 – Схема резания и закрепления

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}, \quad (3.6)$$

где P – сила резания;

k – коэффициент запаса и условие равенства сил;

f_1 – коэффициент трения между заготовкой и зажимом;

f_2 – коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами. Принимаем $f_1 = f_2 = 0,15$.

$P_0 = 2811$ Н.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (3.7)$$

где $k_0 = 1,3$ – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания;

$k_2, k_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента и при прерывистом резании;

$k_4 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима;

$k_5 = 1,0$ – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

$$k = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 = 2,92.$$

$$Q = 2811 \cdot 2,92 / (0,15 + 0,15) = 27360,4 \text{ Н.}$$

Определяем диаметр резьбы

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]_p}}, \quad (3.8)$$

где $[\sigma]_p = 120$ МПа – допустимое напряжение растяжения.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 27360,4}{3,14 \cdot 120}} = 22,5 \text{ мм.}$$

Принимаем М24 с учетом конструктивных особенностей.

Определяем усилия зажима

$$M = Q \cdot \frac{d_2}{2000} \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{D_T}{d_2} \cdot f \right], \quad (3.9)$$

где $f = 0,2$ – коэффициент трения на торце гайки;

$d_2 = 21,896$ мм – средний диаметр болта;

$\alpha = 30^\circ$ – угол наклона метрической резьбы;

$\varphi = 5,5^\circ$ – угол трения в резьбе;

D_T – диаметр трения при сплошном торце.

$$D_T = 1,4 \cdot d$$

где $d = 24$ мм – диаметр резьбы.

$$D_T = 1,4 \cdot 24 = 33,6 \text{ мм.}$$

$$M = 27360,4 \cdot \frac{21,896}{20000} \cdot \left[\operatorname{tg}(30 + 5,5) + \frac{33,6}{21,896} \cdot 0,2 \right] = 145,4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Максимальное усилие затягивания для резьбы М24 равно 250 Н·м.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

					<i>ФЮРА.А51074.000.ПЗ</i>					
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Сиродждинов</i>									75
<i>Провер.</i>	<i>Лизунков</i>									
<i>Н. Контр.</i>	<i>Петрушин</i>							<i>ЮТИ ТПУ гр.10А51</i>		
<i>Утверд.</i>										

4.1 Расчет объема капитальных вложений

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{ТО} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot Ц_i, \quad (4.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Стоимость технологического оборудования приведена в табл.4.1.

Таблица 4.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб.	Q _i , шт.	K _{тоi} , руб.
005,045	ТАJMAC-ZPS MCV2316	11500000	1	11500000
015, 025, 060, 070	ИР1600МФ4	7500000	2	15000000
035	РТ1000	7250000	1	7250000
Всего:				33750000

4.1.2 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.4.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \quad (4.2)$$

$$K_{\text{во}} = 33750000 \cdot 0,3 = 10125000 \text{ руб.}$$

4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{\text{ии}}$) по предприятию устанавливаем приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования [16].

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;

- хозяйственного инвентаря;

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15. \quad (4.3)$$

$$K_{\text{ии}} = 33750000 \cdot 0,15 = 5062500 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитываем при арендованной форме владения, по формуле:

$$C_{\text{п}}^{\text{II}} = (S_{\text{пп}} \cdot A_{\text{пп}} + S_{\text{сп}} \cdot A_{\text{сп}}) \cdot T, \quad (4.4)$$

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

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C''_{II} = (280 \cdot 100 + 21 \cdot 100) \cdot 12 = 361200 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{ПЗМ} = \frac{H_M \cdot N \cdot C_M}{360} \cdot T_{ОБМ}, \quad (4.5)$$

где H_M - норма расхода материала, $H_M = 405$ кг/ед.;

N - годовой объем производства продукции, $N = 100$ шт.;

C_M - цена материала, $C_M = 442,7$ руб./кг (Сталь 35Л ГОСТ 977-88);

$T_{ОБМ}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях, $T_{ОБМ} = 10$ дней.

$$K_{ПЗМ} = \frac{405 \cdot 100 \cdot 442,7}{360} \cdot 10 = 498037,5 \text{ руб.}$$

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{НЗП}$) установлена из следующего выражения:

$$K_{НЗП} = \frac{N \cdot T_{Ц} \cdot C' \cdot k_{Г}}{360}, \quad (4.6)$$

где $T_{Ц}$ - длительность производственного цикла, $T_{Ц} = 77$ дней;

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

$k_{Г}$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_M \cdot \Pi_M}{k_M}, \quad (4.7)$$

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

$$C' = \frac{405 \cdot 442,7}{0,85} = 210933,5 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_T = (k_M + 1) \cdot 0,5, \quad (4.8)$$

$$k_T = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,925 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{100 \cdot 3 \cdot 210933,5 \cdot 0,925}{360} = 162594,6 \text{ руб.}$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}}, \quad (4.9)$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, принимаем $T_{\text{гп}}=7$ дней.

$$K_{\text{гп}} = \frac{210933,5 \cdot 100}{360} \cdot 7 = 410148,5 \text{ руб.}$$

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}}, \quad (4.10)$$

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

$T_{дз}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7\div 40$), дней, принимаем $T_{дз}=20$ дней.

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

$$V_{рп} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (4.11)$$

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

$$V_{рп} = 210933,5 \cdot 100 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 25312020,1 \text{ руб.}$$

$$K_{дз} = \frac{25312020,1}{360} \cdot 20 = 1406223,3 \text{ руб.}$$

4.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств можно принять приближенно 10% от суммы материальных оборотных средств [17].

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,1, \quad (4.12)$$

$$C_{обс} = 498037,5 \cdot 0,1 = 49803,75 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции

4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (Ц_M \cdot H_M \cdot K_{тзр} - Ц_0 \cdot H_0), \quad (4.13)$$

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

$Ц_0$ – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0, \quad (4.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_0 = 464,5 - 405 = 59,5 \text{ кг/шт.}$$

Затраты на основные материалы записываем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
T7-МОА.230.101.001	442,7	15	18557274
Всего:			18557274

4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитываем сдельно-премиальную оплату труда.

В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шти} \cdot C_{часi}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (4.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{шти}$ – 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 ($k_p = 1,3$).

Определение фонда заработной платы и численности рабочих приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штг}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часг}$, руб.	$C_{зог}$, руб
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	42,19	4	1	33,15	4545,45
	249,15	4	2	33,15	26842,8
	9,18	4	1	33,15	989,03
Фонд заработной платы всех рабочих					32377,28

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (4.16)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,26$), руб/год

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

$$C_{осо} = 32377,28 \cdot (0,26 + 0,03) = 9389,41 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчет амортизации основных фондов

4.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (4.17)$$

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

$$a_{н005} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0.$$

$$a_{н010,015} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0.$$

$$a_{н020,025} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0.$$

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

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_{д} \cdot K_{вpi}}, \quad (4.18)$$

где n – количество оборудования;

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

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

Стоимость амортизационных отчисления записаны в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	a _{ни} , %	F _{дi} , ч	K _{вpi}	A _{чi} , руб.
005, 045	11500000	10,0	1790	0,283	226787,18
015, 025, 060, 070	7500000	10,0	1790	1,334	125667,61
035	7250000	10,0	1790	0,099	407876,23
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					760331,02

4.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.). Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_P = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot \kappa_{PEM} + C_{II} \cdot \kappa_{3.PEM}, \quad (4.19)$$

где κ_{PEM} , $\kappa_{3.PEM}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $\kappa_{PEM}=10\%$, $\kappa_{3.PEM}=10\%$.

$$C_P = (33750000 + 10125000) \cdot 0,1 + 361200 \cdot 0,1 = 4423620 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

4.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{OX} \cdot Ц_{OX}, \quad (4.20)$$

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

$Ц_{OX}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, ($Ц_{OX}=26$ руб/кг);

n – количество станков.

$$C_{СОЖ} = 4 \cdot 100 \cdot 0,03 \cdot 26 = 312 \text{ руб.}$$

4.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot Ц_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \Sigma t_{01}, \quad (4.21)$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7$ м³/ч;

$Ц_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, $Ц_{\text{возд}} = 3,4$ руб.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 3,4 \cdot 100}{60} \cdot 368,65 = 731,16 \text{ руб.}$$

4.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{Э}, \quad (4.22)$$

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 $K_N = 0,5$; $K_{вр} = 0,21$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,8$;

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

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

$Ц_{Э}$ – средняя стоимость электроэнергии собственного производства $Ц_{Э} = 6,97$ руб./кВтч.

Расчет затрат на электроэнергию приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чЭi}$, руб.
005, 045	33	45824,2
015, 025, 060, 070	39	108311,75
035	28	38881,14
Затраты на электроэнергию для всех операций		193017,09

4.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель $K_{инт} = 5062500 \cdot 0,05 = 253125$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

4.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{pj}, \quad (4.23)$$

где $k=3$ – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{ВРj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,
 $C_{ЗМj}=7500$;

κ_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($\kappa_{nj} = 1,2 \div 1,3$);

κ_{pj} – районный коэффициент ($\kappa_{pj} = 1,3$).

На участке один вспомогательный рабочий: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда.

$$C_{ЗВР} = 7500 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 11407,5 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,26 = 11407,5 \cdot 0,26 = 2965,95 \text{ руб.}$$

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

4.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{ЗАУП} = \sum_{j=1}^k C_{ЗАУПj} \cdot Ч_{ЗАУПj} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{ПДj}, \quad (4.24)$$

где $C_{зупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зупj} = 13450$ руб.;

$Ч_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{аупj} = 2$ чел.;

$\kappa_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $\kappa_{пдj} = 1,58$.

$$C_{\text{ЗАУП}}=13450 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,58=16575,78 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{ОАУП}} = C_{\text{ЗАУП}} \cdot 0,26 = 16575,78 \cdot 0,26 = 4309,7 \text{ руб.}$$

4.2.11 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, спецодежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию [18].

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7, \quad (4.25)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 122476,42 \cdot 100 \cdot 0,7 = 8573349,18 \text{ руб.}$$

Сравнивая, расчетную себестоимость изготовления детали по разработанному технологическому процессу с себестоимостью изготовления изделия по базовому технологическому процессу находим величину годового экономического эффекта, полученную от внедрения разработанного технологического процесса:

$$\mathcal{E}=(C_1 - C_2) \cdot N, \quad (4.26)$$

где C_1 и C_2 – себестоимость изготовления детали по базовому и разработанному технологическому процессу соответственно, руб.

$$C_1=336241 \text{ руб. реализационная цена}$$

$$\mathcal{E}=(336241 - 328380,54) \cdot 100=786046 \text{ руб.}$$

Экономическое обоснование технологического проекта приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	185572,74	18557274
заработная плата производственных рабочих	323,77	32377,28
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	93,89	9389,41
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	7603,31	760331,02
отчисления в ремонтный фонд	44236,2	4423620
вспомогательные материалы на содержание оборудования	3,12	312
затраты на силовую электроэнергию	1930,17	193017,09
износ инструмента	2531,25	253125
заработная плата вспомогательных рабочих	114,08	11407,5
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	29,66	2965,95
заработная плата административно-управленческого персонала	165,76	16575,78
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	43,1	4309,7
прочие расходы	85733,49	8573349,18
Итого:	328380,54	32838054

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

					ФЮРА.А51074.000.ПЗ							
<i>Из.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Разраб.</i>		<i>Сироджидинов</i>										89
<i>Провер.</i>		<i>Филонов</i>										
<i>Н. Контр.</i>		<i>Петрушин</i>										
<i>Утверд.</i>												
					ЮТИ ТПУ гр.10А51							

5.1 Описание рабочего места работника

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

В ходе технологического процесса обрабатывается «корпус» Т7-МОА.230.101.001.

Материалом «Корпус» является сталь 35Л ГОСТ 977-88, масса заготовки – 464,5 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе производится 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 течении смены – 10 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем [19].

Корпус изготавливается на горизонтально-расточных, фрезерных и вертикально-фрезерных оборудованьях ИР1600МФ, ТАЈМАС–ZPS MCV 2316, РТ1000. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Вредные и опасные факторы:

- Недостаточное освещение;
- Поражение электрическим током;
- Движущиеся части станков;
- Шум;
- Вибрация;
- Поражение стружкой.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 40 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей.

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.

5.2 Описание вредных и опасных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

5.2.1 Недостаточное освещение

Недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции. Согласно “ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий” средняя освещенность на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должна быть не менее 200 лк.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение». Фактические данные не превышают нормативные.

5.2.2 Поражение электрическим током

Поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека. Возможные значения токов и напряжений соприкосновения в зависимости от времени срабатывания защиты указаны в ГОСТ 12.1.038-88. По этому документу для нормального (неаварийного) режима работы промышленного оборудования допустимые напряжения прикосновения не должны быть больше 2 В при частоте тока 50 Гц, 3 В при 400 Гц и 8 В для постоянного тока, но суммарная продолжительность воздействия не должна превышать 10 мин в сутки.

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.

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 2,6 метров и диаметром 50 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000 В должно быть не более 10 Ом согласно «ГОСТ 12.1.038-88» .

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

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

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (5.1)$$

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.

$$d = 5 \text{ см}; \rho_3 = 2 \cdot 10^4 \text{ Ом} \cdot \text{см}; l_m = 260 \text{ см}; h_m = 210 \text{ см}.$$

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{2 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 260} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 210}{5}\right) = 62,7 \text{ Ом}.$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (5.2)$$

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

$$\Pi = \frac{62,7}{5 \cdot 0,8} = 15,6 \text{ шт.}, \text{ принимаем } \Pi = 16 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (5.3)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l=1,05 \cdot 5 \cdot (16-1) = 78,8 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right), \quad (5.4)$$

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; $\rho_n = 2 \cdot 10^4$ Ом·см; $l_n = 7880$ см; $h_n = 80$ см.

$$R_n = \frac{20000}{2 \cdot 3,14 \cdot 7880} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 7880}{80 \cdot 1,2} \right) = 2,3 \text{ Ом.}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (5.5)$$

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:

$$R_c = \frac{62,7 \cdot 2,3}{62,7 \cdot 0,7 + 2,3 + 0,8 \cdot 16} = 2,4 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

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

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Система защитного заземления, как показали расчеты должна состоять из: 16 штук заземлителей, с полосой длиной 78,8 м и результирующим сопротивлением 2,4 Ом.

5.2.3 Движущиеся части станков

Движущиеся части 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. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

5.2.4 Шум

Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев.

В борьбе с производственным шумом применяются следующие 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);

Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500.. 8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления 74... 83 дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого

уровня. Для защиты от шума разработано ограждение на станки, основным защитным элементом которых является минеральная вата.

5.2.5 Вибрация

Вибрация — механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

По характеру действия на организм человека, вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего) [20].

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы — амортизаторы или виброизолирующие опоры, применяемые при монтаже металлорежущих станков. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии она происходит за счёт изменения формы, а не объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. Металлообрабатывающие станки, имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливают на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН2.2.4/2.1.8.566-96 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, устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий - одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей - одного раза в две недели.

5.2.6 Поражение стружкой

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

5.3 Охрана окружающей среды.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ,

пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНИП II -32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается

возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением - 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда. Ст. 3 Закона «Об основах охраны труда в РФ» предусмотрено обязательное исполнение государственных нормативных требований охраны труда всеми юридическими и физическими лицами независимо от форм собственности, сферы деятельности и ведомственной подчиненности. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 мая 2000 г. № 399 «О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» определяет перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, являющиеся обязательными для соблюдения и исполнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке данного техпроцесса был проведен сравнительный анализ способов получения заготовки литья в песчаные формы по деревянным и металлическим моделям.

$$S_1=212075,7 \text{ руб.}, K_{ИМ1}=0,87.$$

$$S_2=215233 \text{ руб.}, K_{ИМ2}=0,91.$$

При выполнении дипломного проекта технологичность изделия была повышена. Применен более производительный метод получения заготовки, уменьшены припуски на механическую обработку (увеличен $K_{и.м}$), более рационально построен маршрут обработки детали для условий мелкосерийного производства, с применением более производительного оборудования, оснастки и инструмента, а также применен метод концентрации операций:

- базовый ТП – 34 операций
- спроектированный ТП – 16 операций
- базовый ТП – $\sum T_{шт-к} = 578,62$ мин.
- спроектированный – $\sum T_{шт-к} = 414,48$ мин.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление, которое предназначено для операции под номером 015 на станке ИР1600МФ4.

Сравнение фактических значений опасных и вредных факторов с нормативными значениями показали, что они не превышают норму и их влияние минимально.

Ожидаемый экономический эффект составил 786046 руб.

Список использованных источников

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя. В 3–х т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя. В 3–х т. Т.3. – М.: Машиностроение, 1978. – 557 с.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога–машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 461 с.
5. Выбор оптимального варианта технологического процесса в машиностроении: учебное пособие / С.И. Петрушин, Р.Х. Губайдуллина; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд–во Томского политехнического университета, 2015. – 202 с.
6. Гельфгат Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специализированных техникумов. – М.: Высшая школа, 1986. –271 с.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
8. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., «Машиностроение», 1976.
10. Кремень З.И., Стратиевский И.Х. Хонингование и суперфиниширование деталей – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988. – 137 с.
11. Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов /Г.Н. Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.

12. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 / Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
13. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 / Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
14. Технология машиностроения: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» дневной и вечерней формы обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 1999. – 39 с.
15. Технология машиностроения: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2019. – 242 с.
16. Минько, Э.В. Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько; под ред. А.В. Самойлова. М.: Финансы и статистика, 2010. - 608 с.
17. Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М.: Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).
18. Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А., Терехова С.А. и др. Под ред. В.М. Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.
19. ГОСТ 17712-72 Вибрация. Опоры виброизолирующие резинометаллические равночастотные для установки стационарных машин. Параметрический ряд.
20. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
				<i>Болт ГОСТ 7798-70</i>		
		15		<i>M10×30</i>	7	
		16		<i>M10×40</i>	16	
		17		<i>Винт M6×30 ГОСТ17750-70</i>	2	
				<i>Винт ГОСТ 7780-75</i>		
		18		<i>M5×22</i>	5	
		19		<i>M6×22</i>	8	
		20		<i>Винт M8×30 ГОСТ7850-80</i>	2	
		21		<i>Гайка M24 ГОСТ 15525-70</i>	4	
		22		<i>Гайка M24 ГОСТ 2526-70</i>	4	
		23		<i>Палец 7021-2031 ГОСТ 17596-70</i>	1	
		24		<i>Палец 7022-2031 ГОСТ 17598-70</i>	1	
		25		<i>Пластина 7034-0535 ГОСТ 17776-72</i>	4	
		26		<i>Рым-болт M20 ГОСТ 4751-73</i>	4	
		27		<i>Шайба 10 ГОСТ 6402-70</i>	23	
		28		<i>Шпилька M24×120 ГОСТ 7680-70</i>	4	
		29		<i>Штифт 8×30 ГОСТ 17329-70</i>	4	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

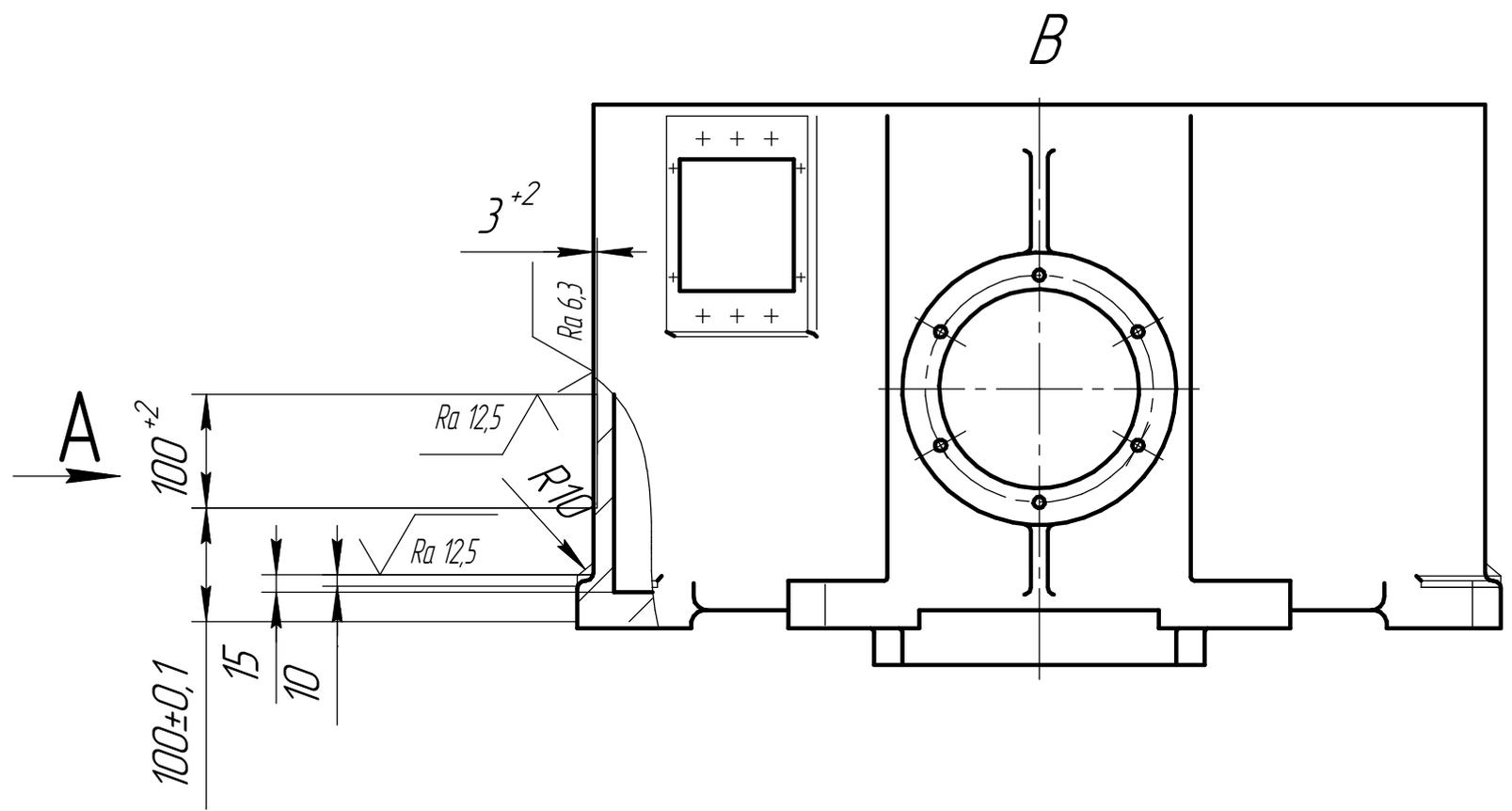
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФЮРА.А51074.006	Лист
						2

Людл.			
Взам.			
Подл.			

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата
-----	------	---------	-------	------

025																			
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА.А51074.008



КЭ

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

Приложение Б

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
Корпус ФЮРА.А51074.001

Студент: Сироджидинов Ш.А.
Проверил: Петрушин С.И.
Нормоконтроль: Петрушин С.И.

