

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 К500.02.12.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Шарипов Н М		

УДК: 622.232.72-216.002:658.514

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Бибик В.Л.	к.т.н. доцент.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Бибик В.Л.	к.т.н. доцент		

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 нефте- газодобывающей 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

Код результата	Результат обучения
	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	Шарипов Н М

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса К500.02.12.001	
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 детали. 2. Служебное назначение. 3. Программа выпуска 500 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. Объект и методы исследования. 2. Расчеты и аналитика. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 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 (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (5 листа А1). 3. Приспособление (2 листа А1).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

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

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Бибик В.Л.	к.т.н. доцент.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Шарипов Н М		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Шарипов Н М

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

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

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 22800000 руб. 2) Фонд оплаты труда годовой 84503,77 руб. 3) Производственные расходы 784381 руб.</i>

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	Шарипов Н М		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A51	Шарипов Н М

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</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 (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Площадь участка 35 м². Ширина 5м, длина 7м, высота 8м. Стены кирпичные, намеренно окрашивают в зеленый цвет, два окна шириной 2,5м, высотой 1,5м, крыша шиферная.</p> <p>Вредные и опасные производственные факторы на предприятии в рабочем участке. При анализе условий труда на кузнечном, сварочном, слесарно-механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы, присутствующие в проектируемом производственном помещении</p> <ul style="list-style-type: none"> -запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -шум, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (кран-балка, трактора и автомобили.)
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</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>Необходимые требования безопасности при ремонте агрегата.</p> <p>Во время работы на станках большая вероятность поражения тока, поэтому все станки заземляют.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</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); 	<p>Защита от запыленности и загазованности воздуха</p> <p>Для защиты глаз работающего от пыли, возможных повреждений применяют защитные очки.</p>

– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	
3. Охрана окружающей среды: – 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.	В связи с тем, что работа на посту сопровождается работой с опасными жидкостями для окружающей среды, пост необходимо обеспечить специальными емкостями для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – 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	Безопасность при возникновении ЧС
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Контроль за выполнением требований безопасности
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Шарипов Н М		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 122 страниц, 10 рисунков, 30 таблиц, 12 источника, 4 приложений, 8 листов графического материала.

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

Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса К500.02.12.001».

Раздел «Объект и методы исследования» содержит служебное назначение изделия, расчет годовой производственной программы выпуска изделия и определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность, а также выбор заготовки и метода её получения.

Раздел «Расчеты и аналитика» 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 «Результаты проведенного исследования» приведен описание конструкций, расчет приспособления и инструмента и расчет технико-экономических показателей.

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 выпускной квалификационной работы 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

Final qualifying work consists of 122 pages, 10 figures, 30 tables, 12 sources, 4 applications, 8 sheets of graphic material.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, BUILDING, DETAIL, STORAGE, BASE, BASING, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, MEASURING tools, processing EQUIPMENT, SAFETY, the COST of MANUFACTURING.

The theme of FQW: «Development of technological process of manufacturing of the rod of the K500.02.12.001».

The section «Object and methods of research» contains the service purpose of the product, the calculation of the annual production program of the product and determine the type of production, analysis of the product design for manufacturability, as well as the selection of the workpiece and the method of its production.

The section «Calculations and Analytics» contains the calculation of dimensional chains, 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 «Results of the research contains» the description of designs, calculation of the adaptation and the tool and calculation of technical and economic indicators is given.

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	13
1 Объект и методы исследования	14
1.1 Аналитическая часть	15
1.1.1 Служебное назначение детали	15
1.1.2 Производственная программа выпуска изделий	16
1.1.3 Анализ действующего технологического процесса	18
1.2 Технологическая часть	22
1.2.1 Анализ технологичности изделия	22
1.2.1.1 Качественная оценка технологичности	23
1.2.1.1 Количественная оценка технологичности	24
1.2.3 Выбор исходной заготовки и метода её получения	25
2 Расчеты и аналитика	33
2.1 Составление технологического маршрута обработки	34
2.2 Выбор баз	38
2.3 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	43
2.3.1 Оборудования	43
2.3.2 Выбор средств технологического оснащения	51
2.4 Расчет припусков	56
2.5 Режимы резания	60
2.6 Нормирование технологического процесса	78
3 Результаты проведенного исследования	80
3.1. Конструкторская часть	81
3.1.1 Обоснование и описание разработанных конструкций	81
3.1.2 Расчеты на точность	82
3.1.3 Силовой расчет и выбор параметров привода	83

					<i>ФЮРА.10А51057.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Шарипов НМ</i>			<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Бидик В.Г.</i>				1	3	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бидик В.Г.</i>			<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А51</i>			
<i>Утверд.</i>								

3.2 Проектирование и расчет фрезерного приспособления	85
3.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления	85
3.2.3 Силовой расчет и выбор параметров привода	86
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	89
4.1 Расчет объема капитальных вложений	90
4.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции	95
4.3 Экономическое обоснование технологического проекта	103
5 Социальная ответственность	104
5.1 Описание рабочего места	105
5.2 Описание вредных и опасных факторов	106
5.3 Охрана окружающей среды	114
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях	115
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	116
5.6 Вывод	117
Заключение	119
Список использованных источников	121
Приложение А (Нормы времени на операцию)	
Приложение Б (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.10А51057.020 СБ)	
Приложение В (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА.10А51057.030 СБ)	
Приложение Г (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА. 10А51057.001СБ)	

Графический материал:

На отдельных
листах

ФЮРА. 10А51057.001 Чертеж детали

ФЮРА. 10А51057.002 Карты наладки

ФЮРА. 10А51057.003 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.004 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.005 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.006 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.007 СБ Специальное приспособление. Сборочный
чертеж

ФЮРА. 10А51057.008 СБ Специальное приспособление. Сборочный
чертеж

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА. 10А51057.001 Чертеж детали

ФЮРА. 10А51057.002 Карты наладки

ФЮРА. 10А51057.003 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.004 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.005 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.006 Карты наладок

ФЮРА. 10А51057.007 СБ Специальное приспособление. Сборочный
чертеж

ФЮРА. 10А51057.008 СБ Специальное приспособление. Сборочный
чертеж

					ФЮРА.74.1075.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Введение

В данной работе проектируется технологический процесс механической обработки деталей «Корпус», с заводским номером К500Ю.02.12.001 выпускаемого на предприятии ООО «Юргинский машиностроительный завод».

Целью разработки является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

					ФЮРА.10А51.057.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Объект и методы исследования	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шарипов						14
Провер.		Бибик						
Реценз.								14
Н. Контр.		Бибик				ЮТИ ТПУ гр. 10А51		
Утверд.								

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Изделие Корпус входит в состав очистного комбайна К500.

Деталь «Корпус» К500.02.12.001 является элементом сборки «Тормоз электромагнитный» К500.02.12.00, в который в дальнейшем устанавливаются: тормоз электромагнитный, кольцо, пробки.

К основным поверхностям детали относятся: отверстия диаметром 370Н9 мм и 365Н8 мм, в которые устанавливается тормоз электромагнитный; поверхность диаметром 390h8 мм, которым тормоз устанавливается в дальнейшую сборку.

«Корпус» изготавливается из марки стали 35Л ГОСТ 977-88.

Класс: Сталь для отливок нелегированная.

Данная сталь применяется в для изготовления корпуса и обоймы турбомашин, станины прокатных станов, зубчатые колеса, детали гидротурбин, тяги, бегунки, бабы паровых молотов, задвижки, балансиры, диафрагмы, катки, вилки, кронштейны и другие детали, работающие под действием средних статических и динамических нагрузок. Для стяжных колес, плавающих головок подогревателей и теплообменников, работающих при температуре от -30 до +450°С.

Химический состав, свойства и характеристики и механические свойства стали 38ХМ приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Химический состав стали 35Л

С, %	Si, %	Mn, %	P не более, %	S не более, %
0,32÷0,4	0,2÷0,52	0,45÷0,9	0,06	0,06

Таблица 2 – Механические свойства стали 35Л

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_s	Ψ	КСУ (Дж /см ²)	НВ	
		(МПа)	(МПа)	(%)	%			
		не менее						
Нормализация 860 – 880 °С, Отпуск 600 – 630°С.	Менее 100	275	491	15	25	34	137-166	
Закалка 860 – 880 °С, Отпуск 600 – 630°С		343	540	16	20	29	179-269	

Температура критических точек: $A_{c1} = 730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 802$,
 $A_{r3}(A_{rcm})=795$, $A_{r1}=691$.

Свариваемость – ограниченно свариваемая.

Флокеночувствительность – не чувствительная.

Склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

Литейная усадка – 2,2 – 2,3 %.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

Исходя из массы детали и годовой программы выпуска, находим тип производства. Масса детали и годовая программа выпуска приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Корпус	K500Ю.02.12.001	500	0,0472	23,62

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 за-

крепления 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_b , а трудоемкость определяется средним штучным временем $T_{шт}$ по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса. Отношение этих величин принято называть коэффициентом серийности:

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

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 $T_{шт}=10,4$ 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 $N_1 = 480$ шт. – годовая программа выпуска изделий;

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

$\beta=4\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 480 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 500 \text{ шт.},$$

$$t_b = \frac{60 \cdot 2000}{500} = 240 \text{ мин/шт.},$$

$$k_c = \frac{240}{10,4} = 23,1.$$

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 $F=250$ —число рабочих дней в году;

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

$$n = \frac{500 \cdot 6}{250} = 12 \text{ шт. Принимаем } n=12 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления корпуса K500.02.12.001 разработан для мелкосерийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 4.

Таблица 4 – Технологический процесс механической обработки корпуса

Опера- рация	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режу- щий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Токарная Обработать деталь в размеры со- гласно эскизу	Станок 1М63; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
010	Токарная Обработать деталь в размеры со- гласно эскизу	Станок 1М63; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
015	Слесарная Маркировать обозначение де- тали и ее порядковый номер на проточке Ø400.	Верстак
020	Токарная Обработать деталь в размеры согласно эскизу	Станок 1М63; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
025	Фрезерная Обработать деталь по про- грамме согласно эскизу	С-500/04; Приспособление УСП Фреза 40×63 ГОСТ 17026; Фреза 100 053-353;
030	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки после механи- ческой обработки	Верстак

Продолжение таблицы 4

1	2	3
035	Токарная Обработать деталь в размеры согласно эскизу	Станок 1М63; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
040	Фрезерная Обработать деталь по программе согласно эскизу	С-500/04; Приспособление УСП Фреза 40×63 ГОСТ 17026; Фреза 40×63 СТП1468;
045	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки после механической обработки	Верстак
050	Токарная Обработать деталь в размеры согласно эскизу	Станок 1М63; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
055	Токарная Обработать деталь в размеры согласно эскизу	Станок 1М63; Пневмомашинa ИП2009 ГОСТ 12364; Шлиф. Шкурка 2830×50 С11425НМА ГОСТ5009; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
060	Шлифовальная Вывериться по торцу с точностью до 0,1, обработать деталь согласно эскизу	Wotman Круг 125×80×20

Продолжение таблицы 4

1	2	3
065	Слесарная Полировать R1 согласно эскизу	Верстак Полировальник цеховой Пневмомашинa ИП 2009 ГОСТ 12634-80
070	Разметочная Разметить деталь согласно эскизу.	
075	Фрезерная Фрезеровать окно в размеры согласно эскизу	Станок 2А622Ф2-1; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
080	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки после механической обработки	Верстак
085	Сверлильная Сверлить отверстие $\varnothing 16^{+0,43}$, Развернуть отверстие $\varnothing 25H9^{+0,052}$, Зенкеровать отверстие $\varnothing 28,43^{+0,22}$ п/р М30×1,5-6Н, Нарезать резьбу М30×1,5-6Н	Станок 2Е450Ф30; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
090	Сверлильная Сверлить отверстие $\varnothing 16^{+0,43}$, по R 210±0,4 Сверлить отверстие $\varnothing 22^{+0,52}$ по R 220±0,35 Сверлить отверстие $\varnothing 17,35^{+0,53}$ п/р М20×7Н R240±1, Развернуть отверстие $\varnothing 25H9^{+0,052}$, Зенкеровать отверстие $\varnothing 28,43^{+0,22}$ п/р М30×1,5-6Н, Нарезать резьбу М30×1,5-6Н	Станок 2Е450Ф30; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.

Продолжение таблицы 4

1	2	3
095	Сверлильная Сверлить 3 отверстия $\varnothing 20,85^{+0,53}$, п/р М24×7Н R240±1 по R 205±0,35 Снять фаски 2,5×45° Нарезать резьбу в 3 отв. М24-6Н	Станок 2Н55; УСК; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
100	Сверлильная Зенковать 2 выточки $\varnothing 25^{+2}$ Снять фаски 2,5×45° Нарезать резьбу М20-7Н Зенковать 6 выточек $\varnothing 35^{+2}$	Станок 2Н55; УСК; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Кран мостовой 5 т; Тара 505-190.
105	Слесарная Снять заусенцы, притупить острые кромки после механической обра- ботки	Верстак
110	Контрольная	Плита контрольная.

1.2 Технологическая часть

1.2.1 Анализ технологичности изделия

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205–83 как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходных заготовок, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических

требований.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

1.2.1.1 Качественная оценка технологичности изделия

В качестве заготовки принято литье в песчано – глинистые формы. Этот вид заготовки является оптимальным для данной конструкции деталей и серийности производства – мелкосерийного.

Главная ось параллельна основной надписи. В основной надписи указаны все необходимые сведения (название детали, масса детали, масштаб, марка материала). На чертеже количество видов, сечений и разрезов достаточно для чтения чертежа и понимания конструкции детали.

Наружный диаметр 390h8 и внутренние диаметры 365H8, 370H9 с шероховатостью Ra2,5;

Внутренний диаметр 365H12 с шероховатостью Ra6,3.

Сквозное отверстие длиной 52 мм и шириной 45 мм с шероховатостью Ra12,5.

2 комбинированных сквозных отверстия с диаметром 16 с шероховатостью Ra12,5, с диаметром 25H9 с шероховатостью Ra2,5 и резьбой M30×1,5-6H с шероховатостью Ra2,5. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

2 сквозных отверстий диаметром 16H9 с шероховатостью Ra2,5. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Внутренняя канавка шириной 3 мм и глубиной 0,5 мм.

Наружная канавка шириной 3 мм и глубиной 0,5 мм.

Данные обрабатываемые поверхности детали являются достаточно открытыми для свободного доступа инструмента для обработки поверхностей и являются технологичными.

3 глухих отверстия с резьбой M24-7H с шероховатостью Ra6,3. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

2 комбинированных сквозных отверстия с диаметром 25 с шероховатостью Ra12,5 и резьбой M20-7H с шероховатостью Ra6,3 и фаской 2,5×45°. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

6 комбинированных сквозных отверстий с диаметром 22 и 35 с шероховатостью Ra12,5. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Данные обрабатываемые поверхности детали не являются достаточно открытыми для свободного доступа инструмента для обработки поверхностей и являются не технологичными.

Остальные поверхности не обрабатываются.

Проведя анализ технологичности конструкции детали можно сделать вывод, что деталь является технологичной, так как имеет небольшое количество поверхностей с высокой точностью и шероховатостью и трудным доступом инструмента. Деталь имеет развитые поверхности для базирования и закрепления при обработке. Конструкция детали позволяет применять для механической обработки на станках с ЧПУ.

1.2.1.2 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по следующим показателям:

По коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э}, \quad (1.5)$$

где $Q_э$ – количество элементов детали, $Q_э = 51$;

$Q_{yэ}$ – количество унифицированных элементов детали, $Q_{yэ} = 44$.

$$K_{yэ} = \frac{44}{51} = 0,863.$$

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

По коэффициенту использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (1.6)$$

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

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки;

$$K_{\text{И.М.}} = 47,24 / 89,85 = 0,526.$$

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

1.2.3 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 стакан, является деталью сложной, а материал Сталь 35Л обладает хорошими литейными свойствами. В связи с этими рассмотрим следующие варианты получения заготовки для стакана.

1 Литье в песчано – глинистые формы.

2 Литье в кокиль (металлические формы).

Преимущества и недостатки кокильного способа определяют в итоге рациональную область его использования. Вследствие высокой стоимости кокилей экономически целесообразно применять этот способ литья только в серийном или массовом производстве. Серийность при литье из стали должна составлять более 20 крупных или более 400 мелких отливок в год.

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

Литье в песчано – глинистые формы при наибольшем габаритном размере отливки 410 мм принимаем класс размерной точности по приложению Д.1 – 11т.

Ряд припусков принимаем по приложению Е – 6.

Минимальный литейный припуск по таблице 5 принимаем – 2 мм.

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

Степень шероховатости по таблице Г.1 принимаем – Ra 16.

Таблица 5 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
Св. 16 до 25	2,4
Св.250 до 400	4,4

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

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки.

Таблица 6 – Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
До 125	1,2
Св. 250 до 315	3,2
Св. 315 до 400	4

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,5 мм.

При номинальной массе заготовки св. 40 до 100 кг. и 11т классе точности, допуск массы отливки равен 10%.

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 7 – Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид оконча- тельной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
20±1	черновая	3,6
273	черновая	7,6
Ø365H8	чистовая	8,4
Ø370H9	чистовая	8,4
Ø390h8	чистовая	8,4

Таблица 8 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид оконча- тельной обработки	Общий при- пуск на сторону, мм
20±1	черновая	4,1
273	черновая	6,5
Ø365H8	чистовая	10,5
Ø370H9	чистовая	10,5
Ø390h8	чистовая	10,5

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

Таблица 9 – Минимальный литейный припуск

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
20±1	4,1	24,5±1,8
273	6,5·2	286±3,8
Ø365H8	10,5·2	Ø344±4,2
Ø370H9	10,5·2	Ø349±4,2
Ø390h8	10,5·2	Ø411±4,2

Примечание: Размеры округлены в большую сторону.

Литье в кокиль при наибольшем габаритном размере отливки 410 мм принимаем класс размерной точности по приложению Д.1 – 8.

Ряд припусков принимаем по приложению Е.1 – 5.

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 – Ra 10.

Таблица 10 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
Св. 16 до 25	1,0
Св.250 до 400	2,0

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

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки.

Таблица 11 – Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормиру- емого участка, мм	Допуск формы и расположения эле- ментов, мм
До 125	0,64
Св. 250 до 315	1,6
Св. 315 до 400	2,0

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,24 мм.

При номинальной массе заготовки св. 40 до 10 кг и 8 классе точности, допуск массы отливки равен 4% .

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 12 – Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид окончатель- ной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
20±1	черновая	1,64
273	черновая	3,6
Ø365H8	чистовая	4
Ø370H9	чистовая	4
Ø390h8	чистовая	4

Таблица 13 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид окончатель- ной обработки	Общий при- пуск на сторону, мм
20±1	черновая	2,1
273	черновая	3,1
Ø365H8	чистовая	5,3
Ø370H9	чистовая	5,3
Ø390h8	чистовая	5,3

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

Таблица 14 – Размеры и допуски элементов

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заго- товки, мм
20±1	2,1	22,5±0,8
273	3,1·2	279,5±1,8
Ø365H8	5,3·2	Ø354±2
Ø370H9	5,3·2	Ø359±2
Ø390h8	5,3·2	Ø401±2

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

Рассчитаем массу заготовки получаемой – Литье в песчано – глинистые формы.

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} + m_{\text{с}} \quad (1.7)$$

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

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho, \quad (1.8)$$

где V – объем стружки;

$\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ – плотность материала.

$$V = 3,14 \cdot (41,1^2 \cdot 6,95 + 37^2 \cdot 15,65 + 36,5^2 \cdot 12,95 + 39^2 \cdot 0,65 - (39^2 \cdot 6,95 + 34,4^2 \cdot 28,6 + 36,5^2 \cdot 0,65 + 34,4^2 \cdot 0,65 + 44,1^2 \cdot 0,45)) / 4 + 40^2 \cdot 0,65 + 41^2 \cdot 0,45 - 4 \cdot (8,65^2 \cdot 0,65 + 4,5^2 \cdot 0,45) / 2 + 3,14 \cdot (3 \cdot 2,1^2 \cdot 5,3 + 2 \cdot 1,8^2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 1,6^2 \cdot 2 + 2 \cdot 2,6^2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 1,6^2 \cdot 0,6 + 2 \cdot 2,5^2 \cdot 1,1 + 2 \cdot 2,9^2 \cdot 1,8 + 6 \cdot 2,2^2 \cdot 1,5 + 6 \cdot 3,5^2 \cdot 0,5) / 4 = 5462,9 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{заг}} = 5462,9 \cdot 7,8 / 1000 = 42,61 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 47,24 + 42,61 = 89,85 \text{ кг.}$$

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}},$$

$$K_{\text{И.М}} = 47,24 / 89,85 = 0,526.$$

Рассчитаем массу заготовки получаемой – Литье в кокиль (металлические формы).

Определяем массу заготовки

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

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho,$$

$$V = 3,14 \cdot (40,1^2 \cdot 6,65 + 37^2 \cdot 15,35 + 36,5^2 \cdot 12,6 + 39^2 \cdot 0,325 - (39^2 \cdot 6,65 + 35,4^2 \cdot 28 + 36,5^2 \cdot 0,325 + 35,4^2 \cdot 0,325 + 40,1^2 \cdot 0,25)) / 4 + 40^2 \cdot 0,325 + 41^2 \cdot 0,25 - 4 \cdot (8,65^2 \cdot 0,325 + 4,5^2 \cdot 0,25) / 2 + 3,14 \cdot (3 \cdot 2,1^2 \cdot 5,3 + 2 \cdot 1,8^2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 1,6^2 \cdot 2 + 2 \cdot 2,6^2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 1,6^2 \cdot 0,6 + 2 \cdot 2,5^2 \cdot 1,1 + 2 \cdot 2,9^2 \cdot 1,8 + 6 \cdot 2,2^2 \cdot 1,5 + 6 \cdot 3,5^2 \cdot 0,5) / 4 = 3104 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{заг}} = 3104 \cdot 7,8 / 1000 = 24,21 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 47,24 + 24,21 = 71,45 \text{ кг.}$$

$$K_{и.м}=47,24/71,45=0,661.$$

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.

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

$$S_{заг} = \frac{Q}{K_{ИМ}} \cdot [C_i + C_c(1 - K_{ИМ})], \quad (1.9)$$

где C_i – стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

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

Q – масса заготовки;

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано–глинистые формы.

Для данной отливки принимаем $C_{заг} = 290$ руб.

$$K_{и.м} = 0,526.$$

$$S_{заг}^I = \frac{47,24}{0,526} \cdot [290 + 99 \cdot (1 - 0,526)] = 30259,3 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литьем в кокиль (металлические формы).

Для данной отливки принимаем $C_{заг} = 335$ руб.

$$K_{и.м} = 0,661.$$

$$S_{заг}^{II} = \frac{47,24}{0,661} \cdot [335 + 99 \cdot (1 - 0,661)] = 26340,1 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$S = (S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (1.10)$$

где $N = 500$ – годовая программа выпуска, шт.

$$S = (30259,3 - 26340,1) \cdot 500 = 1959588,2 \text{ руб.}$$

Сравнивая два метода получения заготовок делаем вывод. Литье в песчано – глинистые формы более прост в изготовлении по сравнению с литьем в кокиль (металлические формы), но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом, позволяет уменьшить затраты на механическую обработку.

Окончательно принимаем метод получения заготовки как литье в кокиль (металлические формы).

2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

					ФЮРА.10А51.057.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Расчеты и аналитика	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шарипов						34
Провер.		Бибик						
Реценз.								34
Н. Контр.		Бибик				ЮТИ ТПУ гр. 10А51		
Утверд.								

2.1 Составление технологического маршрута обработки

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки.

В основе выбора технологических баз лежат следующие принципы:

- при обработке заготовок, полученных литьем, необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции. Это обеспечивает наименьшее смещение обработанных поверхностей относительно необработанных.

При обработке у заготовок всех поверхностей в качестве технологических баз для первой операции целесообразно использовать поверхность с наименьшими припусками, тем самым снижется вероятность появления «чернот» при дальнейшей обработке.

При прочих равных условиях наибольшая точность обработки достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз поверхностей, т.е. при соблюдении единства баз.

Желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

Проектируемый маршрут обработки детали приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Маршрут обработки детали

Номер операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $278 \pm 0,5$. 2. Точить поверхность в размер $\varnothing 398h12$ в размер 60 ± 1. 	Токарный станок ТС1640Ф3 с ЧПУ
010	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $274,5 \pm 0,5$. 2. Черновое растачивание в размеры $\varnothing 365H12$ выдерживая размер $150^{+0,87}$, $\varnothing 369H12$ в размер $150^{+0,87}$. 2. Чистовое растачивание в размер $\varnothing 364,5H10$ выдерживая размер $150^{+0,87}$, $\varnothing 370,5H11$ в размер $15^{+0,87}$, фаску в размер 1,6 под углом 30°. 3. Расточить канавку $\varnothing 371H14$ и шириной $3^{+0,5}$. 	Токарный станок модели 117НТ-1500
015	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер 273. 2. Черновое точение в размер $\varnothing 393h12$ с подрезкой торца выдерживая размер $63_{-0,46}$. 3. Чистовое точение в размер $\varnothing 391h10$ с подрезкой торца выдерживая размер $63_{-0,46}$, снять фаску в размер $1,6 \times 45^\circ$. 4. Точить канавку для в размер $\varnothing 389h14$ и шириной $3^{+0,5}$. 	Токарный станок модели 117НТ-1500

Продолжение таблицы 15

1	2	3
020	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать 10 отверстий. 2. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 22^{+0,52}$. 3. Фрезеровать 6 пазов $\varnothing 35^{+2}$ выдерживая размер 15_{-1,1}. 4. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 13H14$. 5. Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 15,75H12$. 6. Черновое и чистовое развертывание 2 отверстия $\varnothing 16H9$. 7. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 16H14$. 8. Фрезеровать 2 паза $\varnothing 25^{+2}$ выдерживая размер 2 ± 1 и фаску $2,5\times 45^\circ$. 9. Нарезать резьбу в 2 отверстиях M20-7H 10. Фрезеровать два паза радиусом $57^{+1,9}$ на 7_{-0,36}. 	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ФС130МФ3</p>
025	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать 3 отверстия 2. Сверлить 3 отверстия $\varnothing 20$ на глубину 53^{+3} 3. Рассвелить три фаски $2,5\times 45^\circ$ 4. Нарезать 3 резьбовых отверстия M24\times-7H глубиной 45 min. 	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ФС130МФ3</p>
030	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать паз в ширинной 52^{+1} длиной $82^{+2,2}$. 2. Фрезеровать 2 поверхности выдерживая размер $220\pm 1,45$ с поворотом фрезерной головки на 15°. 3. Центровать 2 отверстия $\varnothing 4$ на глубину 4мм с поворотом фрезерной головки на 15°. 	<p>Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом модели РТ1000</p>

Продолжение таблицы 15

1	2	3
030	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>4. Сверлить 2 отверстия диаметром $16^{+0,43}$ на проход с поворотом головки на 15°.</p> <p>5. Зенкеровать 2 комбинированных отверстия $\varnothing 24,7H10$ на глубину $29^{+0,33}$, $\varnothing 26,5H10$ на глубину 18 min и фаску $1,6 \times 45^\circ$ с поворотом фрезерной головки на 15°.</p> <p>6. Однократное развертывание 2 отверстий $\varnothing 25H9$ на глубину $29^{+0,33}$ с поворотом фрезерной головки на 15°</p> <p>7. Однократное развертывание 2 отверстий, $\varnothing 27H9$ на глубину 18 min с поворотом фрезерной головки на 15°.</p> <p>8. Нарезать резьбу $M30 \times 1,5-6H$ с поворотом фрезерной головки на 15°.</p>	Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом модели РТ1000
035	Слесарная	
040	<p>Внутришлифовальная</p> <p>1. Шлифовать внутренние поверхности $\varnothing 365H8$ и $\varnothing 370H9$.</p>	Внутришлифовальный станок универсальный высоко точный 3К229А
045	<p>Круглошлифовальная</p> <p>1. Шлифовать поверхность $\varnothing 390h8$.</p>	Круглошлифовальный станок серии М1363-2000
050	Контрольная операция	

2.2 Выбор баз

005 Токарная с ЧПУ:

Базирование осуществляется по необработанному торцу в четырех кулачковом патроне.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ для размера $278 \pm 0,5$ и диаметр $398h12$, на размер 60 ± 1 $\varepsilon_6=1$ мм.

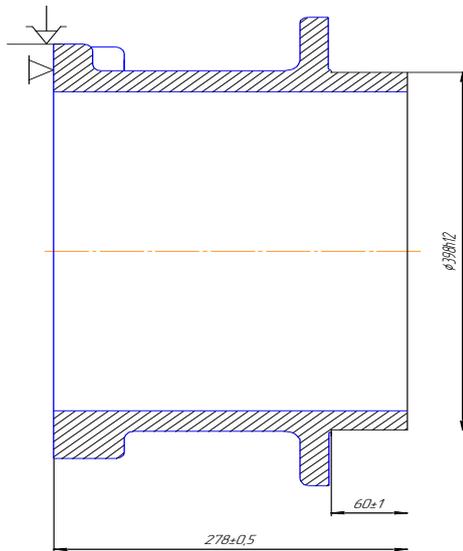


Рисунок 1 – Токарная операция 005

010 Токарная с ЧПУ.

Базирование осуществляется по обработанному торцу в трех кулачковом патроне. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ для размера $274,5 \pm 0,3$ и диаметры, на остальные размеры $\varepsilon_6=0,6$ мм.

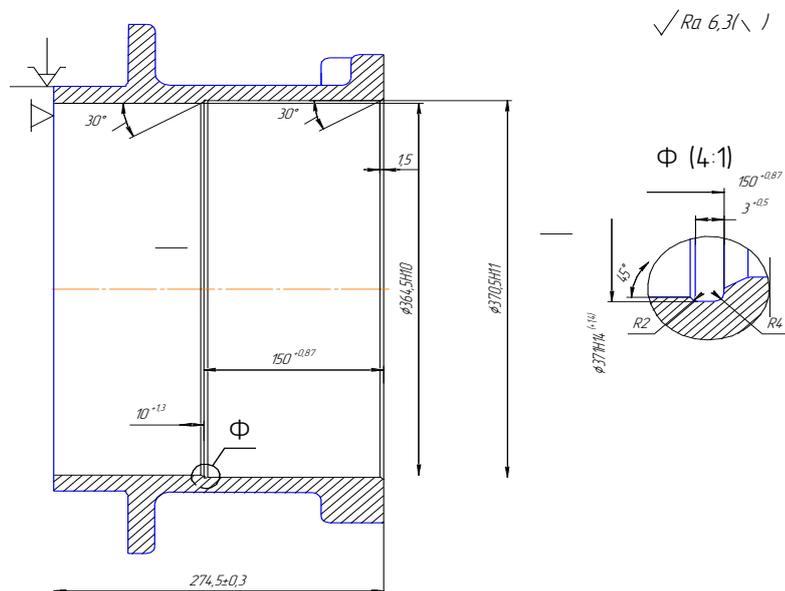


Рисунок 2 – Токарная операция 010

Операция 015.

Базирование осуществляется по обработанному торцу в трех кулачковом патроне. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ для размера $210 \pm 0,12$, $63 \pm 0,46$ и диаметры.

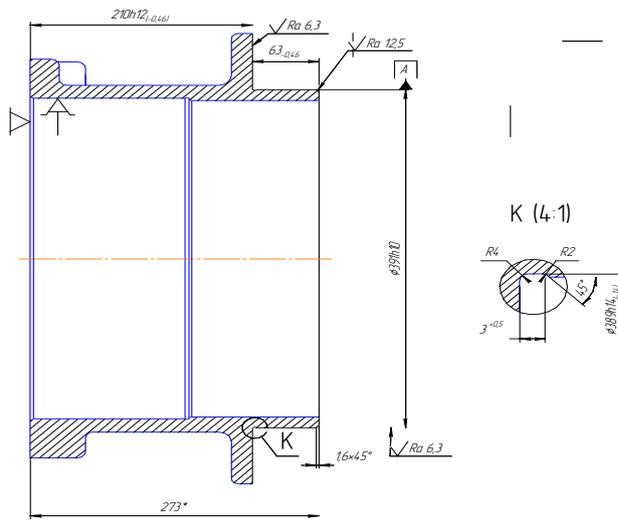


Рисунок 3 – Токарная операция 015

020 Фрезерная с ЧПУ.

Базирование осуществляется по обработанному торцу пальцу, упору в специальном приспособлении. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0,135$ мм для радиусов и размера 7_{-0,36}.

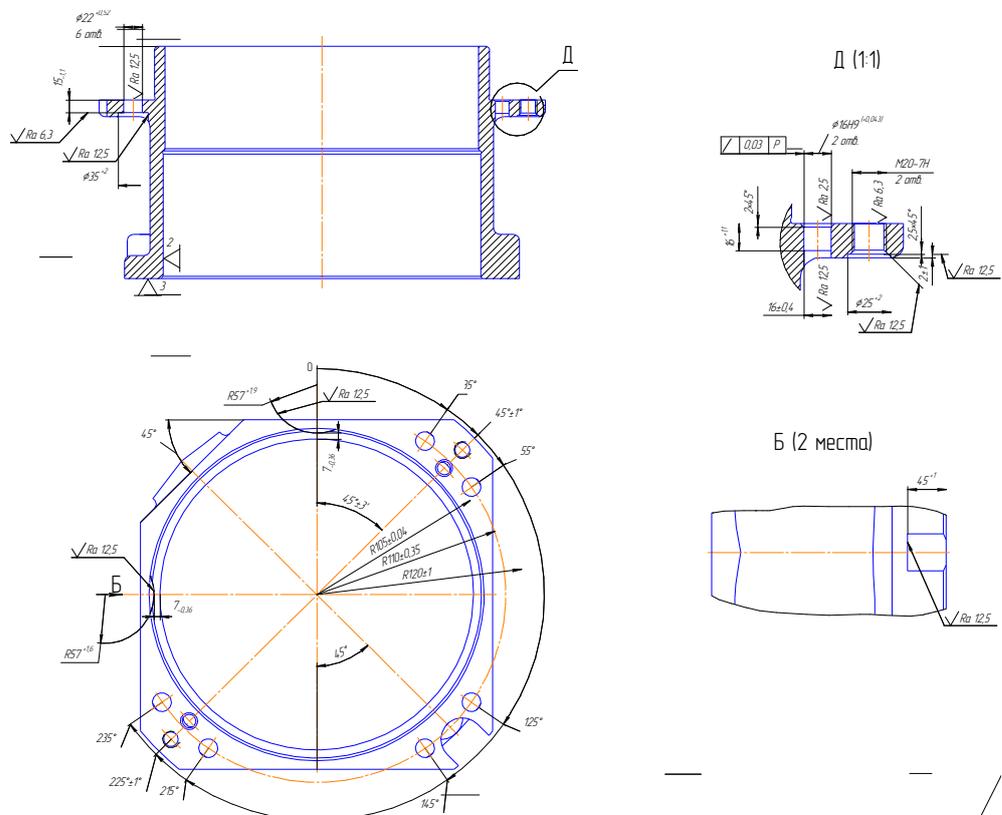


Рисунок 6– Фрезерная операция 020

025 Фрезерная с ЧПУ.

Базирование осуществляется по обработанному торцу и пальцу в специальном приспособлении.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0,135$ мм для радиусов и $\varepsilon_6=0,092$ мм для линейных размеров.

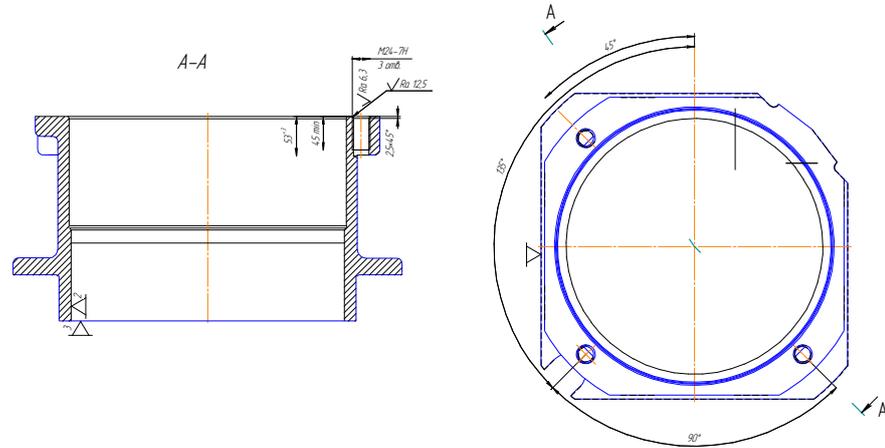


Рисунок 7– Фрезерная операция 025

030 Фрезерная с ЧПУ.

Базирование осуществляется по обработанному торцу и пальцу, упору в специальном приспособлении.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0,135$ мм для всех размеров.

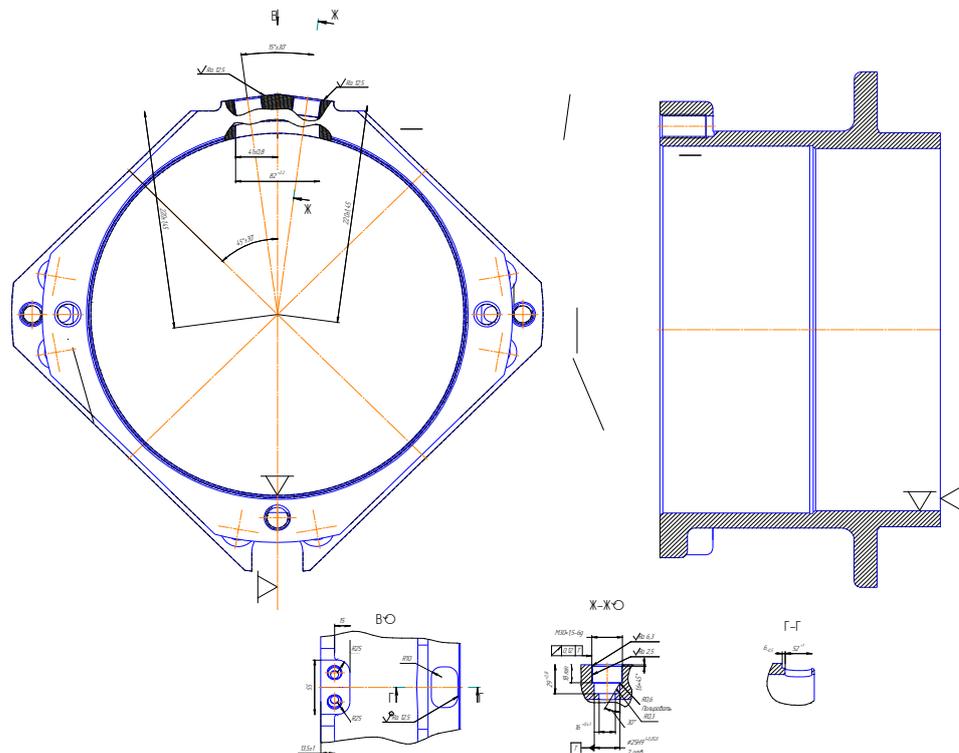


Рисунок 8 – Фрезерная операция 030

040 Внутришлифовальная.

Базирование осуществляется по обработанному торцу и в трех кулачковом патроне предварительно расточенном. Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ мм для размера 365H8, 370H9.

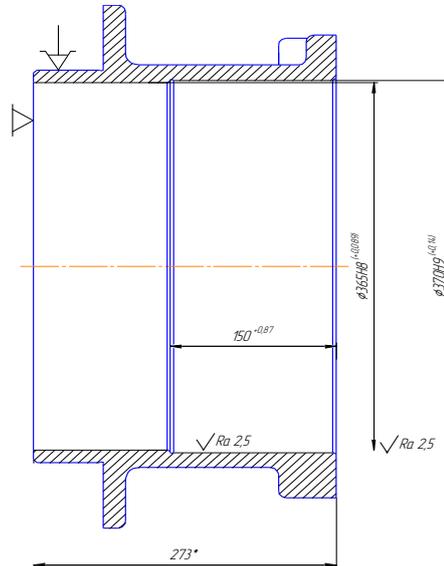


Рисунок 4 – Внутришлифовальная операция 040

045 Круглошлифовальная

Базирование осуществляется по обработанному торцу и в трех кулачковом патроне предварительно расточенном.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$ мм для размера 390h8.

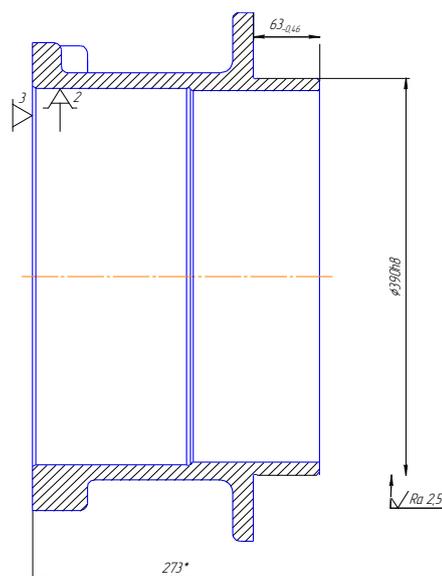


Рисунок 5 – Круглошлифовальная операция 045

2.3 Выбор средств технологического оснащения

2.3.1 Выбор оборудования

В таблице 16 приведены применяемое в технологических процессах оборудование и его технические характеристики.

Таблица 16 – Параметры токарного станка ZMM CU580M с ЧПУ

Технические характеристики	Параметры
1	2
Макс. диаметр изделия над станиной, мм	580
Макс. диаметр изделия типа диск, мм	380
Макс. диаметр обработки изделия типа вал, мм	460
РМЦ, мм	1000
Макс. вес заготовки, кг	2000
Максимальное перемещение оси X, мм	460
Макс перемещение по оси Z, мм	1000
Быстрые перемещения по оси X, мм/мин	4000
Быстрые перемещения по оси Z, мм/мин	8000
Рабочая подача, мм/мин	0,01-4000
Точность позиционирования по осям X/Z, мм	±0,005
Повторяемость позиционирования осей X/Z, мм	±0,003
Ширина направляющих, мм	600
Диаметр 3х кулачкового патрона, мм	380 (400)
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	10-70 20-170 50-400 125-1000
Диаметр отверстия шпинделя, мм	105
Максимальный диаметр прутка, мм	102
Торец шпинделя	C11 (ГОСТ 12593, din 55027)

Продолжение таблицы 16

1	2
Конус отверстия шпинделя	Метрический 120
Момент на шпинделе (продолжительно), Нм	2746
Мощность э/д шпинделя (продолжительно), кВт	11
Число инструментов, шт	4
Размер хвостовика режущего инструмента, мм	40x40
Время смены инструмента–верт. револьверная головка, с	0,6
Точность позиционирования револьверной головки, мм	0,008
Выдвижение пиноли задней бабки, мм	250
Диаметр пиноли, мм	90
Конус пиноли механической задней бабки, №	Морзе 5
Габаритные размеры, ДхШхВ мм	2900x1100x1800
Вес, кг	2900

Таблица 17 – Параметры токарного станка модели 117НТ-1500

Технические характеристики	Параметры
Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемый над станиной, мм	900
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемый над станиной, мм	700
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой над суппортом, мм	700
Длина обрабатываемой заготовки, мм	1300
Максимальная масса детали установленной в центрах, кг	2000
Максимальная масса детали установленной в центрах и люнете, кг	3000
Угол наклона станины, град	45

Продолжение таблицы 17

1	2
Шпиндель	
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	1500
Мощность главного двигателя, кВт	30
Торец шпинделя	A2-11
Диаметр гидравлического патрона, мм	450
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	155
Диаметр отверстия под пруток, мм	117
Перемещения, мм	
Перемещение по оси X	385
Перемещение по оси Z	1500
Перемещение по оси Y	±40
Подача	
Укоренение перемещения по оси X/Z/Y	20
Револьверная головка стандартная	
Количество позиций, шт	12
Сечение резца, мм	32×32, Ø60
Мощность привода шпинделя, кВт	30
Габариты, мм	2500×5800
Вес, кг	12000

Таблица 18 – Параметры круглошлифовального станка серии M1363-2000

Технические характеристики	Параметры
1	2
Диаметр шлифования, мм	Ø30-630
Мах. длина шлифования, мм	2000
Мах. вес заготовки, кг	12000
Мах. ход рабочего стола, мм	2100/5200
Скорость перемещения рабочего стола, мм/мин	100~4000

Продолжение таблицы 18

1	2
Угол поворота рабочего стола	2°30'
Высота центров, мм	350
Размер шлифовального круга, мм	Ø750*75*305
Скорость вращения шпиндельной бабки, об/мин	100
Скорость вращения шлифовального круга, об/мин	870
Скорость перемещения по оси X, м/мин	0,01-5
Мах. перемещение по оси X, мм	400
Минимальное перемещение по оси X. мм	0,001
Мощность привода шлифовального круга, кВт	15
Мощность привода шпиндельной бабки, кВт	5,5
Мощность привода гидронасоса, кВт	1,1
Габаритные размеры станка, мм	8600*2140*1550
Масса станка (без оправки), кг	14900

Таблица 19 – Параметры внутришлифовального станка универсальный особо высоко точный 3К229А

Технические характеристики	Параметры
Класс точности по ГОСТ 8-82	A
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	800
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия в кожухе, мм	630
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	500
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	100.500
Наибольшая длина шлифования при диаметре шлифования не менее 100 мм, мм	500
Наибольшая рекомендуемая длина шлифования при наименьшем диаметре, мм	200

Продолжение таблицы 19

1	2
Расстояние от оси шпинделя передней бабки до подошвы станины, мм	1300
Расстояние от оси шпинделя передней бабки до зеркала стола (высота центров), мм	410
Расстояние от опорного торца фланца шпинделя изделия до торца кронштейна шлифовальной бабки, мм	1570
Расстояние от торца нового круга торцешлифовального приспособления до опорного торца фланца шпинделя, мм	250...550
Наибольшая длина перемещения стола, мм	800
Ручное перемещения стола за один оборот маховика, мм	25
Скорость перемещения стола при шлифовании, м/мин	1,7
Скорость перемещения стола при правке круга, м/мин	0,1...2
Скорость перемещения стола при быстром продольном подводе и отводе, м/мин	10
Частота вращения торцового шпинделя, 1/мин	4000
Продольное перемещение торцового шлифовального круга наибольшее наладочное, мм	250
Продольное перемещение торцового шлифовального круга наибольшее рабочее (тонкое), мм	4
Продольное перемещение торцового шлифовального круга за один оборот маховичка наладочного перемещения, мм	27
Продольное перемещение торцового шлифовального круга за один оборот маховичка рабочей (тонкой) подачи, мм	0,1
Продольное перемещение торцового шлифовального круга на одно деление лимба рабочей (тонкой) подачи, мм	0,0025
Частота вращения внутришлифовальных головок, 1/мин	2500,4500, 5250, 8200
Наибольший диаметр шлифовального круга по ГОСТ 2424-83, мм	250 x 76 x 63
Наибольшая окружная скорость шлифовального круга, м/с	35

Продолжение таблицы 19

1	2
Диаметр гильзы внутришлифовальной головки, мм	125
Диаметр конца шлифовального шпинделя по ГОСТ 2324-77, мм	Не менее 45
Перемещение за один оборот маховичка - грубое (наладочное), мм	5
Перемещение за один оборот маховичка - тонкое, мм	0,5
Перемещение на одно деление лимба, мм	0,002
Перемещение на одно качание рычага ручной дозированной подачи, мм	0,002
Наибольшее наладочное перемещение шлифовальной бабки - назад (на рабочего), мм	10
Наибольшее наладочное перемещение шлифовальной бабки - вперед (от рабочего), мм	100
Условный диаметр конца шпинделя изделия, по ГОСТ 12595-72	2-11M
Наибольший угол поворота бабки изделия, град	30
Наибольший наладочное перемещение бабки изделия - назад (на рабочего), град	50
Наибольший наладочное перемещение бабки изделия - вперед (от рабочего), град	300
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	20...240
Количество электродвигателей на станке	7
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки, кВт	7,5
Электродвигатель привода торцешлифовального приспособления, кВт	2,2
Электродвигатель привода изделия (бабки изделия) постоянного тока, кВт	1,6
Электродвигатель насоса гидросистемы, кВт	3
Электродвигатель фильтра-транспортера, кВт	0,09

Продолжение таблицы 19

1	2
Электродвигатель насоса системы охлаждения, кВт	0,15
Электродвигатель магнитного сепаратора, кВт	0,09
Общая мощность электродвигателей, кВт	14,63
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	4165 x 1780 x 2000
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	8300

Таблицы 20 – Параметры фрезерного обрабатывающего центра с поворотным столом РТ1000

Технические характеристики	Параметры
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
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

Продолжение таблицы 20

1	2
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 х Ш х В), мм	6960×6830×3945
Масса нетто, кг	33600

Таблицы 21 – Параметры вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ ФС130МФ3

Технические характеристики	Параметры
Размер стола (Д х Ш), мм	1400х650
Промежуток (мм) х Ширина (мм)х Количество Т-образных пазов (шт)	100х18х5
Наибольшая нагрузка на стол, кг	1000
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	785
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	150~760
Диаметр поворотного стола, мм	200
Оси	
X/Y/Z Перемещение, мм	1300/700/610
X/Y/Z тип направляющих	Качения
X/Y/Z/A Скорость быстрых перемещений, м/мин	36/36/24
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15000
X/Y/Z/A Наибольший момент на электродвигателях приводов, Нм	16/16/16
Точность позиционирования, микрон	±4
Повторяемость позиционирования, микрон	±2,5
ШВП диаметр/шаг, мм	40/12

Продолжение таблицы 21

1	2
Шпиндельная бабка	
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25/10
Вращающий момент на шпинделе (до 30 мин), Нм	135
Вращающий момент на шпинделе (продолжительно), Нм	57
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	60~12000
Хвостовик инструмента	BT 40 x 45 град
Конус шпинделя (7:24)	ISO40
Тип магазина	манипулятор
Емкость магазина инструмента, шт	24
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ф150(80)/L300
Макс. масса инструмента, кг	8
Время смены инструмента, сек	2,5
Тип разгрузки шпиндельной бабки	пневмогидроцилиндр
Охлаждение шпинделя	холодильник масла
Прочее	
Система ЧПУ	SIEMENS 828D
Тип стружкосборника	ленточный
Требуемое давление воздуха, МПа	0,6
Емкость бака СОЖ, л	315
Потребляемая мощность станка, кВА	47,5
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	3900×2730× 2500
Масса нетто, кг	10 000

2.3.2 Выбор средств технологического оснащения

005 Токарная с ЧПУ:

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34/25. Резец 2102-4036 PSSNR2525M12. Пластина T5K10 503123-120412 SNMA-120412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34.25. Резец 2102-4035
PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412.

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Кран;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

010 Токарная с ЧПУ:

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34.25. Резец 2102-4036
PSSNR2525M12. Пластина T5K10 03123-120412 SNMA-120412.

Держатель DIN69880E2.409.52.32. Резец S60V_SCLCR/L12. Пластина
T5K10 03229-09T308 SCMT-09T308.

Держатель DIN69880E2.409.52.32. Резец S60V_SCLCR/L12. Пластина
T15K6 03229-09T308 SCMT-09T308.

Держатель DIN69880E2.609.52.32. Резец канавочный T15K6.

Штангенциркуль ШЦ-II-250_{0,1} ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль ШЦ-II-400_{0,1} ГОСТ 166-89;

Нутромер НИ 300-400 ГОСТ 868-82;

Шаблон 3;

Шаблон 30°;

Кран;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

015 Токарная с ЧПУ:

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34.25. Резец 2102-4036
PSSNR2525M12. Пластина T5K10 03123-120412 SNMA-120412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34.25. Резец 2102-4035
PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.609.34.25. Резец 2102-4035
PCLNR2525M16. Пластина T15K6 051243-160412 CNMM-160412.

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль ШЦ-II-250_{0,1} ГОСТ 166-89;
Штангенциркуль ШЦ-II-400_{0,1} ГОСТ 166-89;
Скоба 391h10 ПР/НЕ;
Шаблон 1,6×45°;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.
020 Фрезерная с ЧПУ:
Сверло Ø4;
Сверло DNC130-156-16R-12D;
Сверло DCN160-192-20R-12D;
Сверло DCN220-264-25R-12D;
Зенкер 2320-2571 ГОСТ 12489-71;
Развертка 2363-3449 N2 ГОСТ 1672-80;
Развертка 2363-3448 H9 ГОСТ 1672-80;
Метчик 2621-1729 ГОСТ 3266-81;
Фреза для обработки паза 21,5 P6M5;
Фреза для обработки паза 15,5 P6M5;
Фреза торцевая 115 P6M5
Патрон цанговый 7655 BT50 1 шт;
Оправка Weldon SK50-SLF13-063 3 шт;
Цанговый патрон ER BT50 ER25 1 шт;
Патрон DIN69871-2080 с цанговым патроном ER GFI ST25 ER32 2 шт;
Оправка DIN 69871 SK50-AD/B 2 шт;
Патрон BT MAS BT50ER 25x100BIN 1шт;
Калибр-пробка 8221-3080 ПР/НЕ ГОСТ 17758-72;
Калибр-пробка 8133-0930 H9 ПР/НЕ ГОСТ 14810-69;
Шаблон 45°;
Шаблон 2;
Шаблон 5;

Шаблон R57;
Штангенциркуль ШЦ-I-125_{-0,1} ГОСТ 166-89;
Приспособление;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.
025 Фрезерная с ЧПУ:
Сверло Ø4;
Сверло DCN 160-192-20R-12D;
Сверло DCN 250-300-32R-12D;
Метчик 2621-1741 ГОСТ 3266-81;
Патрон цанговый 7655 BT50 1 шт;
Патрон цанговый 7655 BT50 1 шт;
Оправка Weldon SR 50SLF13-063 2 шт.;
Патрон BT MAS BT50ER 25x100BIN 1шт;
Калибр-пробка 8221-3114 ПР/НЕ ГОСТ 17758-72;
Шаблон 45°;
Штангенциркуль ШЦ-I-125_{-0,1} ГОСТ 166-89;
Приспособление;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.
030 Фрезерная с ЧПУ:
Сверло Ø4;
Сверло 2301-3607 ГОСТ 10903-77;
Зенкер специальный;
Развертка 25H9
Развертка 27H9;
Фреза 2223-0003 ГОСТ17025-71;
Фреза 2214-0368 ГОСТ 26595-85;

Фреза для нарезания резьбы;
Патрон цанговый 7655 BT50 1 шт;
Оправка Weldon SK50-SLF13-063 1 шт;
Цанговый патрон ER BT50 ER25 1 шт;
Патрон DIN69871-2080 с цанговым патроном ER GFI ST25 ER32 2 шт;
Оправка DIN 69871 SK50-AD/B 2 шт;
Патрон BT MAS BT50ER 25x100BIN 1шт;
Калибр-пробка 8221-3092 ПР/НЕ ГОСТ 17758-72;
Шаблон 45°;
Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
Приспособление;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.
040 Внутришлифовальная
Круг ЦЧ 150x80x51 25А С2 7 К5 35 м/с А1 ГОСТ 2424-83;
Калибр-пробка 8141-0051 Н7 ГОСТ 14826 – 69;
Нутромер НИ 300 – 400 ГОСТ 868-82;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.
045 Круглошлифовальная
Круг ПП 750x75x305 25А 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83;
Калибр-скоба 8105-0009 h8 ПР/НЕ ГОСТ 18357 – 73;
Кран;
Тара;
Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

2.4 Расчет припусков на механическую обработку

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.

Обрабатываемая поверхность $\varnothing 390h8$, $Ra = 2,5$

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

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ мкм} \quad (1.11)$$

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 кокиль (металлические формы)

Шероховатость поверхности – $Rz = 200$ мкм.

Глубина дефектного слоя – $h = 200$ мкм.

Суммарное отклонение расположения при обработке наружных поверхностей отливки при базировании по отверстию

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} \quad (1.12)$$

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

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l \quad (1.13)$$

где Δ_k – отклонение оси детали от прямолинейности;

$l = 0,273$ м – длина детали;

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

Принимаем по табл. 8 [3] $\Delta_k=0$ мм.

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

Принимаем по табл. 9 [3] $\rho_{ц}=1,7$ мм.

$$\rho_3 = \sqrt{0^2 + 1,7^2} = 1,7 \text{ мм.}$$

Обтачивание 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:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (1.14)$$

где $\Delta_{\Sigma i-1} = 1700$ мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 1700 = 102 \text{ мкм.}$$

Обтачивание чистовое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 10-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 $\Delta_{\Sigma i} = 102$ мкм; $K_y = 0,05$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 102 = 5 \text{ мкм.}$$

Шлифование предварительное:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 8-му качеству.

Шероховатость поверхности – Rz = 10 мкм;

глубина дефектного слоя – h = 15 мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

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

где $\Delta_{\Sigma i} = 5$ мкм; $K_y = 0$.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0 \cdot 5 = 0 \text{ мкм.}$$

Находим минимальны припуск :

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.15)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(200 + 200) + \sqrt{1600^2 + 0^2} \right] = 4000 \text{ мкм} \text{ — для обтачивания}$$

чернового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(50 + 50) + \sqrt{96^2 + 0^2} \right] = 392 \text{ мкм} \text{ — для обтачивания чистово-}$$

го,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(20 + 20) + \sqrt{5^2 + 0^2} \right] = 50 \text{ мкм} \text{ — для шлифования предвари-}$$

тельного.

Результаты приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Расчёт припусков на обработку

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	200	200	1600	—	1,7	394,353	396,053	—	—
Обтачивание черновое IT12	50	50	96	—	0,570	390,353	390,923	4000	5130
Обтачивание чистовое IT10	20	20	5	—	0,230	389,961	390,191	392	732
Шлифование предварительное 390h8(0,089)	10	15	0	—	0,089	389,911	390	50	191

За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $390 - 0,089 = 389,911$ мм.

Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-1} = d_{\min i} + 2 \cdot Z_{\min i}, \quad (1.16)$$

$d_{\min} = 389,911 + 0,05 = 389,961$ мм – минимальный предельный размер для обтачивания чистового.

$d_{\min} = 389,961 + 0,392 = 390,353$ мм – минимальный предельный размер для обтачивания чернового.

$d_{\min} = 390,353 + 4 = 394,353$ мм – минимальный предельный размер для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-1} = d_{i \min i} + Td_{i-1}, \quad (1.17)$$

$d_{\max} = 389,961 + 0,23 = 390,191$ мм – максимальный предельный размер для обтачивания чистового.

$d_{\max} = 390,353 + 0,57 = 390,923$ – максимальный предельный размер для обтачивания чернового;

$d_{\max} = 394,353 + 1,7 = 396,053$ мм – максимальный предельный размер для заготовки;

Определяем предельные значения припусков:

Для шлифования предварительного:

$$2 \cdot Z_{\min} = 389,961 - 389,911 = 0,05 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 390,191 - 390 = 0,191 \text{ мм}.$$

Для обтачивания чистового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 390,353 - 389,961 = 0,392 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 390,923 - 390,191 = 0,732 \text{ мм}.$$

Для обтачивания чернового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 394,353 - 390,353 = 4 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 396,053 - 390,923 = 5,13 \text{ мм}.$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = 0,05 + 0,392 + 4 = 4,892 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} = 0,191 + 0,732 + 5,13 = 6,053 \text{ мм}.$$

Проверка правильности расчета:

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

$$6,053 - 4,892 = 1,161 - 0,089$$

$$1,161 = 1,161 \text{ условие выполняется}$$

2.5 Расчет режимов резания

005 Токарная с ЧПУ

Токарный станок ZMM CU580M с ЧПУ

Переход 1: Подрезать торец в размер $278 \pm 0,5$.

Материал режущей части T5K10

1 Глубина резания: $t=3$ мм.

2 Подача: $S=0,6$ мм/об.

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.18)$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.19)$$

где K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$$C_v = 340; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45; \quad m = 0,2;$$

$T = 50$ мин. – период стойкости инструмента;

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v}, \quad (1.20)$$

Принимаем $n_v=1$, $K_{PV}=0,8$, $K_{IV}=0,65$, $K_r=1$.

$$K_{MV} = 1 \cdot (750 / 491)^1 = 1,53.$$

$$K_v = 1,53 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,79.$$

$$V = \frac{340}{50^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,79 = 132 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_p = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 132 / (3,14 \cdot 401) = 105 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст}=105$ об/мин.

5 Крутящий момент и осевая сила

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.21)$$

где K_p —коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p}. \quad (1.22)$$

$$K_{MP} = (\sigma_b / 750)^{n_v}, \quad (1.23)$$

где $n_v=0,75$

$$K_{MP} = (491 / 750)^{0,75} = 0,73.$$

$$K_{\phi p}=1, \quad K_{\gamma p}=1,25, \quad K_{\lambda p}=1, \quad K_{\Gamma p}=1.$$

$$K_p = 0,73 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,91.$$

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 132^{-0,15} \cdot 0,91 = 2683 \text{ Н.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.24)$$

$$N_e = \frac{2682 \cdot 132}{1020 \cdot 60} = 5,8 \text{ кВт.}$$

$$N_{шп} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт} > N_e = 5,8 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст}, \quad (1.23)$$

$$S_M = 0,6 \cdot 105 = 63 \text{ мм/мин.}$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M, \quad (1.24)$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (1.25)$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{px} = 24 + 5 = 29 \text{ мм.}$$

$$t_0=29/63=0,46 \text{ мин.}$$

Переход 2: Точить поверхность в размер $\text{Ø}398\text{h}12$ выдерживая размеры 60 ± 1

1. Материал режущей части Т5К10
2. Глубина резания: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S=1,4$ мм/об, $n_{\text{ст}}=100$ об/мин, $V_{\text{факт}}=125$ м/мин, $P_z = 4257$ Н, $N_e = 8,69$ кВт, $S_M= 140$ мм/мин, $t_0=0,46$ мин.

010 Токарная с ЧПУ

Токарный станок модели 117НТ-1500

Переход 1: Подрезать торец в размер $274\pm 0,3$.

Материал режущей части Т5К10

- 1 Глубина резания: $t=3$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S=0,3$ мм/об, $n_{\text{ст}}=80$ об/мин, $V_{\text{факт}}=101$ м/мин, $P_z = 1662$ Н, $N_e = 2,73$ кВт, $S_M= 24$ мм/мин, $t_0=2,5$ мин.

Переход 2: Черновое растачивание в размеры $\text{Ø}365\text{H}12$ и $\text{Ø}363\text{H}12$ выдерживая размеры $10^{+1,3}$ и $150^{+0,87}$, $\text{Ø}369\text{H}12$ в размер $20^{+1,3}$

Материал режущей части Т5К10

1. Глубина резания: $t=3$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S=0,4$ мм/об, $n_{\text{ст}}=120$ об/мин, $V_{\text{факт}}=136$ м/мин, $P_z = 1971$ Н, $N_e = 4,37$ кВт, $S_M= 48$ мм/мин, $t_0=5,81$ мин.

Переход 3: Чистовое растачивание в размер $\text{Ø}364,5\text{H}10$ выдерживая размеры $10^{+1,3}$ и $75^{+0,87}$, $\text{Ø}370,5\text{H}11$ в размер $75^{+0,87}$, снять фаску в размер 1,6 под углом 30°

1. Материал режущей части Т5К10
2. Глубина резания: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=0,5$ мм/об, $n_{ст}=160$ об/мин, $V_{факт}=186$ м/мин, $P_z = 1482$ Н, $N_e = 4,52$ кВт, $S_M= 80$ мм/мин, $t_0=3,83$ мин.

Переход 4: Расточить канавку $\varnothing 371H14$ и шириной $3^{+0,5}$

1. Материал режущей части T15K6

2. Глубина резания: $t=3$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=0,25$ мм/об, $n_{ст}=120$ об/мин, $V_{факт}=140$ м/мин, $P_z = 1380$ Н, $N_e = 3,15$ кВт, $S_M= 30$ мм/мин, $t_0=0,27$ мин.

015 Токарная с ЧПУ

Токарный станок модели 117НТ-1500

Переход 1: Подрезать торец в размер 273.

Материал режущей части T5K10

1 Глубина резания: $t=1$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S=0,6$ мм/об, $n_{ст}=120$ об/мин, $V_{факт}=150$ м/мин, $P_z = 878$ Н, $N_e = 2,15$ кВт, $S_M= 72$ мм/мин, $t_0=0,38$ мин.

Переход 2: Черновое точение в размер $\varnothing 393h12$ с подрезкой торца выдерживая размер $63_{-0,46}$,

Материал режущей части T5K10

1. Глубина резания: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=120$ об/мин, $V_{факт}=147$ м/мин, $P_z = 1623$ Н, $N_e = 3,91$ кВт, $S_M= 48$ мм/мин, $t_0=1,42$ мин.

Переход 3: Чистовое точение в размер $\varnothing 391h10$ с подрезкой торца выдерживая размер $63_{-0,46}$, снять фаску в размер $1,6 \times 45^\circ$

Материал режущей части T5K10

1. Глубина резания: $t=1,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=0,5$ мм/об, $n_{ст}=160$ об/мин, $V_{факт}=196$ м/мин, $P_z = 1103$ Н, $N_e = 3,54$ кВт, $S_M = 80$ мм/мин, $t_0=0,85$ мин.

Переход 4: Точить канавку для в размер $\varnothing 389h14$ и шириной $3^{+0,5}$.

Материал режущей части Т15К6

1. Глубина резания: $t=4$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=0,3$ мм/об, $n_{ст}=80$ об/мин, $V_{факт}=127$ м/мин, $P_z = 535$ Н, $N_e = 1,11$ кВт,

$S_M = 24$ мм/мин, $t_0=2,38$ мин.

020 Фрезерная с ЧПУ

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ФС130МФ3

Переход 1: Центровать 10 отверстие

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=2$ мм.

3 Подача: $S=0,1$ мм/об.

4 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.26)$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{nv}, \quad (1.27)$$

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

$C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

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

$$K_{Mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{n_v}, \quad (1.28)$$

Принимаем $n_v=1$, $K_{lv}=1$, $K_{nv}=0,65$, $K_r=1$.

$$K_{Mv} = 1 \cdot (750 / 670)^1 = 1,12.$$

$$K_v = 1,12 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,12.$$

$$V = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,25} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,12 = 36 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 36 / (3,14 \cdot 4) = 2860 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 1250$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 1250 / 1000 = 15,8 \text{ м/мин.}$$

5. Крутящий момент и осевая сила

$$\begin{aligned} M_{\text{кр}} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \\ P_o &= 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \end{aligned} \quad (1.29)$$

где $K_p = K_{\text{МР}}$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработ-

ки

$$K_{\text{МР}} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

где $n_v = 0,75$

$$K_{\text{МР}} = (670 / 750)^{0,75} = 0,92.$$

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

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

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,92 = 0,8 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,92 = 499 \text{ Н.}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{0,8 \cdot 1250}{9750} = 0,1 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шт}},$$

$$N_{\text{шт}} = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ кВт} > N_e = 0,05 \text{ кВт.}$$

7. Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,1 \cdot 1250 = 125 \text{ мм/мин.}$$

8. Основное время:

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

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

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

$$L_{px}=2+5=7 \text{ мм.}$$

$$t_0=10 \cdot 7/125=1,11 \text{ мин.}$$

Переход 2: Сверлить 6 отверстий диаметром 22+0,52

1. Сверло 2301-3637 ГОСТ 10903-77

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=11$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,3$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=34,6$ м/мин, $P_o=4830$ Н, $M_{кр}=47,8$ Н·м, $N_e=1,28$ кВт, $S_M=150$ мм/мин., $t_0=1,84$ мин.

Переход 3: Фрезеровать 6 отверстий диаметром 35⁺² в размер 15_{-1,1}

Инструмент: Фреза для обработки паза 21,5 Р6М5;

$D=21,5$, $z=8$.

1 Глубина фрезерования: $t=1,1$ мм;

Ширина фрезерования: $B=5$ мм;

Диаметр фрезы: $D=21,5$ мм.

3 Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,1$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.30)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (1.31)$$

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

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

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv}, \quad (1.32)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_B – временное сопротивление;

n_V – показатель степени при обработке.

$$C_V = 46,7; q = 0,45; x = 0,5; y = 0,5; u = 0,4; p = 0,33; m = 0,1;$$

$T = 60$ мин. - период стойкости инструмента;

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

$$K_{MV} = 0,9 \cdot (750 / 491)^1 = 1,53.$$

$$K_V = 1,53 \cdot 1 \cdot 1 = 1,53.$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 35^{0,45}}{60^{0,1} \cdot 1,1^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 5^{0,4} \cdot 8^{0,33}} \cdot 1,53 = 244 \text{ м/мин};$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 244 / (3,14 \cdot 21,5) = 3612 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст} = 800$ об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{фр} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 800 \cdot 21,5 / 1000 = 54 \text{ м/мин}.$$

4 Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{MP}, \quad (1.33)$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 68,2$; $q = 0,86$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$;

$w = 0$;

$Z = 8$ – число зубьев фрезы.

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

где $n_V = 0,75$

$$K_{MP} = (491 / 750)^{0,75} = 0,73.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1,1^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 8}{21,5^{0,86} \cdot 800^0} \cdot 0,73 = 294 \text{ Н}.$$

5 Крутящий момент

$$M_{кр} = P_Z \cdot D / 2000, \quad (1.34)$$

$$M_{кр} = 294 \cdot 21,5 / 2000 = 3,16 \text{ Н·м}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.35)$$

$$N_e = \frac{294 \cdot 54}{1020 \cdot 60} = 0,26 \text{ кВт.}$$

0,13 кВт < 24 кВт.

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ мм/об.} \quad (1.36)$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,1 \cdot 8 \cdot 800 = 640 \text{ мм/мин.} \quad (1.37)$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

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

где $L_{рез}$ – длина резания;

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

$$L_{вр} + L_{пер} = 2 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 110 + 2 = 112 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 6 \cdot 112 / 640 = 2,06 \text{ мин.}$$

Переход 4: Сверлить 2 отверстия диаметром 13Н14

1. Сверло 2301-3592 ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t = 6,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$$S = 0,2 \text{ мм/об, } n_{ст} = 630 \text{ об/мин, } V_{факт} = 25,8 \text{ м/мин, } P_o = 557 \text{ Н, } M_{кр} = 10 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$N_e = 0,32 \text{ кВт, } S_M = 125 \text{ мм/мин., } t_0 = 0,73 \text{ мин.}$$

Переход 5: Зенкеровать 2 отверстия диаметром 15,75Н12

1. Зенкер 2320-2571 ГОСТ 12489-71;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t = 1,4$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,65$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=25,8$ м/мин, $P_o = 2149$ Н, $M_{кр}= 12,1$ Н·м, $N_e = 0,31$ кВт, $S_M= 409,5$ мм/мин., $t_0=0,22$ мин.

Переход 6: Черновое и чистовое развертывание диаметром 16Н9

6.1 Черновое

Развертка 2363-3449 N2 ГОСТ 1672-80;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,075$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=1$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=31,2$ м/мин, $P_o = 22,5$ Н, $M_{кр}=1$ Н·м, $N_e = 0,03$ кВт, $S_M= 630$ мм/мин., $t_0=0,15$ мин.

6.2 Чистовое

Развертка 2363-3448 Н9 ГОСТ 1672-80;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,05$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,7$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=15,7$ м/мин, $P_o = 11$ Н, $M_{кр}=0,6$ Н·м, $N_e = 0,02$ кВт, $S_M=441$ мм/мин., $t_0=0,21$ мин.

Переход 7: Сверлить 2 отверстия диаметром 16Н14

1. Сверло 2301-3607 ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=8$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=12,6$ м/мин, $P_o = 2645$ Н, $M_{кр}= 18,3$ Н·м, $N_e = 0,47$ кВт, $S_M= 100$ мм/мин., $t_0=0,92$ мин.

Переход 8: Фрезеровать 2 отверстия диаметром 25^{+2} выдерживая размер 2 ± 1 и фаску $2,5\times 45^\circ$

1. Фреза для обработки паза 15,5 Р6М5;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 3.

$S=0,6$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=30,6$ м/мин, $P_o = 59,3$ Н, $M_{кр}= 0,46$ Н·м, $N_e = 0,01$ кВт, $S_m = 378$ мм/мин., $t_0=7,48$ мин.

Переход 9: Нарезать резьбу в 2 отверстия М20-7Н

Инструмент: Метчик 2621-1729 ГОСТ 3266-81;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина резания: $t = 1$ мм;

3. Подача: $S = 2$ мм/зуб.

4. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.38)$$

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

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv},$$

$$C_v = 64,8; q=1,2; y = 0,5; m = 0,9; T = 90 \text{ мин.}$$

Принимаем $n_v=1$, $K_{iv}=1$, $K_{nv}=1$, $K_r=1$.

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 491)^1 = 1,53.$$

$$K_v = 1,53 \cdot 1 \cdot 1 = 1,53.$$

$$V = \frac{64,8 \cdot 20^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2^{0,5}} \cdot 1,53 = 44,5 \text{ м/мин.}$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 44,5 / (3,14 \cdot 20) = 708 \text{ об/мин;}$$

Принимаем $n_{ст}=400$ об/мин.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 20 \cdot 400 / 1000 = 25,2 \text{ м/мин.}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \quad (1.39)$$

$$C_m = 0,027, y=1,5, q=1,4, K_p=0,72.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,027 \cdot 20^{1,4} \cdot 2^{1,5} \cdot 0,72 = 36,5 \text{ Н·м.}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M \cdot n}{9750}, \quad (1.40)$$

$$N_e = \frac{36,5 \cdot 400}{9750} = 1,5 \text{ кВт.}$$

7. Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 2 \cdot 400 = 800 \text{ мм/мин.}$$

8. Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

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

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 15 + 5 = 20 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 20 / 800 = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 10: Фрезеровать два паза диаметром $57^{+1,9}$ глубиной $7_{-0,36}$

1. Фреза торцевая 115

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 3.

$$S=2,4 \text{ мм/об, } n_{ст}=200 \text{ об/мин, } V_{факт}=36 \text{ м/мин, } P_o = 2684 \text{ Н, } M_{кр} = 1,9 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$N_e = 3,5 \text{ кВт, } S_M = 480 \text{ мм/мин., } t_0 = 0,33 \text{ мин.}$$

025 Фрезерная с ЧПУ

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр ФС130МФЗ

Переход 1: Центровать 3 отверстия

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$$S=0,1 \text{ мм/об, } n_{ст}=1250 \text{ об/мин, } V_{факт}=15,8 \text{ м/мин, } P_o = 499 \text{ Н, } M_{кр} = 0,8$$

$$\text{Н}\cdot\text{м, } N_e = 0,05 \text{ кВт, } S_M = 125 \text{ мм/мин., } t_0 = 0,33 \text{ мин.}$$

Переход 2: Сверлить 3 отверстия $\varnothing 20$ на глубину 53^{+3}

1. Сверло 2301-3627 ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части Р6М5

2 . Глубина сверления: $t=10$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,25$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=31,4$ м/мин, $P_o= 3865$ Н, $M_{кр}= 34$ Н·м, $N_e=0,9$ кВт, $S_M= 125$ мм/мин., $t_0=2,69$ мин.

Переход 3: Рассверлить три фаски $2,5 \times 45^\circ$

1. Сверло 2301-3674 ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части Р6М5

2 . Глубина сверления: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=31,4$ м/мин, $P_o= 1911$ Н, $M_{кр}= 41,4$ Н·м, $N_e=1,06$ кВт, $S_M= 200$ мм/мин., $t_0=0,17$ мин.

Переход 4: Нарезать 3 резьбовых отверстия М24-7Н глубиной 45 mm

1. Метчик 2621-1741 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

2 . Глубина нарезания: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 9.

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=30$ м/мин, $M_{кр}= 47$ Н·м, $N_e=0,97$ кВт, $S_M= 400$ мм/мин., $t_0=0,36$ мин.

030 Фрезерная с ЧПУ

Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом модели РТ1000

Переход 1: Фрезеровать паз в ширинной 52^{+1} длиной $82^{+2,2}$

1. Фреза 2223-0003 ГОСТ17025-71;

Материал режущей части Р6М5

4 Глубина фрезерования $t=16$ мм,

5 Ширина фрезерования $B=4$ мм

Расчет аналогичен операции 030 переход 3.

$S=0,06$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=25,2$ м/мин, $P_o = 1576$ Н, $M_{кр}= 12,6$ Н·м, $N_e = 0,32$ кВт, $S_M= 180$ мм/мин., $t_0=9,8$ мин.

Переход 2: Фрезеровать поверхность выдерживая размер $220 \pm 1,45$

1. Фреза 2214-0368 ГОСТ 26595-85

Материал режущей части Т5К10

6 Глубина фрезерования $t=3$ мм,

7 Ширина фрезерования $B=56$ мм

Расчет аналогичен операции 030 переход 3.

$S=0,15$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=158,3$ м/мин, $P_o = 2311$ Н, $N_e = 6$

кВт, $S_m= 472,5$ мм/мин., $t_0=0,4$ мин.

Переход 3: Центровать 2 отверстия

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,1$ мм/об, $n_{ст}=1250$ об/мин, $V_{факт}=15,8$ м/мин, $P_o= 499$ Н, $M_{кр}= 0,8$

Н·м, $N_e=0,05$ кВт, $S_m= 125$ мм/мин., $t_0=0,22$ мин.

Переход 4: Сверлить отверстие диаметром $16^{+0,43}$ на проход

1. Сверло 2301-3607 ГОСТ 10903-77;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=8$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=25,2$ м/мин, $P_o= 2645$ Н, $M_{кр}= 18,3$

Н·м, $N_e=0,47$ кВт, $S_m= 100$ мм/мин., $t_0=1,72$ мин.

Переход 5: Зенкеровать 2 отверстия диаметром $24,7H10$ на глубину $29^{+0,33}$, диаметром $26,5H10$ на глубину 10 min и фаску $1,6 \times 45^\circ$

1. Зенкер специальный;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина зенкерования: $t=5,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,6$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=31,6$ м/мин, $P_o = 2477$ Н, $M_{кр} = 48,6$ Н·м, $N_e = 1,57$ кВт, $S_M = 315$ мм/мин., $t_0=0,4$ мин.

Переход 6: Однократное развертывание диаметром 25Н9 на глубину $29^{+0,33}$, Развертка 25Н9;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,1$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,8$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=42$ м/мин, $P_o = 27,4$ Н, $M_{кр}=1,9$ Н·м, $N_e = 0,05$ кВт, $S_M = 200$ мм/мин., $t_0=0,20$ мин.

Переход 7: Однократное развертывание диаметром 27Н9 на глубину 18 min

Развертка 27Н9;

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина сверления: $t=0,1$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 1.

$S=0,8$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=42$ м/мин, $P_o = 27,4$ Н, $M_{кр}=1,9$ Н·м, $N_e = 0,05$ кВт, $S_M = 200$ мм/мин., $t_0=0,12$ мин.

Переход 8: Фрезеровать резьбу М30×1,5-6Н

1. Фреза 2672-0145 6g ГОСТ 1336-77

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина нарезания: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 030 переход 9.

$S=1,5$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=37,6$ м/мин, $M_{кр}= 41,7$ Н·м, $N_e=0,86$ кВт, $S_M = 300$ мм/мин., $t_0=0,07$ мин.

040 Внутришлифовальная

Внутришлифовальный станок универсальный особо высоко точный 3К229А Круг ЦЧ 150x80x51 25А С2 7 К5 35 м/с А1 ГОСТ 2424-83

1. Шлифовать внутренние поверхности Ø365Н8 и Ø370Н9

2. Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие параметры:

Скорость круга $v_k=30$ м/с;

Скорость заготовки $v_3=30$ м/с;

Глубина шлифования

- предварительное $t=0,01$ мм;

- окончательное $t=0,008$ мм;

Продольная подача

- предварительное $S=25$ м/мин;

- окончательное $S=15$ м/мин;

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot v_k^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q, \quad (1.41)$$

где d – диаметр шлифования;

s – продольная подача;

$$s = s_p \cdot \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot v_3}, \quad (1.42)$$

$$s_{\text{п}} = 25 \cdot \frac{3,14 \cdot 370}{1000 \cdot 30} = 0,97 \text{ мм/об.}$$

$$s_{\text{о}} = 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 370}{1000 \cdot 30} = 0,58 \text{ мм/об.}$$

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q, \quad (1.43)$$

где C_N, r, y, q, z – коэффициент и показатели степени.

Принимаем $C_N=0,27; r=0,5; x=0,4; y=0,4; q=0,3$.

$$N = 0,27 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 0,97^{0,4} \cdot 370^{0,3} = 1,36 \text{ кВт.}$$

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

$$N_{\text{ст}} = 18,5 \text{ кВт, } \eta = 0,7.$$

$$N_{\text{шп}} = 18,5 \cdot 0,7 = 12,95 \text{ кВт.}$$

Условие выполнено.

$$t_0 = L_{\text{рх}} / S_M$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,97 \cdot 200 = 194 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,58 \cdot 200 = 116 \text{ мм/мин.}$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 170 + 10 = 180 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 180 / 194 + 1 \cdot 180 / 116 = 3,41 \text{ мин.}$$

045 Круглошлифовальная

Круглошлифовальный станок серии М1363-2000

Круг ПП 750x75x305 25А 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83

1. Шлифовать поверхность Ø390h8

Расчет аналогичен операции 020

Скорость круга $v_k = 30 \text{ м/с}$;

Скорость заготовки $v_z = 30 \text{ м/с}$;

Глубина шлифования

- предварительное $t = 0,01 \text{ мм}$;

- окончательное $t = 0,008 \text{ мм}$;

Продольная подача

- предварительное $S = 25 \text{ м/мин}$;

- окончательное $S = 15 \text{ м/мин}$;

$s_{\text{п}} = 1,02 \text{ мм/об.}$, $s_0 = 0,61 \text{ мм/об.}$, $N = 1,41 \text{ кВт}$.

$$S_M = S_0 \cdot n = 1,02 \cdot 200 = 204 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,61 \cdot 200 = 122 \text{ мм/мин.}$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 63 + 5 = 68 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 68 / 204 + 1 \cdot 68 / 122 = 1,22 \text{ мин.}$$

Данные расчета заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Режимы резания

№ Опер./перех.		t, мм	S, мм/об.	V, м/мин.	n, об/мин.	T _о , мин
1		2	3	4	5	6
005	1	3,0	0,6	132	105	0,46
	2	2,5	1,4	125	100	0,46
010	1	3,0	0,3	101	80	2,5
	2	3	0,4	136	120	5,81
	3	2	0,5	186	160	3,83
	4	3	0,25	140	120	0,27
015	1	1	0,6	150	120	0,38
	2	2,5	0,4	147	120	1,42
	3	1,5	0,5	196	160	0,85
	4	4	0,3	127	80	2,38
020	1	2	0,1	15,8	1250	1,11
	2	11	0,3	34,6	500	1,84
	3	1,1	0,8	54	800	2,06
	4	6,5	0,2	25,8	630	0,73
	5	1,4	0,65	25,8	630	0,22
	6	0,075	1	31,6	630	0,15
		0,05	0,7	31,6		0,21
	7	8	0,2	25,2	500	0,92
	8	0,5	0,6	30,6	630	7,48
	9	2	2	25,2	400	0,05
10	0,5	2,4	36	200	0,33	
025	1	2	0,1	15,8	1250	0,33
	2	10	0,25	30,4	500	2,69
	3	2,5	0,4	30,4	500	0,17
	4	2	2	30	400	0,36

Продолжение таблицы 23

1	2	3	4	5	6	7
030	1	16	0,06	25,2	500	9,8
	2	3	0,15	158,3	630	0,4
	3	2	0,1	15,8	1250	0,22
	4	8	0,2	25,2	500	1,72
	5	5,5	0,6	31,6	630	0,4
	6	0,1	0,8	42	500	0,2
	7	0,1	0,8	42	500	0,12
	8	1,5	1,5	37,6	400	0,07
040	1	0,01	0,97	30	200	1,86
	2	0,008	0,58			1,55
045	1	0,01	1,02	30	200	0,67
	2	0,008	0,61			0,56

2.6 Нормирование технологического процесса

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.44)$$

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:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.45)$$

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;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку ин-

струмента 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 приложения А.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

					ФЮРА.10А51.057.000					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Результаты проведенного исследования			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шарипов								80
Провер.		Бибик								
Реценз.										
Н. Контр.		Бибик								
Утверд.					ЮТИ ТПУ гр. 10А51			80		

3.1 Конструкторская часть

3.1.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Для выполнения операций 030 на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре ФС130МФ3 необходимо применение специального приспособления. Приспособление разрабатываем в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Деталь в данном приспособлении базируется по торцу и пальцу в упоре позиция 13. Упор крепится к плите позиция 3 болтами позиция 20 с шайбой позиция 31. Зажим детали осуществляется при помощи мембранного устройства. Устройство состоит из корпуса позиция 9, крышки позиция 10, соединенные между собой винтом позиция 25 и шайбой позиция 31. Для перемещения штока позиция 18 в корпусе установлена бронзовая втулка позиция 8. Втулка фиксируется винтами позиция 23. На штоке установлены кольца позиция 28, шайба позиция 15 и мембрана позиция 1. Корпус крепится к плите винтами позиция 27 с шайбой позиция 32.

Для ориентации детали на приспособлении установлена опора позиция 2. Опора крепится к плите болтами позиция 19 с шайбой позиция 30.

Для подачи воздуха в пневмоцилиндр предусмотрен пневмораспределитель позиция 4 с трубопроводами позиция 6 и 7. Пневмораспределитель крепится к плите винтами позиция 26 с шайбой позиция 31. При подаче воздуха по трубопроводу позиция 7 шток опускается и происходит зажим заготовки прижимом позиция 5. На прижим давит шайба позиция 16 соединенная со штоком болтом позиция 21 с шайбой позиция 31. При подаче воздуха по трубопроводу позиция 6 шток поднимается и происходит разжим заготовки. Для предотвращения попадания грязи в пневмоцилиндр предусмотрен сальник позиция 12.

Для ориентации приспособления на станке предусмотрены две шпонки позиция 17, которые крепятся к плите винтами позиция 24.

Для установки и снятия приспособления со станка предусмотрены рым-болт позиция 29.

3.1.2 Расчет на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \Delta_{np}^2}, \quad (1.46)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

Δ_{np} – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

Для размера диаметром 16Н9 расположенного от центра на расстоянии $R210 \pm 0,04$. Допуск на диаметр составляет 0,16 мм.

Размеры выполняются за одну установку. Технологическая база совпадает с измерительной $\varepsilon_{\delta} = 0,115$ мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь $\varepsilon_{3.0} = 0$.

Погрешность приспособления

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u, \quad (1.47)$$

где ε_{np} – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешности изготовления и сборки установочных и др. элементов приспособления;

$\varepsilon_{yc} = 0,0045$ мм – погрешность установки приспособления на станке;

ε_u – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления. Эта величина зависит от программы выпуска изделий, их конструкции и размеров, материала и массы заготовки, со-

стояния ее базовой поверхности.

$$\varepsilon_{и} = 0,05 \cdot N, \quad (1.748)$$

где N – программа выпуска.

$$\varepsilon_{и} = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{пр} = 0$, т.к. приспособление плотно прилегает к столу станка и инструмент настраивается на пробной детали.

$$\Delta_{пр} = 0 + 0,0045 + 0,025 = 0,0295 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,115^2 + 0 + 0,0295^2} = 0,119 \text{ мм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска 0,16 мм на выполняемые размеры.

3.1.3 Силовой расчет и выбор параметров привода

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления Q определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при сверлении отверстия диаметром 10,2 мм. Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности. Возникающая окружная сила резания P_0 создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг собственной оси.

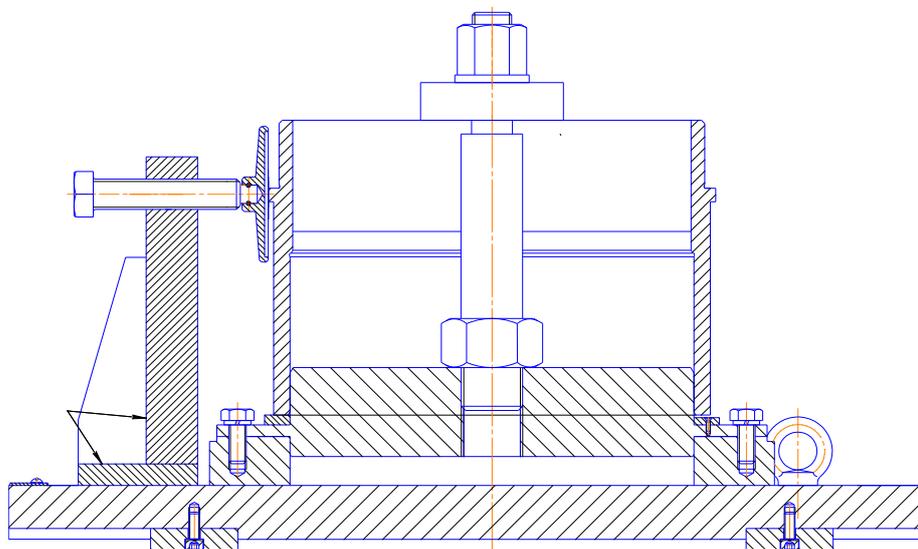


Рисунок 8 - Схема резания и закрепления

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}, \quad (1.49)$$

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 $f_1 = f_2 = 0,2$.

Из расчётов режимов резания операция 030 переход 2 $P_0 = 4830$ Н.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (1.50)$$

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

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

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

$k_3 = 1,2$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания 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.

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

$$P = 4830 \cdot 2,92 / (0,2 + 0,2) = 35259 \text{ Н.}$$

$$M = P \cdot \frac{d_2}{2000} \cdot \left[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{D_T}{d_2} \cdot f \right], \quad (1.51)$$

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

$d_2 = 44,752$ 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 $d=48$ мм – диаметр резьбы.

$$D_T = 1,4 \cdot 48 = 67,2 \text{ мм.}$$

$$M = 62790 \cdot \frac{44,752}{20000} \cdot \left[\operatorname{tg}(30 + 5,5) + \frac{67,2}{44,752} \cdot 0,2 \right] = 350,5 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Максимальное усилие затягивания для резьбы М48 равно 400 Н·м.

3.2 Проектирование и расчет фрезерного приспособления

3.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Для сверления, комбинированного и нарезания резьбы М30 и фрезерования плоскостей на вертикально-фрезерный обрабатывающий центр РТ1000 необходимо применение специального приспособления. Приспособление разрабатываем для операции 030 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Деталь устанавливается на палец позиция 4. Палец устанавливается на основании позиция 1 и крепится болтами позиция 11 с шайбой позиция 18. Зажим детали производится двумя Г-образными прижимами позиция 16. Прижим вращается в стойке позиция 6. Прижим установлен на шпильку позиция 19 и законтрогаен гайкой позиция 14. Зажим заготовки осуществляется гайкой позиция 15. При откручивании гайки прижим поднимается с помощью пружины позиция 5 установленную на шпильку с шайбой позиция 8. Стойка крепится к основанию болтами позиция 10 и шайбами позиция 17. Для точности установки

детали на приспособлении устанавливается кольцо позиция 3, которое крепится к основанию винтами позиция 12.

Для ориентации детали на станке установлены шпонки позиция 9, которая крепится к основанию винтами позиция 12.

Для определения ноль приспособления установлена втулка позиция 2.

3.2.2 Расчет на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \Delta_{np}^2},$$

Определяем погрешности базирования.

Размеры выполняются за одну установку. Технологическая база совпадает с измерительной $\varepsilon_{\sigma} = 0,115$ мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь $\varepsilon_{3.0} = 0$.

Погрешность приспособления

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u,$$

$$\varepsilon_{yc} = 0,0045 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot N,$$

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{np} = 0, \text{ т}$$

$$\Delta_{np} = 0 + 0,0045 + 0,025 = 0,0295 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,115^2 + 0 + 0,0295^2} = 0,119 \text{ мм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры 0,5 мм.

3.2.3 Силовой расчет и выбор параметров привода

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления Q определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при сверлении отверстия диаметром 10,2 мм. 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.

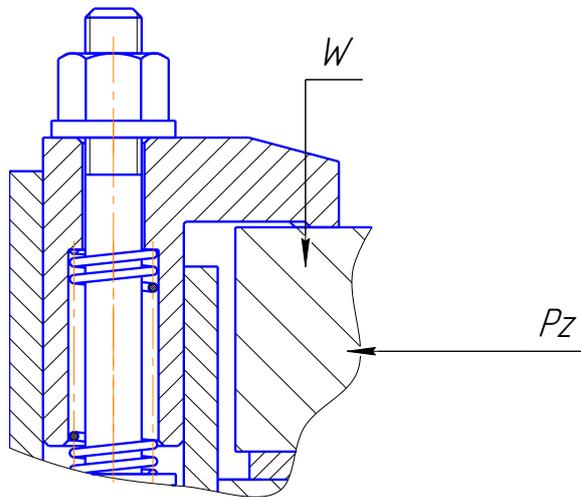


Рисунок 9 - Схема резания и закрепления

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2},$$

Принимаем $f_1 = f_2 = 0,15$.

Из расчётов режимов резания $P = 2645$ Н.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

$$k_0 = 1,5; k_1 = 1,0; k_2 = 1,2; k_3 = 1,2; k_4 = 1,2; k_5 = 1,0; k_6 = 1,5.$$

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,9.$$

$$Q = 2645 \cdot 3,24 / (0,15 + 0,15) = 27937 \text{ Н.}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метри-

ческой резьбы

$$W=0,5 \cdot d^3 \cdot [\sigma]_p,$$

$$[\sigma]_p=60 \text{ МПа}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{W}{0,5 \cdot [\sigma]_p}} = \sqrt[3]{\frac{27937}{0,5 \cdot 60}} = 12,3 \text{ мм.}$$

Принимаем с учетом конструктивных особенностей прихватов $d=20$ мм.

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

$f=0,2$; $d_2=18,752$ мм; $\alpha = 30^\circ$; $\varphi = 5,5^\circ$ – угол трения в резьбе;

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

$$D_T=1,4 \cdot 20=28 \text{ мм.}$$

$$M = 27937 \cdot \frac{18,752}{20000} \cdot \left[\operatorname{tg}(30 + 5,5) + \frac{27,2}{18,752} \cdot 0,2 \right] = 287,5 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Максимальное усилие затягивания для резьбы М20 равно 350 Н·м.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФ- ФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

					ФЮРА.10А51.057.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шарипов						89
Провер.		Бибик						
Реценз.								
Н. Контр.		Бибик						
Утверд.						ЮТИ ТПУ гр. 10А51 89		

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:

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

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Стоимость технологического оборудования приведена в табл.23.

Таблица 24 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q^i , шт.	K_{toi} , руб.
005		1650000	1	1650000
010, 015	117НТ-1500	2150000		2150000
020, 025	ФС130МФ3	7500000		7500000
030	РТ1000	7250000	1	7250000
040	3К229А	2200000		2200000
045	М1363-2000	2050000	1	2050000
Всего:	22800000			

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.3.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30 ,$$

(61)

$$K_{\text{во}}=22800000 \cdot 0,3=6840000 \text{ руб.}$$

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.

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;

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 .$$

(62)

$$K_{\text{ии}}=22800000 \cdot 0,15=3420000 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

$$C_{II}^{\Pi} = (S_{\Pi\Pi} \cdot A_{\Pi\Pi} + S_{C\Pi} \cdot A_{C\Pi}) \cdot T, \quad (63)$$

где $S_{\Pi\Pi}$, $S_{C\Pi}$ – соответственно производственная и складская площадь, m^2 ;

$A_{\Pi\Pi}$, $A_{C\Pi}$ – арендная плата $1m^2$ за месяц, руб/ m^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{II}^{\Pi} = (360 \cdot 100 + 21 \cdot 100) \cdot 12 = 457200 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\PiЗМ} = \frac{H_M \cdot N \cdot C_M}{360} \cdot T_{\text{обм}}, \quad (64)$$

где H_M - норма расхода материала, $H_M = 47,24$ кг/ед.;

N - годовой объем производства продукции, $N = 500$ шт.;

C_M - цена материала, $C_M = 335$ руб./кг (Сталь 35Л ГОСТ 4543-71);

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

$$K_{\PiЗМ} = \frac{47,24 \cdot 500 \cdot 335}{360} \cdot 10 = 219797,22 \text{ руб.}$$

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{нзп}}$) установлена из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot \kappa_{\Gamma}}{360}, \quad (65)$$

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:

$$C' = \frac{H_M \cdot C_M}{k_M},$$

(66)

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

$$C' = \frac{47,24 \cdot 335}{0,85} = 18618,12 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{Г} = (k_M + 1) \cdot 0,5,$$

(67)

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

$$K_{нзп} = \frac{500 \cdot 77 \cdot 18618,12 \cdot 0,925}{360} = 1841771,43 \text{ руб.}$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{ГП} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{ГП},$$

(68)

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

$$K_{\text{ГП}} = \frac{18618,12 \cdot 500}{360} \cdot 7 = 181009,48 \text{ руб.}$$

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{V_{\text{РП}}}{360} \cdot T_{\text{ДЗ}}, \quad (69)$$

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

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

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

$$V_{\text{РП}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (70)$$

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

$$V_{\text{РП}} = 18618,12 \cdot 500 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 11170870,59 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{11170870,59}{360} \cdot 20 = 620603,92 \text{ руб.}$$

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.

$$C_{\text{ОБС}} = K_{\text{ПЗМ}} \cdot 0,1, \quad (71)$$

$$C_{\text{ОБС}} = 219797,22 \cdot 0,1 = 21979,72 \text{ руб.}$$

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:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{ТЗР}} - C_O \cdot H_O), \quad (72)$$

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

C_O – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_O – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_O = m_3 - m_0, \quad (73)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_O = 71,45 - 47,24 = 24,21 \text{ кг/шт.}$$

Затраты на основные материалы записываем в таблицу 24.

Таблица 25 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_{\text{Мі}}$, руб.
K500Ю 02.12.001	335	1,50	16422,1
Всего:			821105 0,5

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:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (74)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Определение фонда заработной платы и численности рабочих приведены в таблице 25.

Таблица 26 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шт}$ i , мин	Разряд	Ко- личество	C час j , руб.	C_{30i} ,руб
Оператор токарных станков с ЧПУ	5,8 4	4	1	3 3,15	314 5,94
	22, 13+13,71	4	1	3 3,15	193 06,56
Оператор шлифовальных станков	6,3 6	4	1	3 3,15	342 6,05
Шлифовщик	8,7 8	1	1	3 3,15	472 9,68
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	31, 08+11,14	4	1	3 3,15	227 43,39
	8,7 8	4	1	3 3,15	316 8,88
Фонд заработной платы всех рабочих					565 20,49

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{\text{осо}} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (75)$$

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

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

$$C_{\text{осо}} = 56520,49 \cdot (0,26 + 0,03) = 16390,94 \text{ руб.}$$

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:

$$a_{\text{нi}} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% \quad (76)$$

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

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

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

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

$$a_{\text{н025}} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

$$a_{\text{н030}} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

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:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_{д} \cdot K_{вpi}}, \quad (77)$$

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 26.

Таблица 27 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	a _{ни} , %	F _{дi} , ч	K _{вpi}	A _{чi} , руб.
005	1650000	10,0	1790	0,037	247500
010, 015	2150000	10,0	1790	0,187	64227,04
020, 025	7500000	10,0	1790	0,039	3854067
030	7250000	10,0	1790	0,05	807050,1
040	2200000	10,0	1790	0,218	56313,99
045	2050000	10,0	1790	0,05	228200,4
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					5257358,45

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 (капиталь-

ного, текущего и др.). Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_P = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot \kappa_{РЕМ} + C_{П} \cdot \kappa_{З.РЕМ},$$

(78)

где $\kappa_{РЕМ}$, $\kappa_{З.РЕМ}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $\kappa_{РЕМ}=10\%$, $\kappa_{З.РЕМ}=10\%$.

$$C_P = (22800000 + 457200) \cdot 0,1 + 457200 \cdot 0,1 = 3009720 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

4.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОТС} = n \cdot N \cdot g_{ОХ} \cdot Ц_{ОХ},$$

(79)

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

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

n – количество станков.

$$C_{СОТС} = 6 \cdot 500 \cdot 0,03 \cdot 13 = 2340 \text{ руб.}$$

4.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot Ц_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \Sigma t_{o_i},$$

(80)

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;

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

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 3,4 \cdot 500}{60} \cdot 124,97 = 1239,29 \text{ руб.}$$

4.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э},$$

(81)

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 27.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чэi}$, руб.
005	11	15274,73
010, 015	30	41658,37
020, 025	47,5	65959,08
030	28	38881,14
040	7,5	10414,59
045	15	20829,18
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 учетом как плановый показатель

$K_{ин1}=3420000 \cdot 0,05=171000$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

4.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

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

(82)

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

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

(83)

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.;

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

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

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

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

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, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{ПРОЧ} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (84)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{ПРОЧ} = 11522,85 \cdot 500 \cdot 0,7 = 5761427,23 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \cdot N, \quad (85)$$

где C_1 и C_2 – себестоимостью изготовления изделия по базовому и разработанному технологическому процессу соответственно, руб.

$C_1=50624$ руб. реализационная цена

$\Xi=(50624 - 47997,83) \cdot 500=1313087,3$ руб.

4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Экономическое обоснование технологического проекта приведены в таблице 28.

Таблица 29 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	16422,10	8211050,5
заработная плата производственных рабочих	113,04	56520,49
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	32,78	16390,94
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	10514,72	5257358,48
отчисления в ремонтный фонд	6019,44	3009720
вспомогательные материалы на содержание оборудования	7,16	3579,29
затраты на силовую электроэнергию	67,52	33760,71
износ инструмента	3153	1576500
заработная плата вспомогательных рабочих	22,82	11407,5
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	5,93	2965,95
заработная плата административно-управленческого персонала	33,15	16575,78
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	8,62	4309,7
прочие расходы	11597,55	5798773,36
Итого:	47997,83	23998912,7

5.1 Описание рабочего места работника

Материалом «Корпуса» является сталь 35Л ГОСТ 977—88, масса заготовки – 19,2 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации.

Корпус изготавливается на токарном станке с ЧПУ 117НТ-1500, вертикально – фрезерном обрабатывающем центре ФС130МФ3, фрезерном обрабатывающем центре с поворотным столом РТ1000, внутришлифовальном станке ЗК229А, круглошлифовальном станке М1363-2000.

Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 35 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей, места складирования, место слесарной обработки и контроля деталей.

Трудовая деятельность человека протекает в условиях определенной производственной среды, которая при несоблюдении гигиенических требований может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье человека.

На работника действуют следующие факторы:

1 Опасным физическим производственным факторам относятся:

- незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.);

- отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента;
- электрический ток;
- повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и др.

2 Вредным физическим производственным факторам являются:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- высокие влажность и скорость движения воздуха;
- повышенные уровни шума;
- вибрации;
- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочих мест, проходов и проездов;
- повышенная яркость света и пульсация светового потока.

Выбор методов и средств обеспечения безопасности должен осуществляться на основе выявления вредных и опасных факторов, присущих тому или иному производственному оборудованию или технологическому процессу. Очень важно уметь обнаружить опасность и определить ее характеристики.

Защита от вредных и опасных производственных факторов обеспечивается снижением их уровня в источнике и применением профилактических и предохранительных мер. При этом компетентность людей в области производственных опасностей и способов защиты от них — необходимое условие обеспечения их безопасности.

5.2 Описание вредных и опасных факторов

5.2.1 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.

5.2.2 Освещение

Недостаточная освещенность рабочих мест – согласно ГОСТ 12.0.003-86 вызывает ослепленность или приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);
- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} 100\%, \quad (2.1)$$

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 - освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

На участке, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение — лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа "Универсаль" с лампами накаливания.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы ФЛ (лм) определяется по формуле:

$$F_{л} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

z – коэффициент минимальной освещенности, $z = (1,1-1,5)$;

N – количество светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов $E=150$ лк, $K_3=1,6$ согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем $S=35$ м², $z=1,3$, $\eta = 50\%$.

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В- 15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{F_{л} \cdot \eta}$$
$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 35 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 2,1 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В-15 3 шт.

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

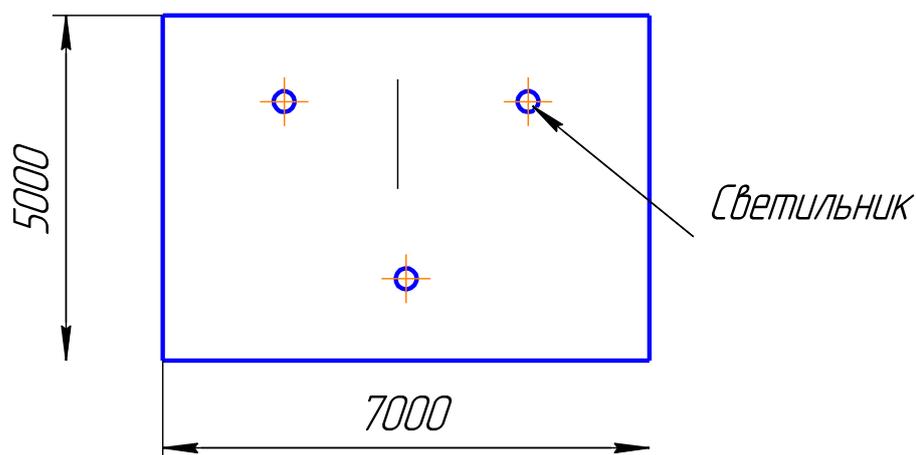


Рисунок 10 – Схема установки светильников

5.2.3 Микроклимат

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

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

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

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.5480-96.

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

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25 м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

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

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.5480-96 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в табл.30.

Таблица 30 – Параметры микроклимата

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

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

50% и более	- 35 Вт/м ²
от 25 до 50%	- 70 Вт/м ²
не более 25%	- 100 Вт/м ²

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

- температура - от 14 С° зимой до 24 С°летом;
- относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха - 0,15м/с;

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

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

5.2.4 Вибрация

Вибрация — это колебание твердых тел или частиц с частотой меньше 20 Гц, которое воспринимается человеком через осязание

Параметры вибрации составных частей оборудования по направлениям не должны превышать значений, приведенных в таблице. В области частот до 10 Гц используется пиковое значение (амплитуда) виброперемещения и (или) средние квадратические значения виброскоростей в октавных полосах частот; в области частот свыше 10 Гц - только средние квадратические значения виброскоростей в октавных полосах частот.

5.2.5 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В соответствии с ГОСТ 12.0.0030-74 повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны относятся к физически опасным и вредным производственным факторам. Наличие в воздухе рабочей зоны различных веществ оказывает, в зависимости от вида веществ и путей их проникновения в организм, различные воздействия на организм (токсическое, раздражающее,

канцерогенное, мутагенное и т.п.), т.е. запыленность и загазованность являются также и химически опасными и вредными факторами.

5.2.6 Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам относятся:

- физические (статические и динамические);
- нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения и др.).

4.2.7 Незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Движущиеся части машин и механизмов представляют опасность травмирования, когда они открыты во время работы. Особенно опасны вращающиеся части машин, имеющие на наружных поверхностях выступы (приводные и передаточные механизмы, вращающиеся приспособления, рабочие органы). При приближении к ним они могут нанести травму вследствие непосредственного удара выступами, а также в результате захвата вращающейся деталью одежды человека. Опасность захвата одежды представляют и гладкие быстро-вращающиеся части машин (валы, винты и др.).

5.2.8 Отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента

При обработке деталей на металлорежущих станках, обрубке изделий после литья, рубке слесарным инструментом, при добыче угля и руды, дроблении различных материалов и в других случаях процесс работы сопровождается отлетанием из зоны соприкосновения рабочего инструмента с обрабатываемым

материалом значительного количества мелких и крупных его частиц, а в некоторых случаях и осколков инструмента.

5.2.9 Электрический ток

Различают два основных вида поражения организма электрическим током: электрические травмы и электрические удары. Часто оба вида поражения сопутствуют друг другу.

Электрические травмы – это чётко выраженные местные нарушения целостности тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Обычно это поверхностные повреждения, то есть поражения кожи, а иногда других мягких тканей, а также связок и костей. Опасность электрических травм и сложность их лечения обуславливаются характером и степенью повреждения тканей, а также реакцией организма на это повреждение.

5.2.10 Повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов

Непосредственное соприкосновение человека с нагретыми частями производственного оборудования, воздействие на его организм пламени, расплавленного металла, горячей жидкости, пара или горячего газа вызывают ожоги, иногда с тяжелым исходом. Такие травмы могут произойти в производственных условиях при неправильной организации работы, нарушении технологического режима, при авариях, а также в случаях, когда к работе допускают лиц, недостаточно обученных правилам безопасности или не снабженных соответствующими средствами защиты.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Во многих случаях наличие вредных факторов способствует проявлению опасных факторов — например, чрезмерная влаж-

ность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах.

Предельно допустимое значение вредного производственного фактора (по ГОСТ 12.0.002-80) — это предельное значение величины вредного производственного фактора, воздействие которого при ежедневной регламентированной продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к снижению работоспособности и заболеванию как в период трудовой деятельности, так и к заболеванию в последующий период жизни, а также не оказывает неблагоприятного влияния на здоровье потомства.

5.3 Охрана окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

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 П-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 в следствие 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.

По приказу от 25.04.2012 «о противопожарном режиме» на участке необходимо иметь:

- огнетушитель порошковый ОП-2(ОУ-2) для 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.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по взрывопожарной опасности. Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

На каждом этаже с численностью более 10 человек вывешиваются планы эвакуации.

На опасных производственных объектах 1, 2, 3 класса опасности разрабатываются планы мероприятий по локализации и ликвидации аварий.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

5.6 Вывод

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда.

Были рассмотрены мероприятия по защите от них, а именно:

1. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

2. Для обеспечения допустимых параметров микроклимата разрабатывается вытяжная вентиляция и тепловая завеса.

3. Действия при пожаре.

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

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

Заключение

В ходе выполнения ВКР был разработан технологический процесс механической обработки детали «Корпус» К500Ю.02.12.001 для мелкосерийного производства на основе реально существующего технологического процесса механической обработки данной детали.

При разработке данного техпроцесса был проведен сравнительный анализ способов получения заготовки литье в песчаные формы и литье в кокиль. Анализ был проведен по технологической себестоимости заготовки:

$$S_1=25789,49 \text{ руб.}, K_{\text{ИМ1}}=0,526.$$

$$S_2=24425,66 \text{ руб.}, K_{\text{ИМ2}}=0,661.$$

При выполнении дипломного проекта технологичность изделия была повышена. Применен более производительный метод получения заготовки, уменьшены припуски на механическую обработку (увеличен $K_{\text{и.м}}$), 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 – 22 операций
- спроектированный ТП – 10 операций

Концентрация операций позволила сократить время на изготовление детали:

$$\text{- базовый ТП} - \sum T_{\text{шт-к}} = 178,62 \text{ мин.}$$

$$\text{- спроектированный} \sum T_{\text{шт-к}} = 144,48 \text{ мин}$$

В конструкторской части спроектировано фрезерное приспособления, которое предназначено для фрезерных операций на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре ФС130МФ3 на операции 030. Спроектированные приспособления обеспечивают необходимую точность установки заготовки.

Предложенный спроектированный технологический процесс отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений

соблений, инструмента, а так же в новом подходе к разработке самого технологического процесса.

Применение оптимального способа получения заготовки, высокопроизводительного металлорежущего оборудования, режущего инструмента и специальных приспособлений позволило снизить себестоимость изготовления по сравнению с базовым технологическим процессом на 3919,2 руб. Ожидаемый экономический эффект составил 1959588,2 руб.

Список используемых источников

1. Краткий справочник технолога-машиностроителя//Балабанов А.Н.– М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
2. ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов».
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
6. Экономическое обоснование дипломных проектов//Гамрат - Курек Л.И.: Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов. 4-ое издание, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985. - 159 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др. // Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
8. Металлорежущие инструменты // Кожевников Д.В., Кирсанов С.В.: Учебник. – Томск: Том. К58 ун-та, 2003. – 392с.
9. Оснастка для станков с ЧПУ // Кузнецов Ю.И. и др.. Справочник 2-ое изд., перераб, и доп.- М.: Машиностроение 1990. - 510 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
11. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для тех-

нического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.

Приложение А
(обязательное)
Нормы времени на операцию

№	Содержание работы	Источник	Время, мин
005	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		0,92
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	0,6
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	3,1
	машинно-вспомогательное время по программе		1,5
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		4,2
010	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на до- полнительные приёмы	Карта 26	26
	6. Штучное время		5,84
	7. Штучно-калькуляционное время		8
	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		12,41
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	2,4
время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	3,1	
машинно-вспомогательное время по программе		1,5	
Коэффициент на вспомогательное время		1,0	
Суммарное вспомогательное время		7	
3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%	

	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26	26
	6. Штучное время		22,13
	7. Штучно-калькуляционное время		24,29
015	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		5,03
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	2,4
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	3,1
	машинно-вспомогательное время по программе		1,5
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		7
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26	26
	6. Штучное время		13,71
	7. Штучно-калькуляционное время		15,88
020	Фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		15,15
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	2,4
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	4,8
	на измерение	Карта 86, поз.72	5,4
	Коэффициент на вспомогательное время		1
	Суммарное вспомогательное время		12,6
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56,	8%

	<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 до начала и сдачи их после окончания обработки</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>поз.18 Карта 56, поз.20</p> <p>Карта 56, поз.21</p>	<p>4%</p> <p>28</p> <p>31,08</p> <p>33,41</p>
025	<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 до начала и сдачи их после окончания обработки</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>3,55</p> <p>2,4</p> <p>2,4</p> <p>1,6</p> <p>1</p> <p>6,4</p> <p>8%</p> <p>4%</p> <p>28</p> <p>11,14</p> <p>13,47</p>
030	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали</p>	<p>Карта 16,</p>	<p>13,56</p> <p>2,4</p>

	время, связанное с переходом на измерение	поз.7, 40 Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72	4,2 4,8
	Коэффициент на вспомогательное время		1
	Суммарное вспомогательное время		11,4
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачи их после окончания обработки	Карта 56, поз.21	28
	6. Штучное время		27,96
	7. Штучно-калькуляционное время		30,29
040	Внутришлифовальная		
	1. Основное время		3,41
	2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	3,1
	время, связанное с переходом на измерение	Карта 56, поз.16 Карта 86, поз.72	0,6 0,8
	Коэффициент на вспомогательное время		1
	Суммарное вспомогательное время		4,5
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	7% 4%
	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 сдачи их после окончания обработки	Карта 56, поз.20 Карта 56, поз.21	24

	6 Штучное время		8,78
	7. Штучно-калькуляционное время		10,78
045	Круглошлифовальная		
	1. Основное время		1,23
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	3,1
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	0,6
	на измерение	Карта 86, поз.72	0,8
	Коэффициент на вспомогательное время		1
	Суммарное вспомогательное время		4,5
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	7%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время:		
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 56, поз.21	24
	6. Штучное время		6,36
	7. Штучно-калькуляционное время		8,36