

Министерство образования и науки 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»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»

Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛАНЦА КС-4372.102.89.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A20С	Омельченко Алексей Николаевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук	.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	С.А. Солодцкий	к.т.н.. доцент		

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	к.т.н., доцент		

Юрга – 2016 г.

Министерство образования и науки 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»**

Направление подготовки 151001 «Технология машиностроения»

Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ А.А. Моховиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20С	Омельченко Алексей Николаевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛАНЦА КС-4372.102.89.001

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№29/С от 29.01.2016г

Срок сдачи студентом выполненной работы:

17.6.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Чертёж детали, годовая программа выпуска 5350 шт.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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).

Разработка технологического процесса изготовления фланца КС-4372.102.89.001 Конструирование станочного фрезерного приспособления. Расчёт себестоимости изготовления детали. Рассмотрение вопросов по обеспечению безопасности в процессе производства детали.

Перечень графического материала

(с точным указанием обязательных чертежей)

ФЮРА.20С304.001 Фланец

ФЮРА.20С304.002 Карта нададки

	ФЮРА.20С304.003СБ Приспособление ФЮРА.20С304.004 Карта нададки ФЮРА.20С304.005 Карта нададки ФЮРА.20С304.006 БЖД
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Д.Н. Нестерук
«Социальная ответственность»	к.т.н., С.А. Солодцкий

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

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	08.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20С	Омельченко Алексей Николаевич		

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 66 страниц, 10 рисунков, 20 таблиц, 1 приложение, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ФЛАНЕЦ, ТОКАРНАЯ, РАДИАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗА, СВЕРЛО, КАЛИБР.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки изделия фланец.

Тема выпускной квалификационной работы "Разработка технологического процесса изготовления изделия фланца 102.89.001 изделия КС-4372".

ВКР содержит следующие главы: введение, технологическая, конструкторская, организационная, экономическая части, а также охрана труда и безопасность жизнедеятельности.

В технологической части изложено описание последовательности технологического процесса, расчетов припусков, расчетов режимов резания и норм времени.

В конструкторской части приведены описания и расчет приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели, а также экономический годовой эффект.

В разделе социальная ответственность освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов.

В графической части изображены чертеж детали совместно с заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок, режущий и мерительный инструмент.

THE ABSTRACT

The graduate work contains 100 pages, 11 figures, 15 tables, 4 appendices, 12 sheets of graphic material.

THE CASE, VERTICALLY MILLING, DRILLING AND MILLING AND BORING, BAZIROVANIE, TEHNOLOGICHESKIY PROTSESS, PRISPOSOBLENIE, FREZA, SVERLO, KALIBR-PROBKA.

The designing purpose is working out the technological process of machining the case of valve of hydraulic prop M138.

The subject of the graduate work is "Project of the technological process of machining case 41.13.111 of M138".

The graduate work contains the following parts: the introduction, the technological, design, organizational, economic parts, and also a labor and life safety part.

In the technological part we describe the sequence of the technological process, calculate the allowances, cutting modes and time norms.

In the design part we describe and calculate appliances, cutting and measuring tools.

In the organizational part we provide calculations of equipment and number of workers.

In the economic part we calculate engineering-and-economical performance, and also annual economic effect.

In the labor and life safety part we consider safety issues at the site and measures of prevention dangerous production factors.

In the graphic part we represent the drawing of the detail together with the workpiece, drawings of appliances, setup sheets, cutting and measuring tools.

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Введение	9
1		Расчеты и аналитика	10
	1.1	Технологическая часть	11
	1.1.1	Служебное назначение изделия	11
	1.1.2	Производственная программа и определение типа производства	11
	1.1.3	Анализ действующего технологического процесса	12
	1.1.4	Отработка конструкции на технологичность	16
	1.1.5	Выбор заготовки и метода её изготовления	17
	1.1.6	Составление технологического маршрута обработки	19
	1.1.7	Выбор технологических баз	20
	1.1.8	Выбор средств технологического оснащения	25
	1.1.9	Расчёт припусков на механическую обработку	28
	1.1.10	Расчет режимов резания	29
	1.2	Разработка конструкции	33
	1.2.1	Обоснование и описание конструкции	33
	1.2.2	Расчет приспособления на точность	33
	1.2.3	Расчёт силы зажима изделия	34
	1.3	Организационное проектирование	36
	1.3.1	Нормирование технологического процесса	36
	1.3.2	Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	39
2		Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	42
	2.1	Расчет объема капитальных вложений	44
	2.1.1	Расчет стоимости технологического оборудования	44
	2.1.2	Расчет стоимости вспомогательного оборудования	45
	2.1.3	Расчет стоимости инструментов, приспособлений	45
	2.1.4	Расчет стоимости эксплуатируемых помещений	45
	2.1.5	Расчет стоимости оборотных средств	45
	2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	46
	2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	46
	2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	47
	2.1.9	Денежные оборотные средства	47
	2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	47
	2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	47
	2.2.2	Расчет заработной платы производственных рабочих	47
	2.2.3	Отчисления на социальные нужды	48

					ФЮРА.20С304.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Омельченко			Разработка технологического процесса изготовления фланца КС-4372.102.89.001	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Бибик				6	65	
Реценз.						ЮТИ ТПУ гр. 3-10А20С		
Н. Контр.		Ласуков						
Утверд.		Моховиков						

2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	48
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	49
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы	50
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	50
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления	51
2.2.9	Заработная плата вспомогательных рабочих	51
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	52
2.2.11	Прочие расходы	52
2.3	Экономическое обоснование технического проекта	52
3	Социальная ответственность	54
3.1	Характеристика объекта исследования	55
3.2	Выявление и анализ вредных и опасных факторов	55
3.3	Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	56
3.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего мест	57
3.5	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	58
3.6	Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	59
3.7	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	60
3.8	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	61
	Заключение	62
	Список используемых источников	63
	Приложение А Спецификация на сборочный чертёж приспособления ФЮРА.10А304.003СБ	
	Диск CD-R	В конверте на обороте обложки
	ФЮРА.10А304.001 Фланец	Файл Фланец.cdw
	ФЮРА.10А304.002 Карта наладки	Файл Наладка1.cdw
	ФЮРА.10А304.003 Приспособление сверлильное	Файл приспособление1.cdw
	ФЮРА.10А304.004 Карта наладки	Файл Наладка2.cdw
	ФЮРА.10А304.005 Карта наладки	Файл Наладка3.cdw
	ФЮРА.10А304.006 Карта наладки	Файл Наладка4.cdw
	ФЮРА.10А304.007 Социальная ответственность	Файл БЖД.cdw

Графический материал
стах

На отдельных ли-

ФЮРА.10А304.001 Фланец

ФЮРА.10А304.002 Карта наладки

ФЮРА.10А304.003 Приспособление сверлильное

ФЮРА.10А304.004 Карта наладки

ФЮРА.10А304.005 Карта наладки

ФЮРА.10А304.006 Карта наладки

ФЮРА.10А304.007 Социальная ответственность

					ФЮРА.20С304.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовой технологии ее изготовления. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Основное направление в развитии технического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Целью, данной квалификационной работы является, разработка технологического процесса изготовления корпуса модуля сопряжения.

При изготовлении корпуса будет использоваться современное высокопроизводительное оборудование и инструмент, специальное приспособление.

В соответствии с поставленной целью в процессе разработки технологического процесса выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
- овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
- приобретение опыта анализа существующего технологического процесса;
- приобретение опыта в конструировании приспособлений;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;
- развития навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 3-10А20С

А.Н. Омельченко

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент кафедры ТМС

В.Л. Бирик

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Изделие Фланец входит в состав крана самоходного короткобазового КС-4372 на короткобазовом шасси грузоподъемностью 20 тонн.

Деталь “Фланец” КС-4372.102.89.001 является элементом сборки “Венец” КС-4372.102.29.00, в который в дальнейшем устанавливаются: зубчатый венец, кольца, планка.

К основным поверхностям детали относятся: зубья, на которые в дальнейшем одевается венец зубчатый; шлицевое отверстие, в которое устанавливается вал; поверхность диаметром 160f7, на которую устанавливается стакан.

Корпус изготавливается из стали 35ГЛ ГОСТ 977-88. Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические свойства стали представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35ГЛ ГОСТ 977-88

Химический состав, %								
C	Si	Mn	Cr, не более	S, не более	P, не более	Cu, не более	Ni, не более	Fe
0,3-0,4	0,2-0,4	1,2-1,6	0,3	0,04	0,04	0,3	0,3	96

Таблица 1.2 – Механические свойства отливок ГОСТ 977-88

Механические свойства отливок ГОСТ 977-88-88							
Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_a	δ_5	ψ	КСИ, кДж/м ²	НВ
		МПа		%			
Нормализация, отпуск	100	300	550	12	20	30	202-207

Технологические свойства:

- свариваемость – ограниченно свариваемая;
- коэффициент обрабатываемости резанием инструментом из быстрорежущей стали $K_V = 0,55$ и твердосплавным инструментом $K_V = 0,75$;
- склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием на курсовой проект количество обрабатываемых в год деталей равно 5350 штук.

Полученные значения сведены в таблицы 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Фланец	КС-4372.102.89.001	5350	0,0108	57,78

Таблица 1.4 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
КС-4372.102.89.001	Фланец	Сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88	1	7	5000	350	5350	0,0108	57,78

В соответствии с назначаем среднесерийный тип производства, т.к. $N_{\text{изд}}$ от 5000 до 10000 шт.

В этой части курсового проекта тип производства определён приближённо, используя. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, принимаем $a = 6$;

F – число рабочих дней в году, для 2016-го года $F = 247$.

$$n = \frac{5350 \cdot 6}{247} = 130 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления фланца КС-4372.102.89.001 – единичный, пооперационный разработан для мелкосерийного производства, способ получения заготовки – отливка.

Данный способ экономически оправдан в условиях мелкосерийного производства. Конструкция, назначение детали метод ее получения и точность позволяет исключить обработку наружных поверхностей, кроме базовых плоскостей.

Технологический маршрут обработки фланца КС-4372.102.29.001 имеет следующий вид:

- 005 Фрезерная. Вертикально-фрезерный станок с крестовым столом с ЧПУ модели 65А60Ф1;

- 007 Токарная. Токарно-винторезный станок модели 1М63МФ101;

- 010 Токарная. Токарно-винторезный станок модели 1М63МФ101;

- 015 Токарная. Токарно-винторезный станок модели 1740РФ3;

- 020 Токарная. Токарно-винторезный станок модели 1740РФ3;
- 025 Токарная. Токарно-винторезный станок модели 1740РФ3;
- 030 Зубодолбежная. Зубодолбежный полуавтомат модели 5М150;
- 033 Контрольная;
- 035 Зубофрезерная. Зубофрезерный полуавтомат модели ЕЗС.351.31;
- 040 Сверлильная. Радиально-сверлильный станок модели 2А554;
- 045 Резьбонарезная. Резьбонарезной станок модели РН-24;
- 050 Шлифовальная. Кругло-шлифовальный станок модели UFE 630-3000;
- 055 Слесарная;
- 060 Контрольная.

Составим таблицу 1.5 в которой распишем по операциям применяемый инструмент и приспособления в действующем технологическом процессе.

Таблица 1.5 – Инструменты и приспособления

№ операция	Приспособление	Режущий инструмент	Вспомогательный инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
005	313-2178	Фреза Т5К10 СТП 1451-79	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85	ШГ 160 ГОСТ 162-80.
007	Грибок 307-1704. Грибок 307-1705. Центр Б-5-У ГОСТ 8742-75	Резец Т15К6 2103-0059 ГОСТ 18879-73	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85	ШЦ-П-400-0,1 ГОСТ 166-80
010	Патрон при станке	Резец Т15К6 2102-0059 ГОСТ 18877-73. Резец Т15К6 2103-0059	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85	ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80. Штангенглубиномер ШГ 160 ГОСТ 162-80
015	Патрон приспособление. Кулочки СТП 2113-84	Резец 32×20 СТП 1179-81. Резец 32×25 лев. СТП 1180-81. Резец 003-1761. Пластина Т15К6 922.2006-4009 СТП 1178-81	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85. Блок 201-948, 200-215	ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-80. ШГ 160 ГОСТ 162-80. Шаблон 5 СТП 4340-75
020	Патрон	Резец 32×25 лев. СТП 1182-81. Резец 32×25 лев. СТП 1180-81. Резец 002-3862. Пластина Т15К6 922.2006-4009	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85. Блок 200-215	ШЦ-0-125-0,1 ГОСТ 166-80. ШЦ-0-160-0,05 ГОСТ 166-80

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5
		СТП 1178-81;		
025	Патрон	Резец 32×20 СТП 1129-81. Резец 32×25 лев. СТП 1182. Резец 32×25 СТП 1182. Резец 003-1761. Пластина Т15К6 922.2006-4009 СТП 1178-81. Резец 32×25 лев. СТП 1180	Тара 505-177. Очки О ГОСТ12.4.013- 85. Блок 200- 215. Блок 201- 948	Скоба 15h13 СТП-105-6154. ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-80. ШЦ-0-160-0,05 ГОСТ 166-80. Скоба 368 е8 СТП-105-6154
030	331-667	Долбяк 073-77	Тара 505-177	Калибр 126- 1416. Штих- масс ПР 126- 1415. Штих- масс НЕ 126- 1417. Пластина 130А3 ПР 101- 1458.
033			Тара 505-177	Прибор 386- 630. Штатив ШМ-ШН-8 ГОСТ 10197- 70. Индикатор ИЧ05 кл0 ГОСТ 577-68. Оправка 300- 1447
035	330-1036	Фреза 071-138	Тара 505-177. Очки О ГОСТ12.4.013- 85. Ролик m5 162- 994. Оправка 32 СТП 2332- 82	Индикатор ИЧ05 кл0 ГОСТ 577-68. Скоба СТП 104-1. Скоба СТП 126-2
040	Кондуктор 220- 8310. Пневмо- цилиндр 318-27	Сверло 8,5 2301- 0020 ГОСТ 10903-77. Зенковка 2353- 0134 ГОСТ 14953-80	Патрон 6251- 0191 ГОСТ 14077- 83. Втулка 6120-0363 ГОСТ 13409- 83. Втулка 4/2	Пробка М10- 7Н СТП 4307-82

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5
			6100-0204 ГОСТ 13598-85. Втулка 2/1 6100-0201 ГОСТ 13598-85. Тара 505-176. Очки О	
045	Пневмоцилиндр 318-27. Патрон 10 СТП 2048-85	Метчик М10-7Н 2620-14333 ГОСТ 3266-81	Тара 505-176. Очки О ГОСТ 12.4.013-85	Пробка ПР 8221-0044.7Н ГОСТ 17756-72. Пробка НЕ 8221-1044.7Н ГОСТ 17757-72
050	Оправка 300-1447	Круг ПП 750×100×305 33А 25 СМ1 6 К ГОСТ 2424-83	Центр А-1-6-У ГОСТ 8742-75. Центр 7032-0043 Морзе 6 ГОСТ 13214-79	Скоба 150 f7 СТП 4316-84. Шаблон 62 Н14 СТП 4332-75
055		Напильник 2822-0135 ГОСТ 1465-80. Клеймо 5 090-1430 ГОСТ 25726-83. Клеймо 5 7858-0144 ГОСТ 25726-83	Тара 505-176. Очки О ГОСТ 12.4.013-85. Молоток 0,5 7850-0103 ГОСТ 2310-77	

В базовом технологическом процессе для обработки применяются как универсальные станки, так и станки с ЧПУ, универсальные и специальные приспособления. Широко применяется стандартный режущий инструмент: фрезы, сверла, а также и специальный режущий инструмент. В качестве мерительного инструмента используются стандартный и специальный инструмент.

По ходу технологического процесса механической обработки, деталь базируется на черновые базы – необработанные плоскости. Далее обрабатываются базовые плоскости. Способ базирования при обработке точных поверхностей - на плоскости.

На основании анализа базового технологического процесса можно сделать следующий вывод:

- не применяется принцип концентрации операций и переходов, корпус обрабатывается на большом количестве операций с большим количеством переустановок;

- имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления, т.к. при обработке применяются универсальные станки, используется низкопроизводительный режущий инструмент, большое количество стандартного мерительного инструмента.

При разработке курсовой работы необходимо использовать, по возможности, более современные станки, либо станки с ЧПУ, что позволит повысить точность и качество поверхности.

Возможно применение более прогрессивных конструкций режущих инструментов и инструментальных материалов.

1.1.4 Отработка конструкции на технологичность

Чертеж содержит все необходимые виды детали, а также разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Технические требования на чертеже полностью обоснованы. Точность размеров форм, шероховатость, взаимное расположение поверхностей достижимы в условиях реального производства и достигаются некоторым количеством последовательных операций с использованием стандартного и специального режущего инструментов и высокопроизводительного оборудования.

К положительным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- рассматриваемая деталь относится к классу деталей тел вращения. В качестве заготовки принята отливка. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;

- все поверхности доступны для механической обработки;

- большинство обрабатываемых поверхностей являются простыми цилиндрическими или линейными поверхностями, что обеспечивает простоту доступа при их обработке;

- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий в конструкции детали на станках с ЧПУ;

- точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей соответствуют функциональному назначению детали;

- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента;

- деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- отсутствуют явные удобные базы для обработки, а присутствующие базовые поверхности отличаются недостаточными размерами.

Проведя качественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку. Правильный выбор способа получения заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

имости.

Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – отливка, т. к. деталь тонкостенная и сложной формы. Различают литьё в песчано-глинистые формы с ручной и машинной формовкой, литьё в кокиль, литьё по выплавляемым моделям, центробежное литьё и др.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьём под давлением в металлические формы, во втором случае— по выплавляемым моделям.

Используя рекомендации [1] и ГОСТ Р 53464-2009 проектируем заготовку.

1.1.5.1 Литьё под давлением в металлические формы.

Материал – Сталь 35ГЛКТ ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 8.

Степень коробления элементов отливок – 7.

Степень точности поверхности – 9.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 12,5.

Класс точности отливки по массе – 8 (не более 10% от номинальной массы).

Ряд припусков – 5.

Масса детали – 10,8 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.6, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.6 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø130	2,9	Ø124	±1,6
Ø160f7	3,2	Ø166	±1,8
Ø368h12	4,3	Ø377	±2,0
62H14	2,7	65	±1,2
105±0,5	2,9	110	±1,6

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 11, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса заготовки равна 13,6 кг.

Определяем коэффициент использования металла:

$$K_{\text{им}} = \frac{G}{G_3}, \quad (1.2)$$

где G_d – масса детали, кг;

G_3 – масса заготовки, кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{10,8}{13,6} = 0,79.$$

1.1.5.2 Литье по выплавляемым моделям.

Материал – Сталь 35ГКЛ ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 10.

Степень коробления элементов отливок – 9.

Степень точности поверхности – 11.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 20.

Класс точности отливки по массе – 10 (не более 10% от номинальной массы).

Ряд припусков – 6.

Масса детали – 10,8 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.7, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.7 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø130	5	Ø120	±3,2
Ø160f7	5,6	Ø171	±3,6
Ø368h12	5,6	Ø379	±4,0
62H14	4,8	67	±2,4
105±0,5	5	115	±3,2

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 10, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса заготовки равна 16,1 кг.

Определяем коэффициент использования металла по формуле (1.2):

$$K_{\text{им}} = \frac{10,8}{16,1} = 0,67.$$

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_{\text{г}} = \frac{G_{\text{д}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}} \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.3)$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$C_{\text{заг}}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

$C_{\text{с}}$ – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для поковки из стали Сталь 35ГЛКТ составляет:

$$C_{\text{заг}} = 31,84 \text{ руб/кг.}$$

В ценах 1991 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного

килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 11, получаем:

$$C_c = 5,445 \text{ руб/кг.}$$

При литье под давлением в металлические формы:

$$S_{T1} = \frac{10,8}{0,79} \cdot [31,84 + 5,445(1 - 0,79)] = 450,91 \text{ руб.}$$

При литье по выплавляемым моделям:

$$S_{T1} = \frac{10,8}{0,67} \cdot [31,84 + 5,445(1 - 0,67)] = 542,2 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость литья под давлением меньше чем при литье по выплавляемым моделям. Учитывая этот фактор, в качестве способа получения заготовки выбираем литьё под давлением в металлические формы.

1.1.6 Составление технологического маршрута обработки

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технологический маршрут механической обработки детали

Операция	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005 Консольно-фрезерная с ЧПУ	1. Фрезеровать торец в размер 108±1 мм. 2. Фрезеровать поверхность диаметром 162Н14мм, на длину 10±1 мм.	Консольно-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3
010 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки	верстак, электрическая машинка
015 Токарная с ЧПУ	1. Подрезать торец в размер 106±0,5. 2. Точить поверхность Ø368h12(-0,57) мм на проход. 3. Точить фаску Ø340±1, угол 45°.	Токарный станок с ЧПУ SK40P
020 Токарная с ЧПУ	1. Подрезать торец в размер 105±0,5; 2. Подрезать торец в размер 15 _{-0,27} мм; 3. Точить поверхность предварительно Ø161h12 мм, длиной 62Н14 мм; 4. Точить поверхность окончательно Ø160h10 мм, длиной 62Н14 мм, с получением фаски 2х45°; 5. Точить канавку Ø159h14 мм, шириной 8 мм; 6. Расточить отверстие Ø130Н11 мм на проход с получением фаски 3±0,5, 60°.	Токарный станок с ЧПУ SK40P
025 Радиально-сверлильная	1 Центровать 3 отверстия. 2. Сверлить 3 отверстия Ø8,5Н13 на проход; 3. Нарезать резьбу в трех отверстиях М10-7Н.	Радиально-сверлильный станок 2А55

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3
030 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки	верстак, электрическая машинка
035 Горизонтально-протяжная	Протянуть шлицы 130x3,5x11Н.	Горизонтально-протяжной станок 7Б55
040 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки	верстак, электрическая машинка
045 Шлифовальная	1. Шлифовать поверхность предварительно $\varnothing 160h8$ мм. 2. Шлифовать поверхность окончательно $\varnothing 160f7$ мм.	Круглошлифовальный станок 3М151
050 Зубофрезерная	Фрезеровать зубья $m=5, z=72$.	Зубофрезерный станок 5К324
055 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	верстак, электрическая машинка
060 Контрольная	Проверить детали согласно требованиям чертежа, техпроцесса и маршрутной карты.	плита контрольная

1.1.7 Выбор технологических баз

005 Консольно фрезерная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и отверстию. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

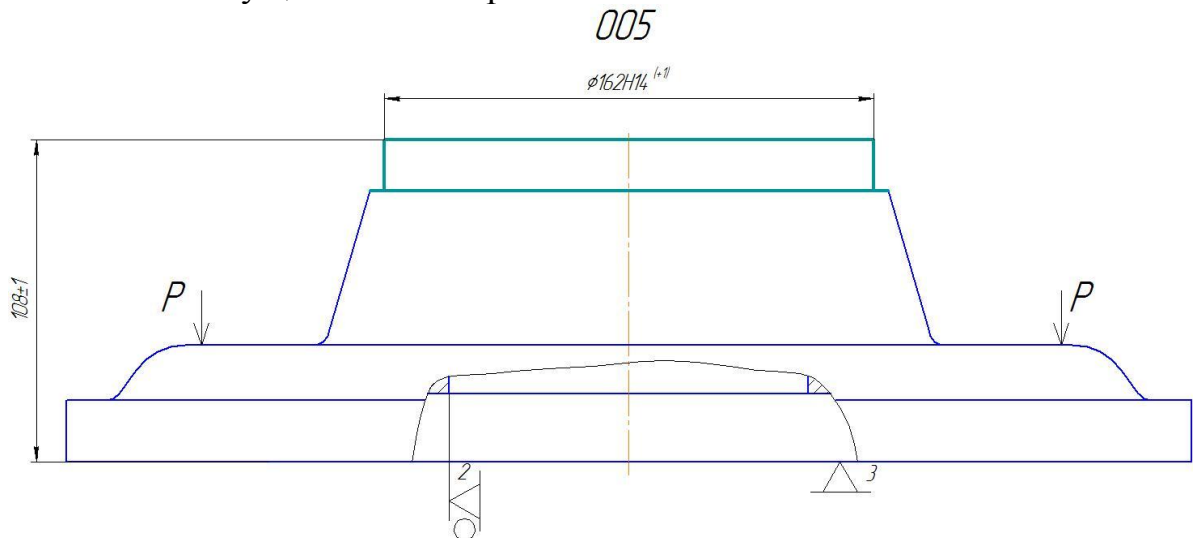


Рисунок 1.1 Схема установки для 005 операции

Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

015 Токарная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по наружному диаметру и плоскости, заготовка устанавливается в трёхкулачковый патрон с упором в торец. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется патроном.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

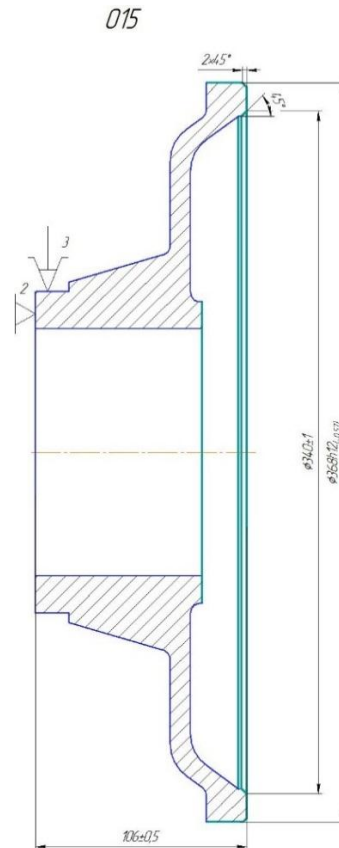


Рисунок 1.2 Схема установки для 015 операции

020 Токарная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по наружному диаметру и плоскости, заготовка устанавливается в трёхкулачковый патрон с упором в торец. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется патроном.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают, а также обрабатываются за один установ.

020

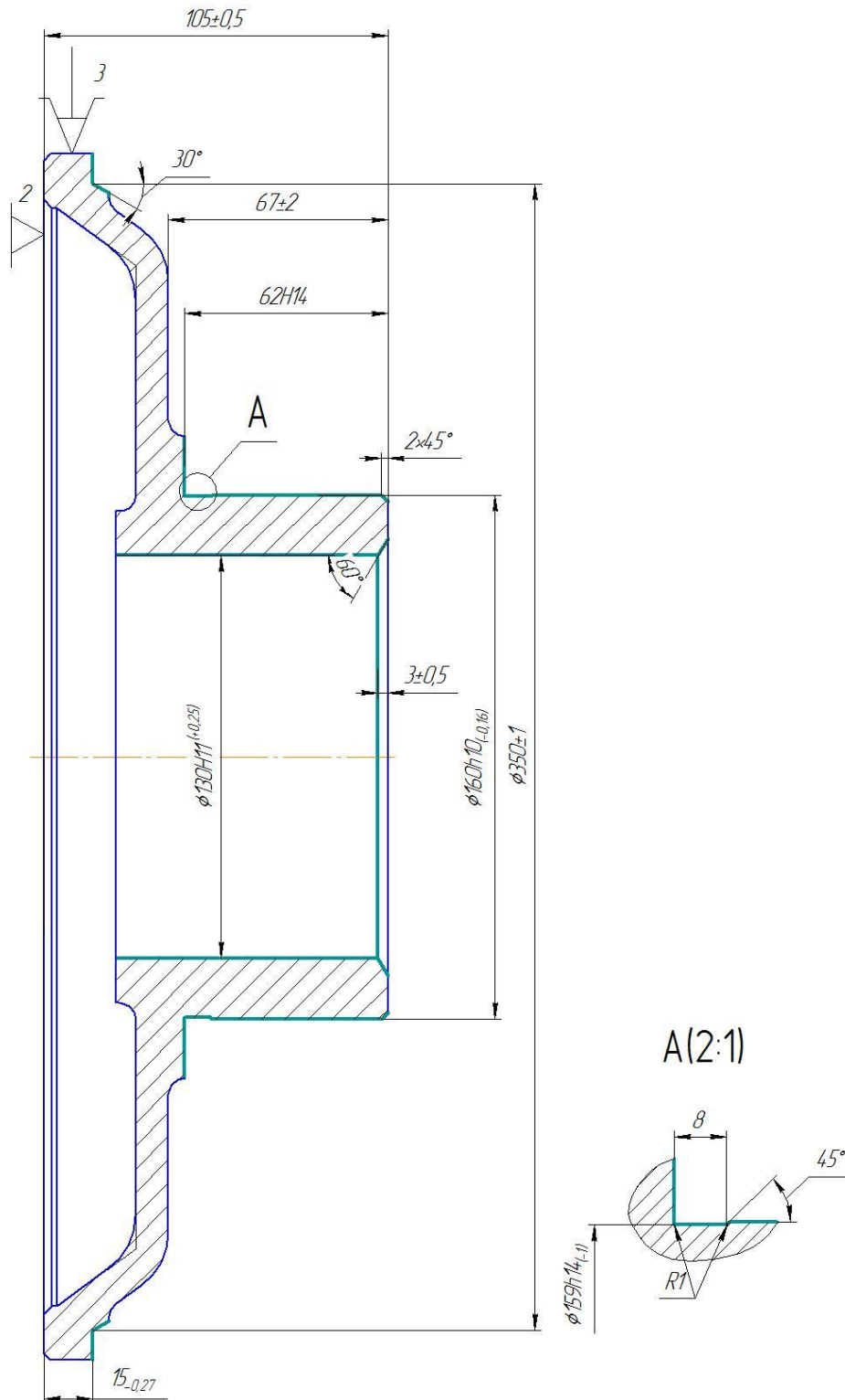


Рисунок 1.3 Схема установки для 020 операции

025 Радиально-сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и наружной поверхности, заготовка устанавливается на пластины и закрепляется двумя одновременно сходящимися призмами. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования на все размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

025

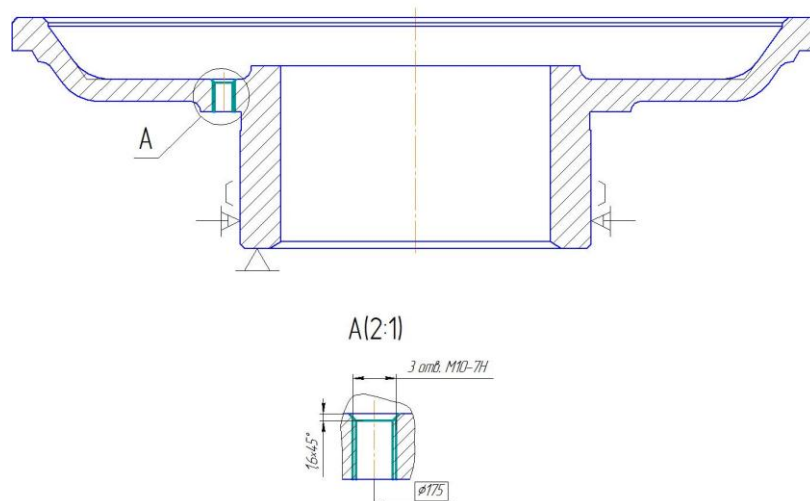


Рисунок 1.4 Схема установки для 025 операции

035 Горизонтально-протяжная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и по наружной цилиндрической поверхности. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$.

035

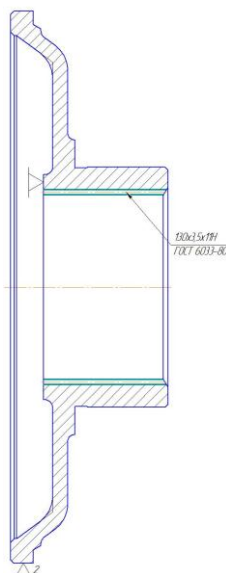


Рисунок 1.5 Схема установки для 035 операции

045 Шлифовальная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и отверстию. Эта схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$.

045

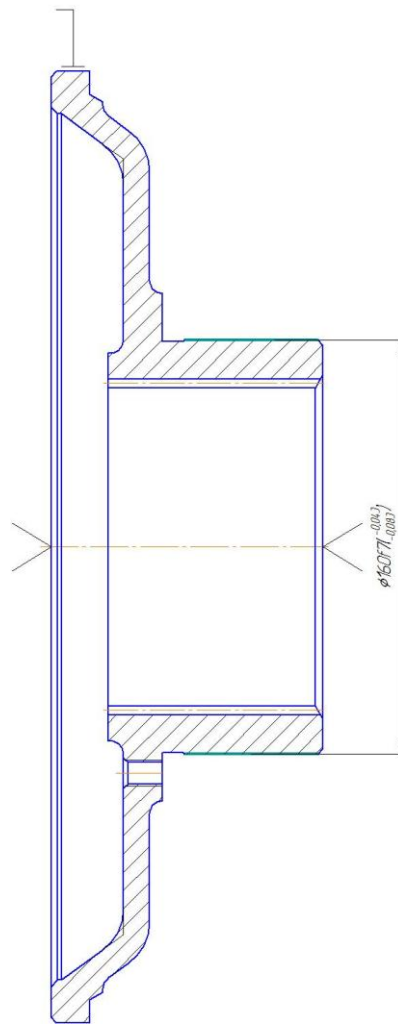


Рисунок 1.6 Схема установки для 045 операции

050 Зубофрезерная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и наружной поверхности, заготовка устанавливается на пластины и закрепляется двумя одновременно сходящимися призмами. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования на все размеры равна 0.

050

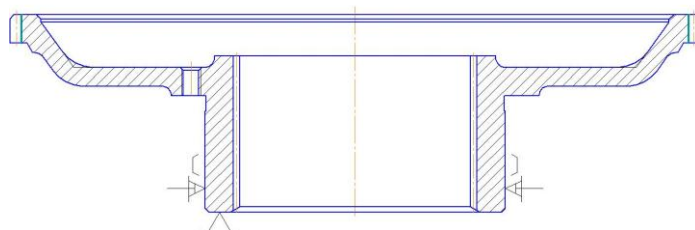


Рисунок 1.7 Схема установки для 050 операции

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

1.1.8.1 Выбор оборудования

Выбор станков для проектируемого технологического процесса произво-

дится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метод обработки поверхности или сочетание поверхностей, точность и шероховатость поверхностей, припуск на обработку; режущий инструмент, такт выпуска и тип производства.

Для операций 005 выбираем вертикальный консольно-фрезерный станок модели 6P13PФ3. Предназначен для многоинструментальной, многопереходной обработки корпусных деталей из конструкционных материалов от лёгких сплавов до высокопрочных сталей

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Технические характеристики станка 6P13PФ3

Параметр	Значение
Размеры рабочей поверхности стола (длина×ширина), мм	1600×400
Наибольшее перемещение стола, мм:	
- продольное X,	1000
- поперечное Y,	400
-вертикальное Z,	430
Наибольшее перемещение ползуна, мм:	
- координата Z,	260
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30...500
Расстояние от оси шпинделя до направляющих станины, мм	460
Наибольшая масса обрабатываемой детали и приспособления устанавливаемых на столе станка, кг	не более 630
Максимальный диаметр инструмента, мм:	
- торцевой фрезы	200
Количество частот вращения шпинделя	18
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	40-2000
Пределы рабочих подач, мм/мин	3-4800
Угол поворота шпиндельной головки, град	45
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	7,5
Масса, кг	4300

Для операции 015 и 020 выбираем токарный станок с ЧПУ модели SK40P. Технические характеристики станка представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Технические характеристики станка SK40P

Параметр	Значение
1	2
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	400
Наибольшая длина точения, мм	750
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	21-1620
Мощность главного двигателя, кВт	7,5
Количество позиций револьверной головки	6
Габариты, мм	2250x1370x1690

Продолжение таблицы 1.10

1	2
Масса, кг	2050

Для операции 025 выбираем радиально-сверлильный станок 2А55. Предназначен для сверления, зенкования, зенкерования, развёртывания отверстий, для подрезания торцов изделий и нарезания резьбы метчиками.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технические характеристики станка 2А55

Параметр	Значение
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	50
Расстояние от оси шпинделя до направляющей колонны (вылет шпинделя), мм	25
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	1050
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	47...1500
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне (установочное), мм	680
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя (ход шпинделя), мм	350
Угол поворота рукава вокруг колонны, град	360
Размер поверхности плиты (ширина длина), мм	968x2430
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	30...1900
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/об	0,05...2,2 4,5
Электродвигатель привода главного движения, кВт	2625x968x3265
Габариты станка (длина ширина высота), мм	4100
Масса станка, кг	

Для операции 035 выбираем горизонтально-протяжной станок 7Б55.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технические характеристики станка 7Б55

Параметр	Значение
1	2
Номинальное тяговое усилие, тс	10
Наибольшая длина хода рабочих салазков, мм	1250
Расстояние от станины до оси отверстия под планшайбу, мм	250
Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм	600
Размеры рабочей поверхности опорной плиты станка, мм	450x450
Наибольшая скорость рабочего хода, м/мин	11,5
Мощность, кВт	18,5
Габаритные размеры, мм:	

Продолжение таблицы 1.12

1	2
- длина	6340
- ширина	2090
- высота	1910
Масса, кг	5200

Для операции 045 выбираем круглошлифовальный станок модели 3М151. Технические характеристики станка представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Технические характеристики станка 3М151

Параметр	Значение
Максимальный диаметр шлифования, мм	200
Наибольшая длина шлифования, мм	700
Максимальный вес заготовки, кг	55
Размеры шлифовального круга, мм	ПП600 80x305
Частота вращения шлифовального круга, об/мин	1590
Частот вращения шпиндельной бабки, об/мин	50-500
Мощность двигателя шлифовального круга, кВт	10
Габаритные размеры, мм:	
- длина	4605
- ширина	2450
- высота	2170
Масса станка, кг	5600

Для операции 050 выбираем зубофрезерный станок 5К32. Технические характеристики станка представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Технические характеристики станка 5К32

Параметр	Значение
Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм	8
Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°), мм	500
Наибольшая длина венца нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°), мм	300
Диаметр стола, мм	500
Пределы оборотов фрезы, об/мин	5-310
Число ступеней оборотов фрезы	9
Габариты станка, мм	2500x1440x2000
Масса станка, кг	6400

1.1.8.2 Выбор технологической оснастки

Выбор оснастки и инструментов для проектируемого технологического процесса также производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метода обработки поверхности или сочетания поверхностей, точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

Приспособления и инструменты представлены в таблице 1.15

Таблица 1.15 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Оснастка
1	2
005	Фреза 490-125Q40-14М фирмы Sandvik Coromant; Фреза R390-200Q60-18L фирмы Sandvik Coromant; Калибр-скоба 8113-0251 ГОСТ 18360-93; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80.
015	Трёхкулачковый патрон; Пластина DPMT 07 02 02-PF фирмы SandvikCoromant; Державка C8-DCLNR/L-55080-25 фирмы SandvikCoromant; Пластина DPMT 08 03 04-PF фирмы SandvikCoromant; Державка C10-DCLNR/L-55070-25 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Калибр-скоба 8113-0208 ГОСТ 18360-93; Калибр-пробка 8140-0014 ГОСТ 14820-69; Шаблон для измерения фасок.
020	Трёхкулачковый патрон; Пластина DPMT 07 02 02-PF фирмы SandvikCoromant; Державка C8-DCLNR/L-55080-25 фирмы SandvikCoromant; Пластина DPMT 08 03 04-PF фирмы SandvikCoromant; Державка C10-DCLNR/L-55070-25 фирмы SandvikCoromant; Резец канавочный специальный; Калибр-пробка 8133-0933 ГОСТ 14810-69; Шаблон для измерения фасок; Шаблон канавочный специальный; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Калибр-скоба 8113-0249 ГОСТ 18360-93
025	Сверло центровочное; Сверло 860.1-0850-019A1-PM фирмы Sandvik Coromant; Метчик EP09RM10 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон фасочный специальный; Пробка М 10 ПР ГОСТ 24997-81; Пробка М 10 НЕ ГОСТ 24997-81.
035	Патрон протяжной; Протяжка специальная; Пробка Ч126 Ч130 ГОСТ 24960-81.
045	Центр жёсткий; Круг 1-500x70x305 14A F36 P F 5 В 63м/с 2 ГОСТ 2424; Калибр-скоба 8113-0133 ГОСТ 18360-93.
050	Приспособление специальное; Фреза 2523-0041 В ГОСТ 15127-83; Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1 ГОСТ 166-80; Штангензубомер ШЗН-40 ГОСТ 163-41.

1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку

Расчёт припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт для двух размеров проводится расчётно-аналитическим методом. Расчётной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск):

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.4)$$

где R_z – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h – глубина дефектного поверхностного слоя;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2$ – суммарные отклонения от расположения поверхностей на пред-

шествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки.

В таблице 1.16 приведен расчёт припусков на обработку поверхности диаметром 160f7 мм.

Таблица 1.16 – Расчёт припусков на обработку поверхности диаметром 160f7 мм

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{\min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	R_z	h	Δ_{Σ}	ε				min	max	Z_{\max}	Z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка $\pm 1,8$	320	350	2,66	-	—	163,077	3,6	163,1	166,7	—	—
Точение черновое h_{12}	50	50	0,16	120	2×1580	160,317	0,4	160,3	160,7	6000	2800
Точение чистовое h_{10}	25	25	0,006	0	2×200	160,117	0,16	160,12	160,28	420	180

Продолжение таблицы 1.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Шлифование предварительное h8	10	20	0	0	2×100	160,037	0,063	160,037	160,1	180	83
Шлифование чистовое f7	5	15	0	0	2×60	159,917	0,03	159,92	159,95	150	117

Общие припуски $Z_{\text{omin}} = 3180$ мкм, $Z_{\text{omax}} = 6750$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{\text{omax}} - Z_{\text{omin}} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}}, \quad (1.5)$$

где $Z_{\text{omin}}, Z_{\text{omax}}$ – минимальный и максимальный общие припуски;

$Td_{\text{заг}}, Td_{\text{дет}}$ – допуски заготовки и детали.

$$Z_{\text{omax}} - Z_{\text{omin}} = 6750 - 3180 = 3570 \text{ мкм};$$

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 3600 - 30 = 3570 \text{ мкм}.$$

1.1.10 Расчет режимов резания

Центровать 3 отв.

Глубина резания $t = 0,5 \cdot 3 = 1,5$ мм.

Подача $S = 0,1$ мм/об,

Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,73 = 23,1 \text{ м/мин}.$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 23,1}{3,14 \cdot 3} = 2452,2 \text{ об/мин}.$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 2000$ об/мин.

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 2000}{1000} = 18,84 \text{ м/мин}.$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,77 = 0,44 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,17^{0,7} \cdot 0,77 = 1211,7 \text{ Н}.$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{0,44 \cdot 2000}{9750} = 0,09 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

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

$$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт.}$$

$0,09 < 6$ Условие выполняется.

Основное время:

$$T_o = \frac{l + l_{вр} + l_{пер}}{n \cdot S} \cdot i \cdot n, \quad (1.6)$$

где n – количество обрабатываемых отверстий, $n=6$.

$$l=2 \text{ мм, } l_{пер}=0 \text{ мм, } l_{вр}=4, i=1.$$

$$T_o = \frac{2+4}{2000 \cdot 0,1} \cdot 1 \cdot 6 = 0,18 \text{ мин.}$$

Расчёт остальных режимов резания ведём при помощи онлайн программы SandvikCoromant. [15]

Таблица 1.17 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции
1	2
005	<p>Фрезеровать торец в размер 108 ± 1 мм Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=250$ мм/мин Скорость резания $V=125$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=200$ об/мин Сила резания $P_z=2547$ Н Крутящий момент $M_{кр}=170$ Н·м Мощность резания $N=4,3$ кВт Основное время $T_o=0,57$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность диаметром 162 ± 14 мм, на длину 10 ± 1 мм Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=500$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=1181$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,7$ Н·м Мощность резания $N=0,2$ кВт Основное время $T_o=1$ мин</p>
015	<p>Подрезать торец в размер $106 \pm 0,5$ Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=0,3$ мм/об Скорость резания $V=90$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=76$ об/мин Сила резания $P_z=1300$ Н Мощность резания $N=2$ кВт Основное время $T_o=0,98$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2
	<p>Точить поверхность $\varnothing 368h12_{(-0,57)}$ мм на проход. Глубина резания $t=4,5$ мм Подача $S=0,15$ мм/об Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=86$ об/мин Сила резания $P_z=1739,7$ Н Мощность резания $N=3,4$ кВт Основное время $T_o=1,54$ мин</p> <p>Точить фаску $\varnothing 340\pm 1$, угол 45° Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,3$ мм/об Скорость резания $V=80$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=75$ об/мин Сила резания $P_z=630$ Н Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p>
020	<p>Подрезать торец в размер $105\pm 0,5$ Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,3$ мм/об Скорость резания $V=103$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=205$ об/мин Сила резания $P_z=606,8$ Н Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,33$ мин</p> <p>Подрезать торец в размер $15_{-0,27}$ мм Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=0,3$ мм/об Скорость резания $V=84$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=73$ об/мин Сила резания $P_z=1251,3$ Н Мощность резания $N=2$ кВт Основное время $T_o=0,42$ мин</p> <p>Точить поверхность предварительно $\varnothing 161h12$ мм, длиной 62H14 мм Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/об Скорость резания $V=80$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=158$ об/мин Сила резания $P_z=1575,6$ Н Мощность резания $N=2,5$ кВт Основное время $T_o=1,31$ мин</p> <p>Точить поверхность окончательно $\varnothing 160h10$ мм, длиной 62H14 мм, с</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2
	<p>получением фаски $2 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=0.5$ мм Подача $S=0,15$ мм/об Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=199$ об/мин Сила резания $P_z=181,2$ Н Мощность резания $N=0.4$ кВт Основное время $T_o=2,08$ мин</p> <p>Точить канавку $\varnothing 159h14$ мм, шириной 8 мм Глубина резания $t=8$ мм Подача $S=0,2$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=150$ об/мин Сила резания $P_z=2809$ Н Мощность резания $N=5,3$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p> <p>Расточить отверстие $\varnothing 130H11$ мм на проход с получением фаски $3 \pm 0,5, 60^\circ$ Глубина резания $t=3$ мм Подача $S=0,25$ мм/об Скорость резания $V=85$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=208$ об/мин Сила резания $P_z=1634,1$ Н Мощность резания $N=2,8$ кВт Основное время $T_o=1,6$ мин</p>
025	<p>Центровать 3 отверстия Глубина резания $t=5$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=1249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,4$ Н·м Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Сверлить 3 отверстия $\varnothing 8,5H13$ на проход Глубина резания $t=4,25$ мм Подача $S=0,15$ мм/об Скорость резания $V=51$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1900$ об/мин Сила резания $P=922$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=0,8$ кВт</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2
	<p>Основное время $T_0=0,15$ мин</p> <p>Нарезать резьбу в трех отверстиях М10-7Н</p> <p>Скорость резания $V=6$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=235$ об/мин</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м</p> <p>Мощность резания $N=1,9$ кВт</p> <p>Основное время $T_0=0,6$ мин</p>
035	<p>Протянуть шлицы 130x3,5x11Н.</p> <p>Подача $S=0,1$ мм/зуб</p> <p>Скорость резания $V=5$ м/мин</p> <p>Сила резания $P=273$ Н</p> <p>Основное время $T_0=0,36$ мин</p>
045	<p>Шлифовать поверхность предварительно $\varnothing 160h8$ мм</p> <p>Скорость круга $V_k=30$ м/с</p> <p>Скорость заготовки $V_z=12$ м/с</p> <p>Радиальная подача $S=0,0025$ мм/об</p> <p>Мощность резания $N=1,13$ кВт</p> <p>Основное время $T_0=1,36$ мин</p> <p>Шлифовать поверхность окончательно $\varnothing 160f7$ мм.</p> <p>Скорость круга $V_k=30$ м/с</p> <p>Скорость заготовки $V_z=15$ м/с</p> <p>Радиальная подача $S=0,001$ мм/об</p> <p>Мощность резания $N=1,13$ кВт</p> <p>Основное время $T_0=1,44$ мин</p>
050	<p>Фрезеровать зубья $m=5, z=72$.</p> <p>Подача $S=0,9$ мм/об</p> <p>Скорость резания $V=48$ м/мин</p> <p>Число оборотов фрезы $n=11$ об/мин</p> <p>Мощность резания $N=1,4$ кВт</p> <p>Основное время $T_0=28$ мин</p>

1.2 Разработка конструкции

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.20С304.003СБ используется на 005 операции. Базирование детали в приспособлении производится по плоскости и отверстию. Три точки несёт опорная базирующая плоскость, две точки – отверстие. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из жёсткого сварного корпуса позиции 1, двух Г – образных прихватов позиций 19 и 8 и подпружиненного пальца позиции 6.

Базирование заготовки осуществляется путём установки на три опоры позиции 18 и подпружиненный палец позиции 6. Зажим заготовки осуществляется

двумя Г– образными прихватами позиции 19. Для транспортировки приспособления предусмотрены 4 рым-болта позиции 20.

1.2.2 Расчет приспособления на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{у.с} + \varepsilon_c}, \quad (1.7)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования, мм;

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

$\varepsilon_{3.и}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм;

$\varepsilon_{у.с}$ – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и сборки опор приспособления, мм;

ε_c – погрешность положения, связанная с погрешностью установки и фиксации приспособления на станке, мм.

Погрешность базирования равна 0.

Определяем погрешности закрепления.

В соответствии с [11] для пластин:

$$\varepsilon_{3.и} = 0.$$

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{\left(\varepsilon_3^I\right)^2 + \left(\varepsilon_3^{II}\right)^2 + \left(\varepsilon_3^{III}\right)^2}. \quad (1.8)$$

Исходные данные принимаем по [12].

В результате расчётов получены значения:

$$\varepsilon_3^I = 3,11 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{II} = 185,70 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 0 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{3,11^2 + 185,7^2 + 0^2} = 11,85 \text{ мкм.}$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов [12].

Находим нормальный износ опоры:

$$и = \frac{N}{C_{\phi}}, \quad (1.9)$$

где N – количество установок до замены опоры;

C_{ϕ} – износостойкость опоры.

Принимаем равным количеству деталей, обрабатываемых в год:

$$N = 5350 \text{ шт.}$$

$$и = \frac{5350}{15,31} = 3,27 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{и} = 3,27 \text{ мкм.}$$

Остальные погрешности принимаем равными нулю, так как они компенсируются наладкой станка.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 11,85^2 + 3,27 + 0 + 0 + 0} = 15,12 \text{ мкм.}$$

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

1.2.3 Расчёт силы зажима изделия

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем наибольшую силу резания на данной операции:

$R=2547 \text{ Н}$ – при фрезеровании.

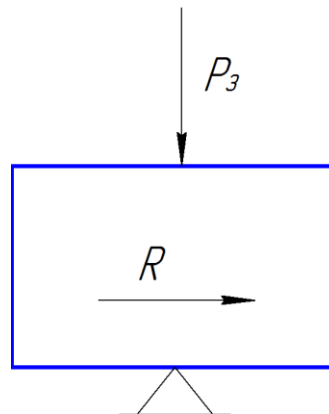


Рисунок 1.8 Схема сил

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания, сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (1.10)$$

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

R – сила резания (в нашем случае $R=2547 \text{ Н}$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.11)$$

где $K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$ – т. к. зажим механический;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$ – т.к. заготовка установлена на опоры.

$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34$.

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 2547 \cdot 2,34 \cdot 0,65 = 3874 \text{ Н.}$$

Так как у нас два прихвата то сила зажима приходящаяся на один прихват:

$$P = \frac{P_3}{2}, \quad (1.12)$$

$$P = \frac{3874}{2} = 1937 \text{ Н.}$$

Силы, действующие на Г – образном прихвате, изображены на рисунке 1.9

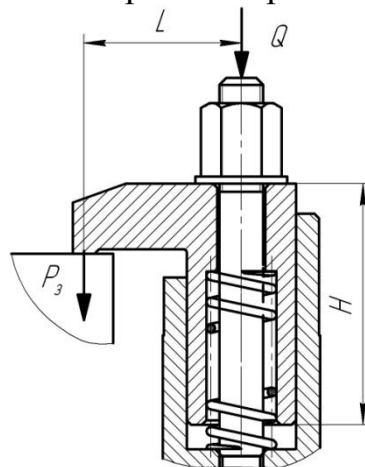


Рисунок 1.9 Силы, действующие на Г образном прихвате

Сила, действующая на гайке:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot \frac{L}{H}}, \quad (1.13)$$

где f – коэффициент трения на торце гайки (равный от 0,1 до 0,15);

L и H – конструктивные элементы прихвата (длина равная 45 мм, ширина равная 72 мм).

$$Q = \frac{1937}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot \frac{45}{72}} = 2995 \text{ Н.}$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (1.14)$$

где σ_p – напряжение материала винта, равное 100 Мпа.

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{2995}{100}} = 7,8 \text{ мм.}$$

Конструктивно принимаем $d = 16$ мм.

1.3 Организационное проектирование

1.3.1 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработанного технологического процесса, является определения нормы времени на выполнение заданных работ.

Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Расчет ведется по следующим формулам:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}, \quad (1.15)$$

где $T_{\text{оп}}$ – оперативное время на операцию, мин;

$T_{\text{о}}$ – общее основное время на операцию, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время на операцию, мин.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.16)$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятия детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.17)$$

где $T_{\text{ца}}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

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

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

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

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.18)$$

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

Результаты нормирования представлены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Результаты нормирования

№ п/п	Наименование операции и содержание работы	Время, мин
1	2	3
005	Фрезерная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,57
	- машинно-вспомогательное время	1,8
	2. Вспомогательное время:	
	Время, связанное операцией	
- время на установку и снятия детали	0,17	
- время, связанное с переходом	0,1	
- время на измерения	0,08	

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3
	Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	1,0 0,35 0,03 0,03 27 3,72 3,93
015	Токарная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	2,56 0,72 0,08 0,1 0,17 1,0 0,35 0,03 0,03 27 3,63 3,84
020	Токарная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	5,99 1,30 0,08 0,3 1,05 1,0 1,43 0,03 0,03 27 8,73 8,94
025	Радиально-сверлильная 1. Основное время	0,79

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3
	<p>2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места, % 4.Время на отдых и личные надобности, % <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u></p>	<p>0,36 0,1 0,11 1,0 0,57 3 3 27 1,36 1,57</p>
035	<p>Горизонтально-протяжная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время Штучно-калькуляционное время</p>	<p>0,36 0,5 0,23 0,17 1,0 0,9 0,03 0,03 37 2,8 3,08</p>
045	<p>Шлифовальная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места, % 4.Время на отдых и личные надобности, % <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на дру- гие дополнительные приемы. Штучное время</p>	<p>2,8 0,16 0,1 0,25 1,0 0,51 3 3 37 3,31</p>

Продолжение таблицы 1.18

1	2	3
	<u>Штучно-калькуляционное время</u>	3,59
050	Зубофрезерная 1. Основное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятия детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживания рабочего места 4. Время на отдых и личные надобности 5. <u>Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	28 0,33 0,27 0,35 1,0 0,95 0,03 0,03 43 29,97 30,69

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы вычисляется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.19)$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операции 005:

$$C_p = \frac{3,93 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,17 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операций 015, 020:

$$C_p = \frac{(3,84 + 8,94) \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,56 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операции 025:

$$C_p = \frac{1,57 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,07 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операции 035:

$$C_p = \frac{3,08 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,14 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операции 045:

$$C_p = \frac{3,59 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,16 \text{ шт.}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операции 050:

$$C_p = \frac{30,69 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 1,35 \text{ шт.}$$

Коэффициент загрузки для каждой операции вычисляется по формуле:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (1.20)$$

где $C_{пр}$ – принятое количество оборудования, шт.

Сводная ведомость расчета оборудования представлена в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Ведомость загрузки оборудования

Наименование и модель оборудования	Техническая характеристика	Количество, шт.		K_3
		расчетное	принятое	
6P13Ф3	Стол 1600x400 мм	0,17	1	0,17
SK40P	Диаметр обработки 400 мм	0,56	1	0,56
2A55	Стол 968x2430 мм	0,07	1	0,07
7B55	Стол 450x450	0,14	1	0,14
3M151	Длина шлифования 700	0,16	1	0,16
5K324	Диаметр стола 500 мм	1,35	2	0,67
Итого		0,3		$K_{3,ср}$

График загрузки оборудования представлен на рисунке 1.10.

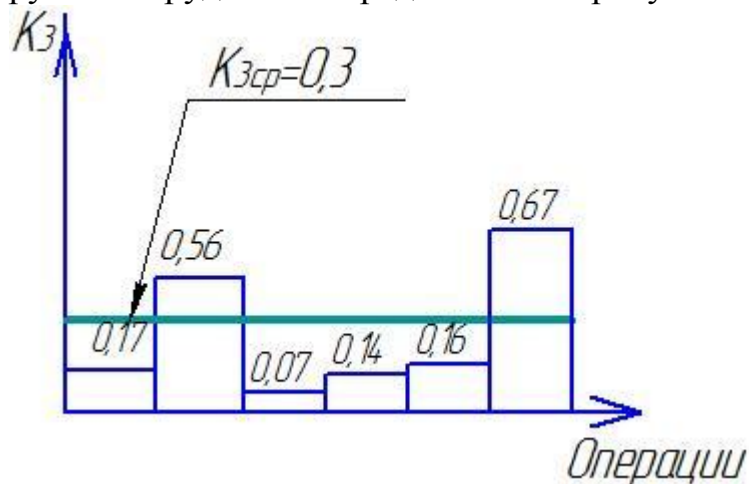


Рисунок 1.10 График загрузки оборудования

1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum_{шт-ki} T}{60 \cdot F_{др} \cdot K_m}, \quad (1.21)$$

где K_m – коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства.

$$P = \frac{5350 \cdot 55,64}{60 \cdot 1974 \cdot 1,1} = 2,74.$$

Принимаем 6 человек.

Число вспомогательных рабочих составляет от 18 до 25% от количества производственных рабочих, инженерно – технических работников от 11 до 13%, служащих от 4 до 5%, младшего обслуживающего персонала от 2 до 3% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 1.20.

Таблица 1.20 – Ведомость численность персонала

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	6
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно – технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	10

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 3-10А20С

А.Н Омельченко

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
Ст. преподаватель

Д.Н. Нестерук

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

2.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции при заданном объёме производства и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Задачи, стоящие при выполнении экономической части, заключаются в следующем:

- выбор предмета экономической оценки;
- выбор критерия экономической оценки;
- расчёт объёма капитальных вложений;
- расчёт себестоимости продукции при заданном объёме производства;
- выводы и рекомендации по полученным результатам.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования [5] представляет собой сумму производства количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{\text{то}} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением операций;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением операций.

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{\text{то}i}$, руб.
005	Консольно-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3	800000	1	800000
015 020	Токарный станок с ЧПУ SK40P	6000000	1	6000000
025	Радиально-сверлильный станок 2A55	750000	1	750000
035	Горизонтально-протяжной станок 7Б55	1000000	1	1000000
045	Круглошлифовальный станок 3М151	1500000	1	1500000
050	Зубофрезерный станок 5К324	1800000	2	3600000
Итого:				13650000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудова-

ние, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяется приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{ВО}} = K_{\text{ТО}} \cdot 0,3, \quad (2.2)$$
$$K_{\text{ВО}} = 13650000 \cdot 0,3 = 4095000 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приближенно в размере от 10 до 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 (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ИИ}} = K_{\text{ТО}} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

где $K_{\text{ИИ}}$ – стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря, руб.

$$K_{\text{ИИ}} = 95200000 \cdot 0,15 = 2047500 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_{\text{П}} = C_{\text{ПП}} + C_{\text{ВП}}, \quad (2.4)$$

где $C_{\text{ПП}}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб;

$C_{\text{ВП}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машзавод».

$$C'_{\text{П}} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{N_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{обм}}, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала, кг/ед;

Π_M – цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{13,6 \cdot 5350 \cdot 31,84}{360} \cdot 30 = 193056,53 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360}, \quad (2.6)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

$k_{г}$ – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{N_M \cdot \Pi_M}{k_M}, \quad (2.7)$$

где k_M – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия, (равный от 0,8 до 0,85).

$$C' = \frac{13,6 \cdot 31,84}{0,8} = 541,28 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{г} = (k_M + 1) \cdot 0,5, \quad (2.8)$$

$$k_{г} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9.$$

$$K_{нзп} = \frac{5350 \cdot 0,18 \cdot 541,28 \cdot 0,9}{360} = 1303,13 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп}, \quad (2.9)$$

где $T_{гп}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{гп} = \frac{541,28 \cdot 5350}{360} \cdot 30 = 241320,67 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз}, \quad (2.10)$$

где $V_{рп}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб;

$T_{дз}$ – продолжительность дебиторской задолженности, дней.

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

$$V_{рп} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (2.11)$$

где p – рентабельность продукции.

$$V_{рп} = 541,28 \cdot 5350 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 3475017,6 \text{ руб.}$$

$$K_{дз} = \frac{3475017,6}{360} \cdot 10 = 96528,27 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10, \quad (2.12)$$

$$C_{обс} = 193056,53 \cdot 0,1 = 19305,65 \text{ руб}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot \left(C_M \cdot N_M \cdot K_{тзр} - C_O \cdot N_O \right), \quad (2.13)$$

где $K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

C_O – цена возвратных отходов;

N_O – норма возвратных отходов.

Норма возвратных отходов определяется:

$$N_O = m_з - m_о, \quad (2.14)$$

где $m_з$ – масса заготовки, кг;

$m_о$ – масса изделия, кг.

$$N_O = 13,6 - 10,8 = 2,8 \text{ кг.}$$

$$C_M = 5350 \cdot (31,84 \cdot 13,6 \cdot 1 - 2,8 \cdot 31,84) = 1839715,2 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.15)$$

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_p – районный коэффициент.

Таблица 2.2 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	C_{30i} , руб.
Оператор станков с ЧПУ	3,72	4	1	31,09	20109,48
Оператор станков с ЧПУ	12,36	4	1	31,09	66815,36
Сверловщик	1,36	3	1	25,48	6025,26
Протяжник	2,8	3	1	25,48	12404,94
Шлифовщик	3,31	4	1	31,09	17893,11
Зуборезчик	29,97	4	1	31,09	162011,04
Итого					285259,2

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.16)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,3$ руб./год);

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,3 \div 17$ руб./год).

$$C_{осо} = 285259,2 \cdot (0,3 + 0,3) = 171155,5 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (2.17)$$

где T_0 – срок службы оборудования

$$a_{ни} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8\%.$$

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_d \cdot K_{врi}}, \quad (2.18)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб;

$K_{\text{вр}i}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Расчёт амортизационных отчислений оборудования представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	$K_{\text{вр}i}, \%$	Ц_i , руб.	$a_{\text{н}i}, \%$	A , руб.
005	17	800000	8	190,71
015, 020	56	6000000	8	434,22
025	7	750000	8	434,22
035	14	1000000	8	289,48
045	16	1500000	8	379,94
050	67	3600000	8	217,76
Амортизационные отчисления для всех станков				1946,33

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений от 30 до 50 лет.

В таблице 2.4 приведены результаты расчёта амортизационных отчислений зданий.

Таблица 2.4 – Расчёт амортизационных отчислений зданий

Помещение	Ц_i , руб.	$a_{\text{н}i}, \%$	$A_{\text{ч}i}$, руб.
Производственное	450000	2	9000
Вспомогательное	100000	2	2000
Амортизационные отчисления для всех зданий			11000

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{чр}} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{\text{м}i} \cdot R_{\text{м}i} + \omega_{\text{э}i} \cdot R_{\text{э}i})}{T_{\text{рц}} \cdot \beta_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{ТП}} \cdot \beta_{\text{р}} \cdot \beta_{\text{Т}}} + t_{\text{р.эл}} \cdot C_{\text{р.эл}}, \quad (2.19)$$

где $R_{\text{м}i}$ и $R_{\text{э}i}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

$\omega_{\text{м}i}$ и $\omega_{\text{э}i}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования;

$\beta_{\text{м}}, \beta_{\text{ТП}}, \beta_{\text{р}}, \beta_{\text{Т}}$ – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{p.эл}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{p.эл}$ – стоимость ремонта.

В таблице 2.5 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.5 – Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{p.эл}$	R_{Mi} , руб.	$R_{Эi}$, руб.	ω_{Mi} , н.ч.	$\omega_{Эi}$, н.ч.	$C_{ч.Pi}$, руб/час
005	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
015, 020	90	12	14	35,3	50,8	12864,05
025	80	11	12	33,2	41,8	14399,52
035	80	11	12	33,2	41,8	14399,52
045	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
050	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
Суммарные затраты на ремонт всех станков						97083,57

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot c_{ох}, \quad (2.20)$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка;

$c_{ох} = 15$ руб/кг (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости.

$$C_{сож} = 3 \cdot 5350 \cdot 0,03 \cdot 15 = 7222,5 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = ((g_{возд} \cdot \Phi_{возд} \cdot N) / 60) \cdot \sum t_{oi} \quad (2.21)$$

где $g_{возд}$ – расход сжатого воздуха;

$C_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 5350}{60} \cdot 42,07 = 472,66 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{э}, \quad (2.22)$$

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

$K_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности и времени;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

η – КПД оборудования;

$\text{Ц}_э$ – средняя разность стоимости электроэнергии $\text{Ц}_э = 4,41$ руб.

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чэi}$, руб
005	7,5	7345,13
015, 020	7,5	7345,13
025	4,5	4407,07
035	18,5	18117,99
045	10	9793,51
050	4,5	4407,08
Затраты на электроэнергию для всех операций		51415,91

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}=200000$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \cdot \text{Ч}_{врj} \cdot 12 \cdot k_{пj} \cdot k_{рj}, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$\text{Ч}_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{пj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих;

$k_{рj}$ – районный коэффициент.

$$C_{звр} = 450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 8424 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = 500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 9360 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = 600 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11232 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = 750 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 13104 \text{ руб.}$$

$$\Sigma C_{звр} = 42120 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,3, \quad (2.24)$$

$$C_{овр} = 42120 \cdot 0,3 = 127,2 \text{ руб/год.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{j=1}^k C_{зупj} \cdot \chi_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{пид}, \quad (2.25)$$

где $\chi_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел;

$C_{зупj}$ – месячная оклад работника административно-управленческого персонала, руб;

$k_{пид}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{зауп} = 1500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,25 \cdot 1,3 = 58500 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле (2.24):

$$C_{оауп} = 58500 \cdot 0,26 = 18135 \text{ руб.}$$

2.2.11 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 рассчитываются как плановые условно:

$$C_{проч} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.26)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{проч} = 343,87 \cdot 5350 \cdot 0,7 = 1287793,15 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 1518,56 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 678,16 руб.

При данной годовой программе выпуска (5350 шт.) изделия корпус и разработанном производственном процессе предполагаемая прибыль составит 4496140 руб. в год.

Все затраты по элементам приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	343,87	2296129,9
основные материалы за вычетом реализованных отходов	53,32	1839715,2
заработная плата производственных рабочих	31,99	285259,2
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	429,18	171155,5
Косвенные затраты:	334,29	1287793,15
амортизация оборудования предприятия	0,36	1946,33
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	2,05	11000
отчисления в ремонтный фонд	18,14	97083,57
вспомогательные материалы на содержание оборудования	1,44	7695,16
затраты на силовую электроэнергию	9,61	51415,91
инструмент, приспособления, инвентарь	37,38	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	7,87	42120
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2,38	12747,2
заработная плата административно-управленческого персонала	10,93	58500
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	3,38	18135
прочие расходы	240,71	1287793,15
Итого	678,16	3628156

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 3-10А20С

А.Н. Омельченко

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
д.т.н.,

С.А. Солодский

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

3.1 Характеристика объекта исследования

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

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь фланец.

Материалом детали является сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88, масса детали – 10,8 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 10 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью грузоподъемных средств.

Деталь изготавливается на радиально-сверлильном станке, вертикально-фрезерном станке с ЧПУ, токарном станке с ЧПУ, зубофрезерном станке, шлифовальном станке. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОТС смазывающе – охлаждающих технологических средств.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

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

- недостаточное освещение – может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток – поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков – могут нанести травму рабочему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;
- шум – ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;
- вибрация – может привести к развитию виброболезни;
- стружка – может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;
- СОТС – может привести к развитию кожных заболеваний.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов.

Расчёт требуемого освещения производился по учебно – методическому пособию [15].

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%.

$$\text{КЕО} = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

где E –освещённость на рабочем месте, лк;

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

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа “Универсаль” с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью вычисляется по формуле:

$$h = h_2 - h_1, \quad (3.2)$$

где h_2 –высота подвеса светильников над полом;

h_1 –высота рабочей поверхности.

Расстояние между светильниками вычисляется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.3)$$

где λ –наивыгоднейшее расположение светильников, $\lambda = 1,8$.

$$L = 1,8 \cdot 2 = 3,6.$$

Исходя из размеров участка, выбираем число светильников равное двадцати.

Для определения коэффициента использования светового потока определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.4)$$

где S – площадь участка;

A –длина участка;

B – ширина участка.

$$i = \frac{360}{2 \cdot (20 + 18)} = 4,7.$$

Световой поток лампы вычисляется по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где E – заданная минимальная освещённость;

K_3 – коэффициент запаса;

z –коэффициент минимальной освещённости;

N – количество светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

$$F_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,375}{20 \cdot 0,4} = 18562,5 \text{ лк.}$$

Таким образом участок должен освещаться 21 светильником «Универсаль» 700 Вт построенных в три ряда по семь светильников.

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

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

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

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

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 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

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

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

Основные параметры микроклимата представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные параметры микроклимата

Параметры	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

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.

3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

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

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

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

Расчёт требуемого защитного заземления производился по учебно – методическому пособию [15].

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

Сопротивление одиночного заземлителя вертикально установленного в землю, вычисляется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.6)$$

где d – диаметр трубы – заземлителя;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта;

l_m – длина трубы;

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

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Вычисляем требуемое число заземлителей формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.7)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя.

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

Принимаем количество заземлителей $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (3.8)$$

где a – расстояние между заземлителями.

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

Сопротивление соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.9)$$

где b – ширина полосы;

l_n – длина полосы;

h_n – глубина погружения трубы в землю.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.10)$$

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

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

Экран устанавливается непосредственно вокруг металлорежущего оборудования и позволяет значительно снизить общий уровень шума на участке.

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Станки снабжены пылеотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Вентиляция осуществляется по вытяжному трубопроводу.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру от 600 до 700°C, что может нанести ожоги.

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

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

В борьбе с производственным шумом применяются методы: уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования); ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами). В качестве средств индивидуальной защиты от шума используется наушники типа ВЦНИИОТ-2, позволяющих на разных частотах шума снижать его уровень на 7...38 дБ.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен Сан-ПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 или ГОСТ 12.1.003-83 составляет 85 дБ.

3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а так же снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их не-

соблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

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

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

На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны 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.

3.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
- для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах типа АКСС;
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль»;
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

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

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении выпускной квалификационной работы проанализируем проделанную работу:

- на основании действующего технологического процесса была спроектирована заготовка – отливка под давлением в металлические формы, коэффициент использования металла равен 0,79. В базовом проекте 0,6;

- составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия. Сокращение произошло за счёт применения современного высокопроизводительного оборудования, рационально составленного технологического процесса механической обработки. Время на изготовление одной детали составило около 53,52 мин. В базовом – около 69,18 минут;

- выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость;

- принятая последовательность маршрута обработки позволила снизить число производственных рабочих. Количество производственных рабочих получилось 6 человек. В базовом - 11 человек;

- в конструкторской части разработано приспособление, что позволило снизить трудоёмкость изготовления и контроля изделия;

- в разделе социальной ответственности проведен анализ опасных и вредных факторов производства и средств защиты. Были разработаны мероприятия по снижению таких факторов как шум, плохое освещение, микроклимат;

- в организационной части рассчитано необходимое количество рабочих, станков, коэффициент загрузки оборудования. Средний коэффициент загрузки оборудования 30%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева. С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «Медиа-сфера», 2014. – 53 с.
- 3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
- 4 Справочник технолога – машиностроителя. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 5 Основной каталог SANDVIK Coromant, 2006. – 1040 с.
- 6 Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелеса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
- 7 Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть I. Токарные карусельные, токарно-револьверные, алмазно - расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1947. – 406 с.
- 10 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./ Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 – 592 с.
- 11 Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
- 13 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1990. – 209 с.
- 14 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01"Машиностроение". – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.
- 15 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96с.
- 16 <http://coroguide.sandvik.coromant.com/CuttingDataModule/CDMMainMenu.asp>.