

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 «Машиностроение»
Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса МКЮ4-11/32.11.15.650

ФЮРА. А31019.000 ПЗ

УДК: 62-214.002:621.81

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Архипова Дарья Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.В. Вальтер	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
Ассистент	С.В. Литовкин			

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 – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство 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 «Машиностроение»
Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ А.А. Моховиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А31	Архипова Дарья Александровна

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА
МКЮ4-11/32.11.15.650

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№20/С от 30.01.2017г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

16.06.2017г.

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.).

Чертеж детали, служебное назначение, годовая программа выпуска 2520 шт.

Перечень подлежащих

Разработка технологического процесса

<p>исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>изготовления корпуса МКЮ4-11/32.11.15.650. Конструирование специального приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</p> <p>Расчет себестоимости изготовления детали.</p> <p>Рассмотрение вопросов по обеспечению безопасности в процессе производства детали.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>ФЮРА.А31019.001 Корпус ФЮРА.А31019.002 Карта наладки ФЮРА.А31019.003 Карта наладки ФЮРА.А31019.004 Карта наладки ФЮРА.А31019.005 Карта наладки ФЮРА.А31019.006 Приспособление специальное</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Д.Н. Нестерук
«Социальная ответственность»	С.В. Литовкин

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

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.01.2017
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.В. Вальтер	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Архипова Дарья Александровна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 90 страниц, 11 рисунков, 30 таблиц, 5 приложение, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: КОРПУС, СЛЕСАРНАЯ, СВЕРЛИЛЬНАЯ, ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗА, СВЕРЛО, ЗАГОТОВКА.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки изделия корпус.

Тема выпускной квалификационной работы Разработка технологического процесса изготовления корпуса МКЮ4-11\32.11.15.650.

ВКР содержит следующие главы: введение, расчёты и аналитика, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность.

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

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

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели.

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

В графической части изображены чертеж детали совместно с заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок на операции 005, 015, 035, 045 и 055 технологического процесса.

ABSTRACT

The degree project contains 90 pages, 11 drawing, 30 tables, 5 application , 8 sheets of graphic material.

Keywords: HULL, LOCKSMITHING, DRILLING, MILLING-BORING, BASE, TECHNOLOGICAL PROCESS, FIXTURE, CUTTER, DRILL, BLANK.

The purpose of the research is to develop a technological process of machining the product corps.

The theme of the degree project is development of technological process of manufacturing product corps of MKU.4-11 / 32.11.15.650.

The degree project consists of: Introduction, Technological Part, Design Part, Organizational Part, Economic Part, Labor Protection and Life Safety Part.

The Technological Part describes sequence of the process, allowances, calculation of cutting conditions and standards of time.

The Design Part presents descriptions and calculation tools, cutting and measuring tools.

The Organizational Part includes evaluations of the number of equipment, as well as the number of workers.

In the Economic Part technical and economic indicators are designed.

The Labor Protection and Life Safety Part In highlights the issues of labor security on a site and safety hazards prevention measures.

The Graphic Part presents drawings of details, cutting and measuring instruments.

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Введение		11
1		Расчеты и аналитика		12
	1.1	Технологическая часть		13
		1.1.1 Служебное назначение изделия		13
		1.1.2 Производственная программа и определение типа производства		15
		1.1.3 Анализ действующего технологического процесса		16
		1.1.4 Отработка конструкции на технологичность		19
		1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления		21
		1.1.6 Составление технологического маршрута обработки		24
		1.1.7 Выбор технологических баз		26
		1.1.8 Выбор средств технологического оснащения		30
		1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку		40
		1.1.10 Расчет режимов резания		41
	1.2	Разработка конструкции		50
		1.2.1 Обоснование и описание конструкции		50
		1.2.2 Расчет приспособления на точность		50
		1.2.3 Расчет силы зажима изделия		51
		1.2.4 Расчет калибра – пробки		52
	1.3	Организационное проектирование		54
		1.3.1 Нормирование технологического процесса		54
		1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки		57
2		Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		60
	2.1	Расчет объема капитальных вложений		62
		2.1.1 Стоимость технологического оборудования		62
		2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования		63
		2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря		63
		2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений		63
		2.1.5 Стоимость оборотных средств		64
		2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве		64
		2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции		65
		2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности		65
		2.1.9 Денежные оборотные средства		66
	2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции		66
		2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов		66
		2.2.2 Расчет заработной платы производственных рабочих		67
		2.2.3 Отчисления на социальные нужды		68

					ФЮРА.А31019.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Архипова			Разработка технологического процесса изготовления корпуса МКЮ4-11/32.11.15.650	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Вальтер					8	97
<i>Реценз.</i>						ЮТИ ТПУ Гр. 10А31		
<i>Н. Контр.</i>		Ласуков						
<i>Утверд.</i>		Моховиков						

	2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	68	
	2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	70	
	2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы	71	
	2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	72	
	2.2.8	Затраты на инструмент приспособление и инвентарь	73	
	2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	73	
	2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	73	
	2.2.11	Прочие расходы	74	
	2.3	Экономическое обоснование технологического проекта	74	
3		Социальная ответственность	76	
	3.1	Характеристика объекта исследования	79	
	3.2	Выявление и анализ вредных и опасных факторов	79	
	3.3	Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	80	
	3.4	Расчет заземления	82	
	3.5	Защита от движущихся органов станков	84	
	3.6	Защита от шума	85	
	3.7	Защита от вибрации	86	
	3.8	Защита от стружки	86	
	3.9	Защита от вредных веществ	86	
		Заключение	88	
		Список используемых источников	89	
		Приложение А	91	
		Приложение Б	93	
		Приложение В	95	
		Диск CD-R	В конверте на обороте обложки	
		ФЮРА.А31019.001 Корпус Файл Корпус.cdw		
		ФЮРА.А31019.001 Корпус Файл Корпус2.cdw		
		ФЮРА.А31019.002 Карта наладки Файл Наладка1.cdw		
		ФЮРА.А31019.003 Карта наладки Файл Наладка2.cdw		
		ФЮРА.А31019.004 Карта наладки Файл Наладка3.cdw		
		ФЮРА.А31019.005 Карта наладки Файл Наладка4.cdw		
		ФЮРА.А31019.006 Приспособление Специальное		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
ФЮРА.А31019.000 ПЗ				Лист
				7

Файл Приспособление1.cdw

Графический материал
листах

На отдельных

ФЮРА.А31019.001 Корпус

ФЮРА.А31019.002 Карта наладки

ФЮРА.А31019.003 Карта наладки

ФЮРА.А31019.004 Карта наладки

ФЮРА.А31019.005 Карта наладки

ФЮРА.А31019.006 Приспособление специальное

Приложение А Карты наладок

					ФЮРА.А31019.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ВВЕДЕНИЕ

Развитие машиностроения определяется разработкой принципиально новых конструкций машин и совершенных технологий их изготовления. Именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества разрабатываемых технологических процессов.

Целью данного курсового проекта является проектирование технологии изготовления детали МКЮ.4-11\32.11.15.650 типа «Корпус».

Исходными данными для проектирования технологического процесса изготовления корпуса являются: рабочий чертёж детали с техническими требованиями.

Для выполнения курсового проекта необходимо изучить конструкцию и служебное назначение корпуса, провести анализ технологичности детали, качественной и количественной оценки. Выбрать способ получения заготовки, провести расчет себестоимости заготовки и выбрать наиболее экономичный, разработать технологический маршрут механической обработки корпуса. Произвести расчет припусков на самые точные по требованиям поверхности, а также режимов резания, норм времени и ожидаемую погрешность обработки. Применить прогрессивное оборудование и инструмент, что позволит привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. Спроектировать специальное приспособление на операции, что также позволит увеличить производительность оборудования. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Также необходимо выбрать рациональный маршрут последовательности обработки детали. Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз. Маршрут также должен учитывать расчёт максимально полного использования возможностей оборудования.

В конечном итоге полученный технологический процесс должен соответствовать следующим признакам: обеспечивать максимальную производительность труда, наивысшее качество изделия, требовать для его реализации минимальных затрат труда и материалов, оказывать наименьшие вредные воздействия на окружающую среду.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А31

Д.А. Архипова

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.В. Вальтер

(Подпись)

(Дата)

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

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия.

Деталь МКЮ.4-11\32.11.15.650 типа «Корпус» входит в состав изделия ручного распределителя вспомогательных операций прямого включения гидроблока с малым расходом жидкости. Он работает на водомасляной жидкости, вязкостью 1,4 сСт (сантистокса), расход жидкости 10 л., усилие на рукоятке 50Н.

Служебное назначение: корпус предназначен для размещения деталей распределительного гидрооборудования (золотники, втулки, клапаны), для крепления на элементах металлоконструкции, состыковки рукавов высокого давления, крепления кронштейна с рукояткой управления.

Основные (ответственные) поверхности детали отверстия: $\varnothing 25H9$, $\varnothing 22H9$, $\varnothing 20D10$, $\varnothing 14H9$, отклонение от соосности данных отверстий составляет не более 0,04 мм.

Корпус изготовлен из стали 35 ГОСТ 1050-88.

Сталь 35 – сталь конструкционная углеродистая качественная.

Применение: детали невысокой прочности, испытывающие небольшие напряжения: оси, цилиндры, коленчатые валы, шатуны, шпиндели, звездочки, тяги, ободы, траверсы, валы, бандажи, диски и другие детали.

Заменитель: 30, 40, 35Г.

Свойства стали 35 приведены в таблице 1,2,3,4,5.

Таблица 1 – Химический состав в % материала 35

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.32 - 0.4	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Таблица 2 – Температура критических точек материала 35

Ac ₁	Ac ₃ (Ac _m)	Ar ₃ (Ar _{c_m})	Ar ₁	Mn
730	810	796	680	360

Таблица 3 – Технологические свойства материала 35

Свариваемость:	ограниченно свариваемая.
Флокеночувствительность:	не чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	не склонна.

Таблица 4 – Механические свойства при T=20°C материала 35

Сортамент	Размер	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист термообработ., ГОСТ 4041-71	4 – 14	480-640		22			Отжиг Нормализация
Трубы, ГОСТ 8731-87		510	294	17			
Пруток калиброван., ГОСТ 10702-78		590			45		
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	530	315	20	45		
Прокат нагартован., ГОСТ 1050-88		590		6	35		
Прокат отожжен., ГОСТ 1050-88		470		15	45		
Лента отожжен., ГОСТ 2284-79		390-640		16			
Лента нагартован., ГОСТ 2284-79		640-930					

Таблица 5 – Физические свойства материала 35

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.06			7826		
100	1.97	12	49	7804	469	251
200	1.87	12.9	49	7771	490	321
300	1.56	13.6	47	7737	511	408
400	1.68	14.2	44	7700	532	511
500		14.6	41	7662	553	629
600		15	38	7623	578	759
700		15.2	35	7583	611	922
800		12.7	29	7600	708	1112
900		13.9	28	7549	699	1156
T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹

Обозначения

Механические свойства :

- в - предел кратковременной прочности , [МПа]
- т - предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
- 5 - относительное удлинение при разрыве , [%]
- сu - относительное сужение , [%]
- в - ударная вязкость , [кДж / м²]
- в - твердость по Бринеллю , [МПа]

Физические свойства :

- температура, при которой получены данные свойства , [Град]
- модуль упругости первого рода , [МПа]
- коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - Т) , [1/Град]
- коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) , [Вт/(м·град)]
- плотность материала , [кг/м³]
- удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - Т) , [Дж/(кг·град)]
- удельное электросопротивление, [Ом·м]

1.1.2 Производственная программа выпуска детали. Определение типа производства.

Согласно выданному заданию годовая программа выпуска составляет 2400 штук. Тип производства среднесерийный.

Полученные значения приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Подетальная годовая производственная программа

№ Чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей, шт.			Масса, т	
					На основную программу	На запасные части	Всего	Детали	На программу с запасными частями
МКЮ.4-11\32.11.15.650	Корпус	Сталь 35	1	5	2400	120	2520	0,0063	15,876

Для среднесерийного производства деталей необходимо рассчитать размер партии запуска, который считается по формуле:

$$n = N \cdot a / F, \quad (1.1)$$

где F - число рабочих дней в году; N - годовая программа выпуска изделий, шт.;

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

$$n = 2520 \cdot 24 / 240 = 252 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса.

Действующий технологический процесс приведен в таблице 7:

Таблица 7 – Технологический процесс механической обработки корпуса

№ операции	Содержание	СТО
1	2	3
005	Фрезерная Фрезеровать плоскости согласно эскизу с переустановкой детали	Станок 6P13, тиски
010	Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить	Верстак
015	Шлифовальная Шлифовать в размеры 186 _{-0,1} ;	Станок 3П722
	107 _{-0,2} ; 68 _{-0,2} с переустановкой детали согласно эскизу	
017	Фрезерная Фрезеровать выступ по разметке	Станок 6P13
020	Сверлильная Сверлить отверстия: ø20 , ø6, ø13	Станок С500/04, УСП, поворотное устройство Сверла ø20 , ø6x91, ø6x100, ø13. Зенковка ø8
025	Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить	Верстак
030	Сверлильная Сверлить отверстия: ø3 ^{+0,3} на l=20 мм, ø20, ø3, ø6, , ø20,5	Станок С500/04, УСП, поворотное устройство, Сверло: ø20 СТП 1234, ø3 ГОСТ 886, ø6 ГОСТ 10902, ø20,5 ГОСТ 10903, ø6x91, ø14, зенковка ø8, зенкер М24x ø25, развертка черн. п\н, развертка чист., фреза резьб., калибр, штырь, пробка п\р М24x1,5 п\н, пробка ПР, пробка НЕ, калибр соосн. Ø25 и М24 п\н, пробка ø25 ^{+0,112} _{+0,08} , пробка ø24 ^{+0,112} _{+0,08} , Прб ø14 ^{+0,103} _{+0,08} , Прб ø20 ^{+0,208} _{+0,145}

Продолжение таблицы 7

1	2	3
033	Сверлильная Досверлить 5 отверстий $\varnothing 3$ на $l= 40^{+1}$	Станок 2М55
035	Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить Калибровать резьбу по мере необходимости Нарезать резьбу М10-7Н в 4-х отверстиях Маркировать согласно п.12, п.13, п.14 чертежа	Верстак, Метчик М24х1,5-6Н
040	Промывка Продувка 351-2045	Участок промывки
045	Контрольная Контроль размеров по техпроцессу и чертежу	Плита поверочная
050	Сварка (по ТП бюро сварки) Приварить 5 заглушек	
055	Покрытие по технологии бюро покрытий	
060	Контроль размеров по чертежу после покрытия $\varnothing 25Н9$, $\varnothing 22Н9$, $\varnothing 20D10$, $\varnothing 14Н9$, М24х1,5-6Н	

Данный технологический процесс изготовления корпуса МКЮ4-11\32.11.15.650 разработан для среднесерийного производства, способ получения заготовки - штамповка. Маршрут обработки в целом построен рационально.

В базовом технологическом процессе для обработки применяются как универсальные станки, универсальные приспособления, станки фрезерной, шлифовальной группы, обрабатывающий центр С500/04, а так же верстак. Все станки соответствуют выбранной обработке.

Широко применяется стандартный режущий инструмент: фрезы, сверла, зенкер, зенковки, развертки. На некоторых операциях осуществляется многопроходная обработка. В качестве мерительного инструмента используются как стандартный инструмент, так и специальный мерительный инструмент (пробки, калибры).

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.

Не применяется принцип концентрации операций и переходов, корпус обрабатывается на большом количестве операций с большим количеством переустановок.

В целом технологический процесс соответствует выбранным условиям, для которых разработан.

Имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления, т.к. при обработке применяются универсальные станки, большое количество стандартного мерительного инструмента, используется разметка.

Во вновь разработанном технологическом процессе с учетом среднесерийного типа производства предлагается использовать, по возможности, более современные станки, либо станки с ЧПУ, что позволит повысить точность и качество поверхности, исключить разметку, сократить количество операций, применив многоместную наладку, использовать прогрессивные конструкции резцов.

Возможно применение более прогрессивных конструкций режущих инструментов и инструментальных материалов.

1.1.4 Отработка конструкции на технологичность

1.1.4.1 Качественная оценка технологичности

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 корпусных деталей. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;

- конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход;
- наружные поверхности детали имеют открытую форму;
- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий на станках с ЧПУ без переустановок;

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

- жесткость детали позволяет применить высокопроизводительные режимы резания.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- корпус имеет глухие отверстия и отверстия малого диаметра;
- некоторую трудоёмкость имеет выполнение скруглений, значение которых не превышает 1,5 мм;
- присутствует многообразие размеров отверстий и допусков;

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

1.1.4.2 Количественная оценка технологичности

Для оценки технологичности детали по количественным показателям необходимо составить таблицу 8.

Таблица 8 – Поверхности детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q _э	Количество унифицированных элементов, Q _{у.э}	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Ø25H9	8	8	9	2,5
Ø22H9	4	4	9	2,5
Ø20D10	6	6	10	3,2
Ø14H9	6	6	9	2,5
Ø6 ^{+0,3}	11	11	14	12,5
Ø3 ^{+0,3}	5	5	14	12,5
Ø8H14	5	5	14	12,5
Ø6H14	5	5	14	12,5
M10-7H	4	4	7	6,3
M24-6H	8	8	6	3,2
Ø13 ^{+0,3}	2	2	14	12,5
Фаски 1x45°	14	14	14	6,3
Ø6 ^{+0,3}	2	2	14	6,3
Ø32	1	-	14	6,3

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали:

$$K_u = Q_{у.э} / Q_{э}, \quad (1.2)$$

где Q_{у.э} – количество унифицированных элементов;

Q_э – количество поверхностей.

Полученный результат должен быть больше 0,6.

$$K_u = 80/81 = 0,98$$

По этому показателю деталь технологична, так как K_у > 0,6.

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{m_{д.}}{m_{з.}}, \quad (1.3)$$

где m_{д.} – масса детали, кг;

m_{з.} – масса заготовки, кг.

Полученный результат должен быть больше 0,7.

$$K_{и.м.} = \frac{6,3}{9,69} = 0,65.$$

По этому показателю деталь технологична, так как K_{им} > 0,65.

Коэффициент точности обработки:

$$K_{т.ч} = 1 - (1/A_{ср}) \quad (1.4)$$

где A_{cp} - средний квалитет точности.

Полученный результат должен быть больше 0,8.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}) / \sum_{i=1}^{19} n_i, \quad (1.5)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам.

$$A_{cp} = \frac{45 \cdot 14 + 6 \cdot 10 + 18 \cdot 9 + 4 \cdot 7 + 8 \cdot 6}{81} = 11,5$$

$$K_{т.ч} = 1 - (1/11,5) = 0,91$$

Так как $K_{т.ч} > 0,8$, то деталь по этому показателю является технологичной.

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{ш} = 1/B_{cp}, \quad (1.6)$$

где B_{cp} – средняя шероховатость поверхности по R_a , мкм.

Полученный результат должен быть меньше 0,32.

$$B = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 80n_{14}) / \sum_{i=1}^{14} n_i, \quad (1.7)$$

где $n_1; n_2; \dots; n_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

$$B_{cp} = \frac{28 \cdot 12,5 + 21 \cdot 6,3 + 14 \cdot 3,2 + 18 \cdot 2,5}{81} = 7,3 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1/7,3 = 0,14$$

Поскольку $K_{ш} < 0,32$, по этому показателю деталь технологична.

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

1.1.5 Выбор заготовки и метода ее изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку.

При проектировании заготовки учитываем, что она оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим два альтернативных варианта. В первом случае заготовка из проката листового горячекатаного, во втором случае штампованная поковка в открытом штампе на КГШП. Данные варианты выбора методов получения заготовки основаны на методе получения заготовки на базовом предприятии.

Используя рекомендации ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 19903-74, проектируем заготовку.

Прокат листовой горячекатаный, материал – Сталь 35. Из сортамента ГОСТ 19903-74 по толщине листа выбираем лист длиной 3000 мм и шириной 1250 мм. Из него газовой резкой будут образованы заготовки шириной b_0 и L_0 . По таблице выбираем припуски на обработку деталей после газовой резки: для детали длиной 186 мм и толщиной 68 мм припуск на сторону составляет 5,5 мм.

Масса детали – 6,3 кг.

$$b_0 = 68 + 5,5 \cdot 2 = 79 \text{ мм}$$

$$L_0 = 186 + 5,5 \cdot 2 = 197 \text{ мм}$$

Исходя из этих данных, рассчитываем коэффициент использования материала, учитывая ширину реза, т.к. ширина реза зависит от толщины разрезаемого слоя, в нашем случае она будет равна 3,5 мм.

Из одного листа у нас вышло 150 шт. заготовок.

Масса заготовки равна: 11,23 кг.

Определяем коэффициент использования металла :

$$K_{им} = \frac{m_д \cdot n}{m_л} = \frac{6,3 \cdot 150}{195381} = 0,48.$$

Материал заготовки используется плохо всего на 48%.

Штамповка в открытых штампах на КГШП по ГОСТ 7505-89:

Материал - Сталь 35.

Класс точности – Т4.

Группа стали – М1.

Степень сложности:

$$C = \frac{V_д}{V_ф} = \frac{1152016}{1353336} = 0,85, \text{ исходя из отношения, выбираем степень}$$

сложности С1.

Исходный индекс – 13.

Масса расчетной поковки равна: $m_{н.р} = m_д \cdot k_p = 6,3 \cdot 1,4 = 8,82$ кг.

Конфигурация поверхности штампа – (П) плоская.

Масса детали – 6,3 кг.

Результаты проектирования в таблице 9, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 9 – Размеры заготовки

Размер детали, Мм	Припуски и кузнечные напуски, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
68 _{-0,3}	2,3	74	+1,8 -1
107 _{-0,2}	2,0	113	+1,8 -1
95 _{-0,2}	1,8	98	+1,6 -0,9
40±0,5	2,0	38	+1,4 -0,8
186 _{-0,5}	2,3	192	+2,1 -1,1

Дополнительные припуски, учитывающие отклонение от плоскостности и прямолинейности 0,5 мм.

Смещение по поверхности разъема штампа 0,3 мм.

Штамповочные уклоны:

На наружной поверхности не более 7°,

На внутренней не более 3°.

Радиус закругления наружных углов на глубину полости ручья штампа:

До 50 - не менее 3-5,

Свыше 50 – 4.

Масса заготовки равна: $m_3 = V \cdot \rho = 0,001264254 \cdot 7662 = 9,69$ кг.

Определяем коэффициент использования металла:

$$K_{им} = \frac{6,3}{9,69} = 0,65.$$

Материал используется на 65%.

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_d}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_C (1 - K_{им})] \quad , \text{ руб} \quad (1.8)$$

где G_d – масса детали, кг;

$K_{им}$ - коэффициент использования материала с учётом заусенца при открытой штамповке;

$K_{им}$ - коэффициент использования материала;

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

C_C – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

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

$$C_{заг} = 21,70 \text{ руб/кг}$$

В ценах 1991 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 93,984, получаем:

$$C_C = 46,5 \text{ руб/кг}$$

Прокат листовой горячекатаный:

$$S_{T1} = \frac{6,3}{0,48} \cdot [21,70 + 46,5(1 - 0,48)] = 602,175 \text{ руб}$$

Штамповка в открытые штампы на КГШП:

$$S_{T2} = \frac{6,3}{0,65} \cdot [21,70 + 46,5(1 - 0,65)] = 368,06 \text{ руб}$$

Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (S_{T2} - S_{T1})N \quad (1.9)$$

$$\mathcal{E} = (602,175 - 368,06) \cdot 5350 = 1252515,25 \text{ руб}$$

Себестоимость штамповки в закрытые штампы на КГШП ниже, коэффициент использования материала выше. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем штамповку в открытые штампы на КГШП.

1.1.6 Составление технологического маршрута обработки.

На основании исходных данных разработан технологический маршрут детали МКЮ4-11\32.11.15.650 типа «Корпус».

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	Продольно-фрезерная Установ А, Б, В, Г, Д, Е 1. Фрезеровать 6 поверхностей в размеры $74 \pm 0,5$ мм, $68_{-0,3}$ мм, $113 \pm 0,5$ мм, $108 \pm 0,2$ мм, $192 \pm 0,5$ мм, $186_{-0,5}$ мм на проход.	6942-02
010	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
015	Вертикально-фрезерная с ЧПУ 1. Фрезеровать поверхность в размер $107_{-0,2}$ мм. 2. Сверлить 12 отверстий диаметром $6^{+0,3}$ мм глубиной 34^{+3} мм. 3. Сверлить 2 отверстия диаметром $13^{+0,3}$ мм на проход. 4. Сверлить 5 отверстий диаметром $3^{+0,3}$ мм глубиной 15 ± 1 мм	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3
020	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
025	Сверлильная Установ А 1. Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм на проход. Установ Б 2. Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм на проход.	Станок глубокого сверления 2825П
035	Радиально-сверлильная 1. Зенкеровать 2 отверстия диаметром 8Н14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. Установ Б 2. Зенкеровать 2 отверстия диаметром 8Н14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм.	Радиально-сверлильный станок 2А53
040	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный

Продолжение таблицы 10

1	2	3
045	<p>Фрезерно-расточная с ЧПУ Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать уступ в размеры $40 \pm 0,5$ мм, $95_{-0,2}$ мм на проход. 2. Сверлить 4 отверстия диаметром 20H12 мм на проход. 3. Расточить 4 отверстия диаметром 21H10 мм. 4. Расточить 4 отверстия диаметром $22 \frac{+0,112}{+0,080}$ мм. 5. Зенкеровать 4 отверстия диаметром 24,8H10 мм с получением фаски $1 \pm 0,2$ мм. 6. Развернуть 4 отверстия диаметром $25 \frac{+0,112}{+0,080}$ мм. 7. Фрезеровать резьбу в 4 отверстиях M24x1,5-6H глубиной $22 \pm 0,5$ мм. 8. Сверлить 5 отверстий диаметром 12H12 мм глубиной $28^{+0,5}$ мм. 9. Сверлить 5 отверстий диаметром $6^{+0,3}$ мм, глубиной 4^{+1} мм, 58^{+1} мм, 19^{+1}. 10. Зенкеровать 5 ступенчатых отверстий диаметром 14H10 мм/20H11 мм с получением фасок 1x45 и $2^{+0,2}$ мм. 11. Развернуть 5 ступенчатых отверстий диаметром $14 \frac{+0,103}{+0,080}$ мм/20 $\frac{+0,209}{+0,145}$ мм <p>Позиция 2 Повернуть стол станка на 180</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Зенкеровать 4 отверстия диаметром 24,8H10 мм с получением фаски $1 \pm 0,2$ мм. 13. Развернуть 4 отверстия диаметром $25 \frac{+0,112}{+0,080}$ мм. 14. Фрезеровать резьбу в 4 отверстиях M24x1,5-6H глубиной $22 \pm 0,5$ мм. 15. Сверлить отверстие диаметром 12H12 мм глубиной $28^{+0,5}$ мм. 16. Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм, глубиной 34^{+1} мм. 17. Зенкеровать ступенчатое отверстие диаметром 14H10 мм/20H11 мм с получением фасок 1x45 и $2^{+0,2}$ мм. 18. Развернуть ступенчатое отверстие диаметром $14 \frac{+0,103}{+0,080}$ мм/20 $\frac{+0,209}{+0,145}$ мм. 19. Сверлить 4 отверстия диаметром $8,7^{+0,3}$ мм глубиной 22^{+1} мм. 20. Нарезать резьбу в 4 отверстиях M10-7H. 	Фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500H
050	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
055	<p>Радиально-сверлильная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм. 2. Сверлить 5 отверстий диаметром $3^{+0,3}$ мм. 3. Зенкеровать 5 отверстий диаметром 6H14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. 4. Зенкеровать отверстие диаметром 9H14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. 	Радиально-сверлильный станок 2A53

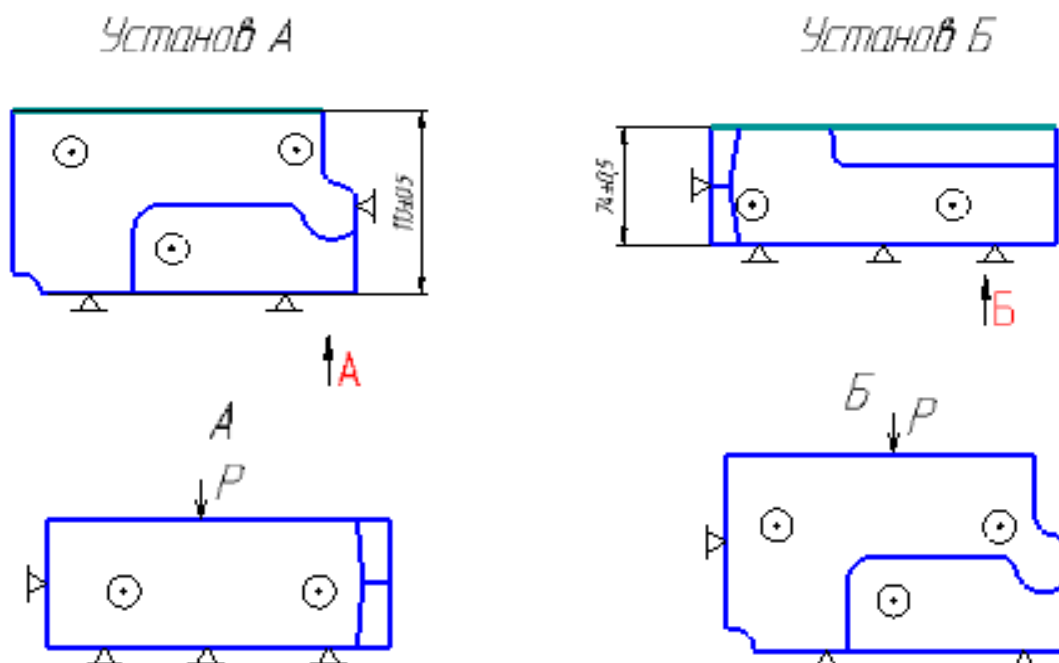
Продолжение таблицы 10

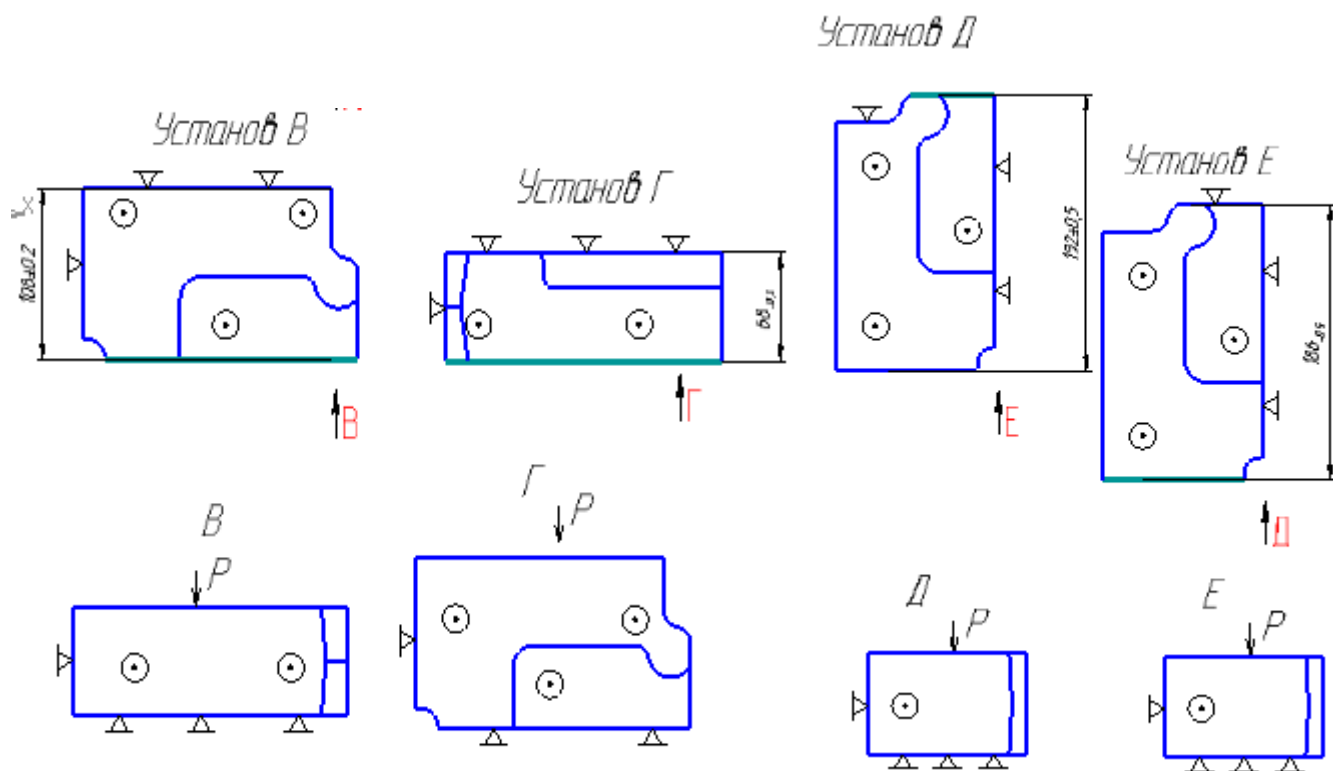
1	2	3
060	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный, Установка электрохимическая для снятия заусенцев модели ECD 200
065	Промывка	Участок промывки
070	Контрольная	Плита контрольная
075	Сварка По технологическому процессу бюро сварки	Участок сварки
080	Покрытие По технологии бюро покрытий.	
085	Маркировка	
090	Контрольная	Плита контрольная

1.1.7 Выбор технологических баз

005 Горизонтально-фрезерная

Установ А, Б, В, Г, Д, Е. Заготовка устанавливается в специальное приспособление, лишена шести степеней свободы. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

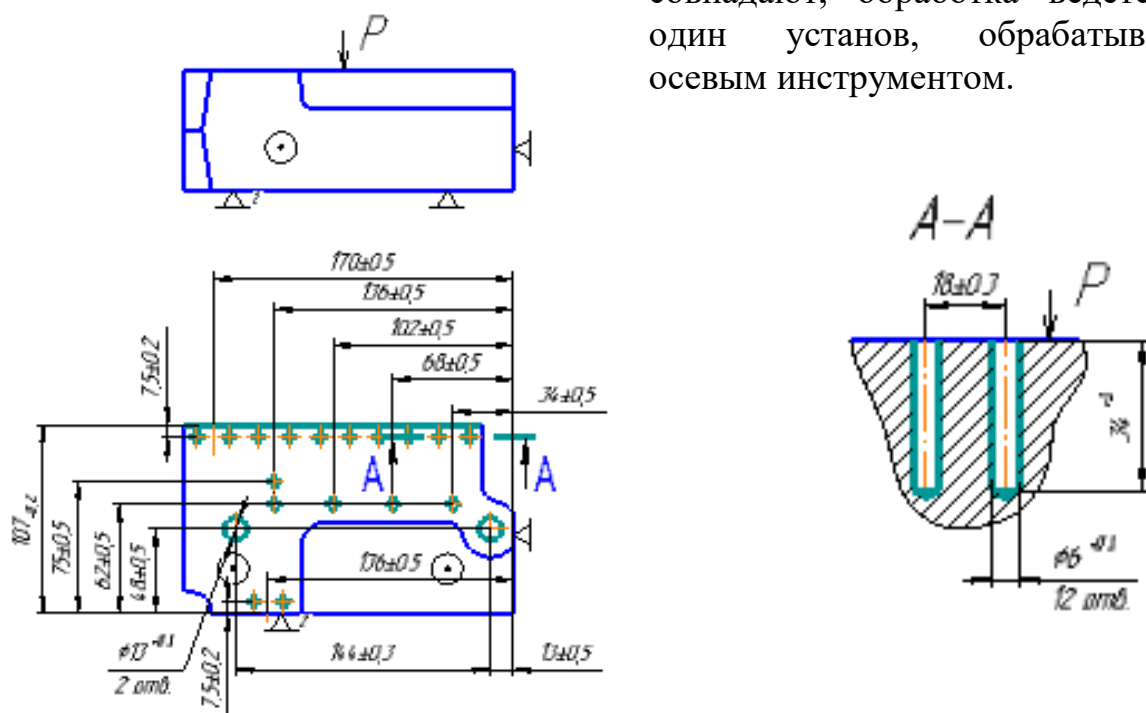




015 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Заготовка устанавливается в специальное приспособление, лишена шести степеней свободы.

Погрешность базирования на размер 34^{+3} мм равна 0,3 мм, что не превышает допуск на выполняемый размер. На остальные размеры погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают, обработка ведётся за один установ, обрабатывается осевым инструментом.



025 Сверлильная

Установ А, Б. Заготовка устанавливается в специальное приспособление, лишена шести степеней свободы.

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

Установ А

Установ Б

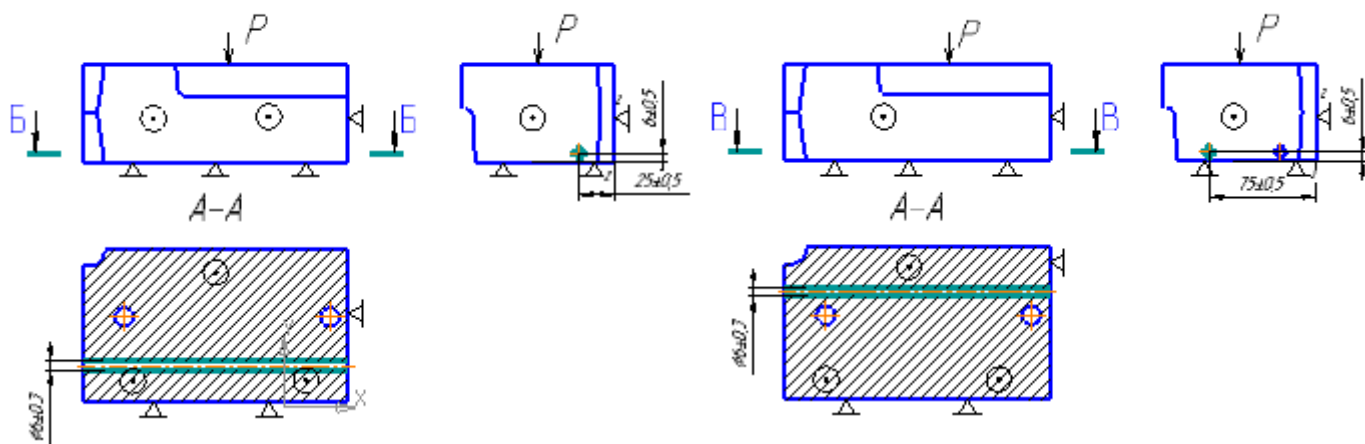


Рисунок 3 – Схема установки для 025 операции

035 Радиально-сверлильная

Заготовка устанавливается и зажимается тисками.

Погрешность базирования на размер $5^{+0,5}$ мм равна 0,5 мм, что не превышает допуск на выполняемый размер. На остальные размеры погрешность базирования равна 0, т.к. обрабатывается осевым инструментом.

Установ А

Установ Б

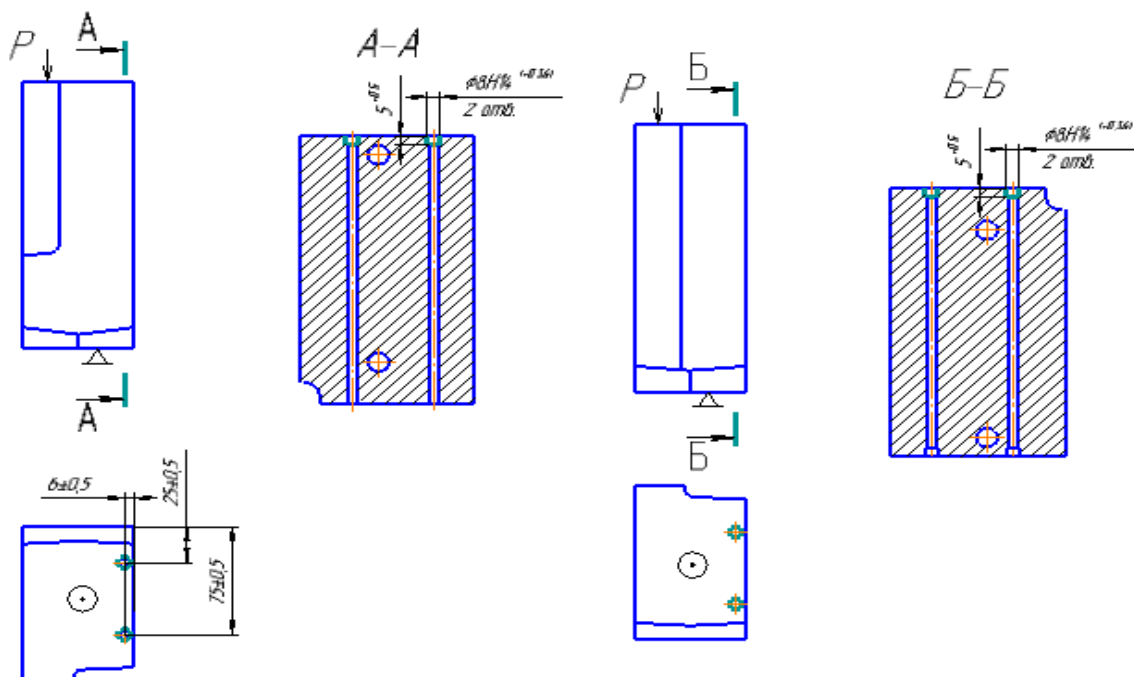


Рисунок 4 – Схема установки для 035 операции

045 Фрезерно-расточная с ЧПУ

Заготовка устанавливается в специальное приспособление, лишена шести степеней свободы.

Погрешность базирования на размеры $15^{+0,43}$ мм, $28^{+0,5}$ мм, $7,5 \pm 0,2$ мм равна 0,4 мм, что не превышает допуски на выполняемые размеры. На остальные размеры погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают, обработка ведётся за один установ, обрабатывается осевым инструментом.

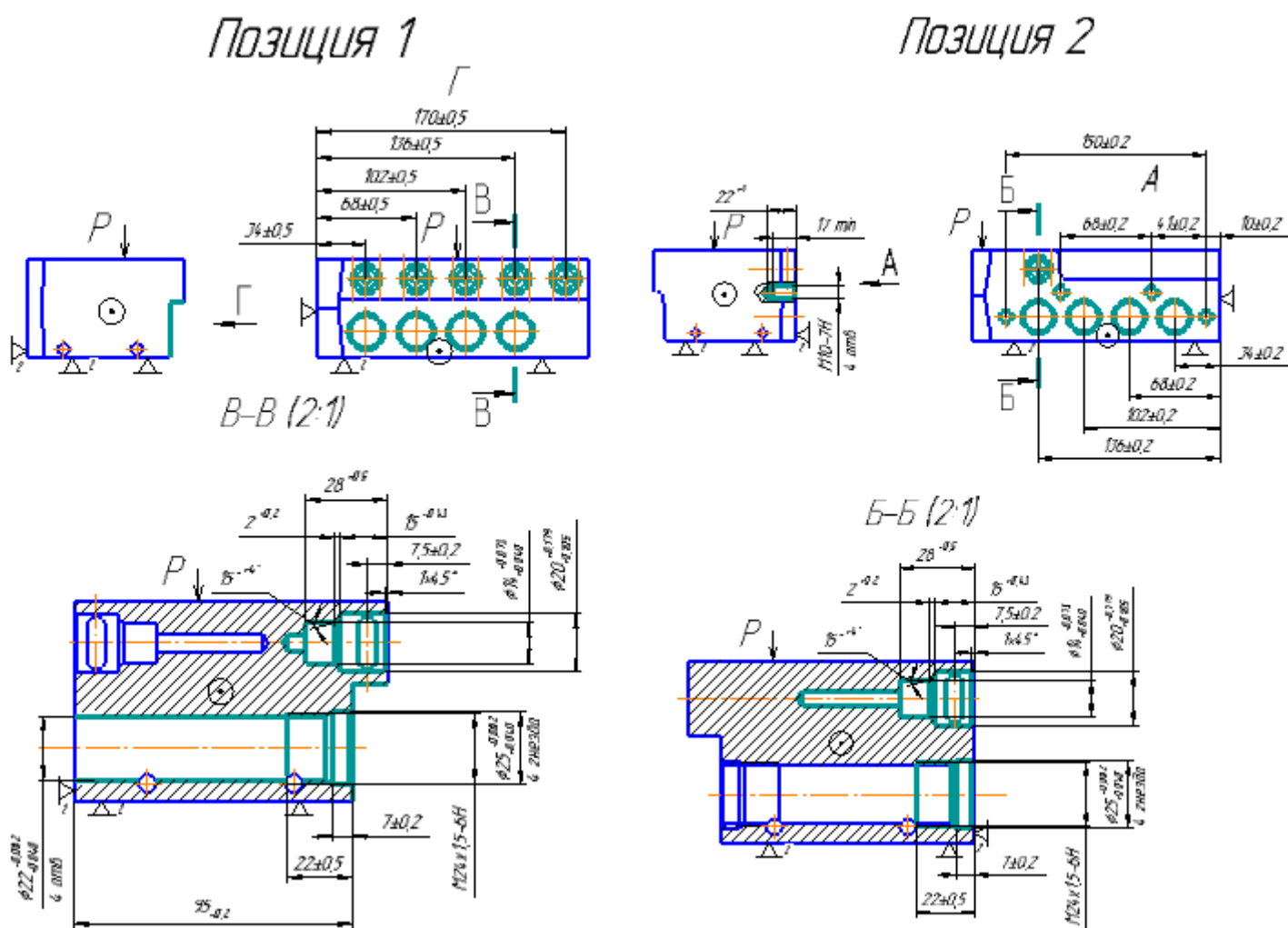


Рисунок 5 – Схема установки для 045 операции

055 Радиально-сверлильная

Заготовка устанавливается в специальное приспособление, лишена шести степеней свободы.

Погрешность базирования на размер $5^{+0,5}$ мм равна 0,3 мм, что не превышает допуски на выполняемые размеры. На остальные размеры погрешность базирования равна 0, т.к. обрабатывается осевым инструментом.

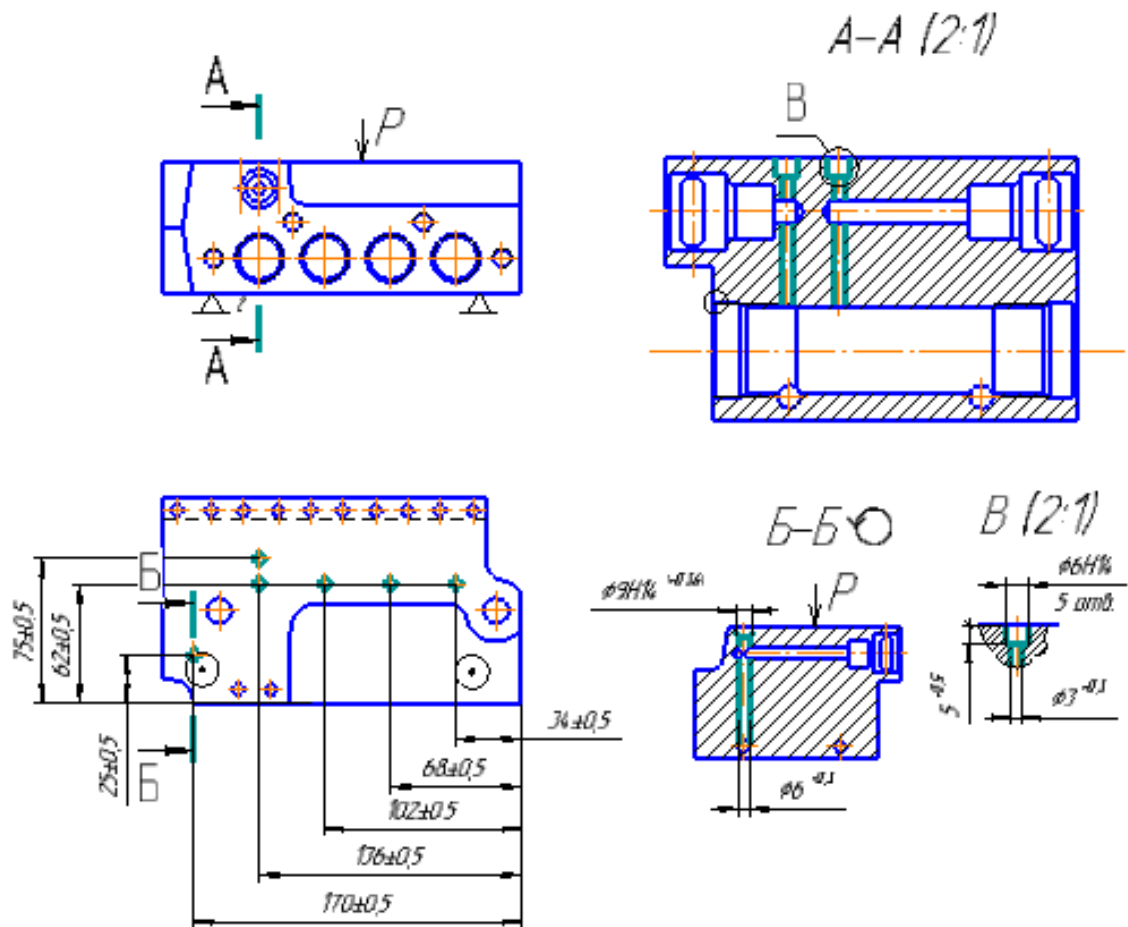


Рисунок 6 – Схема установки для 055 операции

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

Для операции 005 выбираем продольно-фрезерный двухстоечный двухшпиндельный станок модели 6605. Станки 6605 применяются для механической обработки деталей из сплавов черных и цветных металлов методами фрезерования, в единичном, мелкосерийном и серийном производстве.

Ниже приведена таблица 11 содержащая технические характеристика продольно-фрезерного двухстоечного двухшпиндельного станка.

Таблица 11 – Технические характеристики станка 6605

Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин	10
Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин	1500
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	Н
Мощность двигателя кВт	7.5
Габариты станка Длинна Ширина Высота (мм)	5400_3520_2330
Масса	13600
Длина рабочей поверхности стола, мм	1600
Ширина стола, мм	500
Наибольший ход стола, мм	1600

Для операции 015 выбираем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3. Предназначен для многоинструментальной, многопереходной обработки корпусных деталей из конструкционных материалов от лёгких сплавов до высокопрочных сталей

Технические характеристики станка представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики станка 6P13PФ3

Параметр	Величины
Размер рабочей поверхности стола, мм	1600x400
Продольное перемещение стола, мм	1000
Поперечное перемещение стола, мм	400
Вертикально перемещение стола, мм	430
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг	630
Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000
Наибольшее перемещение ползуна, мм	260
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30...500
Мощность двигателя привода главного движения, кВт	7,5
Габаритные размеры	3200x3070x1750
Масса станка, кг	4300

Для операции 025 выбираем станок глубокого сверления 2825П. Станки модели 2825п предназначены для обеспечения высокого качества и производительности при обработке глубоких отверстий необходим современный, высокопроизводительный и надёжный специальный станок.

Технические характеристики станка представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики станка 2825П.

Параметры	Величины
Диаметр устанавливаемой детали, мм: в патроне бабки изделия в люнете роликовом	50-320 50-320
Диаметр обрабатываемого отверстия, мм: сверление в сплошном материале при кольцевом сверлении до при растачивании до при раскатывании до	40-100 250 250 250
Высота центров над направляющими, мм	315
Шпиндельная бабка изделия: диапазон частот вращения, об/мин мощность электродвигателя, кВт максимальный крутящий момент, Нм	40-500 23/34 3000
Шпиндельная бабка инструмента: диапазон частот вращения, об/мин мощность электродвигателя, кВт максимальный крутящий момент, Нм	100-630 30 2000
Привод подачи: рабочая подача, мм/мин (бесступенчато) ускоренный ход, мм/мин максимальное сила подачи, Н	5-3000 5000 50000
Производительность насосной станции подачи СОЖ, л/мин	300
Максимальный вес обрабатываемой детали, кг: с одним люнетом с двумя люнетами с тремя люнетами	3000 4000 5000

Для операции 035 и 055 выбираем радиально сверлильный станок 2А53. Радиально сверлильный станок 2А53 применяется в единичном, серийном и мелкосерийном производствах. Одно из главных его отличий — это возможность перемещения сверлильной головки. Радиально сверлильный станок относится к типу станков, в котором главное движение и подача

осуществляются благодаря одному узлу — шпинделю. Главным движением является вращательное движение, при подаче же совершается осевое перемещение с гильзой. Имеются вспомогательные движения, например, перемещение по наружной колонне, переключение подач шпинделя и вращения.

Технические характеристики станка представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики станка 2А53.

Наибольший условный диаметр сверления (в стали марки 45 по ГОСТ 1050-74), мм	32
Вылет шпинделя от образующей колонны, мм	
- наименьший	290
- наибольший	1000
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	1120
числа оборотов шпинделя в минуту, об/мин	50 – 2240
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	
- наименьшее	15
- наибольшее	630
Диаметр колонны, мм	250
Наибольший угол поворота вокруг колонны, град	330
Зажим на колонне	ручной
Наибольший ход по направляющим рукава, мм	710
Зажим на направляющих рукава	ручной
Ход шпинделя, мм	
- на 1 оборот лимба	94,2
- наибольший	325
Габаритные размеры, мм	
- длина	1850
- ширина	800
- высота	2430
Масса, кг	2100

Для операции 045 выбираем фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н. Станок с ЧПУ 500Н предназначен для комплексной обработки деталей из различных конструкционных материалов в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Выполняет операции сверления,

зенкерования, развертывания, получистового и чистового растачивания отверстий, нарезания резьбы метчиками и фрезами, фрезерования. Имеет возможность токарной обработки.

Технические характеристики станка представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики станка с ЧПУ 500Н.

Параметр	Значение
1	2
Параметры стола	
Размер рабочей поверхности (зеркала) стола, мм.	500
Ширина Т-образного паза	18Н11
Количество Т-образных пазов	8
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм.	780
Диаметр центрального отверстия стола, мм.	100Н7
Угол поворота стола, град.	360
Точность углового позиционирования стола, град.	0,0014
Повторяемость углового позиционирования, град.	0,001
Дискретность задания поворота, град.	0,001
Наибольший крутящий момент, Нм	3000
Частота вращения стола, мин-1	15
Наибольшая масса заготовки, кг.	500
Параметры шпинделя	
Конус шпинделя	SK 40 (DIN 69871)
Количество частот вращения (скоростей) шпинделя	бесступенчато
Диапазон частот вращения шпинделя, об./мин.	0 - 4000
Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм	140
Перемещения	
Наибольшее продольное перемещение по оси X, мм.	620 (стол)

Продолжение таблицы 15

1	2
Наибольшее поперечное перемещение по оси Y, мм.	400 (колонна)
Наибольшее вертикальное перемещение по оси Z, мм.	750 (шпиндельная бабка)
Точность позиционирования, мм.	0,02
Дискретность задания перемещений по координатам X, Y, Z, мм.	0,001
Повторяемость позиционирования по осям X, Y, Z, мм.	0,01
Количество управляемых координат	4 (всего); 3 (4)* (одновременно)
Диапазон рабочих подач по осям X, Y, Z, мм/мин	1 - 15000
Число ступеней подач	0
Наибольшее усилие подачи, Н	8000
Скорость быстрых перемещений по осям X, Y, Z, м/мин	24
Инструментальный магазин	
Количество гнезд в инструментальном магазине, шт.	32
Время смены инструмента, сек.	14
Наибольший диаметр инструмента, устанавливаемого в магазине, мм.	100
Наибольшая длина инструмента, устанавливаемого в шпинделе станка, мм.	280
Наибольшая масса оправки, устанавливаемой в магазине, кг.	8
Электрооборудование	

Продолжение таблицы 15

1	2
Система ЧПУ	Siemens Sinumerik 802D
Номинальное напряжение питания, В	380
Прочие характеристики	
Габаритные размеры (LxВxH), мм.	2310 (5200 с транспортером) x 3525 x 3200
Общая площадь станка в плане, кв.м.	12/22
Масса, кг.	9000 (9500)

Приспособления и инструменты представлены в таблице 16

Таблица 16 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Оснастка	Количество
1	2	3
005	Приспособление специальное ФЮРА.А31019.003 Фреза 365-160Q40-15Н Пластины R365-1505ZNE-PM Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,05 ГОСТ 166-80 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76	1 1 2 28 1 1 1
010	КС-014 Верстак слесарный Слесарные поворотные тиски Ombra A90046 55615 Пневматическая шлифовальная машинка STS 630 Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77 Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80 Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1 1 1 1 1 1 1
015	Приспособление специальное Патрон 1—30—2—90 ГОСТ 26539—85	1 1

Продолжение таблицы 16

1	2	3
	Фреза 490-200Q60-14М (Sandvik Coromant) Пластина 490R-14041 2М-РМ Сверло 2300-0686 ГОСТ 4010-77 Сверло 2300-0742 ГОСТ 4010-77 Сверло 2300-0660 ГОСТ 4010-77 Штангенциркуль ШЦ-1-200 0.05 PRO («ЧИЗ») Калибр-пробка 8133-0913 ГОСТ 14748-69 Калибр-пробка 8133-0927 ГОСТ 14748-69	1 16 1 1 1 1 1 1
020	КС-014 Верстак слесарный Слесарные поворотные тиски Ombra A90046 55615 Пневматическая шлифовальная машинка STS 630 Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77 Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80 Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1 1 1 1 1 1 1
025	Приспособление специальное Патрон 20-В22 ГОСТ 8522-79 Сверло 113- НР (botek) Калибр-пробка 8133-0913 ГОСТ 14748-69 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91 СОЖ 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76	1 1 1 1 1 1 1
035	Тиски станочные ГМ-7225П-02/7200-0225-03 Патрон 10-В10 ГОСТ 8522-79 Зенкер 2323-2712 ГОСТ 12489-71 Калибр-пробка 8133-0918 ГОСТ 14815-69 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85 Штангенциркуль ШЦ-1-200 0.05 PRO («ЧИЗ») Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76	1 1 1 1 1 1 1 1
040	КС-014 Верстак слесарный Слесарные поворотные тиски Ombra A90046 55615 Пневматическая шлифовальная машинка STS 630 Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77 Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80 Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1 1 1 1 1 1 1

Продолжение таблицы 16

1	2	3
045	Приспособление специальное	1
	Патрон C10-391.23-20 090 (Sandvik Coromant)	1
	Патрон C3-391.60B-01 095A (Sandvik Coromant)	1
	Фреза R390-050C5-36M (Sandvik Coromant)	1
	Пластина R390-11 T3 08E-PL (Sandvik Coromant)	16
	Сверло 880-D2000L25-05 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-04 03 05H-C-GM (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-04 03 W07H-P-LM (Sandvik Coromant)	1
	Фреза R217.15-200200AC35N (Sandvik Coromant)	1
	Расточная головка C5-391.37A-16 070A (Sandvik Coromant)	1
	Оправка R429U-E16-20096TC09 (Sandvik Coromant)	1
	Расточная головка C5-391.37A-16 070A (Sandvik Coromant)	1
	Оправка R429U-E16-17096TC09 (Sandvik Coromant)	1
	Зенкер специальный	1
	Развёртка специальная	1
	Сверло 460.1-1200-036A1-XM(Sandvik Coromant)	1
	Сверло 460.1-0600-030A1-XM(Sandvik Coromant)	1
	Сверло 460.1-0870-026A1-XM (Sandvik Coromant)	1
	Зенкер 2320-2631 ГОСТ 12489-71	1
	Развертка 830-S16A25090F (Sandvik Coromant)	1
	Головка для развертки 830A-E06D2500H7S16 (Sandvik Coromant)	1
	Метчик T200-XM100DA-M10	1
	Переходная втулка 393.CGP-20 06 72 (Sandvik Coromant)	1
	Переходная втулка 393.CGP-20 10 72 (Sandvik Coromant)	1
	Переходная втулка 393.CGP-20 12 72 (Sandvik Coromant)	1
	Цанга 393.15-20 03 (Sandvik Coromant)	1
	Калибр-пробка 8133-0918 ГОСТ 14815-69	1
	Шаблон для измерения фасок специальный	1
	Калибр-пробка 8133-0928ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8133-0934ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8133-0936ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8133-0939ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-соосности специальный	1
	Пробка М 10 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 10 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 24 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 24 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Штангенциркуль ШЦ-1-200 0.05 PRO («ЧИЗ»)	1
	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1
	Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1
	5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76	1

Продолжение таблицы 16

1	2	3
050	КС-014 Верстак слесарный Слесарные поворотные тиски Ombra A90046 55615 Пневматическая шлифовальная машинка STS 630 Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77 Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80 Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1 1 1 1 1 1 1
055	Приспособление специальное 6251-0182 (6152-4017-01) КМЗ Втулка переходная 6120-0353 (6120-4005-02) ГОСТ 13409-83 Патрон сверлильный 6150-4029-03 Сверло 2300-0686 ГОСТ 4010-77 Сверло 2300-0660 ГОСТ 4010-77 Зенкер 2323-2712 ГОСТ 12489-71 Зенкер 2323-2718 ГОСТ 12489-71 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85 Переходная втулка (обычная) Z010.060.N (СИСТЕМИ) Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-911. 5% Укринол-1 ТУ 38-101197-76	1 1 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1
060	Установка электрохимическая для снятия заусенцев модели ECD 200 Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85 Тара 1 - 1 - 120 - 80 - 85 - 2,00К ГОСТ 14861-91	1 1 1
065	Промывка	Участок промывки
070	Контрольная	Контрольная
075	Сварка По технологическому процессу бюро сварки	Участок сварки
080	Покрытие По технологии бюро покрытий.	
085	Маркировка	
090	Контрольная	

1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку

В таблице 13 приведен расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 22Н9 мм.

Т.к. на данный размер после обработки идет покрытие Н30, то его предельные отклонения будут равны:

Покрyтие Н30, толщина слоя: 0,03÷0,04

$$EI = EI_0 + S_{max} \cdot 2 \quad (1.10)$$

$$ES = ES_0 + S_{min} \cdot 2 \quad (1.11)$$

$$ES = 0,052 + 0,03 \cdot 2 = 0,112 \text{ мм}$$

$$EI = 0 + 0,04 \cdot 2 = 0,080 \text{ мм}$$

$$22 \begin{matrix} +0,112 \\ +0,080 \end{matrix} \text{ мм.}$$

Таблица 17 – Расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 22Н9мм

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	Rz	H	Δ_Σ	ε				min	max	Z_{max}	Z_{min}
Сверление IT12	50	70	100	0		21,078	1,9	19,2	21,1	1920 0	2110 0
Зенкерование IT10	32	40	5	0	2x220	21,958	0,25	21,71	21,96	460	2110
Развертывание IT9	6,3	20	0	0	2x77	22,112	0,03 2	22,080	22,11 2	152	370

Общие припуски $Z_{Omin}=1012$ мкм, $Z_{Omax}=2880$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = 2880 - 1012 = 1868 \text{ мкм.}; \quad (1.12)$$

$$T_{d_{заг}} - T_{d_{дет}} = 1900 - 32 = 1868 \text{ мкм.} \quad (1.13)$$

Расчёт припусков выполнен верно.

Покрyтие Н30, толщина слоя: 0,03÷0,04

$$ES = 0,043 + 0,03 \cdot 2 = 0,103 \text{ мм}$$

$$EI = 0 + 0,04 \cdot 2 = 0,080 \text{ мм}$$

$$14 \frac{+0,103}{+0,080} \text{ мм.}$$

В таблице 18 приведен расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 14Н9 мм.

Таблица 18 – Расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 14Н9мм

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{\min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	Rz	H	Δ_{Σ}	ϵ				min	max	Z_{\max}	Z_{\min}
Сверление IT12	40	60	100	0		13,569	0,62	12,95	13,57	12950	13570
Зенкерование IT10	32	30	5	0	2x200	13,969	0,25	13,72	13,97	400	770
Развертывание IT9	2,5	20	0	0	2x67	14,103	0,023	14,080	14,103	133	360

Общие припуски $Z_{O\min}=903$ мкм, $Z_{O\max}=2780$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{O\max} - Z_{O\min} = 2880 - 903 = 1877 \text{ мкм.};$$

$$T_{d\text{заг}} - T_{d\text{дет}} = 1900 - 23 = 1877 \text{ мкм.}$$

Расчёт припусков выполнен верно.

1.1.10 Расчёт режимов резания

Для инструментов, выбранных из каталога Sandvik Coromant, расчёт режимов резания ведём при помощи онлайн программы Sandvik Coromant (рисунок 7) [15, 16, 17].

The screenshot shows the Sandvik Coromant online calculation program interface. The interface is in Russian and displays various input parameters and calculated values for cutting regimes. The main window is divided into several sections:

- Материал детали (Material of part):** Национальный стандарт (National standard) - CNC, Обозначение (Designation) - 01.2, Сплавы (Alloys) - Sandvik Coromant 2030.
- Твердость (Hardness):** 150 HB.
- Подача на зуб (fz) (Feed per tooth):** 0.13 mm.
- Максимальная толщина стружки (hex) (Maximum chip thickness (hex)):** 0.12 mm.
- Средняя толщина стружки (hm) (Average chip thickness (hm)):** 0.10 mm.
- Режущий диаметр (Dc) (Cutting diameter):** 160 mm.
- Главный угол резания (K_r) (Main cutting angle):** 65°.
- Число эффективных режущих кромок (zc) (Number of effective cutting edges):** 10 шт.
- Глубина резания (ap) (Cutting depth):** 3 mm.
- Рабочая поверхность контакта (ae) (Working contact surface):** 107 mm.
- Начало рабочей поверхности контакта (aei) (Start of working contact surface):** 11.5 mm.
- Рекомендации по режимам резания (Cutting regime recommendations):**
 - Скорость резания (vc) (Cutting speed): 255 m/min.
 - Обороты шпинделя (n) (Spindle speed): 499 об/мин.
 - Скорость подачи (vf) (Feed rate): 660 mm/min.
 - Мощность резания (Pc) (Cutting power): 10.0 kW.
 - Скорость съема металла (Q) (Metal removal rate): 212 cm³/min.
 - Момент резания (Mc) (Cutting torque): 191 Nm.

At the bottom of the interface, there are navigation buttons: "<< Назад" (Back), "Метрическая" (Metric) / "Дюйм" (Inch) radio buttons, and "Расчитать" (Calculate).

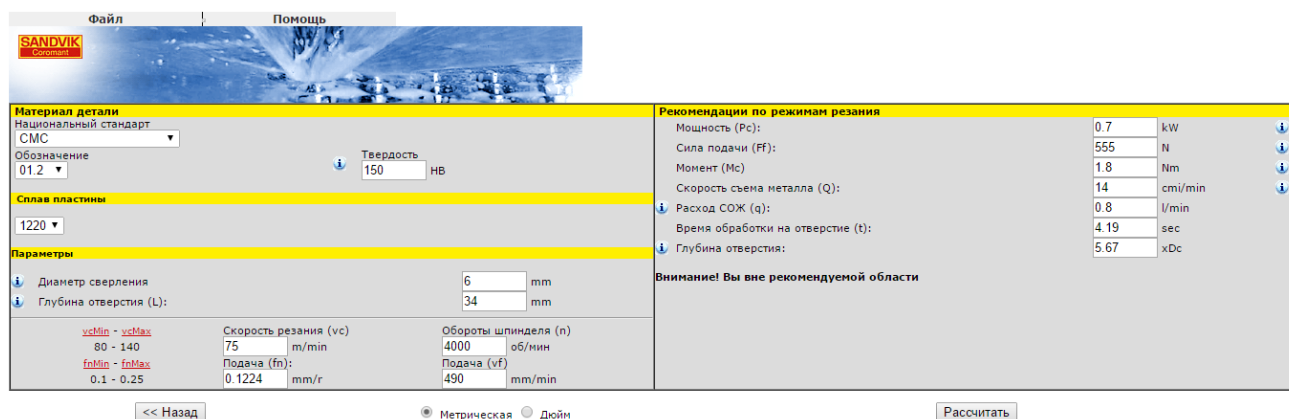


Рисунок 7 – Расчёт режимов резания

Для инструментов, выбранных из ГОСТов, расчет режимов резания производим по справочнику нормативов режима резания [7].

Развернуть 8 отверстий $\varnothing 25 \frac{+0,112}{+0,080}$ мм

Глубина резания:

$t=0,375$ мм

Подача:

$S_o=1,2$ мм/об

Скорость резания:

$V = 6,8$ м/мин

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 6,8}{3,14 \cdot 25} = 87 \text{ об/мин} \quad (1.14)$$

Сила резания:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (1.15)$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (1.16)$$

где C_p , C_m , q , x , y , - коэффициент и показатели степени;

$K_p=K_{mp}$

где K_{mp} - поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\epsilon}}{750} \right)^n \quad (1.17)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 1$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 0,375^{1,2} \cdot 1,2^{0,65} \cdot 1 = 233 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 25^1 \cdot 0,375^{0,9} \cdot 1,2^{0,8} \cdot 1 = 11 \text{ Н}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, кВт \quad (1.18)$$

$$N_{рез} = \frac{11 \cdot 87}{9750} = 0,15 кВт$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L+l}{n \cdot S}, мин \quad (1.19)$$

$$T_o = \frac{7+3}{227 \cdot 1,2} = 0,09 мин$$

Расчёт режимов резания на остальные переходы представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции	Источник
1	2	3
005	Фрезеровать 6 поверхностей в размеры $71 \pm 0,5$ мм, $68_{-0,3}$ мм, $110 \pm 0,5$ мм, $108 \pm 0,2$ мм, $189 \pm 0,5$ мм, $186_{-0,5}$ мм на проход. Глубина резания $t=3$ мм Подача $S_z=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=255$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=499$ об/мин Сила резания $P_1=1813$ Н, $P_2=2714$ Н, $P_3=1649,3$ Н Крутящий момент $M_{кр}=230$ Н·м Мощность резания $N=5,3$ кВт Основное время $T_o=5,6$ мин	[15] [16] [17]
015	Фрезеровать поверхность в размер $107_{-0,2}$ мм. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=68$ мм Подача $S_m=283$ мм/мин Скорость резания $V=355$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=565$ об/мин Сила резания $P_z=1299$ Н Крутящий момент $M_{кр}=55$ Н·м Мощность резания $N=3,3$ кВт Основное время $T_o=1,87$ мин Сверлить 12 отверстий диаметром $6^{+0,3}$ мм глубиной 34^{+3} мм Глубина резания $t=34$ мм Подача $S_o=0,16$ мм/об Скорость резания $V=24$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1274$ об/мин Сила резания $P_z=555$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,8$ Н·м Мощность резания $N=0,9$ кВт Основное время $T_o=0,179$ мин	[15] [16] [17]

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>Сверлить 2 отверстия диаметром $13^{+0,3}$ мм на проход. Подача $S_o=0,3$ мм/об Скорость резания $V=24$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=588$ об/мин Сила резания $P=1764$ Н Крутящий момент $M_{кр}=12$ Н·м Мощность резания $N=1,3$ кВт Основное время $T_o=1,2$ мин</p> <p>Сверлить 5 отверстий диаметром $3^{+0,3}$ мм глубиной 10 ± 1 мм. Глубина резания $t=15$ мм Подача $S_o=0,07$ мм/об Скорость резания $V=18$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1879$ об/мин Сила резания $P=181,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=0,9$ кВт Основное время $T_o=0,129$ мин</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм глубиной 10 ± 1 мм. Подача $S_o=0,5$ мм/об Скорость резания $V=17,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=612$ об/мин Сила резания $P=2509,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7,1$ Н·м Мощность резания $N=3,5$ кВт Основное время $T_o=0,026$ мин</p>	

Продолжение таблицы 19

1	2	3
025	Сверлить 2 отверстия диаметром $6^{+0,3}$ мм на проход. Подача $S=0,11$ мм/об Скорость резания $V=80$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=400$ об/мин Сила резания $P_o=869$ Н Крутящий момент $M_{кр}=2,11$ Н·м Мощность резания $N=1,3$ кВт Основное время $T_o=4,22$ мин	[7]
035	Зенкеровать 4 отверстия диаметром 8Н14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Подача $S=0,5$ мм/мин Скорость резания $V=15$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=796$ об/мин Сила резания $P_z=180,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=3,132$ Н·м Мощность резания $N=3,5$ кВт Основное время $T_o=0,013$ мин	
045	Фрезеровать уступ в размеры $40\pm 0,5$ мм, $95_{-0,2}$ мм на проход. Глубина резания $t=2,5$ мм Ширина фрезерования $B=40$ мм Подача $S_z=0,05$ мм/зуб Скорость резания $V=350$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2228$ об/мин Сила резания $P=174,3$ Н Крутящий момент $M_{кр}=12$ Н·м Мощность резания $N=2,7$ кВт Основное время $T_o=1,67$ мин Сверлить 4 отверстия диаметром 20Н12 мм на проход. Подача $S_o=0,12$ мм/об Скорость резания $V=124$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1974$ об/мин Сила резания $P=1637$ Н Крутящий момент $M_{кр}=16$ Н·м	[15] [16] [17]

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>Мощность резания $N=3,4$ кВт Основное время $T_o=0,45$ мин</p> <p>Расточить 4 отверстия диаметром 21H10 мм. Подача $S_z=0,10$ мм/зуб Скорость резания $V=60$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=909$ об/мин Сила резания $P=2720$ Н Крутящий момент $M_{кр}=22,1$ Н·м Мощность резания $N=4,1$ кВт Основное время $T_o=1,18$ мин</p> <p>Расточить 4 отверстия диаметром $22\frac{+0,112}{+0,080}$ мм. Подача $S_z=0,15$ мм/зуб Скорость резания $V=50$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=723$ об/мин Сила резания $P=4039,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=36,74$ Н·м Мощность резания $N=4,6$ кВт Основное время $T_o=0,97$ мин</p> <p>Зенкеровать 8 отверстий диаметром 24,8H10 мм с получением фаски $1\pm 0,2$ мм. Глубина резания $t=7$ мм Подача $S_o=1,1$ мм/об Скорость резания $V=6,8$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=86$ об/мин Сила резания $P=710$ Н Крутящий момент $M_{кр}=24$ Н·м Мощность резания $N=7$ кВт Основное время $T_o=0,093$ мин</p> <p>Развернуть 8 отверстий диаметром $25\frac{+0,112}{+0,080}$ мм. Глубина резания $t=0,25$ мм Подача $S_o=1,2$ мм/об Скорость резания $V=6,8$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=87$ об/мин Сила резания $P = 233$ Н Крутящий момент $M_{кр}=11$ Н·м Мощность резания $N=0,15$ кВт Основное время $T_o=0,09$ мин</p> <p>Фрезеровать резьбу в 8 отверстиях M24x1,5-6H глубиной $22\pm 0,5$ мм. Глубина резания $t=12,5$ мм Подача $S_z=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=380$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2664$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н</p>	<p>[15] [16] [17]</p> <p>[7]</p> <p>[15] [16] [17]</p>

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>Крутящий момент $M_{кр}=11 \text{ Н}\cdot\text{м}$ Мощность резания $N=3 \text{ кВт}$ Основное время $T_o=0,56 \text{ мин}$ Сверлить 6 отверстий диаметром 12Н12 мм глубиной $28^{+0,5} \text{ мм}$. Глубина резания $t=6 \text{ мм}$ Подача $S_o=0,3 \text{ мм/об}$ Скорость резания $V=75 \text{ м/мин}$ Число оборотов шпинделя $n=1989 \text{ об/мин}$ Сила резания $P=2234 \text{ Н}$ Крутящий момент $M_{кр}=14 \text{ Н}\cdot\text{м}$ Мощность резания $N=3 \text{ кВт}$ Основное время $T_o=0,05 \text{ мин}$</p> <p>Сверлить 5 отверстий диаметром $6^{+0,3} \text{ мм}$, глубиной 4^{+1} мм, 58^{+1} мм, 19^{+1} мм Глубина резания – $3,67 \text{ мм}$ Подача $S_o=0,1224 \text{ мм/об}$ Скорость резания $V=75 \text{ м/мин}$ Число оборотов шпинделя $n=4000 \text{ об/мин}$ Сила резания $P=555 \text{ Н}$ Крутящий момент $M_{кр}=1,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$ Мощность резания $N=0,7 \text{ кВт}$ Основное время $T_o=0,119 \text{ мин}$</p> <p>Зенкеровать 6 ступенчатых отверстий диаметром 14Н10 мм/20Н11 мм с получением фасок 1×45 и $2^{+0,2} \text{ мм}$. Подача $S_o=0,6 \text{ мм/об}$ Скорость резания $V=44 \text{ м/мин}$ Число оборотов шпинделя $n=700 \text{ об/мин}$ Крутящий момент $M_{кр}=1,98 \text{ Н}\cdot\text{м}$ Мощность резания $N=0,03 \text{ кВт}$ Основное время $T_o=0,041 \text{ мин}$</p>	<p>[15] [16] [17]</p> <p>[7]</p>

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>Развернуть 6 ступенчатых отверстий диаметром $14 \begin{smallmatrix} +0,103 \\ +0,080 \end{smallmatrix}$ мм/$20 \begin{smallmatrix} +0,209 \\ +0,145 \end{smallmatrix}$ мм.</p> <p>Подача $S_o=1$ мм/об Скорость резания $V=9,2$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=147$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,123$ мин</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм, глубиной 34^{+1} мм. Глубина резания – 5,67 мм Подача $S_o=0,1224$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=4000$ об/мин Сила резания $P=555$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,8$ Н·м Мощность резания $N=0,7$ кВт Основное время $T_o=0,07$ мин</p> <p>Сверлить 4 отверстия диаметром $8,7^{+0,3}$ мм глубиной 22^{+1} мм. Глубина резания – 2,53 мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2744$ об/мин Сила резания $P=1405$ Н Крутящий момент $M_{кр}=6,5$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,032$ мин</p> <p>Нарезать резьбу в 4 отверстиях М10-7Н. Скорость резания $V=11,8$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=375$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=0,27$ кВт Основное время $T_o=0,07$ мин</p>	<p>[7]</p> <p>[15] [16] [17]</p>

Продолжение таблицы 19

1	2	3
055	<p>Сверлить отверстие диаметром $6^{+0,3}$ мм. Подача $S_o=0,5$ мм/об Скорость резания $V=17,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=612$ об/мин Сила резания $P=2509,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7,1$ Н·м Мощность резания $N=3,5$ кВт Основное время $T_o=0,026$ мин</p>	[15] [16]
	<p>Сверлить 5 отверстий диаметром $3^{+0,3}$ мм. Подача $S_o=0,07$ мм/об Скорость резания $V=18$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1879$ об/мин Сила резания $P=181,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=0,9$ кВт Основное время $T_o=0,129$ мин</p>	[17]
	<p>Зенкеровать 5 отверстий диаметром 6Н14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Подача $S=0,5$ мм/мин Скорость резания $V=15$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=796$ об/мин Сила резания $P_z=180,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=3,132$ Н·м Мощность резания $N=3,5$ кВт Основное время $T_o=0,013$ мин</p>	[7]
	<p>Зенкеровать отверстие диаметром 9Н14 мм глубиной $5^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Подача $S=0,5$ мм/мин Скорость резания $V=17,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=612$ об/мин Сила резания $P_z=180,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=3,132$ Н·м Мощность резания $N=3,5$ кВт Основное время $T_o=0,026$ мин</p>	

Операция 060 – слесарная. Режимы обработки:

Зазор между электродами поддерживается 0,125 мм. Обработка ведется со скоростью при токе 1000А примерно 1000 гр/ч или 2 см³/мин.

1.2 Разработка конструкции

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.А31019.006 разрабатываем в соответствии с принятой схемой базирования. Шесть заготовок базируются: на установках А, Б, Д, Е при помощи шести опор каждая, на установках В, Г при помощи трёх опор и двух пластин. Конструкция приспособления для фрезерной операции обеспечивает требуемое положение заготовки относительно режущего инструмента. Зажим осуществляется тремя прихватами, каждый прихват зажимает по две заготовки. Усилие на прихваты передается от пневмоцилиндров. Такая схема обеспечивает удобство установки и снятия заготовок. и одновременную обработку шести заготовок. Корпус приспособления представляет собой сварную не разборную конструкцию, на котором размещены основные элементы приспособления. Приспособление базируется на столе станка при помощи двух направляющих шпонок. Транспортировка приспособления осуществляется при помощи четырёх рым-болтов.

1.2.2 Расчёт приспособления на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{3.0}^2} + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{y.c.}, \quad (1.20)$$

где ε_{σ} – 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;

$\varepsilon_{y.c.}$ – погрешность изготовления и сборки приспособления.

Определяем погрешности закрепления.

В соответствии с для опор:

$$\varepsilon_{3.и} = 0$$

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{(\varepsilon_3^I)^2 + (\varepsilon_3^{II})^2 + (\varepsilon_3^{III})^2},$$

$$\varepsilon_3^I = \left(0,4(4 + R_{\max 3}) / ((2 + v_3) \times Q(2 + v_3) / (3 + v_3)) \times \right. \\ \left. \times (100 / (Ac' \sigma_m b_{\Sigma}))^{1/(3+v_3)} + 0,9(R_{B3} / Q)^{1/3} (W_3 \theta / A^{2/3}) \Delta Q \right)$$

$$\varepsilon_3^{II} = (Q / ((Ac' \sigma_m b_{\Sigma}))^{1/(3+v_3)}) \times \Delta R_{\max 3}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 4,3 \cdot 10^{-2} (\theta Q / A)^{2/3} ((W_3 / R_{B3})^{2/3} \times \Delta R_{B3} + 2(R_{B3} / W_3)^{1/3} \Delta W_3)$$

где $R_{\max 3}$ – наибольшая высота неровности профиля заготовки, 11,2 мкм;
 v_3 – безразмерный параметр опорной кривой 1,65; Q – сила действующая по

нормали на опору, Н; А – номинальная площадь опоры, мм²; С' – безразмерный коэффициент стеснения 5; σ_T – предел текучести материала заготовки, 510 Мпа; b_Σ – безразмерный приведённый параметр кривой опорной поверхности; R_{B3} – длина волны поверхности заготовки, 600 мкм; W_3 – высота волны поверхности заготовки, 5 мкм.

В результате расчётов получены значения:

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

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

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

$$\varepsilon_{3,0} = \sqrt{3,11^2 + 185,7^2 + 0^2} = 185,73 \text{ мкм}.$$

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

$$\varepsilon_{и} = 0,46R_{\max} \left(Qt^2 / \pi D^2 HB \right)^{1/3} \times \left(1/b_1^{2/3} - 1/(b_1 + 2u)^{2/3} \right) \quad (1.21)$$

Находим нормальный износ опоры:

$$u = \frac{N}{C_\phi}, \quad (1.22)$$

где N – количество установок до замены опоры;

C_ϕ – фактическая износостойкость опоры.

$N = 3150$ шт.

$$C_\phi = \frac{C}{K}, \quad (1.23)$$

где C – износостойкость опоры;

K – поправочный коэффициент.

$$u = \frac{3150}{15,31} = 205,74 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_{и} = 197,08 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_{y.c.} = 102 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 185,73^2 + 0 + 11,35 + 102} = 299,08 \text{ мкм}.$$

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

1.2.3 Расчет силы зажима изделия

Максимальная сила, которая пытается сдвинуть заготовку берем $P_z = 1649,3 \text{ Н}$.

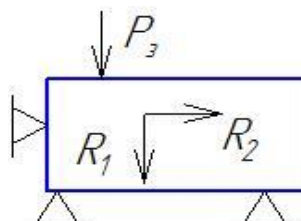


Рисунок 8 – Схема сил

Составляющая R_1 направлена к опорам, а составляющая R_2 стремится сдвинуть заготовку в боковом направлении.

$$P_3 = (K \cdot R_2 - R_1 f_{оп}) / (f_{оп} + f_{зм}), \quad (1.24)$$

где R – сила резания, Н;

$f_{оп}$ и $f_{зм}$ – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и с зажимными механизмами.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.25)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, K_0 равный 1,5;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, K_1 равный 1,2;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение силы резания в следствии затупления режущего инструмента, K_2 равный 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резание, $K_3=1,2$;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления, $K_4=1,2$;

K_5 – учитывающийся при наличии момента стремящегося повернуть заготовку, $K_5=1$.

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

$$P_3 = (3,1 \cdot 1918,8 - 1357 \cdot 0,7) / (0,7 + 0,25) = 5261 \text{ Н.}$$

При известной силе P_3 выбираем рекомендуемое значение диаметра пневмоцилиндра равный 160 мм.

1.2.4 Расчет калибр – пробки

Калибры – пробки ограничивают наибольший и наименьший предельные размеры деталей, и позволяют установить находится ли проверяемый размер в пределах допуска. Калибры – пробки имеют две стороны: проходную и непроходную. Принцип контроля следующий:

– проходной ПР должен свободно проходить через отверстие под действием собственного веса ил усилием не менее 1Н.

– непроходной НЕ не должен входить в отверстие.

Для отверстия $\varnothing 22$ мм с полем допуска Н9 определяем размеры калибра – пробки.

По ГОСТ 25347-82 находим предельные отклонения изделия +52 мкм; 0. Наибольшие и наименьшие предельные размеры отверстия: $D_{max} = 22,052$ мм; $D_{min} = 22,000$ мм.

По табл. 2 ГОСТ 24853-81 находим данные для расчета размеров калибра: $H - 4$ мкм; $z - 5$ мкм; $y - 4$ мкм.

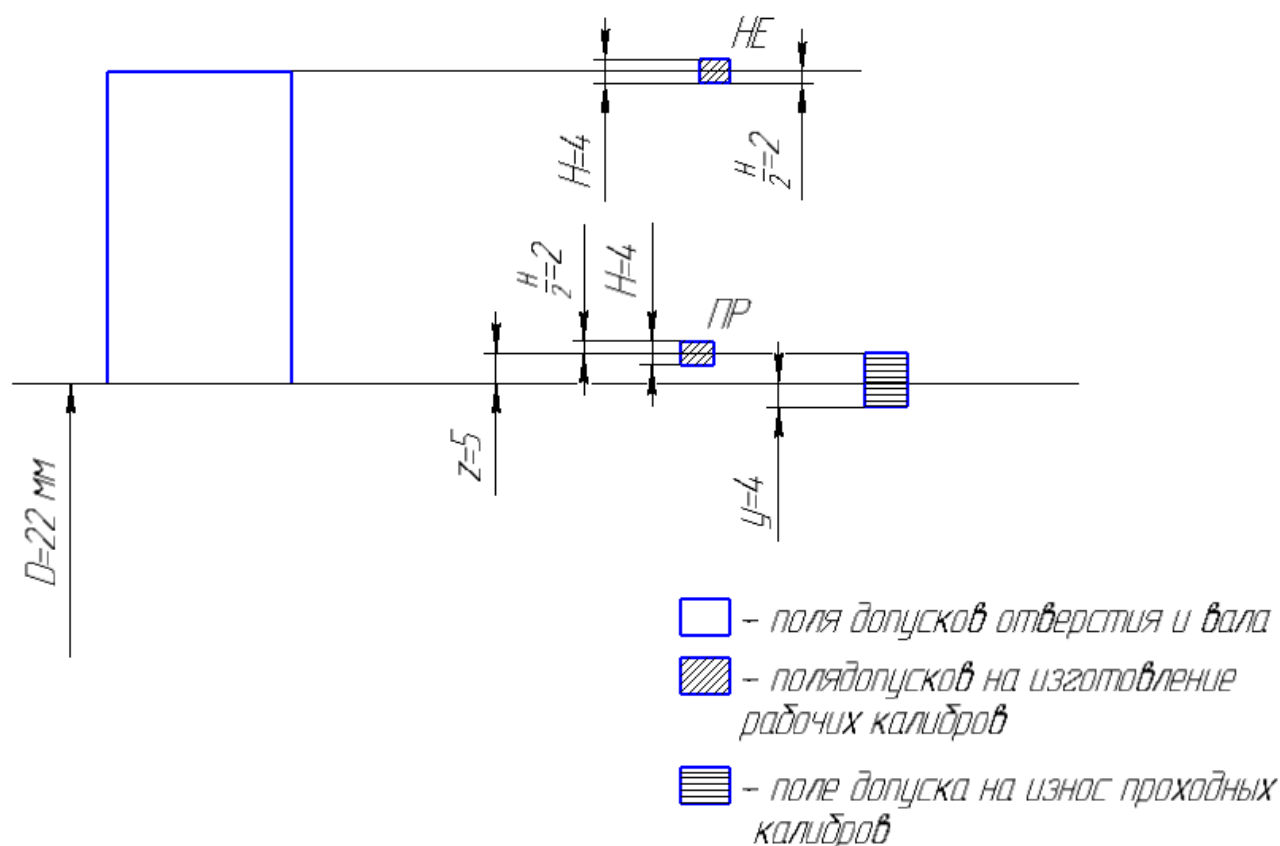


Рисунок 9 – Схема поля допуска калибра

Наибольший размер проходной новой калибр – пробки :

$$ПР_{max} = D_{min} + z + \frac{H}{2} \quad (1.26)$$

$$ПР_{max} = 22 + 0,005 + \frac{0,004}{2} = 22,007 \text{ мм}$$

Размер калибра ПР, проставляемый на чертеже, $22,007_{-0,004}$ мм.

Исполнительные размеры: наибольший – 22,007 мм; наименьший – 22,003 мм.

Наименьший размер изношенной проходной калибр – пробки :

$$ПР_{изнош.} = D_{min} - y \quad (1.27)$$

$$ПР_{изнош.} = 22 - 0,004 = 21,996 \text{ мм}$$

Когда калибр ПР будет иметь указанный размер, его нужно изъять из эксплуатации.

Наибольший размер непроходной новой калибр – пробки:

$$НЕ_{max} = D_{max} + \frac{H}{2} \quad (1.28)$$

$$НЕ_{max} = 22,052 + \frac{0,004}{2} = 22,054 \text{ мм}$$

Размер калибра НЕ, проставляемый на чертеже $22,054_{-0,004}$ мм.

Исполнительные размеры: наибольший – 22,054 мм, наименьший – 22,05

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:

$$T_{оп} = T_o + T_B, \quad (1.29)$$

где $T_{оп}$ - оперативное время на операцию, мин.;

T_o - общее основное время на операцию, мин.;

T_B - вспомогательное время на операцию, мин.

$$T_B = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (1.30)$$

где $T_{уст}$ - время на установку и снятия детали, мин.;

$T_{опер}$ - время, связанное с операцией, мин.;

$T_{изм}$ - время на измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right), \quad (1.31)$$

где $T_{ца}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}, \quad (1.32)$$

где T_o - основное время на обработку одной детали, мин.

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

T_B - вспомогательное время, мин.

$K_{тв}$ - поправочный коэффициент вспомогательного времени,

$A_{обс}$ - время на обслуживания рабочего места, %

$A_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, %

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \text{ мин} \quad (1.33)$$

где n - размер партии запуска, шт.;

$T_{шт}$ - норма штучного времени, мин.

T_{n-3} - норма подготовительно-заключительного времени, мин

Результаты нормирования представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Результаты нормирования

№ п/п	Наименование операции и содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	<p>Горизонтально-фрезерная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией</p> <ul style="list-style-type: none"> - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения <p>Коэффициент вспомогательного времени</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3.Время на обслуживания рабочего места,</p> <p>4.Время на отдых и личные надобности,</p> <p><u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.</p> <p>Штучное время</p> <p><u>Штучно-калькуляционное время</u></p>	<p>[7]</p> <p>Карта 17</p> <p>Карта 31</p> <p>Карта 87</p> <p>Карта 32</p>	<p>5,6</p> <p>1,2</p> <p>0,9</p> <p>0,36</p> <p>1,0</p> <p>2,46</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>13</p> <p>9,23</p> <p>9,64</p>
010	<p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оперативное время 2. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности 3. Штучно – калькуляционное время 	Карта [25]	<p>5,6</p> <p>0,23</p> <p>5,83</p>
015	<p>Вертикально-фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <ul style="list-style-type: none"> - машинно-вспомогательное время <p>2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией</p> <ul style="list-style-type: none"> - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения <p>Коэффициент вспомогательного времени</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3.Время на обслуживания рабочего места</p> <p>4.Время на отдых и личные надобности</p> <p><u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления и др.</p> <p>Штучное время</p> <p><u>Штучно-калькуляционное время</u></p>	<p>[8]</p> <p>Карта 17</p> <p>Карта 31</p> <p>Карта 87</p> <p>Карта 32</p>	<p>3,38</p> <p>1,17</p> <p>0,85</p> <p>0,84</p> <p>0,36</p> <p>1,0</p> <p>2,05</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>21</p> <p>6,61</p> <p>7,3</p>
025	<p>Сверлильная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией</p> <ul style="list-style-type: none"> - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения <p>Коэффициент вспомогательного времени</p>	<p>[8]</p> <p>Карта 17</p> <p>Карта 31</p> <p>Карта 87</p>	<p>8,44</p> <p>0,95</p> <p>0,12</p> <p>0,14</p> <p>1,0</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	Суммарное вспомогательное время		1,21
	3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности 5.Подготовительно-заключительное время на партию дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	Карта 26	0,4 0,4 8 10,44 10,7
035	Радиально-сверлильная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие 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 и др. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	[8] Карта 17 Карта 28 Карта 87 Карта 30	0,026 0,95 0,6 0,14 1,0 1,69 0,05 0,05 11 1,9 2,25
040	Слесарная 4. Оперативное время 5. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности 6. Штучно – калькуляционное время	Карта [25]	5,6 0,23 5,83
045	Фрезерно-расточная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие 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 другие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	[7] Карта 17 Карта 14 Карта 87 Карта 32	14,93 3,2 1,2 0,84 1,31 1 3,35 0,55 0,55 40 21,49 22,74
050	Слесарная 1. Оперативное время	Карта [25]	5,6

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	2. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности Штучно – калькуляционное время		0,23 5,83
055	Радиально-сверлильная 1. Основное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие 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>	[7] Карта 17 Карта 31 Карта 87 Карта 32	0,347 0,95 0,6 0,14 1,0 1,69 0,082 0,082 11 2,2 2,55
060	Слесарная 3. Оперативное время 4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности 5. Штучно – калькуляционное время	Карта [25]	5,6 0,23 5,83

1.3.2 Расчёт потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.34)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;
 F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;
 $F_d = F_n \cdot K_n$, (1.35)

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{II}} \cdot 100, \quad (1.36)$$

где C_{II} – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 21:

Таблица 21 – Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	Модель станка	Tшт-к, мин	C _p	C _п	K _{зо} , %
005	6942-02	9,64	0,205	1	20,5
015	6P13PФ3	7,3	0,155	1	15,5
025	2825П	10,7	0,228	1	22,8
035	2A53	4,8	0,095	1	9,5
055					
045	500Н	22,74	0,484	1	48,4

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 23,34\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

Определение численности рабочих

Число основных производственных рабочих в серийном производстве можем определить как по общей трудоемкости, так и по станкоемкости оборудования:

$$P = C_{п.общ.}, \quad (1.37)$$

где C - количество станков.

Принимаем число станочников.

На операции 005 $P_1=1$ чел.;

На операции 015 $P_2=1$ чел.;

На операции 025 $P_2=1$ чел.;

На операции 035 и 055 $P_2=1$ чел.;

На операции 045 $P_2=1$ чел.;

Число основных рабочих, работающих в одну смену $P=5$ чел.

Расчет потребного количества вспомогательных рабочих:

Они составляют $25 \div 35\%$ от числа основных рабочих

$$P_{всп} = P_{ос} \cdot 30\% = 5 \cdot 30\% = 1,5 \text{ чел.} \quad P_{всп} = 2 \text{ чел.} \quad (1.38)$$

Количество производственных рабочих:

$$P_{произв} = P_{ос} - P_{всп} = 5 + 2 = 7 \text{ чел.} \quad (1.39)$$

Расчет потребного количества инженерно-технических работников (ИТР): ИТР составляют $8 \div 12\%$ от числа производственных рабочих:

$$P_{итр} = 7 \cdot 12\% = 0,84 \text{ чел.} \quad (1.40)$$

$P_{итр} = 1$ чел.

Расчет потребного количества младшего обслуживающего персонала (МОП): МОП составляет $1,5 \div 3\%$ от числа всех работающих:

$$P_{\text{МОП}} = 8 \cdot 2\% = 0,16 \text{ чел.}$$

(1.41)

$$P_{\text{МОП}} = 1 \text{ чел.}$$

Все рассчитанное выше количество работающих на механическом участке заносим в таблицу 22.

Таблица 22 – Сводная ведомость работающих на участке

Наименование профессии	Количество работающих, чел.	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие			
1.1 Основные (5чел.)			
Фрезеровщик	1	4	6942-02
оператор станков с ЧПУ	1	4	6P13PФ3
оператор станков с ЧПУ	1	4	500H
сверловщик	1	3	2825П
сверловщик	1	3	2A53
1.2 Вспомогательные (1 чел.) заточник	1	3	
2.ИТР(1чел.)			
мастер участка	1	10	
3. МОП (1 чел.)			
уборщик	1	2	
Всего: 8 человек			

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Студент гр. 10А31

Д.А. Архипова

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
Ст. преподаватель

Д.Н. Нестерук

(Подпись)

(Дата)

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

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

2.1 Расчет объема капитальных вложений

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчета себестоимости продукции (корпуса с заводским кодом МКЮ.4-11\32.11.15.650) при заданном объеме производства 2520 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

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

- 1) Выбор предмета экономической оценки;
- 2) Выбор критерия экономической оценки;
- 3) Расчёт объёма капитальных вложений;
- 4) Расчёт себестоимости продукции при заданном объёме производства;
- 5) Выводы и рекомендации по полученным результатам.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса, цены на оборудование были приняты в соответствии с ценами завода-производителей.

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

где K_{mo} – стоимость технологического оборудования, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

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

Таблица 23 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{moi} , руб.
005	6942-02	1300000	1	1300000
015	6P13PФ3	2000000	1	2000000
025	2825П	450000	1	450000
035	500Н	5300000	1	5300000
035	2A53	2000000	2	2000000
055				
Всего				13050000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

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

$$\begin{aligned} K_{\text{со}} &= K_{\text{то}} \cdot 0,30 \text{ руб.} \\ K_{\text{со}} &= 3915000 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (2.2)$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений, инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приблизительно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
2. Производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
3. Хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 \quad (2.3)$$

где $K_{\text{ин}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ин}} = 13050000 \cdot 0,15 = 1957500 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

Общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = C_{\text{ин}} + C_{\text{ар}} \quad (2.4)$$

где C'_n – стоимость эксплуатируемых помещений, руб.;

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

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

$$C'_n = 462500 + 46250 = 508750 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{нзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m \cdot T_{обм}}{360} \quad (2.5)$$

где $K_{нзм}$ – стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах, руб.;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_m – цена материала, руб./кг;

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

$$K_{нзм} = \frac{3,39 \cdot 2520 \cdot 22}{360} \cdot 180 = 93971 \text{ руб}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзн} = \frac{N \cdot T_u \cdot C' \cdot k_z}{360} \quad (2.6)$$

где $K_{нзн}$ – стоимость незавершенного производства, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

T_u – длительность производственного цикла, дни;

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

k_z – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_m \cdot C_m}{k_m} \quad (2.7)$$

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

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

C_m – цена материала, руб./кг;

k_m – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия.

$$C' = \frac{3,39 \cdot 22}{0,83} = 89,86 \text{ руб.}$$

$$k_2 = (k_m + 1) \cdot 0,5 \quad (2.8)$$

где $k_m = (0,8 \div 0,85)$.

$$k_2 = (0,83 + 1) \cdot 0,5 = 0,915$$

$$K_{изп} = \frac{2520 \cdot 97 \cdot 89,86 \cdot 0,915}{360} = 558287 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

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

где K_{zn} – стоимость запаса готовой продукции, руб.;

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

N – годовой объем производства продукции, шт.;

T_{zn} – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{zn} = \frac{89,86 \cdot 2520}{360} \cdot 30 = 18871 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{dz} \quad (2.10)$$

где K_{dz} – дебиторская задолженность, руб.;

B_{pn} – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

T_{dz} – продолжительность дебиторской задолженности, дней;

$$T_{dz} = (7 \div 40)$$

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

$$B_{pn} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) \quad (2.11)$$

где B_{pn} – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

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

N – годовой объем производства продукции, шт.;

P – рентабельность продукции, процент.

$p = (15 \div 20)$, процентов.

$$B_{pn} = 89,86 \cdot 2520 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 267208 \text{ руб.}$$

$$K_{оз} = \frac{267208}{360} \cdot 15 = 111335 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приблизительно можно принять 10 процентов от суммы материальных оборотных средств.

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

где $C_{обс}$ – денежные оборотные средства, руб.;

$K_{нзм}$ – стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах, руб.

$$C_{обс} = 93971 \cdot 0,10 = 9397,1 \text{ руб.}$$

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:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{мзр} - C_o \cdot H_o) \quad (2.13)$$

где C_m – затраты на основные материалы, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_m – цена материала, руб./кг;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

$K_{мзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов $K_{мзр} = 1,04$

C_o – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_z - m_o \quad (2.14)$$

где H_o – норма возвратных отходов кг/шт.;

m_z – масса заготовки, кг;

m_o – масса изделия, кг;

$$H_o = 9,69 - 6,3 = 3,39 \text{ кг/шт.}$$

$$C_m = 2520 \cdot (22 \cdot 3,39 \cdot 1,04 - 21 \cdot 3,39) = 16061 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
ФЮРА.А31019.001	537214	637122	16061
Всего			16061

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда. Часовая ставка j -го разряда и отчисления на социальные нужды принимаем из тарифных ставок для рабочих сдельщиков ООО "Юргинский машзавод".

В ВКР предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

k_p – районный коэффициент $k_p = 1,3$;

N – годовой объем производства продукции, шт.

Таблица 25 – Расчет фонда заработной платы

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	C_{zoi} , руб.
Фрезеровщик	9,64	4	1	54,88	43328,7
Оператор станков с ЧПУ	7,3	4	1	62,01	37074
Сверловщик	10,7	3	1	54,88	48093
Сверловщик	4,8	3	1	54,88	21574,4
Оператор станков с ЧПУ	22,74	4	1	62,01	115487,8
Слесарь механосборочных работ	16,42	3	2	38,46	51721
Фонд заработной платы всех рабочих					369000

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (2.16)$$

где C_{oco} – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

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

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,003 \div 0,017)$ руб./год.

$$C_{oco} = 369000 \cdot (0,3 + 0,01) = 114390 \text{ руб./год.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

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

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni} \quad (2.18)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

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

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

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

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов

продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{epi}} \quad (2.19)$$

где A_q – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

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

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_d = 1973$ часов;

K_{epi} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 26 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	a_{ni} , %	$F_{дi}$, час.	$K_{вpi}$	Q_i , шт.	$A_{чи}$, руб.
005	1300000	10	1973	0,1	1	658,9
015	2000000	8	1973	0,1	1	810,9
025	450000	10	1973	0,3	1	76,2
035	2000000	10	1973	0,6	1	760,2
055						
045	5300000	8	1973	0,3	1	716,3
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{чи}$) на деталь						3022

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

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

$$a_{ni} = \frac{1}{50} \cdot 100\% = 2\%$$

Таблица 27 – Расчет амортизационных отчислений зданий

Помещения	C_i , руб.	a_{ni} , %	$A_{чи}$, руб.
Производственные	450000	2	9000
Вспомогательные	100000	2	2000
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{чи}$)			110000

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

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

$$C_{ч.р.} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{Mi} \cdot R_{Mi} + \omega_{Эi} \cdot R_{Эi})}{T_{РЦ} \cdot \beta_M \cdot \beta_{ТП} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} + t_{р.эл} \cdot C_{р.эл} \quad (2.20)$$

где $C_{ч.р.}$ – затраты на ремонт оборудования, руб./час.;

n – количество оборудования, шт.;

ω_{Mi} – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящийся на единицу i -ой ремонтной техники, н.ч.;

R_{Mi} – группы ремонтпригодности механической части i -го оборудования, руб.;

$\omega_{Эi}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящийся на единицу i -ой ремонтной техники, н.ч.;

$R_{Эi}$ – группы ремонтпригодности электрической части i -го оборудования, руб.;

$T_{РЦ}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, час.;

β_M – коэффициент, влияющий на длительность ремонта обрабатываемого материала;

$\beta_{ТП}$ – коэффициент, влияющий на длительность ремонта типа производства;

β_P – коэффициент, влияющий на длительность ремонта значений параметров оборудования;

β_T – коэффициент, влияющий на длительность ремонта массы станка;

$t_{р.эл}$ – трудоемкость ремонта электронной части станков, н.ч.;

$C_{р.эл}$ – стоимость ремонта, руб.

$$C_{ч.р.} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{Mi} \cdot R_{Mi} + \omega_{Эi} \cdot R_{Эi})}{T_{РЦ} \cdot \beta_M \cdot \beta_{ТП} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} + t_{р.эл} \cdot C_{р.эл}$$

Таблица 28 – Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{P.Эл}$, н.ч.	R_{Mi} , руб.	$R_{Эi}$, руб.	ω_{Mi} , н.ч.	$\omega_{Эi}$, н.ч.	$C_{ч.р.}$, руб./час
005	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
015	85	12	14	34,7	50,8	12864,05
025	90	14	15	35,3	52,1	14399,52
035	90	14	15	35,3	52,1	14399,52
055						
045	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
Суммарные затраты на ремонт всех станков						86828,33

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot u_{ox} \quad (2.21)$$

где $C_{СОЖ}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

g_{ox} – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,

$g_{ox} = 0,03$ кг/дет.;

u_{ox} – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{СОЖ} = 6 \cdot 2520 \cdot 0,03 \cdot 350 = 157760 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot C_{возд} \cdot N}{60} \sum t_{oi} \quad (2.22)$$

где $C_{возд}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

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

$C_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 2520}{60} \cdot 1,07 = 2054,2 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{\text{yi}} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{Ц}_{\text{э}} \quad (2.23)$$

где $C_{\text{чэ}}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 1973$ часов;

K_{N} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_{\text{N}} = 0,5$;

$K_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $K_{\text{вр}} = 0,3$

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

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

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$\text{Ц}_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), руб. $\text{Ц}_{\text{э}} = 5,1$ руб.

Таблица 29 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэi}}$, руб
005	45	71316,6
015	7,5	11886,1
025	30	47544,4
035	4,5	7131,7
055		
045	22,5	35658,3
055	4,5	7131,7
Затраты на электроэнергию для всех операций		173537,1

2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента инвентаря ($K_{ин} = 708300$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии 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:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \quad (2.24)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

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

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

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

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 608400 \text{ руб.}$$

$$C_{зврСЛЖ} = 6050 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 122694 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = (608400 + 122694) \cdot 0,08 = 58487,5 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{опр} = C_{звр} \cdot 0,3 \quad (2.25)$$

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

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{опр} = 58487,5 \cdot (0,3 + 0,01) = 18131,12 \text{ руб.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{зауп} = \sum_{i=1}^k C_{заупj} \cdot Ч_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{noj} \cdot k_y \quad (2.26)$$

где $C_{зауп}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{заянj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{аянj}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

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

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$C_{заянPVK} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766$ руб.

$C_{заянСПЕЦ} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220$ руб.

$C_{заян} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,32$ руб.

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оаян} = C_{заян} \cdot 0,3 \quad (2.27)$$

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

$C_{заян}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{оаян} = 10119,32 \cdot (0,3 + 0,01) = 3136,9 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{проч} = ПЗ \cdot N \cdot 0,1 \quad (2.28)$$

где $C_{проч}$ – прочие расходы, руб.;

$ПЗ$ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{проч} = 138,6 \cdot 2520 \cdot 0,1 = 34927,2 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 30 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	138,6	83160
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	75,8	1540200
заработная плата производственных рабочих	49,87	447659,19
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	37,90	58195,69
Косвенные затраты:	864,7	5188200
амортизация оборудования предприятия	3022	8943240
амортизация эксплуатируемых помещений	169,58	508750
отчисления в ремонтный фонд	6,47	29008,65
вспомогательные материалы на содержание оборудования	28,24	84737,14
затраты на силовую электроэнергию	17,02	42745,559
износ инструмента	23,30	69900,80
заработная плата вспомогательных рабочих	63,3	23415,84
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	19,6	3044,06
заработная плата административно-управленческого персонала	8,03	24112,92
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	2,25	6751,61
прочие расходы	16,3	98148
Итого	4244	17151269,5

Таким образом, можно сделать вывод, что стоимость изделия по базовому технологическому процессу составляла 632,80 руб. Изменив технологический маршрут и применив новейшее оборудование и станки с ЧПУ, можно сократить издержки производства, а также уменьшить стоимость изделия, которая составит 368,06 руб. Экономия в нововведениях составит 667145 руб.

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А31

Д.А. Архипова

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
д.т.н., профессор

С.В. Литовкин

(Подпись)

(Дата)

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

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

3.1 Характеристика объекта исследования

Разработанный технологический процесс состоит из шести механических операций, трех слесарных и контрольной операции.

Операция 005 выполняются на фрезерном станке. Процесс протекает с большим количеством летящей стружки, используется СОТС(смазывающе-охлаждающие технические средства).

Операция 015 выполняется на вертикально – фрезерном станке с числовым программным управлением. Процесс протекает с большим количеством летящей стружки, используется СОТС(смазывающе-охлаждающие технические средства).

Операция 025 выполняется на станке глубокого сверления. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия используется СОТС(смазывающе-охлаждающие технические средства).

Операция 035 и 055 выполняются на радиально – сверлильном станке. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия используется СОТС(смазывающе-охлаждающие технические средства).

Операция 045 выполняется на фрезерно – расточном станке с числовым программным управлением. Процесс протекает с большим количеством летящей стружки, используется СОТС(смазывающе-охлаждающие технические средства).

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 привести к серьёзным травмам, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ на которых 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 снижается производительность и ухудшается качество работы, повышается вероятность несчастных случаев;

- вибрация может привести к развитию виброболезни;

- стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;

- СОЖ (смазывающе-охлаждающая жидкость) может привести к развитию кожных заболеваний.

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

Производственные процессы сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны различного рода загрязнений и тепловых излучений. При контакте с организмом человека вредные вещества могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

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

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

К промышленному освещению предъявляются следующие требования [12]:

- освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей.

Существует три вида освещения: – общее; – местное; – комбинированное.

Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком.

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения. Согласно замерам люксметра освещение в помещении составляет 250 лк, что не соответствует нормам.

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

E – минимальная освещенность, лк;

K – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²;

z – коэффициент неравномерности освещения;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается из таблицы 4.1, исходя из следующих величин[13]:

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

По таблице 4.8 для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса $K = 1,5$ [13].

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

$$h = 4 - 1 = 3 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h, \text{ откуда } \lambda = \frac{L}{h} \quad (3.2)$$

Из таблицы 4.9, $\lambda = 1$; откуда, $L = 1 \cdot 3 = 3 \text{ м.}$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам прямоугольника. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 3 = 1 \text{ м.}$

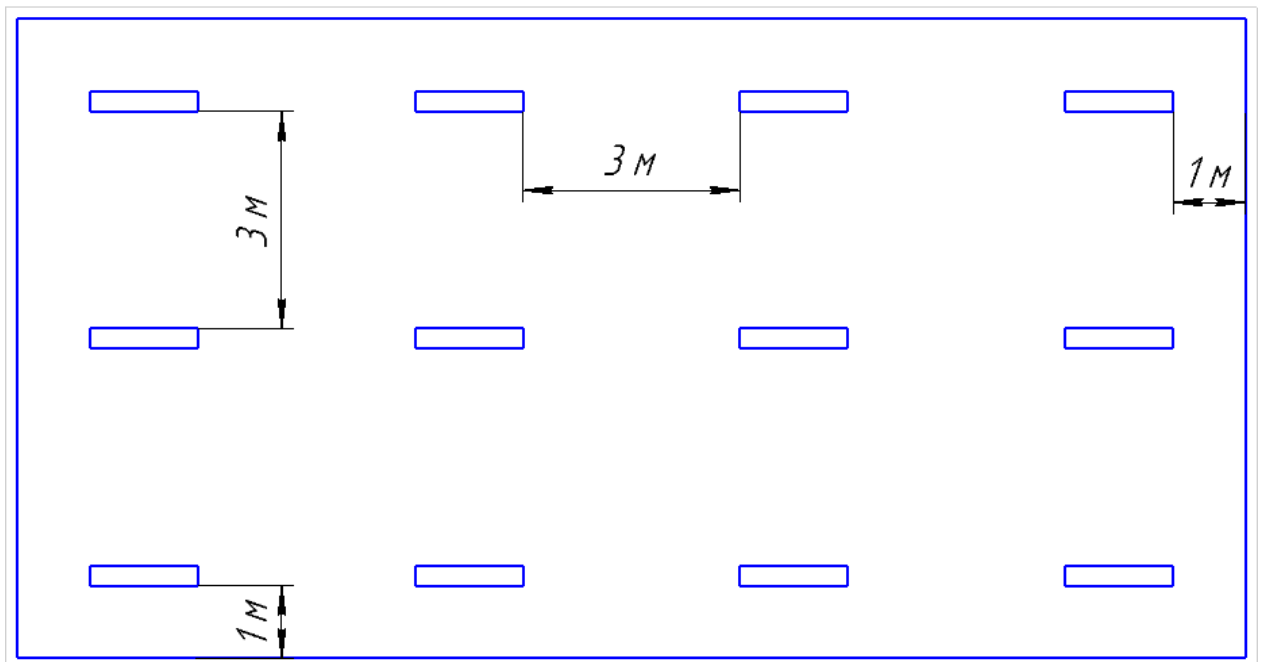


Рисунок 9 – Схема расположения светильников

Количество светильников: $n = 12$.

Индекс помещения:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.3)$$

$$I = \frac{220}{3 \cdot (20 + 11)}$$

где A, B – стороны помещения, м.

По таблице 3.2 коэффициент использования светового потока принимаем 54%.

Коэффициент неравномерности освещения равен 0,9.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{12 \cdot 0,54} = 18679,3 \text{ лм}. \quad (3.4)$$

Принимаем: 12 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ($\Phi = 19000$ лм).

3.4. Расчёт заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землём до безопасной величины.

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

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

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 1×12 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

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

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

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю [13], определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.5)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

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

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.} \quad (3.6)$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , в штуках по формуле:

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

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

$$\Pi = \frac{34}{10 \cdot 0,8} = 4,25 \text{ шт.},$$

принимаем $\Pi = 4$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

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

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (4 - 1) = 16 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

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

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

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

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 1600} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 1600^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 9,2 \text{ Ом.}$$

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

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

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

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

Подставив значения в формулу получим:

$$R_n = \frac{34 \cdot 9,2}{34 \cdot 0,7 + 9,2 + 0,8 \cdot 4} = 8,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Согласно расчетам для необходимой величины сопротивления заземляющего устройства требуется 4 заземлителя диаметром 4 см и длиной 250см.

3.5 Защита от движущихся органов станков

Движущиеся органы станков могут нанести травму работчим, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями.



Рисунок 10 – Концевые выключатели серии WL IP67 5A

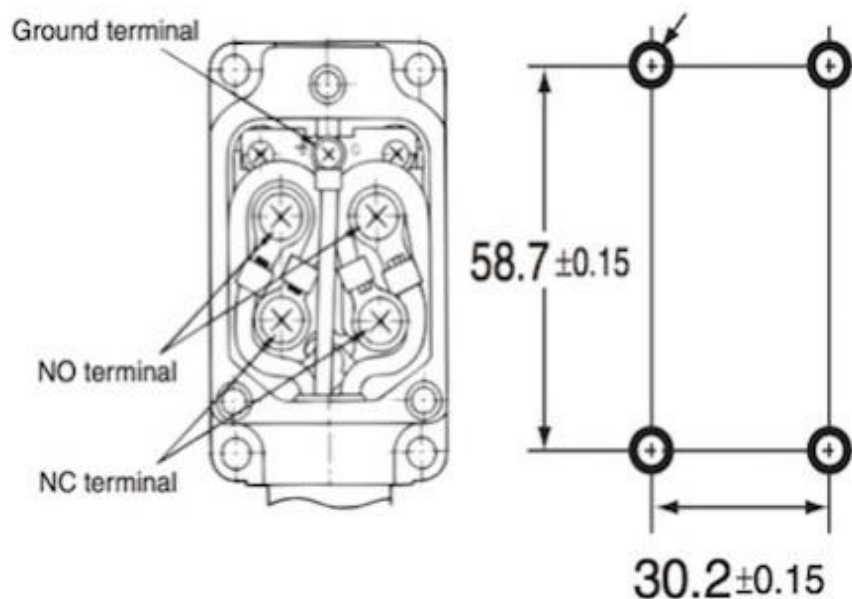


Рисунок 11 – Устройство концевых выключателей WL Omron

При работе на станках не допускается работать в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы убирают их под головной убор.

3.6 Защита от шума

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся:

- широкополосные;
- тональные;
- постоянные;
- непостоянные;
- прерывистые;
- колеблющиеся;
- импульсные.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

От станка 6942-02 уровень шума составляет 90 Дб, что превышает предельно допустимый уровень шума. 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).

Для того чтобы уровень шума на производстве соответствовал нормам установленным в СН 2.2.4/2.1.8.562-96, и предотвратить заболевания, связанные с повышенным уровнем или резкими скачками шума, рабочих, при работе на данном станке применяются противозумные наушники ПШНБ (24Дб).

3.7 Защита от вибрации

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют: на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего). Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. Предельно допустимая норма вибраций по СН 2.2.4/2.1.8.566-96: общая – 92 Дб; местная – 120 Дб. Вибрация не превышает предельно допустимую норму установленную в СН 2.2.4/2.1.8.566-96 и составляет 70 Дб.

3.8 Защита от стружки

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

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

Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми кромками нанести работающему тяжелую травму.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру $600 \div 700^{\circ}\text{C}$, что может нанести ожоги.

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

Для защиты от отлетающей стружки и во избежание травм на предприятии применяются следующие средства защиты: предохранительные очки, маски, щитки и экраны.

3.9 Защита от вредных веществ

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

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

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

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели.

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

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

Вывод:

Был произведен расчет защитного заземления и освещения, из расчета следует, что для данного цеха необходимо установить 4 заземлителя диаметром 4 см и длиной 250см, установить 12 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт (Ф = 19000 лм). Также было выявлено то, что уровень шума превышает предельно допустимую норму. Для того чтобы устранить данный негативный фактор, были использованы противошумные наушники. В том числе были применены меры по защите от движущихся органов станка, летящей стружки и вредных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса ФЮРА.А31019.001.

Отличительной чертой данного технологического процесса является то, что были произведены сокращение наименования оборудования, увеличение производительности, замена оборудования. Выполнение принципа постоянства и смены баз при проектировании операции, поспособствовало увеличению точности обработки. Спроектированное для фрезерного станка специальное приспособление позволило снизить время на выверку и установку детали, и привело к увеличению жёсткости технологической системы при обработке. Был выбран способ получения заготовки штамповка в открытых штампах на КГШП для данного типа производства и заданной программы выпуска.

Разработанный технологический процесс является наиболее выгодным с точки зрения организации производства. Вследствие сокращения количества применяемого оборудования сокращаются производственные площади, что позволяет применять для изготовления детали производственный участок меньшей площади, и в целом снижает дополнительные расходы.

Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу, проведен в разделе 3 «Социальная ответственность». Предложены мероприятия по защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали и охране труда рабочего персонала.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» была рассчитана себестоимость детали в условиях спроектированного технологического процесса и при заданной программе выпуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. - М.: Издательство стандартов, 1992. – 461с.,
2. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Ма-шиностроение, 1975. – 656с.
3. Государственные стандарты СССР: Единая система технологической документации. М.: Издательство стандартов. 1983. Общие положения и требования к документам общего назначения – 108с. Правила оформления документов на процессы и виды обработки – 228с.
4. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической подготовки производства. М.: Издательство стандартов, 1984. – 360с.
5. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х частях. В.Д. Мягков и др. - М Машиностроение, Ленинградское отделение 1983. Ч.1. – 543 с.; Ч.2. – 448с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А.. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 1976. – 288с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. – 422с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для техниче-ского нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. – М.: Машиностроение, 1974. ч.1. – 416 с.; ч.2. – 200 с.; ч.3. – 360 с.
9. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. - М: Машиностроение. 1977. – 416с.
10. Справочник инструментальщика. / Под общ. ред. И.А. Ординарцева - Л.: Машиностроение 1980. – 846с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 496с.; Т.2. –256с.
12. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. т.1. – 592с.; т.2. – 256с.
13. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96с.
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. Server-tmc\Книги по специальности\Каталог Sandvik Coromant
16. Server-tmc\Книги по специальности\Реж. инстр Sandvik Coromant

17. Sandvik - Engineering group in tooling, materials technology, mining and construction [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.com/> (дата обращения 21.04.2017)