

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 Машиностроение
Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Кафедра Технологии машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.319.501.024

УДК 621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Савин Матвей Федорович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ТМС	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭиАСУ	Нестерук Дмитрий Николаевич	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖДиФВ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой ТМС	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии машиностроения	Моховиков Алексей Александрович	к.т.н., доцент		

Юрга – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях агропромышленного комплекса 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 предприятиях агропромышленного комплекса и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в техническом сервисе, при производстве, восстановлении и ремонте иных деталей 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, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники, для агропромышленного и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы в техническом сервисе, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на предприятиях агропромышленного комплекса.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля в техническом сервисе.
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы

Код результата	Результат обучения
	эксплуатации технологического оборудования при изготовлении, ремонте и восстановлении деталей и узлов сельскохозяйственной техники и при проведении технического сервиса в агропромышленном комплексе.
P12	Проектировать изделия сельскохозяйственного машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы технического сервиса, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект и методы исследования. 2. Расчеты и аналитика. 3. Результаты разработки. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали (1 лист А1). 2. Карты наладок (6 листов А1). 3. Чертеж приспособления (1 лист А1)
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Нестерук Д.Н.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>29.01.2018</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Савин Матвей Федорович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Савин Матвей Фёдорович

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i>	<i>Производственный участок</i>
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

2. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	
3. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i>	
4. <i>Охрана окружающей среды:</i>	
5. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	
6. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	

Перечень графического материала:

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	8.06.2018
---	------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Савин Матвей Фёдорович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Савин Матвей Фёдорович

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Годовая программа выпуска 500 штук. Масса детали 79кг.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. График разработки и внедрения ИР / НИ
2. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	8.06.2018
--	-----------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Савин Матвей Фёдорович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 127 страницу, 8 листов графической части.

Целью работы является разработка технологического процесса, в котором используется высокоэффективное оборудование, инструменты, что позволяет сократить время на подготовку производства, снизить трудоёмкость, затраты на изготовление, следовательно, снизить технологическую себестоимость корпуса не ухудшая его качества.

Выпускная квалификационная работа на тему: проектирование технологического процесса корпуса гидрораспределителя КС-4372.319.501.024 в условиях среднесерийного производства.

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

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

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

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

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

В разделе охраны труда освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов.

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

THE ABSTRACT

Final qualifying work on a theme: designing of technological process of the case of hydrodistributor KS-4372.319.501.024.

Final qualifying work contains the following chapters: introduction, technological, design, organizational, economic parts, and also a labor safety and health and safety.

In a technological part the description of sequence of technological process, calculations of allowances, calculations of modes of cutting and norms of time is stated.

In a design part descriptions and calculation of the adaptations cutting and the measuring tool are resulted.

In an organizational part calculations of quantity of the equipment, number of workers are resulted.

In an economic part technical and economic indicators, and also economic annual effect are calculated.

In labor safety section work safety issues on a site and measures of the prevention of dangerous production factors are shined.

In a graphic part drawings of adaptations, cards of the adjustments, the cutting and measuring tool are represented the detail drawing together with preparation.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВЕДЕНИЕ	14
1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
1.1 Служебное назначение изделия	17
1.2 Назначение цеха 41 и программа выпуска изделий	19
1.3 Анализ технологичности изделия	20
1.3.1 Качественная оценка технологичности изделия	21
1.3.2 Количественная оценка технологичности изделия	21
1.4 Описание базового технологического процесс	23
2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	38
2.1 Выбор заготовки и метода ее изготовления	39
2.2 Выбор баз	41
2.3 Составление технологического маршрута обработки	49
2.4 Выбор оборудования	53
2.5 Выбор средств технологического оснащения	58
2.6 Расчёт припусков	61
2.7 Расчёт режимов резания	64
2.8 Нормирование технологического процесса	78
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	82
3.1 Проектирование специального приспособления	83
3.1.1 Силовой расчёт приспособления	83
3.1.2 Расчёт приспособления на точность	84
3.2 Проектирование фрезерно-расточного приспособления	86
3.2.1 Силовой расчёт параметров привода	86
3.2.2 Расчёт приспособления на точность	88
3.3 Проектирование развертки конической	89
3.3.1 Проектирование калибра соосности	90
3.4 Организационная часть	91
3.4.1 Расчет количества основного оборудования на участке	91
3.4.2 Определение коэффициентов загрузки оборудования	93
3.4.3 Определение суточной производительности	93
3.4.4 Определение размеров партии запуска	94
3.4.5 Расчёт длительности технологических циклов	95
3.4.6 Расчет численности рабочих	96

					<i>ФЮРА.04 1055.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Савин М.Ф.</i>			<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						3
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>			<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А41</i>			
<i>Утверд.</i>								

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	98
4.1 Характеристика объекта исследования	99
4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	99
4.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	101
4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте	103
4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	104
4.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	107
4.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	109
4.8 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды	110
4.8.1 Мероприятия пожарной профилактики.	111
4.8.2 Охрана атмосферы.	112
4.8.3 Охрана водного бассейна.	113
4.8.4 Утилизация и ликвидация промышленных отходов.	114
4.9 Заключение	115
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	117
5.1 Расчет объема капитальных вложений	118
5.1.1 Стоимость технологического оборудования	118
5.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	119
5.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря	119
5.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	120
5.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	120
5.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	120
5.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	121
5.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	121
5.1.9 Денежные оборотные средства	122
5.2 Расчёт заработной платы производственных работников	122
5.2.1 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	123
5.2.2 Расчет амортизации основных фондов	123
5.2.2.1 Расчет амортизации оборудования	123
5.3 Отчисления в ремонтный фонд	124
5.3.1 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	124

					<i>ФЮРА.04 1055.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Савин М.Ф.</i>			<i>Технологический процесс изготовления корпуса</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						3
<i>Н. Контр.</i>		<i>Маховиков А.А.</i>						12
<i>Утверд.</i>								<i>ЮТИ ТПУ гр. 10А41</i>

5.3.1.1 Затраты на СОЖ	124
5.3.1.2 Затраты на сжатый воздух	125
5.3.2 Затраты на силовую электроэнергию	125
5.3.3 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	126
5.3.4 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	126
5.3.5 Заработная плата административно-управленческого персонала	127
5.3.6 Прочие расходы	127
5.4 Экономическое обоснование технологического проекта	128
5.4.1 Заключение:	129
Заключение	130
Список использованных источников	131

Графический материал: На отдельных
листах

- ФЮРА. 041055.001 Чертеж детали
- ФЮРА. 041055.002 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.003 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.004 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.005 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.006 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.007 СБ Специальное приспособление. Сборочный чертеж
- ФЮРА. 041055.008 Карта наладки

Диск CD-R В конверте на
обороте обложки

- ФЮРА. 041055.001 Чертеж детали
- ФЮРА. 041055.002 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.003 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.004 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.005 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.006 Карты наладки
- ФЮРА. 041055.007 СБ Специальное приспособление. Сборочный чертеж
- ФЮРА. 041055.008 Карта наладки

Ведение

Машиностроение является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется разработкой новых конструкций машин и совершенных технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества технологических процессов, разрабатываемых в нём.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства на базе АСУП, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. 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. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического

процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства баз.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрять новые изделия, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В дипломном проекте решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали типа корпус, выпускаемого на ООО «Юргинский Машзавод», с целью улучшения существующего метода изготовления.

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

М.Ф. Савин

(Дата)

Руководитель
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

1.1 Служебное назначение изделия

Корпус КС–4372.319.501.024 является основной частью гидравлического оснащения нижней рамы стрелового самоходного короткобазового крана КС–4372, собираемого на базовом предприятии в цехе 41. Преимущество данного крана очевидно. Грузовая лебедка с планетарным редуктором обеспечивает быстрый подъем и опускание груза по сравнению с лебедками предшествующих кранов.

Стреловой самоходный короткобазовый кран КС–4372 грузоподъемностью 20 тонн с телескопической стрелой предназначен для выполнения строительных, монтажных, а так же грузоподъемных работ.

Кран КС–4372 может выполнять следующие операции:

- грузовые операции по подъему и перемещению груза с основной стрелой на опорах;
- грузовые операции по подъему и перемещению груза с основной стрелой на колесах;
- грузовые операции по подъему и перемещению груза с удлинителем на опорах;
- грузовые операции;
- телескопирование груза;
- передвижение с грузом на крюке при положении стрелы вдоль продольной оси, ходовой части по площадкам с твердым покрытием;
- передвижение крана по диагонали (поворот колес обоих мостов в одну сторону).

Проектируемый корпус 319.501.024 представляет собой сложную конструкцию, в нём предусмотрено значительное количество точно обрабатываемых отверстий, крепежных отверстий.

Укомплектованный корпус входит в сборку гидравлического распределителя. Который представляет собой агрегат золотникового типа с

гидравлическим управлением, последовательным подключением исполнительных гидродвигателей и возможностью регулирования рабочей жидкости к ним. Гидрораспределитель обеспечивает подачу жидкости от насоса к гидромотору, гидроразмыкателю и тормозу механизма поворота, цилиндрам стрелоподъемного механизма.

Напорная секция. Подвод рабочей жидкости к гидрораспределителю выполняется через канал в напорной секции. Секция предназначена для подвода жидкости к рабочим секциям, предотвращения противотока от них и ограничения давления в напорной магистрали.

К рабочим секциям жидкость поступает через специальный канал, обратный клапан, исключаящий противоток от них. Через другой канал выполняется подвод жидкости к предохранительному каналу и переливным каналам ведущим к сливной крышке.

Предохранительный клапан непрямого действия переключает поток рабочей жидкости на слив при превышении установленной величины давления. Переключение осуществляется путем соединения подводящего канала с каналом С1 и далее по переливным каналам рабочая жидкость направляется в сливной канал С5 крышки. Величина давления срабатывания клапана определяется усилием его пружины и регулируется перемещением наружного корпуса относительно внутреннего.

Материал для корпуса ВЧ40 ГОСТ 7293-85. Основные данные сведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Механические свойства

Временное сопротивление разрыву, МПа (не менее)	Относительное удлинение, % (не менее)	Твердость, НВ
400	15	140 - 202

Таблица 1.2 – Химический состав, %

Углерод	Кремний	Магний	Сера (Не более)	Хром (Не более)	Фосфор (Не более)
3,0 – 3,5	1,2 – 1,7	0,2 – 0,6	0,02	0,1	0,1

1.2 Назначение цеха 41 и программа выпуска изделий

Цех 41 является основным механосборочным цехом ООО «Юргинский машзавод». Цех производит механическую обработку основных деталей грузоподъемной техники и часть деталей горношахтного оборудования, сварочные работы металлоконструкций грузоподъемной техники, сборку и испытание кранов КС–4871, КС–4671, КС–5871, КС–55722, КС–55722–1, КС–4372. Кроме того, цех производит ремонт грузоподъемной техники, как собственного производства, так и других заводов.

Проектируемая деталь – Корпус 319.501.024 изделия КС–4372, входит в сборку гидравлического распределителя. Основные данные приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Основные данные

Наименование изделия	Характеристика, модель	Марка материала	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
				На основную программу	На запасные части	Всего	Детали	На программу с запасными частями
Корпус	КС-4372.319.501.024	ВЧ 40 ГОСТ 7293–85		3000	5	3150	0.1312	41.328

1.3 Анализ технологичности изделия

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

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

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

1.3.1 Качественная оценка технологичности изделия

Деталь «Корпус» имеет достаточно жёсткую конструкцию, более 50% конструкции не подвергаются механической обработке. К детали не предъявлено особых требований по шероховатости поверхностей. Конструкторская база совпадает с технологической и измерительной, что позволяет исключить погрешности изготовления и измерения.

Нетехнологичным является отверстие диаметром 22,9 мм, изготавливаемое под наклоном на длину 123 мм.

Нетехнологичным является отверстие диаметром 3 мм, изготавливаемое под наклоном 30 градусов, что затрудняет доступ инструмента.

Способ получения заготовки – литьё в песчано – глинистые формы, что соответствует серийному типу производства. Шероховатость Rz=200, IT14.

Основное требование к технологичности таких отливок – беспрепятственное извлечение модели из формы и стержня из стержневого ящика. Допускаемые погрешности по ГОСТ 26645 – 85. В целом отливка технологична по качественным показателям литых деталей, что обеспечивает прочность и жёсткость детали, хорошую заполняемость, несклонность к образованию полостей и раковин у заготовки.

Отсюда следует, что с позиции качественной оценки деталь технологична.

1.3.2 Количественная оценка технологичности изделия

Расход металла на последующую механическую обработку оценивается коэффициентом использования материала КИМ:

$$\hat{E}_{\hat{E}i} = \frac{m_{\hat{a}\hat{a}\hat{o}}}{m_{\hat{c}\hat{a}\hat{a}}} = \frac{13,12}{17,99} = 0,73$$

(1.1)

Где M_d – масса детали; $M_d=13,12$ кг;

M_3 – масса заготовки; $M_3=17,19$ кг.

Для разрабатываемого технологического процесса в условия серийного

производства – этот способ является технологичным. Качественный и количественный анализы показали, что деталь технологична.

1.4 Описание базового технологического процесс

Таблица 1.4 – Маршрут обработки изделия

Операция	Наименование Операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент	T _{шт} , мин
005	Отрезная	8Б66А; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Пила отрезная 710 2257-0162 ГОСТ 4047-82; Зажим при станке; Кран электро-мостовой; Линейка 500 ГОСТ 427-75.	4,2
010	Фрезерная	65А60Ф1; Тиски 7200-0214 ГОСТ 14904; Кран-укосина 0,5т; Тара 505-176; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Фреза ВК8 СТП 406-1454-79; ЩЦ П-160- 0,05 ГОСТ 160-80; ШР 400-0,05 ГОСТ 104-80	161
015	Фрезерная	65А60Ф1; Тиски 7200-0214 ГОСТ 14904; Кран-укосина 0,5т; Тара 505-176; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Фреза ВК8 СТП 406-1454-79; Скоба 80h11 СТП 406-4319-76; ЩЦ П-16,0-0,05 ГОСТ166-80; ШР-400-0,05 ГОСТ 166-80.	4,0
020	Фрезерная	65А60Ф1; Тиски 1200-0214 ГОСТ 14904-80; Кран-укосина 0,5т; Втулка 50/5 СТП-2304; Тара 505-176; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Фреза 50 2223-0027 ГОСТ 11026; Фреза ВК8 СТП 406-1454-79; ЩЦ П-160-0,1 ГОСТ 166-80; ШР-160-0,05 ГОСТ 166-80.	4,9

Продолжения Таблица 1.4

025	Шлифовальная	ЗЛ722В;	5,2
		Плита магнитная; кран 5т.; Круг шлифовальный; Круг шлифовальный ПП 450*80*302 54С, 40, СМАК ГОСТ 2424-83; Микрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-76; Линейка ЛТ-1-200 ГОСТ 8026-73; Щупы-100, набор 2, кл, точности I, ТУ2-034-225-87; Вставка 386-14443; Тара 505-459; Очки О ГОСТ 12.4.013-85	
030	Фрезерная	ГФ2171; Приспособление 319-950; Штырь 317-1957; Втулка 222-209; Втулка 222-211-03 3шт.; Патрон 8-В12 ГОСТ 8522-79 2ШТ.; Оправка 2-В12 6039-0006 ГОСТ 2682-86 2шт.; Прибор 160-378; Тара 505-178; Очки О ГОСТ 12.4.013-85; Фреза 63 2223-0781 ГОСТ 17026-71; Сверло 011-715; Сверло 7,8 2301-0014 ГОСТ 10903-77; Развёртка 030-1623; Сверло 19,25 ГОСТ 10903; ЩЦ П-250-0,05 ГОСТ 166-80; ЩЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 8,248 СТП 406-4307-82; Фаскомер 45° СТП 406-4361-76.	3,8

035	Сверлильная	ИР500МФ-4; Прихват $\frac{УСПК-954-2}{610 \times 20}$; Штырь 340-425; Штырь 340-426; Кран 5т.; Оправка 220-264; Тяга 222-203; Фреза 125 2214-0003 75°1 Т5К10 ГОСТ 24359-80; Прибор 160-378; ЩУП 7053-0011 ГОСТ 8926-68; Валик 153-337; Тяга 222-203 4шт.; Втулка 222-211-03 4шт.; Очки 0 ГОСТ 124.013-65; Сверло 18 2301-0431 ГОСТ 2092-77; Сверло 15,25 23,01-0051 ГОСТ 10903-77; Сверло 23 2301-0079 ГОСТ 10903-77; Сверло 011-715; Пробка 18Н14-250 СТП 406-4307-82; Пробка 15Н14-200 СТП 406-4307-82; Штангенглубиномер ШГ 250 ГОСТ 162-80; Втулка 222-211-02; Сверло 23,5 2301-0081 ГОСТ 10903-77; Глубиномер 0-25-1 ГОСТ 7470-78; Втулка 222-211-02; Зенкер 25№1 СТП 406-1222-76; Втулка 222-211-02; Развёртка 2508 СТП 406-1315-86; Втулка 222-211-02; Развёртка 25Н7 СТП 406-1315-86; Пробка 25Н7 СТП 406-4507-82; Втулка 222-211-02; Зенкер 27№1 СТП 406-1222-76; Втулка 222-211-02; Развёртка 28Н8 2363-0399 ГОСТ 1672-80; Пробка 28Н8 СТП 406-4307-82; Втулка 222-211-02; Зенкер 28№1 СТП 406-1222-76; Калибр $\varnothing 0,04$ П 150-2072 или ЦМ-43-8; Втулка 222-211-05; Зенкер 31,5 2353-0156 ГОСТ 14953-80; Фаскомер 45° СТП	121, 3
-----	-------------	--	-----------

		<p>406-4361-76; Оправка 250-2036 2шт.; Резец 10×10×25×0,3 ВК8 лев СТП 406-1167-78; Штангенрейсмас ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80; Втулка 222-211-01 3шт.; Резец 10×10×32×0,3 ВК8 лев СТП 406-1167-78; Тяга 222-203 3шт; Развёртка 033-428; Калибр 38,3Н11 60° 115-1662; Втулка 222-211-01; Сверло 32 2301-0113 ГОСТ 10903-77; ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка пр М36×2-7Н СТП 406-4307-82; Втулка 222-211-02; Развёртка 34Н9 030-1756; Втулка 222-211-02; Развёртка 36,5Н11 030-1758; Пробка 36,5Н11 100-1932; Втулка 222-211-02; Развёртка 3/4'' 2373-0036 ГОСТ 6226-71; Пробка К 3/4'' СТП 406-4312-76; Втулка 222-208-01; Фреза 053-270; Штангенциркуль 20-150 СТП 406-4376-77; Тяга 222-204-08; Штангенциркуль 13 СТП 466-4347-77; Втулка 222-206-01; Фреза 25 Т5К10 2223-0504 ГОСТ 20537-75; Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-76; Пробка 50Н14 СТП 406-4307-82; Тяга 222-204-02; Втулка 222-209; Фреза 63 2223-0791 ГОСТ 17026-71; Тяга 222-212-04; Пробка М36×2 8221-0126 6Н ГОСТ 17756-72; Тяга 222-212-04 2шт; Метчик М36×2 2620-2051 ГОСТ 3266-81; Пробка М36×2 8221-1126 ГОСТ 17757-72; Тяга 222-203 12шт.; Тара 505-459; Вставка 386-1443.</p>	
--	--	--	--

040	Слесарная	Верстак слесарный; Кран электромостовой 5т.; Камера 386-1549; Наконечник 381-407; Машина шлифовальная ручная ИП 2009А ГОСТ 12634-80; Тара 505-459; Вставка 386-1443; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	86
045	Сверлильная	ИР500МФ-4; Приспособление 319-771; Кран 5т.; Тара 505-459; Вставка 386-1443; Изм. Прибор 160-378; Валик 153-337; ЩУП 7053-0011 ГОСТ 6526-85; Втулка 222-211-03; Сверло 011-715; Щупы 100 набор 2 кл. точности I ТУ 2-034-225-87; Втулка 222-211-03; Зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953-80; Фаскомер 45° СТП 4361-74; Втулка 222-211-03 2шт.; Сверло 20 2301-0069 ГОСТ 10903-77; Пробка 21Н14 СТП 406-4307-82; Втулка 222-211-02; Развёртка 3/4'' 2373-0036 ГОСТ 6226-71; Пробка К3/4'' СТП 406-4312-76; Патрон 6-В12 ГОСТ 8522-79 2 шт.; Сверло 3 2300-7515 ГОСТ 10902-77; Пробка 3Н14 СТП 406-4307-82; Оправка 2×В12 6039-006 ГОСТ 2682-86 2шт.; Фреза 3 2234-0345 ГОСТ 9140-78; Втулка 222-211-03 2шт.; Втулка 222-211-02; Сверло 29,25 2301-0101 ГОСТ 10903-77; Втулка 222-211-01; Зенкер 30,75 020-877; Втулка 222-211-02; Развертка 31Н9-15° СТП 406-1323-86; Пробка 31Н9 СТП 406-4307-82; Втулка 222-211-02 3шт;	111, 2

		<p>Развёртка 26Н8 2363-0393 ГОСТ 1672-80; Пробка 26Н8 СТП 1672-80; Оправка 250-2036; Резец 10×10×25×0,3 Т15К6 лев СТП 406-1167-78; Втулка 222-211-01 2шт.; Развёртка 037-391; Калибр 35,3Н11, 60° 115-1654; Втулка 222-211-02; Развертка 33,5Н11-45° СТП 406-1323-86; Пробка 33,5Н11 100-2488; Втулка 222-206-01; Фреза 25Т5К10 2223-0552 ГОСТ 20538-75; Пробка 50Н14 СТП 406-4307-82; Тяга 222-204-08; Фреза 053-343; ШЦ 13 СТП 406-4347-76; Патрон 234-189 2шт.; Втулка 222-209 2шт.; Пробка М33×2 8221-0119 6Н ГОСТ 17756-72; Тяга 222-212-04 2шт.; Метчик М33×2 2620-2007 ГОСТ 3266-81; Пробка М33×2 8221-0119 7Н ГОСТ 17757-72; Зенкер 25№1 СТП 405-1222-76; Штангенрейсмас ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80; Зенкер комбинированный 027-774; ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-60; Развёртка комбинированная 037-560; Калибр соосности 150-2487; Тяга 222-203 21 шт.; Глубиномер 0-25-1 ГОСТ 7470-78; Втулка 222-211-04 2шт.; Сверло 11,2 2301-0035 ГОСТ 10903-77; Пробка D_{вн} М33×2-6Н СТП 406-4307-82; Развёртка К1/4'' 2373-0033 ГОСТ 6226-71; Пробка К1/4'' СТП 406-4312-76; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.</p>	
050	Слесарная	<p>Верстак слесарный; Кран электро-мостовой 5т.; Вороток 6910-</p>	6,92

		<p>0035 ГОСТ 223999-77; Метчик К1/4'' 2680-0006 ГОСТ 6227-80; Пробка К1/4'' СТП 4212; Метчик К3/4''2680-0009 ГОСТ 6227-80; Тиски 3×0,32; Пробка К3/4'' СТП 406-4212-77; Метчик М36×2 2620- 2049 ГОСТ 3266; Метчик М33×2 2620- 2005 ГОСТ 3266; Вороток 6910-0043 ГОСТ 22399; Вороток 18 СТП 406-2522- 80; Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80; Шабер 180 СТП 406-1813-84; Машина ручная сверлильная пневматическая ПС- 90 ГОСТ 10212-80; Зенковка 023-514; Шкурка шлифовальная 1ЭПВ24А10 ГОСТ 6456-82; Камера 386-1549; Оправка 093- 711; Притир 093-657; Шабер 093-308; Наконечник 381-407; Тара 505-459; Вставка 386-1443; Очки 34 ГОСТ 12.4.013-65.</p>	
055	Контроль	<p>Плита 2-1 ГОСТ 10905-86; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Микрометр МК-75 ГОСТ 6507-78; Линейка ЛТ-1-200 ГОСТ 8026-75; Щупы- 100 набор-2 кл. точности I ТУ-034-225-87; Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-78; Пробка 20Н14-250 СТП 406-4307-82; Пробка 8,2Н8 СТП 406-4307-82; Пробка 15Н14-200 СТП 406-4307-82; Штангенглубиномер ШГ 250 ГОСТ 162- 80; Глубиномер 0-25-1 ГОСТ 7470-78; Пробка 25Н7 СТП 406-4307-82; Пробка</p>	18,1 8

		<p>28Н8 СТП 406-4307-82; Калибр 115-1662; Пробка 36,5Н11 100-1932; Калибр 115-1654; Штангенциркуль 20-150 СТП 406-4346-77; Пробка 50Н14 СТП 406-4307-82; Пробка К3/4'' СТП 406-4212-77; Пробка 19Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 21Н14 СТП 406-4307-82; Фаскомер 45° СТП 406-4361-76; Пробка К1/4'' СТП 406-4212-77; Пробка 18Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 3Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 26Н8 СТП 406-4307-82; Пробка 100-2488; Штангенциркуль 13 СТП 406-4347-76; Штангенрейсмос ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80; ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-804; Пробка М36×2 8221-01266Н ГОСТ 17756-72; Пробка М36×2 8221-1126-7Н ГОСТ 17757-72; Пробка D_{вн} М36×2-7Н СТП406-4307-82; Пробка М33×2 8221-01196Н ГОСТ 17756-72; Пробка М33×2 8221-11197Н ГОСТ 17757-72; Пробка D_{вн} М33×2-6Н СТП406-4307-82; Калибр 150-2072; Калибр 152-2553; Калибр 150-2072.</p>	
060	Консервация	<p>Участок обезжиривания и консервации; Кран электро-мостовой 5т.; Ёмкость цеховая; Тара для сбора отходов цеховая; Уайт-спирт; Ветошь; Тара 505-459; Вставка 386-1443; Очки 3Н ГОСТ 12.4.013-85.</p>	

Операция 005 Отрезная 8Б66А

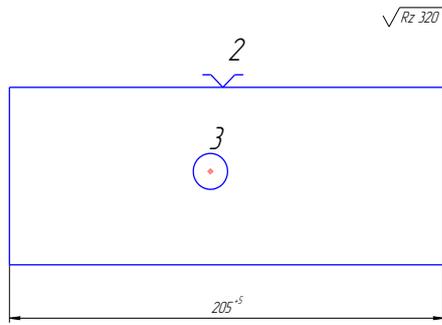


Рисунок 1.1

Операция 010 Фрезерная 65А60Ф1

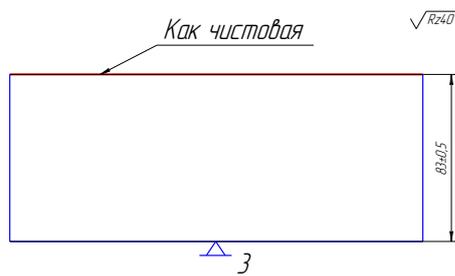


Рисунок 1.2

Операция 015 Фрезерная 65А60Ф1

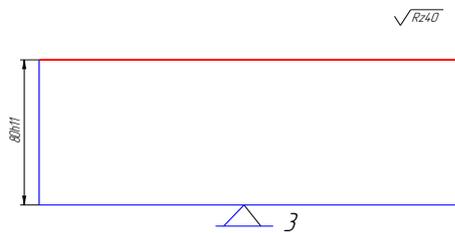


Рисунок 1.3

Операция 020 Фрезерная 65А60Ф1

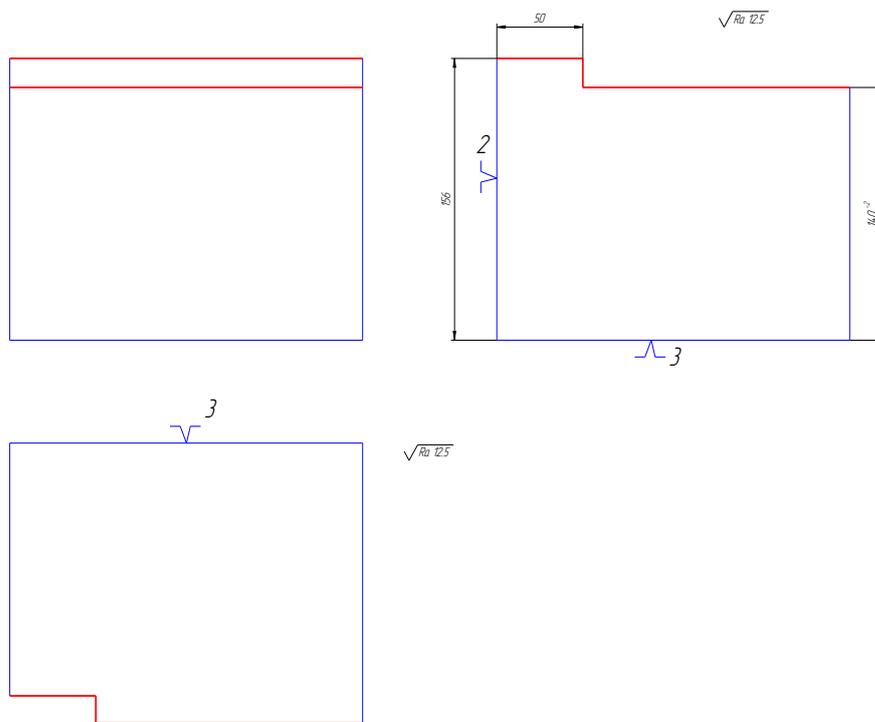
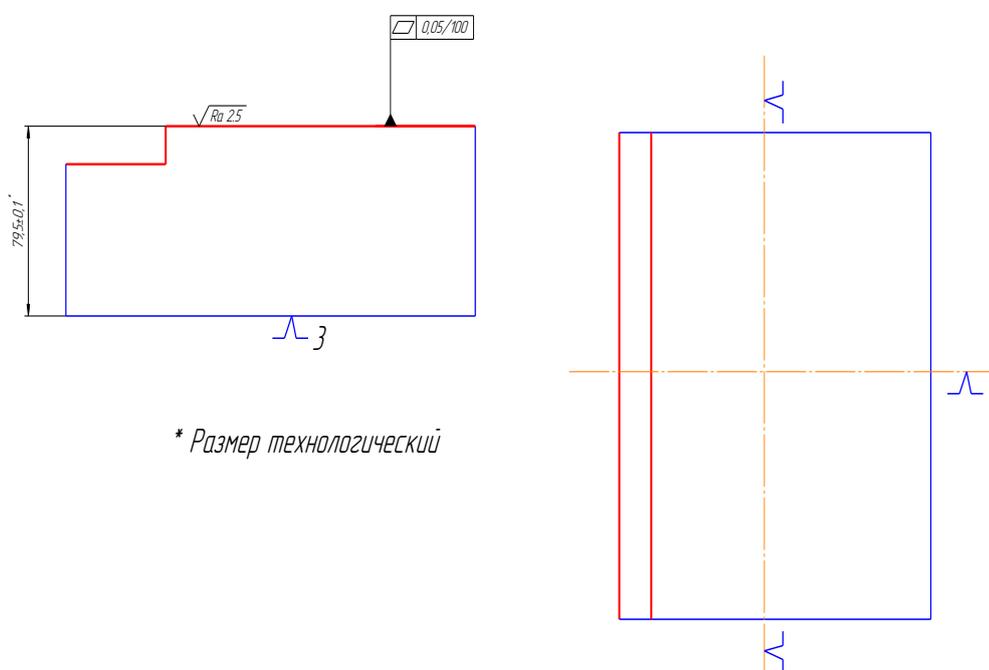


Рисунок 1.4

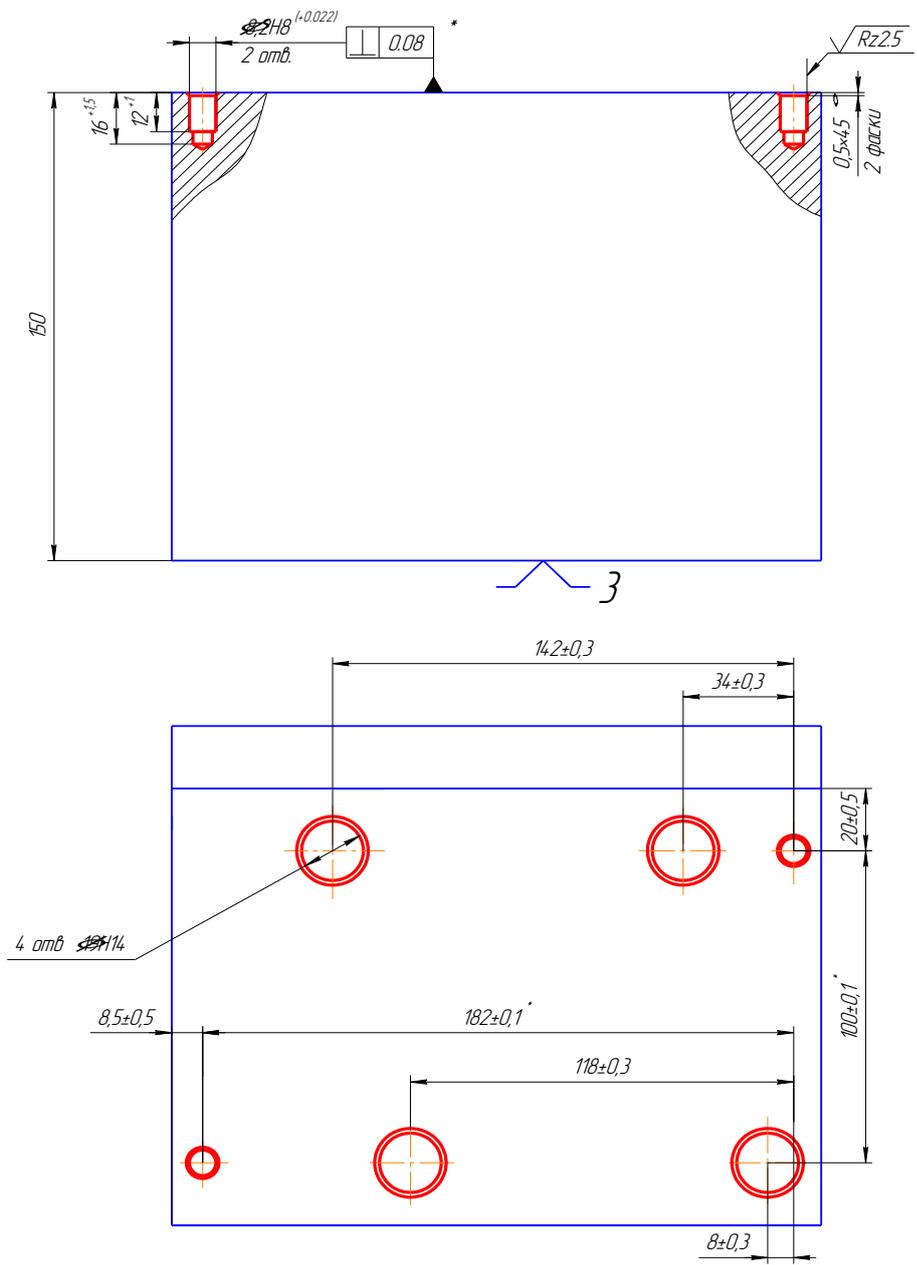
Операция 025 Шлифовальная ЗЛ722В



* Размер технологический

Рисунок 1.5

Операция 030 Фрезерная ГФ2171С5



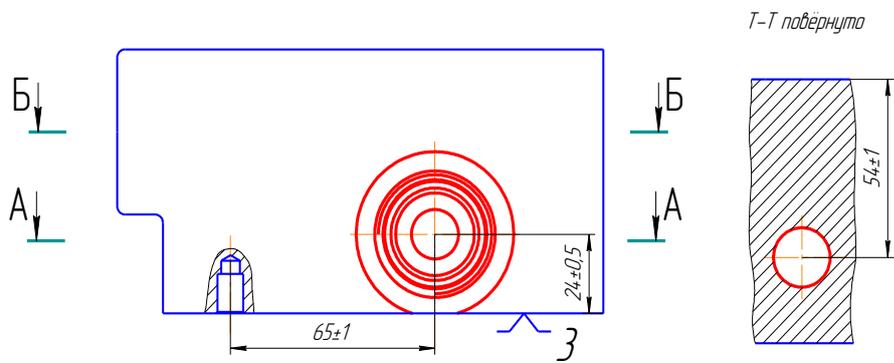
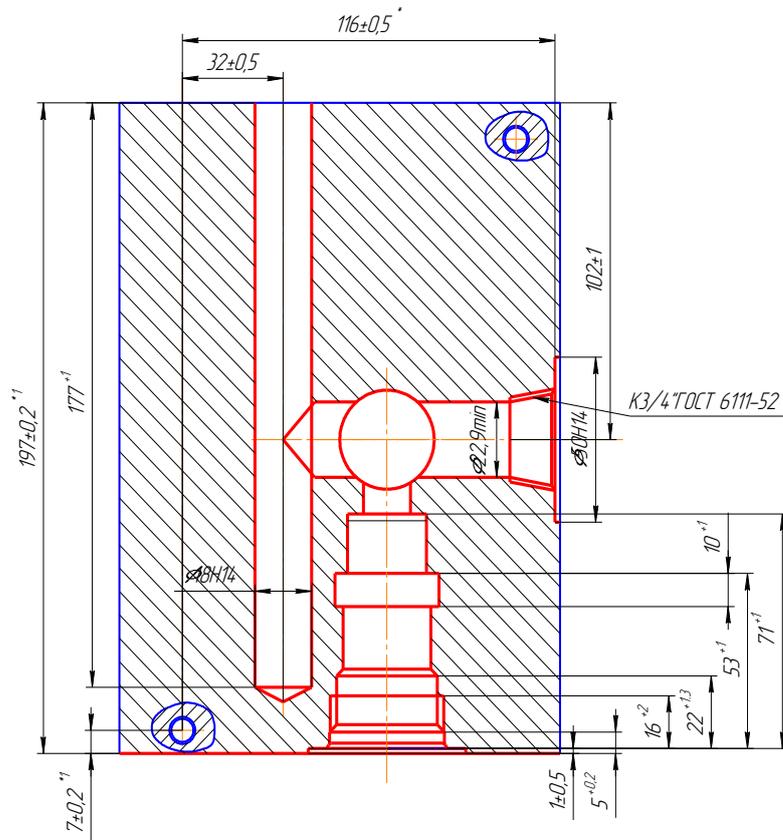
* Размеры обеспечиваемые инструментом

Рисунок 1.6

Операция 035 Сверильная ИР500МФ – 4

A - A

$\sqrt{Ra\ 12.5}$



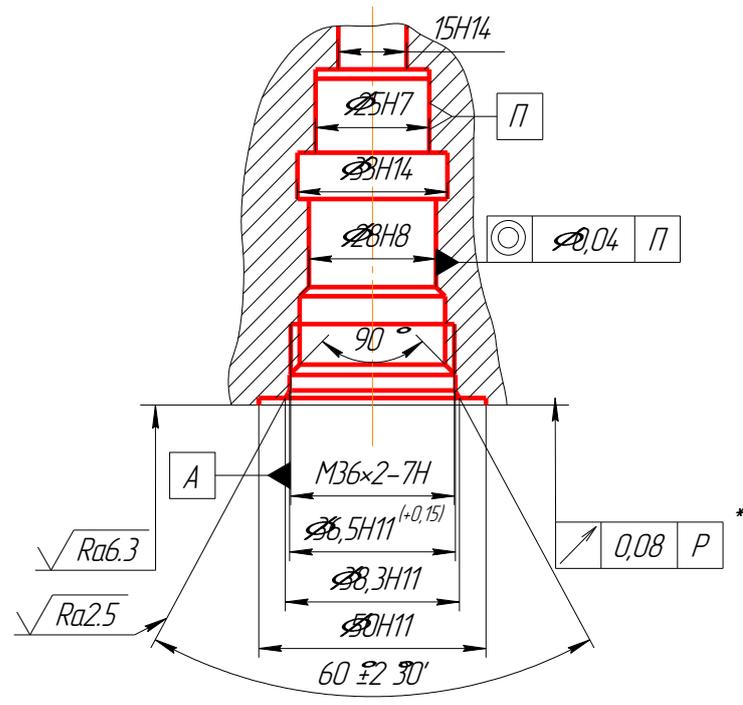
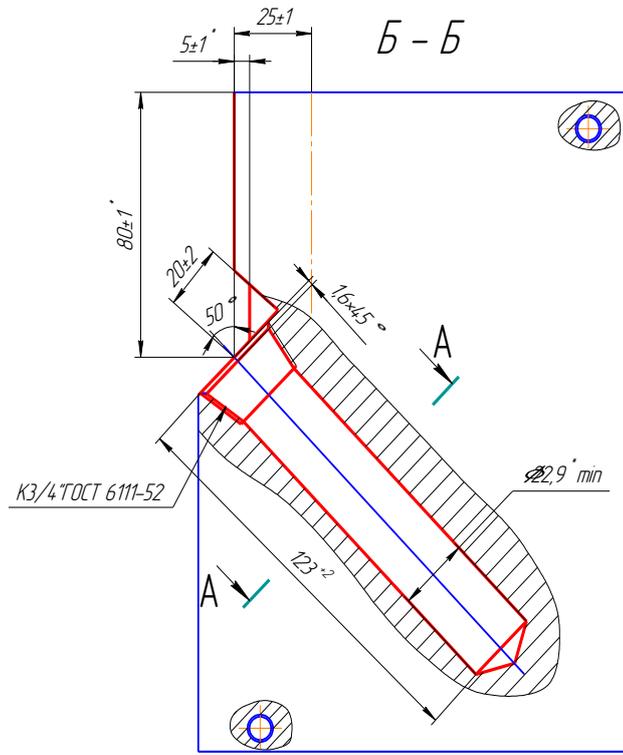


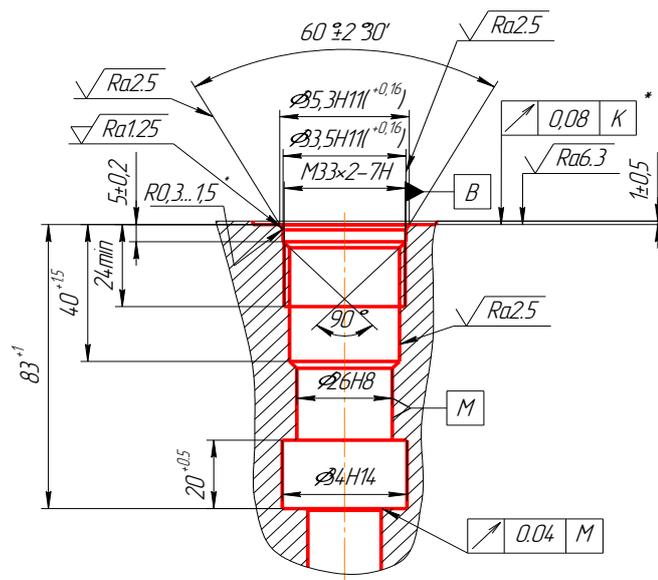
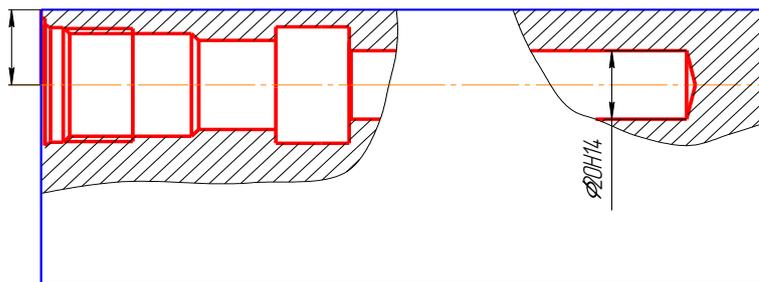
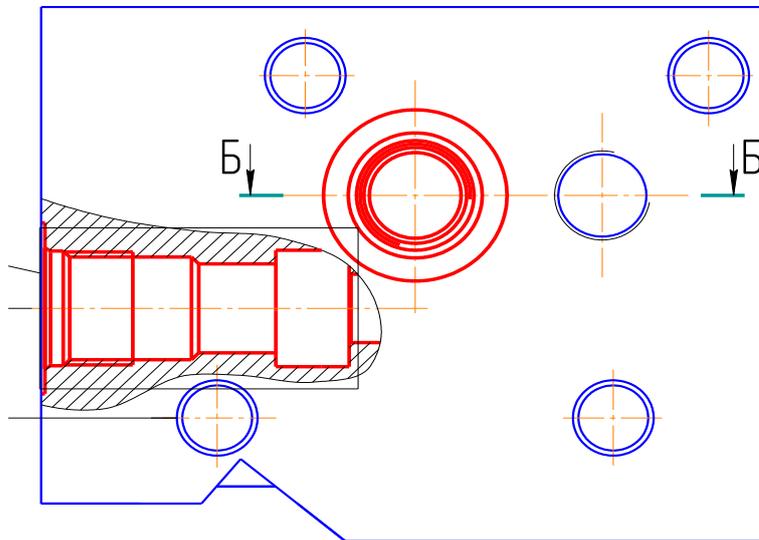
Рисунок 1.7

Операция 040 Слесарная

Верстак слесарный

Операция 045 Сверлильная ИР 500 МФ – 4

$\sqrt{Ra12.5}$



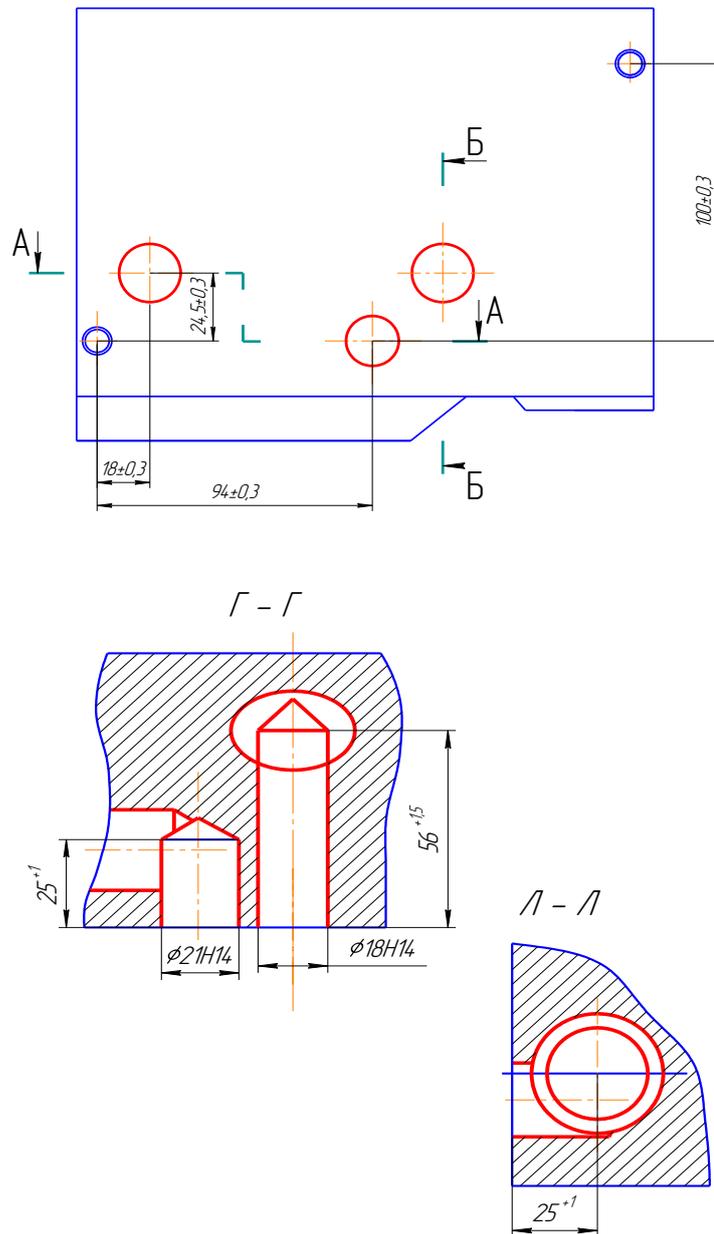


Рисунок 1.8

Операция 050 Слесарная

Верстак слесарный.

Операция 055

Операция Контрольная Плита 2 – 1 ГОСТ10905 – 86.

060 Консервация

Участок обезжиривания и консервации.

2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А41

(Подпись)

М.Ф. Савин

(Дата)

Руководитель
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

2.1 Выбор заготовки и метода ее изготовления

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой, во втором случае – литьем в кокиль, с горизонтальной плоскостью разъема.

Литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

Материал детали – ВЧ40

$m_d=13,12$ кг – масса детали.

Класс размерной точности – 10.

Степень коробления – 4.

Степень точности поверхности – 14.

Класс точности массы – 10.

Ряд припусков – 7.

Допуск массы – 10%.

Допуск размеров:

длина 80 мм – 2,8 мм;

длина 156 мм – 3,2 мм;

длина 197 мм – 3,6 мм.

Припуски:

длина 80 мм – 4,8 мм;

длина 156 мм – 5,1 мм;

длина 197 мм – 5,6 мм.

Определяем массу заготовки:

$$m_{\text{заг}}=V_{\text{заг}} \cdot \rho, \quad (5.1)$$

где $V_{\text{заг}}$ – объём заготовки,

ρ – плотность чугуна.

$$M_{\text{заг}}=84,8 \cdot 161,1 \cdot 202,6 - (16 \cdot 28,1 \cdot 197 + 27,48 \cdot 80 \cdot 50) \cdot 7,2 = 18,5 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5.2)$$

$$\hat{E}_{\text{в}} = \frac{13,12}{18,5} = 0,71$$

Литьё в кокиль.

Материал детали – ВЧ40.

$m_{\text{д}}=13,12$ кг – масса детали.

Класс размерной точности – 9.

Степень коробления – 2.

Степень точности поверхности – 10.

Класс точности массы – 9.

Ряд припусков – 5.

Допуск массы – 8%.

Допуск размеров:

длина 80 мм – 2,2 мм;

длина 156 мм – 2,4 мм;

длина 197 мм – 2,8 мм.

Припуски:

длина 80 мм – 3,8 мм;

длина 156 мм – 3,9 мм;

длина 197 мм – 4,3 мм

Определяем массу заготовки:

$$m_{\text{заг}}=V_{\text{заг}} \cdot \rho,$$

где $V_{\text{заг}}$ – объём заготовки,

ρ – плотность чугуна.

$$M_{\text{заг}}=83,8 \cdot 159,9 \cdot 201,3 - (16 \cdot 28,1 \cdot 197 + 27,48 \cdot 80 \cdot 50) \cdot 7,2 = 18 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}},$$

$$\hat{E}_{\text{в}} = \frac{13,12}{18} = 0,73$$

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_d}{K_{ИМ}} \cdot [C_{заг} + C_C (1 - K_{ИМ1})], \quad (5.3)$$

где G_d – масса детали, кг;

$K_{ИМ}$ - коэффициент использования материала

$C_{заг}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг, $C_{заг} = 22$ руб/кг.

C_C – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг, $C_C = 0,495$ руб/кг

При литье в песчаные формы:

$$S_{T1} = \frac{13,12}{0,71} \cdot [22 + 0,495(1 - 0,71)] = 408,99 \text{ óá}$$

При литье в кокиль:

$$S_{T2} = \frac{13,12}{0,73} \cdot [22 + 0,495(1 - 0,73)] = 397,7 \text{ óá}$$

Таким образом, заготовка, получаемая литьем в кокиль экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая литьем в песчано-глинистые формы. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки литьем в кокиль определяем по формуле:

$$(S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (5.4)$$

где $N=3000$ —годовая программа выпуска, шт.

$$Y = (408,99 - 397,7) \cdot 3000 = 33870 \text{ óá}$$

Окончательно принимаем второй метод получения заготовки как наиболее оптимальный для средне серийного производства.

2.2 Выбор баз

При проектировании технологических процессов большое значение с точки зрения обеспечения заданной точности играет выбор баз. Обработку заготовки начинаем с создания технологических баз. Вначале за технологическую принимаем черновую базу, т.е. необработанную поверхность заготовки. Выбранная черновая база обеспечивает равномерное

снятие припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную технологическую базу и точное взаимное положение обработанных и необработанных поверхностей детали.

В дальнейшем при последующей обработке используем чистовые технологические базы.

При выборе технологических баз следует использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологических баз берем поверхность, являющуюся измерительной базой.

При составлении маршрута обработки следует соблюдать принцип постоянства баз и в ходе обработки на всех основных технологических операциях используем в качестве технологических баз одни и те же поверхности детали.

Технологическая база обеспечивает достаточную устойчивость и жесткость установки заготовки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

Операция 005

Фрезерная

Заготовка устанавливается в тисках. $\varepsilon_0 = 0$ мм.

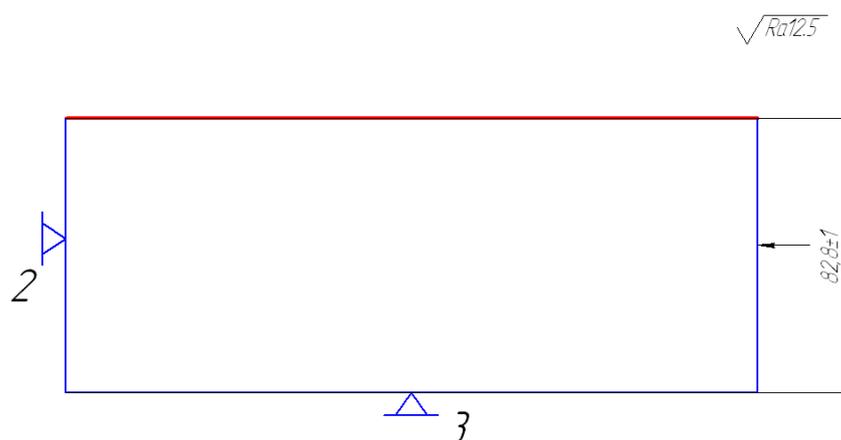


Рисунок 5.1 Схема базирования для операции 005

Операция 010

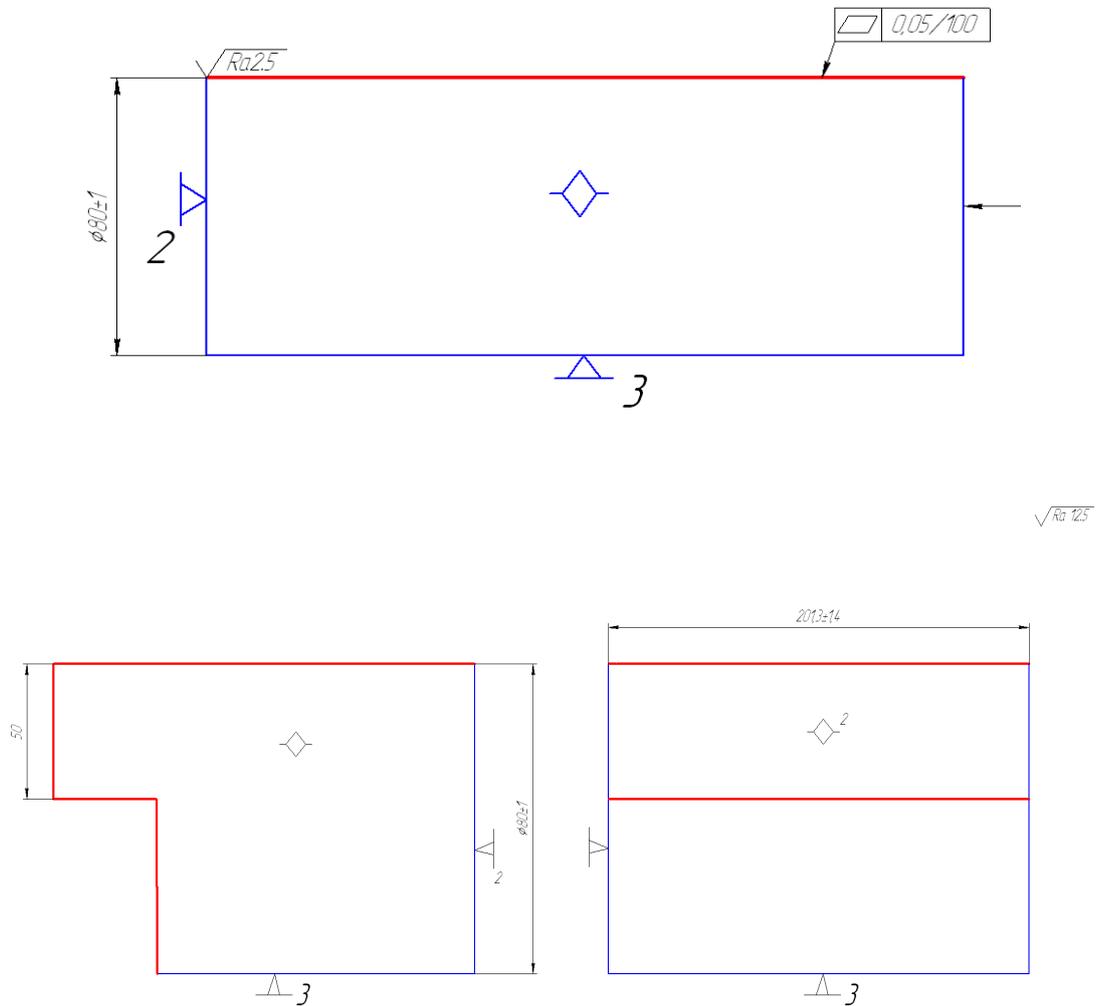
Фрезерно-расточная

Заготовка базируется по трём плоскостям в приспособлении.

Все диаметральные размеры обеспечиваются инструментом, $\varepsilon_d = 0$ мм.

Размеры, у которых И.Б = Т.Б, $\varepsilon_d = 0$ мм.

$\varepsilon_{d50} = 0,74$ мм, $\varepsilon_{d30} = 0,64$ мм, $\varepsilon_{d16} = 1,5$ мм, $\varepsilon_{d150} = 1$ мм.



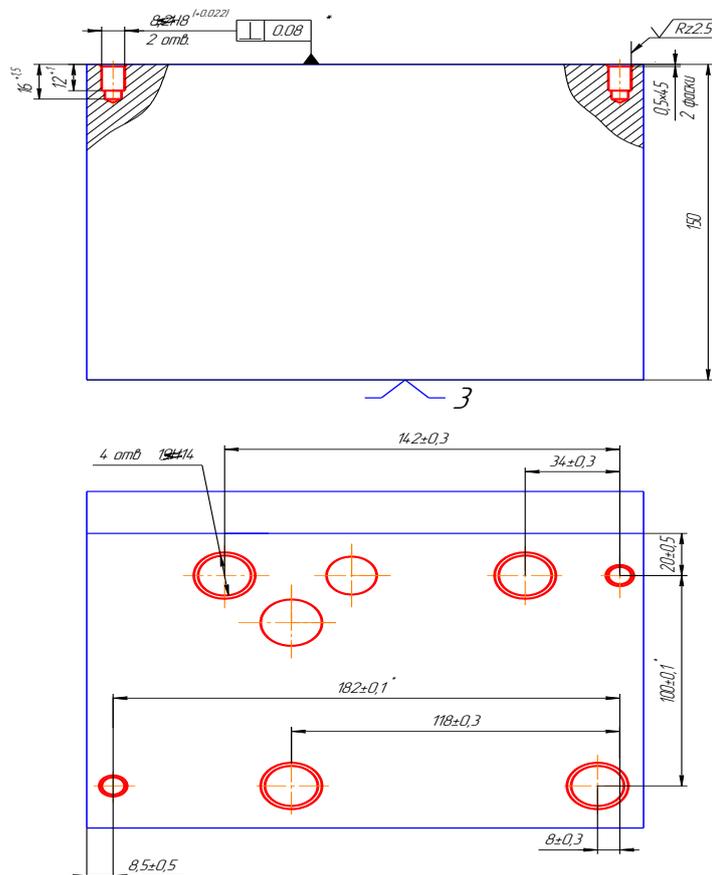


Рисунок 5.2 - Схема базирования для операции 010

Операция 015

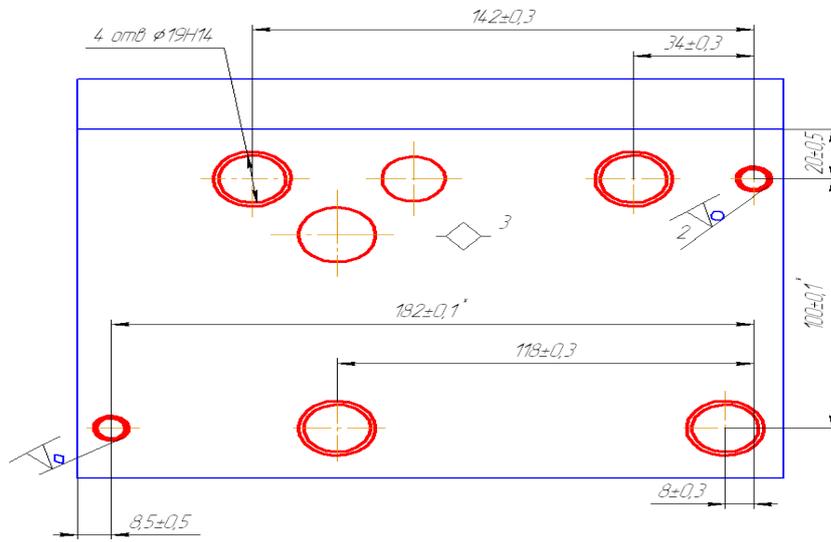
Фрезерно-сверлильная

Заготовка устанавливается на плоскость и на два пальца: срезанный и цилиндрический.

Все диаметральные размеры обеспечиваются инструментом, $\varepsilon_i = 0$ мм.

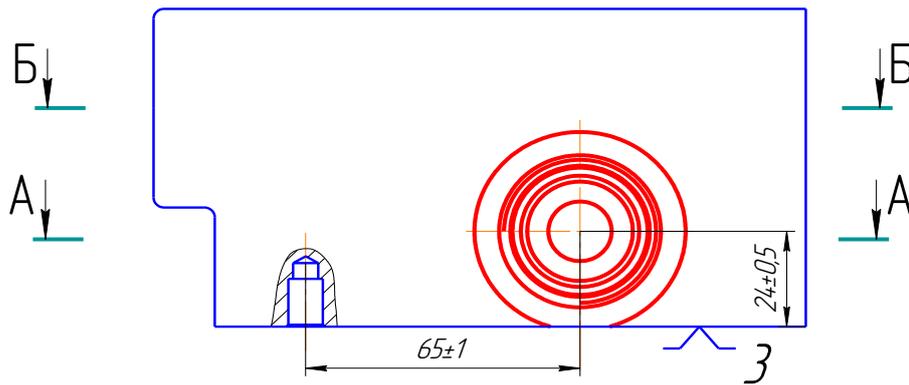
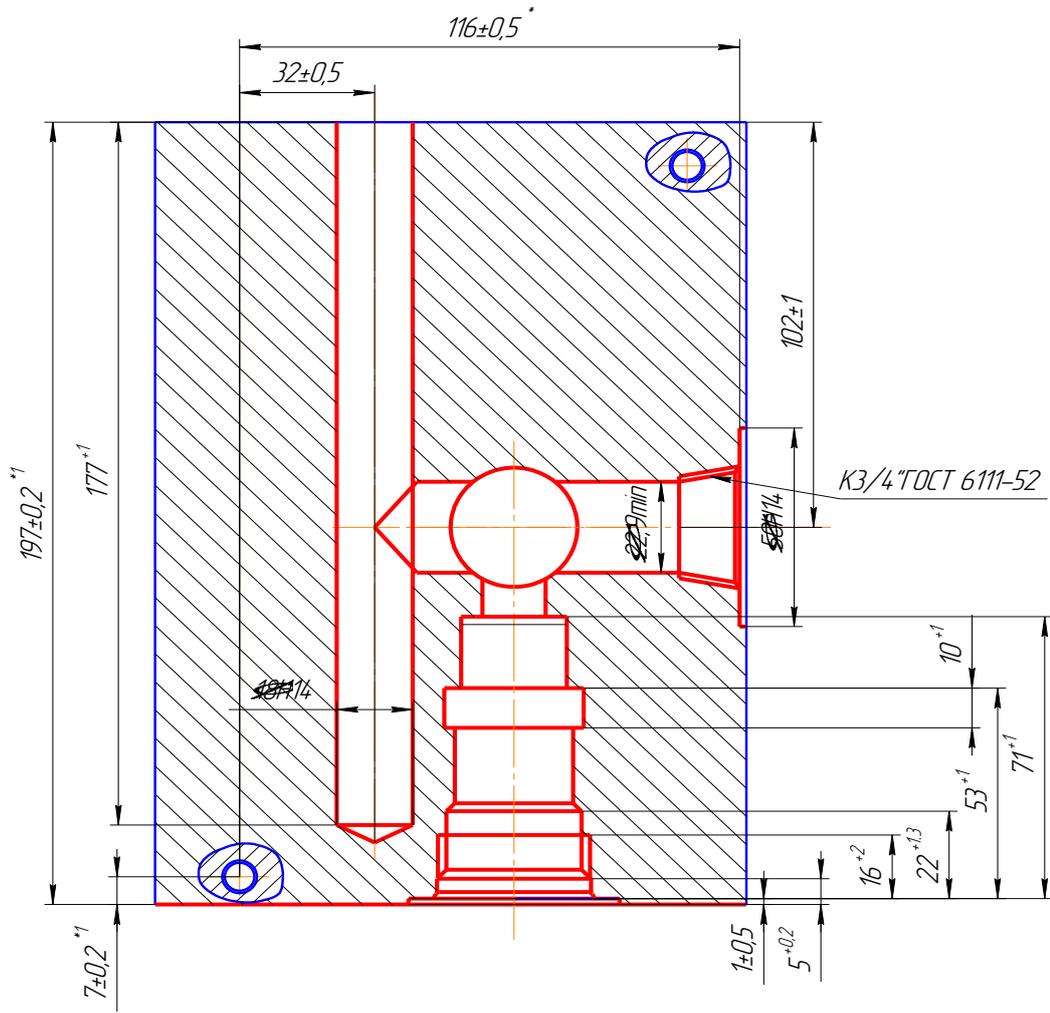
Размеры, у которых И.Б = Т.Б, $\varepsilon_i = 0$ мм.

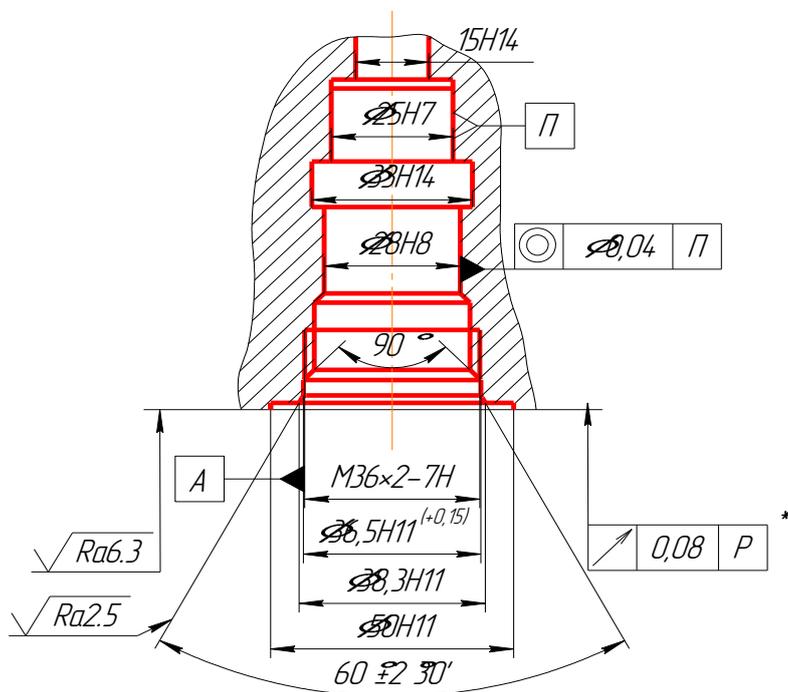
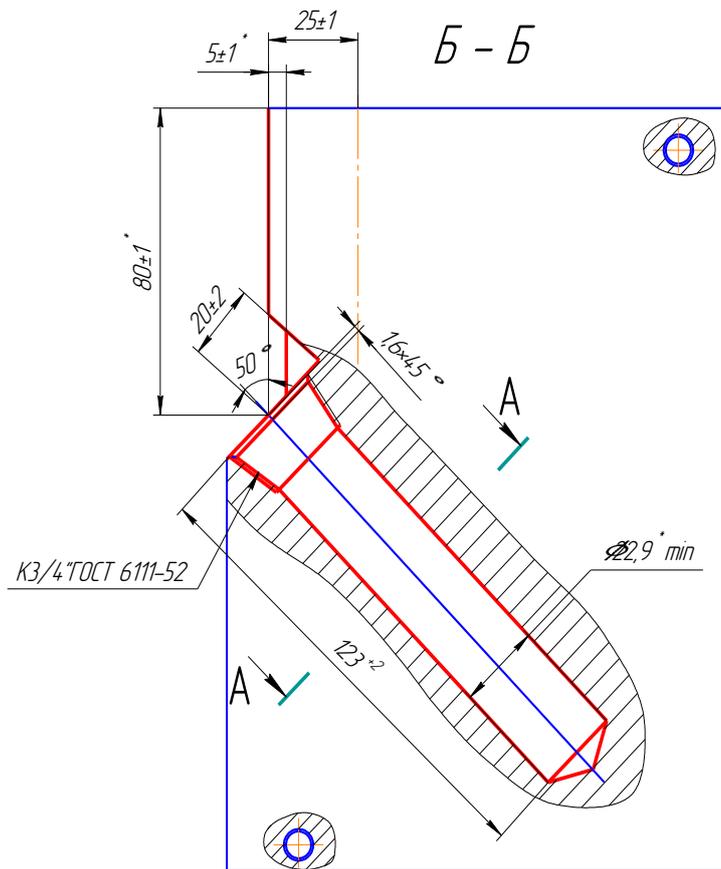
$\varepsilon_{a197} = 0,4$ мм, $\varepsilon_{a17} = 0,4$ мм.



A - A

$\sqrt{Ra\ 12.5}$





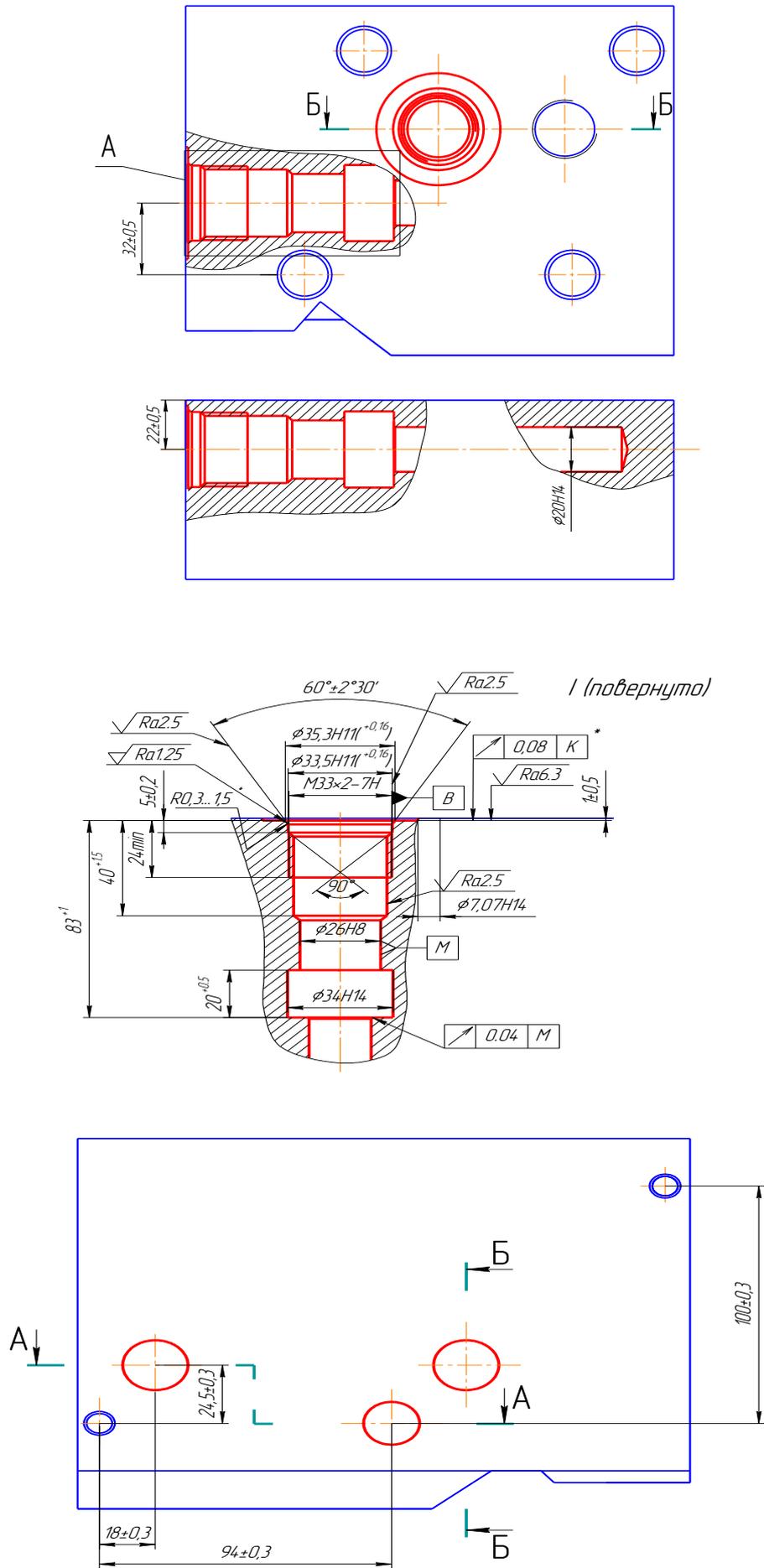


Рисунок 5.3 Схема базирования для операции 015

2.3 Составление технологического маршрута обработки

В основу проектирования технологических процессов положено два принципа: технологический и экономический.

В соответствии с технологическим принципом технологический процесс должен быть выполнен по всем требованиям на изготовление данного изделия.

В соответствии с экономическим принципом, изготовление детали должно вестись с минимальными затратами труда и издержками производства.

Разработка технологического процесса в данном проекте ведётся по технологическому принципу (расчёты на точность, определение припусков, режимов резания и др.).

Технологический маршрут составляется на основе чертежа детали, вида обработки отдельных поверхностей и типа заготовки.

Технологический маршрут обработки представлен в таблице 6.1.

Таблица 5.1 – Технологический маршрут обработки

Операция	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Фрезерная А. Установить и снять деталь 1. Фрезеровать поверхность в размер $82,8 \pm 1$ мм	65A60Ф1
010	Фрезерно-расточная А. Установить и снять деталь 1. Фрезеровать поверхность в размер $80,9 \pm 1$ мм 2. Фрезеровать поверхность в размер $80h11$ мм 3. Фрезеровать уступ в размер 50,	250V

	<p>соблюдая 140^{-2} мм</p> <p>4.Сверлить 2 отверстия $\text{Ø}7.8\text{мм}$</p> <p>5.Сверлить 2 отверстия $\text{Ø}21\text{H}14$ на длину 25^{+1}</p> <p>6. Сверлить отверстие $\text{Ø}18\text{H}14$ на длину $56^{+1.5}$</p> <p>7. Сверлить 4 отверстия $\text{Ø}19\text{H}14$</p> <p>8. Зенковать 2 фаски $0.5 \times 45^\circ$</p> <p>9. Зенковать 4 фаски $1 \times 45^\circ$</p> <p>10. Развернуть 2 отверстия $\text{Ø}8.0\text{мм}$</p> <p>11. Развернуть 2 отверстия $\text{Ø}8.2\text{мм}$</p>	
015	<p>Фрезерно-сверлильная</p> <p>А. Установить и снять деталь</p> <p>Позиция I</p> <p>1.Фрезеровать поверхность в размер $200 \pm 0.5\text{мм}$</p> <p>2.Сверлить отв. $\text{Ø}20\text{H}14$ мм на длину 176 мм.</p> <p>3.Сверлить отв. $\text{Ø}26\text{H}14$ мм на длину 83^{+1} мм.</p> <p>4. Фрезеровать уступ $\text{Ø}34\text{H}14$ мм на длину $20^{+0.5}$ мм.</p> <p>5. Сверлить отв. $\text{Ø}30.5\text{H}14$</p> <p>6. Фрезеровать уступ $\text{Ø}33.5\text{мм}$</p> <p>7. Фрезеровать фаску $60^\circ \pm 2^\circ$</p> <p>8. Фрезеровать фаску 90°</p> <p>9. Развернуть отв. $\text{Ø}31.5\text{H}8\text{мм}$</p> <p>10.Фрезеровать уступ $\text{Ø}50\text{H}14\text{мм}$</p> <p>11.Нарезать резьбу $\text{M}33 \times 2\text{-}7\text{H}$</p>	ИС320

	<p>Позиция II</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Сверлить отв. Ø22.9min на длину 86^{+1.5} мм. 2. Фрезеровать фаску 1,6×45° 3. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52 <p>Позиция III</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Фрезеровать поверхность в размер 197±0.2⁺¹ , соблюдая размер 7±0.2 мм 2.Сверлить отв. Ø15H14 мм 3. Зенкеровать отв. Ø25H7 мм 4.Сверлить отв. Ø28H14 мм на длину 43⁺¹ мм. 5.Фрезеровать уступ Ø33 шириной 10⁺¹ мм 6. Развернуть отв. Ø34H9мм 7.Фрезеровать уступ Ø36.5H11 мм на длину 22^{+1.3} мм. 8.Фрезеровать фаску 60°±2° 9.Фрезеровать фаску 90° 10.Фрезеровать уступ Ø50H14мм на длину 1±0.5мм 11.Нарезать резьбу М36×2-7H на длину 16⁺² <p>Позиция IV</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать уступ в размер 25±1 на длину 80±1мм <p>Позиция V</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать уступ в размер 20±2 под углом 50° 	
--	---	--

	<p>2.Сверлить отв. Ø22.9_{min} на длину 86^{+1.5} мм.</p> <p>3.Фрезеровать фаску 1,6×45°</p> <p>4. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52</p> <p>Позиция VI</p> <p>1.Сверлить отв. Ø18H14 на длину 56^{+1.5} мм.</p> <p>2.Фрезеровать фаску 1,6×45°</p> <p>3. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52</p> <p>4.Сверлить отв. Ø30,5H14 на длину 60⁺² мм.</p> <p>5. Фрезеровать уступ Ø33,5мм</p> <p>6. Фрезеровать фаску 60°±2°</p> <p>7. Фрезеровать фаску 90°</p> <p>8. Фрезеровать уступ Ø50H14мм</p> <p>9. Развернуть отв. Ø31,5H8мм</p> <p>10. Нарезать резьбу М33×2-7H</p>	
020	<p>Слесарная</p> <p>Верстак слесарный</p> <p>А. Установить и снять деталь</p> <p>1.Очистить деталь от стружки, эмульсии сухим сжатым воздухом</p> <p>2.Нарезать 4 фаски 1.0×45°</p> <p>3. Нарезать резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52 в трех отверстиях</p> <p>4.Сверлить отв. Ø3H14 под углом 30°</p> <p>5. Снять заусенцы, притупить острые кромки R0.3..1.5мм в двух отверстиях</p>	

	<p>M33×2-7H</p> <p>6. Полировать R0.3..1.5мм в двух отверстиях M33×2-7H</p> <p>7. Снять заусенцы, притупить острые кромки R0.3..1.5мм в отверстии M36×2-7H</p> <p>8. Полировать R0.3..1.5мм в отверстии M36×2-7H</p> <p>9. Снять заусенцы в выточках Ø50H14</p> <p>10. Очистить деталь от стружки, эмульсии сухим сжатым воздухом</p> <p>11. Контроль первой детали</p>	
025	<p>ЭХО:</p> <p>-Электрохимическое травление заусенцев</p> <p>Снять заусенцы в местах пересечений Ø20H14, Ø15H14, Ø18H14 с Ø22.9H14, Ø21H14 с Ø20H14, К3/4 с Ø33H14.</p>	<p>Электрохимический станок 4406</p>
030	Контрольная	Плита

2.4 Выбор оборудования

Для всех операций технологического процесса необходимо выбрать оборудование, приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент.

Решающим фактором при выборе станочного оборудования и приспособлений является экономичность обработки.

Основные факторы, влияющие на выбор станка:

- размеры обрабатываемой поверхности,
- точность и жёсткость станка,
- вид обработки,

- степень использования производственной мощности станка.

Операция 005

Вертикально-фрезерный станок 65А60Ф1

Размеры рабочей поверхности стола, мм:	500 –
1250	
Наибольшие перемещения:	
стола:	
продольное	800
поперечное	400
шпиндельной бабки	430
гильзы шпинделя	120
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	100 –
630	
Внутренний конус шпинделя	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5 –
1600	
Подача(бесступенчатое регулирование) ,мм/мин :	
Стола	10 – 2000
Шпиндельной бабки	4 – 800
Скорость быстрого перемещения , мм/мин:	
Стола	3000
Шпиндельной бабки	800
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	10
Габаритные размеры станка, мм	
длина:	2720
ширина:	3205
высота:	2930
Масса, кг:	7500

Операция 010 Фрезерно-расточная

Станок фрезерно-расточный с автоматической сменой инструмента (АСИ) и числовым программным управлением (ЧПУ) модели 250V 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.

Технические характеристики

Параметры стола

Размер рабочей поверхности стола, мм

256x630

Ширина направляющего паза, мм

14H7

Количество Т-образных пазов

3

Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм

80

Шпиндель

Конус шпинделя (DIN 69871)

SK 40

Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин

15...8000

Номинальный крутящий момент на шпинделе, Нм

10

Перемещения

Наибольшие перемещения по осям, мм

- продольное перемещение стола (X)

500

- поперечное перемещение верхней колонны (Y)

240

- вертикальное перемещение шпиндельной бабки (Z)

370

Точность позиционирования, мм 0,005

Диапазон рабочих подач по координатам, мм/мин

1...2000

Скорость быстрого перемещения по всем осям, м/мин

10

Характеристика электрооборудования

Мощность двигателя главного привода, кВт

1,5

Номинальная частота вращения, об/мин

1420

Максимальная частота вращения, об/мин

2000

Суммарная мощность установленных на станке электродвигателей, кВт
7,18

Система ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 802D
sl

Прочие характеристики

Габаритные размеры, мм 2200x1420x2300

Общая площадь станка в плане, кв.м.,
не более(с учетом открытых дверей шкафа) 5,84

Масса, кг 1500

Операция 015 Фрезерно-сверлильная

Горизонтальный обрабатывающий центр модели ИС 320

Технические характеристики

1. Обрабатываемые заготовки

Наибольшая масса обрабатываемой заготовки с приспособлением , кг 100

2. Инструментальный магазин и инструмент

Конус инструмента

SK30

Емкость инструментального магазина ,шт 24

Наибольшая длина инструмента ,мм 200

Наибольший диаметр инструмента ,мм 80

Наибольшая масса инструмента с оправкой ,кг 5

Время смены инструмента "от реза до реза" ,с 10

3. Столы-спутники для установки заготовок

Размер рабочей поверхности столов-спутников ,мм 320x

320

Время смены столов-спутников с 8

Количество паллет, шт. 2

4. Рабочие и установочные перемещения

Наибольшие программируемые перемещения: мм -

- по оси X мм 360

- по оси Y мм	250
- по оси Z мм	320
- по оси B град	непрерыв
- по оси A град	-
- Дискретность поворота стола по оси B и A	- 360000x 0.001
Скорость быстрых перемещений по осям X,Y, и Z м/мин	12
Наибольшее усилие подач по всем осям Н	4000

5. Силовая характеристика станка

Наибольший крутящий момент на шпинделе при ПВ 100%	Нм	108
Пределы частот вращения шпинделя мин-1		50,,7100
Мощность привода главного движения при ПВ 100%	кВт	5,5

6. Гидрооборудование станка

Подача СОЖ через сопла на шпиндельной бабке л\мин	45
---	----

7. Габариты и масса станка

Габаритные размеры с приставным оборудованием

- длина мм	3700
- ширина мм	3990
- высота мм	2560
- масса кг	7300

020 ЭХО

Электрохимический станок 4406

Ширина обрабатываемой детали, мм	125
Размер ванны, мм	420x320
Расстояние от оси стола до траверсы, мм	340
Ход траверсы, мм	200
Размер рабочей поверхности стола, мм	320x250
Технологический ток, А	1000
Время обработки, с	15-60
Установочная мощность, кВт	43
Емкость бака для электролита, м ³	0,6
Габаритные размеры, мм:	

длина	1060;
ширина	1275;
высота	1510;
Масса, кг	850

2.5 Выбор средств технологического оснащения

005 Фрезерная

Тиски 7200-0214 ГОСТ 14904;

Фреза 490-250Q60-14М фирмы Sandvik Coromant;

Тара 505-176;

Очки О ГОСТ 12.4.013-85;

ШЦ II-160- 0,05 ГОСТ 160-80;

ШР 400-0,05 ГОСТ 104-80

010 Фрезерно-расточная

Приспособление ФЮРА.350224.00.004;

Фреза 490-250Q60-14М,пластина R245-12T3 M-КМ фирмы Sandvik Coromant;

Фреза 490-250Q60-14М,пластина R245-12T3E-W (Wiper) фирмы Sandvik Coromant;

Фреза 390-020C5-11M095 фирмы Sandvik Coromant;

Сверло R840-0780-30-АОА фирмы Sandvik Coromant;

Сверло 880D2100L25-02 фирмы Sandvik Coromant;

Сверло 880D1800L25-02 фирмы Sandvik Coromant;

Сверло 880D1900L25-02 фирмы Sandvik Coromant;

Зенковка 2353-0125 ГОСТ 14956-80;

Развёртка коническая 8.0 ГОСТ 10081 ВК8;

Развёртка коническая 8.2 ГОСТ 10081 ВК8;

Кран-укосина 0,5т;

Скоба 80h11 СТП 406-4319-76;

Пробка 8,248 СТП 406-4307-82;

Фаскомер 45° СТП 406-4361-76.

Штангенциркуль ШЦ-Ш-0-500-0,1 ГОСТ 166-80;

ШР 400-0,05 ГОСТ 104-80

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-176.

010 Фрезерно-сверлильная

Приспособление ФЮРА.350224.00.005;

Позиция 1

Фреза 490-250Q60-14М фирмы Sandvik Coromant;

Сверло KSM200R10WN25M фирмы KENNAMETAL HERTEL;

Сверло со сменными пластинами SD503-26-78-32R7 фирмы SECO;

Фрезы R395.19-3234.3-14А фирмы SECO;

Сверло со сменными пластинами SD503-30.5-92-32R7 фирмы SECO;

Фреза для фрезерования уступов R217.99-2532.3S-09-3А фирмы SECO;

Фреза для фрезерования фасок R215.39-2020.3-09 фирмы SECO;

Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12 фирмы SECO;

Развёртка РМ 60-31.5Н7-ЕВ45 со сменными головками;

Фреза для фрезерования уступов R220.99-0050-09-4;

Фреза для фрезерования резьб R396.19-3233.3S-40003-6А фирмы SECO.

Позиция 2

Сверло Seco CrowLoc SD105-22.00/23.99-125-25R7;

Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12;

Развёртка коническая 22.9.

Позиция 3

Фреза 490-250Q60-14М фирмы Sandvik Coromant;

Сверло SD 207А-15.0-92-16R1 фирмы SECO;

Сверло Seco CrowLoc SD105-24.00/25.99-75-25R7;

Сверло со сменными пластинами SD502-28-56-32R7 фирмы SECO;

Фреза R395.19-3233.3-14А фирмы SECO;

Развёртка РМ 50-34Н7-ЕВ845 со сменными головками;

Фреза для фрезерования уступов R217.99-2532.3S-09-3А фирмы SECO;

Фреза для фрезерования фасок R215.39-2020.3-09 фирмы SECO;

Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12 фирмы SECO;
Фреза для фрезерования уступов и канавок R220.99-0050-09-4;
Фреза для фрезерования резьб R396.19-3236.3S-40003-6A.

Позиция 4

Фреза для фрезерования уступов и канавок R216.19-0050.3-12 фирмы SECO.

Позиция 5

Фреза для фрезерования уступов и канавок R216.19-0050.3-12 фирмы SECO;
Сверло Seco CrowLoc SD105-22.00/23.99-125-25R7;
Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12;
Развёртка коническая 22.9 ГОСТ 10081 BK8.

Позиция 6

Сверло SD 207A-18.0-92-16R1 фирмы SECO;
Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12;
Развёртка коническая 22.9 ГОСТ 10081 BK8;
Сверло со сменными пластинами SD503-30.5-92-32R7 фирмы SECO;
Фреза для фрезерования уступов R217.99-2532.3S-09-3A;
Фреза для фрезерования фасок R215.39-2020.3-09 фирмы SECO;
Фреза для фрезерования фасок R215.49-3225.3-12 фирмы SECO;
Фреза для фрезерования уступов R220.99-0050-09-4 фирмы SECO;
Развёртка РМ 60-31.5Н7-ЕВ45 со сменными головками фирмы SECO;
Фреза для фрезерования резьб R396.19-3233.3S-40003-6A фирмы SECO;
ЩУП 7053-0011 ГОСТ 8926-68;
Очки 0 ГОСТ 124.013-65;
Пробка 18Н14-250 СТП 406-4307-82;
Пробка 15Н14-200 СТП 406-4307-82;
Штангенглубиномер ШГ 250 ГОСТ 162-80;
Глубиномер 0-25-1 ГОСТ 7470-78;
Пробка 25Н7 СТП 406-4507-82;
Пробка 28Н8 СТП 406-4307-82;
Калибр \varnothing 0,04 П 150-2072 или ЦМ-43-8;

Фаскомер 45° СТП 406-4361-76;
Штангенрейсмас ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80;
Калибр 38,3Н11 60° 115-1662;
ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80;
Пробка пр М36×2-7Н СТП 406-4307-82;
Пробка 36,5Н11 100-1932;
Пробка К 3/4'' СТП 406-4312-76;
Штангенциркуль 20-150 СТП 406-4376-77;
Штангенциркуль 13 СТП 466-4347-77;
Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-76;
Пробка 50Н14 СТП 406-4307-82;
Пробка М36×2 8221-0126 6Н ГОСТ 17756-72;
Пробка М36×2 8221-1126 ГОСТ 17757-72;
Тара 505-459.

2.6 Расчёт припусков

Расчёт припусков производим аналитическим методом.

Расчёт припусков на механическую обработку отверстия Ø8.2Н8

Выбираем следующие технологические переходы:

- сверление отверстия Ø7.8Н14
- развёртывание черновое Ø8.0Н10
- развёртывание чистовое Ø8.2Н8

Заготовка – отливка

Суммарные отклонения расположения при обработки поверхностей Δ_{Σ} , при базировании на цилиндрические поверхности:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2} = \sqrt{(1,7 \cdot 8)^2 + 15^2} = 20,25 \text{ мм} \quad (5.5)$$

где C_0 , мкм – смещение оси отверстия;

$$C_0 = 15 \text{ мм}$$

Δ_y - значение увода оси сверла;

$$\Delta_y = 1,7 \text{ мкм на } 1 \text{ мм длины отверстия}$$

l - длина просверливаемого отверстия, мм.

$l=8\text{мм}$

- сверление отверстия $\text{Ø}7.8\text{H}14$

Выполняем в соответствии с таблицами точности.

Шероховатость поверхности – $R_a = 32 \text{ мкм}$

Глубина дефектного слоя – $h = 50 \text{ мкм}$

Остаточные отклонения:

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

где K_y - коэффициент уточнения формы;

$$K_{y1} = 0,03 \text{ - для черного развёртывания}$$

$$K_{y2} = 0,02 \text{ - для чистового развёртывания}$$

$$\Delta_1 = 0,61 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = 0,012 \text{ мкм}$$

Расчёт минимальных значений межоперационных припусков:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right) = 2 \cdot (32 + 50 + 20,25) = 2 \cdot 82,25 \text{ ,мкм - для}$$

сверления; $2Z_{\min} = 2 \cdot (10 + 20 + 0,61) = 2 \cdot 30,61 \text{ , мкм - для черного развёртывания;}$

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (5 + 10 + 0,012) = 2 \cdot 15,012 \text{ , мкм - для чистового точения.}$$

где $R_{z_{i-1}}$ - шероховатость поверхности, полученная на предшествующем технологическом переходе;

h_{i-1} - состояние и глубина дефектного слоя, полученная на предшествующем технологическом переходе;

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

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом технологическом переходе.

По вышеуказанной формуле находим $2Z_{\min}$ для всех переходов.

Наименьший предельный размер для всех переходов.

$d_{\min(i-1)} = d_{\min} + 2 \cdot Z_{\min} = 8,2 + 0,002 = 8,202$, мм – минимальный размер для центрования;

$d_{\min} = 8,2 + 0,015 = 8,215$, мм - минимальный размер для сверления;

$d_{\min} = 8,2 + 0,0306 = 8,231$, мм - минимальный размер для чернового развёртывания;

$d_{\min} = 8,2 + 0,0823 = 8,282$, мм - минимальный размер для чистового развёртывания.

Максимальные предельные размеры прибавлением допуска.

$d_{\max(i-1)} = d_{\max} + TD_{i-1} = 8,2 + 0,4 = 8,6$, мм – максимальный размер для чистового развёртывания;

$d^{\max} = 8,2 + 0,36 = 8,52$, мм – максимальный размер для чернового развёртывания;

$d^{\max} = 8,2 + 0,058 = 8,258$ мм – максимальный размер для сверления;

$d^{\max} = 8,2 + 0,022 = 8,222$, мм – максимальный размер для центрования.

$2Z_{o\min} = 0,08 + 0,302 + 0,036 = 0,418$ мм = 418 мкм,

$2Z_{o\max} = 0,051 + 0,016 + 0,013 = 0,080$ мм = 80 мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 2Z_{o\max} - 2Z_{o\min} ,$$

(5.6)

$$2Z_{o\max} - 2Z_{o\min} = 378 - 80 = 338 \text{ мкм} ,$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 360 - 22 = 338 \text{ мкм} ,$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 338 = 2Z_{o\max} - 2Z_{o\min} = 338 ,$$

где $2Z_{o\max}$ - общее значение максимальных предельных припусков;

$2Z_{o\min}$ - общее значение минимальных предельных припусков.

Данные расчёта сводим в таблицу 6.2.

Таблица 5.2 - Припуски на механическую обработку

Технологический переход обработки поверхности Ø50H7	Элементы припуска, мкм			Мин. припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Ra	h	Δ_{Σ}				min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	200	250	-	-	8.8	0.720	8.282	8.6	-	-
Сверление	32	50	20.25	2·82.25	8.760	0.360	8.231	8.52	13	80
Развёртывание черновое IT10	10	20	0.61	2·30.61	8.2580	0.058	8.215	8.258	16	302
Развёртывание чистовое IT8	5	10	0.012	2·15.012	8.222	0.022	8.202	8.222	51	360

2.7 Расчёт режимов резания

Одним из главных факторов технологического процесса являются режимы резания, включающие в себя следующие составные части:

t , мм – глубина резания;

S , мм/об – подача;

V , м/мин – скорость резания;

n , об/мин – число оборотов шпинделя станка;

N , кВт – мощность станка;

P_z , Н – окружная сила резания.

Обрабатываемый материал: ВЧ40, $\sigma_B = 400$ МПа (не менее), $\delta = 15\%$ (не менее), HB=140 – 202.

Таблица 5.3 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции
005	<p>1. Фрезеровать поверхность в размер $82,8 \pm 1$ мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,24$ мм/зуб Скорость резания $V=358$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=465$ об/мин Сила резания $P_z=1456$ Н Мощность резания $N=9,74$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
010	<p>1. Фрезеровать поверхность в размер $80,9 \pm 1$ мм. Глубина резания $t=1,9$ мм Подача $S=0,7$ мм/зуб Скорость резания $V=218$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=284$ об/мин Сила резания $P_z=1051$ Н Мощность резания $N=9,8$ кВт Основное время $T_o=0,08$ мин</p> <p>2. Фрезеровать поверхность в размер 80 ± 1 мм. Глубина резания $t=0,9$ мм Подача $S=0,2$ мм/зуб Скорость резания $V=389$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=506$ об/мин Сила резания $P_z=871,9$ Н Мощность резания $N=6,6$ кВт Основное время $T_o=0,16$ мин</p> <p>3. Фрезеровать уступ в размер 50, соблюдая 140^{-2} мм. Глубина резания $t=1,9$ мм Подача $S=0,7$ мм/зуб Скорость резания $V=252$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=4023$ об/мин Сила резания $P_z=1093$ Н Мощность резания $N=8,55$ кВт Основное время $T_o=0,028$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
010	<p>4. Фрезеровать уступ в размер 50, соблюдая 140^{-2} мм. Глубина резания $t=1,9$ мм Подача $S=0,7$ мм/зуб Скорость резания $V=252$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=4023$ об/мин Сила резания $P_z=1093$ Н Мощность резания $N=8,55$ кВт Основное время $T_o=0,028$ мин</p>
	<p>5. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 7.8$ мм. Глубина резания $t=3,9$ мм Подача $S=0,36$ мм/зуб Скорость резания $V=115$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=4709$ об/мин Сила резания $P_z=2153,357$ Н Крутящий момент $M_{кр}=5,78$ Н·м Мощность резания $N=2,79$ кВт Основное время $T_o=0,03$ мин</p>
	<p>6. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 21H14$ на длину 25^{+1}. Глубина резания $t=10,5$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=142$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2150$ об/мин Сила резания $P_z=10138,92$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7994$ Н·м Мощность резания $N=4,78$ кВт Основное время $T_o=0,038$ мин</p>
	<p>7 Сверлить отверстие $\varnothing 18H14$ на длину $56^{+1.5}$. Глубина резания $t=9$ мм Подача $S=0,76$ мм/зуб Скорость резания $V=134$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2376$ об/мин Сила резания $P_z=8384$ Н Крутящий момент $M_{кр}=6409$ Н·м Мощность резания $N=3,8$ кВт Основное время $T_o=0,035$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
010	<p>8. Сверлить 4 отверстия Ø19H14. Глубина резания $t=9,5$ мм Подача $S=0,76$ мм/зуб Скорость резания $V=138$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2306$ об/мин Сила резания $P_z=6839$ Н Мощность резания $N=4,09$ кВт Основное время $T_o=0,028$ мин</p>
	<p>9. Зенковать 2 фаски $0.5 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=40,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1500$ об/мин Сила резания $P_z=$ Н Крутящий момент $M_{кр}=30,01$ Н·м Мощность резания $N=0,18$ кВт Основное время $T_o=0,0004$ мин</p>
	<p>10. Зенковать 2 фаски $1.45 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=48,5$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=700$ об/мин Сила резания $P_z=30,01$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,18$ Н·м Мощность резания $N=0,08$ кВт Основное время $T_o=0,002$ мин</p>
	<p>11. Развернуть 2 отверстия Ø8.0мм. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S=2,2$ мм/зуб Скорость резания $V=23,7$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=925$ об/мин Сила резания $P_z=30,01$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,18$ Н·м Мощность резания $N=0,1$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
010	<p>12 Развернуть 2 отверстия Ø8.0мм. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S=2,2$ мм/зуб Скорость резания $V=23,7$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=925$ об/мин Сила резания $P_z=30,01$ Н Крутящий момент $M_{кр}=1,18$ Н·м Мощность резания $N=0,1$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>
015	<p>Позиция 1</p> <p>1. Фрезеровать поверхность в размер 200 ± 0.5мм Глубина резания $t=1,3$ мм Подача $S=0,7$ мм/зуб Скорость резания $V=239$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=304$ об/мин Сила резания $P_z=566$ Н Мощность резания $N=4,76$ кВт Основное время $T_o=0,06$ мин</p> <p>2. Сверлить отв. Ø20H14 мм на длину 176 мм. Глубина резания $t=10$ мм Подача $S=0,7$ мм/зуб Скорость резания $V=38$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=611$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=72,04$ Н·м Сила резания $P_z=6866$ Н Мощность резания $N=4,2$ кВт Основное время $T_o=0,44$ мин</p> <p>3. Сверлить отв. Ø26H14 мм на длину 83^{+1} мм. Глубина резания $t=13$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=156$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1911$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=72,04$ Н·м Сила резания $P_z=7433$ Н Мощность резания $N=4,99$ кВт Основное время $T_o=0,06$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>4. Фрезеровать уступ Ø34Н14 мм на длину 20^{+0.5} мм. Глубина резания $t=4$ мм Подача $S=0,2$ мм/зуб Скорость резания $V=367$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=4498$ об/мин Сила резания $P_z=617,89$ Н Мощность резания $N=4,91$ кВт Основное время $T_o=0,18$ мин</p>
	<p>5.Сверлить отв. Ø30.5Н14. Глубина резания $t=7$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1850$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=72,04$ Н·м Сила резания $P_z=4914$ Н Мощность резания $N=4,5$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
	<p>6. Фрезеровать уступ Ø33.5мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Сила резания $P_z=564,33$ Н Мощность резания $N=3,9$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>
	<p>7. Фрезеровать фаску $60^\circ \pm 2^\circ$. Глубина резания $t=0,25$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,0007$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>8. Фрезеровать фаску 90°. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,001$ мин</p>
	<p>9. Развернуть отв. Ø31.5H8мм. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,2$ мм/зуб Скорость резания $V=200$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=2,61$ Н·м Сила резания $P_z=78,46$ Н Мощность резания $N=0,53$ кВт Основное время $T_o=0,6$ мин</p>
	<p>10.Фрезеровать уступ Ø50H14мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=574$ Н Мощность резания $N=3,96$ кВт Основное время $T_o=0,006$ мин</p>
	<p>11.Нарезать резьбу М33×2-7Н°. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=190$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1800$ об/мин Сила резания $P_z=339,84$ Н Мощность резания $N=1,055$ кВт Основное время $T_o=0,13$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	Позиция 2 12.Сверлить отв. Ø22.9min на длину 86 ^{+1.5} мм. Глубина резания t=11,45 мм Подача S=0,4 мм/зуб Скорость резания V=100 м/мин Число оборотов шпинделя n=1250 об/мин Крутящий момент M _{кр} =54,24 Н·м Сила резания P _z =5459 Н Мощность резания N=3,78 кВт Основное время T _o =0,17 мин
	13.Фрезеровать фаску 1×45°. Глубина резания t=0,5 мм Подача S=0,3 мм/зуб Скорость резания V=235 м/мин Число оборотов шпинделя n=2250 об/мин Сила резания P _z =732,03 Н Мощность резания N=2,81 кВт Основное время T _o =0,001 мин
	14. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52 Глубина резания t=0,5 мм Подача S=3,1 мм/зуб Скорость резания V=20 м/мин Число оборотов шпинделя n=225 об/мин Сила резания P _z =5459,89 Н Мощность резания N=1,279 кВт Основное время T _o =0,03 мин
	Позиция 3 15.Фрезеровать поверхность в размер 197±0.2 ⁺¹ ,соблюдая размер 7±0.2 мм. Глубина резания t=3 мм Подача S=0,3 мм/зуб Скорость резания V=190 м/мин Число оборотов шпинделя n=1800 об/мин Сила резания P _z =566 Н Мощность резания N=4,76 кВт Основное время T _o =0,02 мин

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>16. Сверлить отв. Ø15Н14 мм. Глубина резания $t=7,5$ мм Подача $S=0,48$ мм/зуб Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=54,24$ Н·м Сила резания $P_z=3733$ Н Мощность резания $N=2,39$ кВт Основное время $T_o=0,094$ мин</p>
	<p>17.Сверлить отв. Ø25Н7. Глубина резания $t=12,5$ мм Подача $S=0,4$ мм/зуб Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,142$ мин</p>
	<p>18. Сверлить отв. Ø28Н14 мм на длину 43^{+1} мм. Глубина резания $t=14$ мм Подача $S=0,18$ мм/зуб Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Сила резания $P_z=5459,89$ Н Мощность резания $N=1,279$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
	<p>19. Фрезеровать уступ Ø33 шириной 10^{+1} мм Глубина резания $t=4$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=145$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=606$ Н Мощность резания $N=4,6$ кВт Основное время $T_o=0,08$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>20. Развернуть отв. Ø34Н9мм. Глубина резания $t=3$ мм Подача $S=0,2$ мм/зуб Скорость резания $V=20$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=150$ об/мин Сила резания $P_z=673,66$ Н Мощность резания $N=1,33$ кВт Основное время $T_o=0,73$ мин</p>
	<p>21. Фрезеровать уступ Ø33.5мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Сила резания $P_z=564,33$ Н Мощность резания $N=3,9$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>
	<p>22. Фрезеровать фаску $60^\circ \pm 2^\circ$. Глубина резания $t=0,25$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,0007$ мин</p>
	<p>23. Фрезеровать фаску 90°. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,001$ мин</p>
	<p>24. Фрезеровать уступ Ø50Н14мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=2248,45$ Н Мощность резания $N=8,45$ кВт Основное время $T_o=0,006$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>25. Нарезать резьбу М36×2-7Н ° на длину 16⁺² Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=190$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1500$ об/мин Сила резания $P_z=339,84$ Н Мощность резания $N=1,055$ кВт Основное время $T_o=0,11$ мин</p>
	<p>Позиция 4 26. Фрезеровать уступ в размер 25 ± 1 на длину 80 ± 1 мм Глубина резания $t=16$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=145$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2500$ об/мин Сила резания $P_z=673,66$ Н Мощность резания $N=1,33$ кВт Основное время $T_o=0,05$ мин</p>
	<p>Позиция 5 27. Фрезеровать уступ в размер 20 ± 2 под углом 50° Глубина резания $t=20$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=145$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2500$ об/мин Сила резания $P_z=673,66$ Н Мощность резания $N=1,33$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>
	<p>28. Сверлить отв. $\varnothing 22,9$ мм на длину $86^{+1,5}$ мм. Глубина резания $t=11,45$ мм Подача $S=0,4$ мм/зуб Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=54,24$ Н·м Сила резания $P_z=5459$ Н Мощность резания $N=3,78$ кВт Основное время $T_o=0,17$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>29. Фрезеровать фаску $1.6 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,001$ мин</p>
	<p>30. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52 Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=3,1$ мм/зуб Скорость резания $V=20$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=225$ об/мин Сила резания $P_z=5459,89$ Н Мощность резания $N=1,279$ кВт Основное время $T_o=0,03$ мин</p>
	<p>Позиция 6 31. Сверлить отв. $\varnothing 18H14$ мм. Глубина резания $t=9$ мм Подача $S=0,5$ мм/зуб Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1750$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=54,24$ Н·м Сила резания $P_z=4781$ Н Мощность резания $N=3,09$ кВт Основное время $T_o=0,064$ мин</p>
	<p>32. Фрезеровать фаску $1.6 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,001$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>33. Развернуть отв. под резьбу К3/4 ГОСТ 6111-52 Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=3,1$ мм/зуб Скорость резания $V=20$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=225$ об/мин Сила резания $P_z=5459,89$ Н Мощность резания $N=1,279$ кВт Основное время $T_o=0,03$ мин</p>
	<p>34. Сверлить отв. Ø30.5H14. Глубина резания $t=7$ мм Подача $S=0,8$ мм/зуб Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1850$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=72,04$ Н·м Сила резания $P_z=4914$ Н Мощность резания $N=4,5$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
	<p>35. Фрезеровать уступ Ø33.5мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Сила резания $P_z=564,33$ Н Мощность резания $N=3,9$ кВт Основное время $T_o=0,02$ мин</p>
	<p>36. Фрезеровать фаску $60^\circ \pm 2^\circ$. Глубина резания $t=0,25$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,0007$ мин</p>

№ операции	Наименование и содержание операции
015	<p>37. Фрезеровать фаску 90°. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,3$ мм/зуб Скорость резания $V=235$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2250$ об/мин Сила резания $P_z=732,03$ Н Мощность резания $N=2,81$ кВт Основное время $T_o=0,001$ мин</p>
	<p>38. Фрезеровать уступ $\varnothing 50H14$мм. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,13$ мм/зуб Скорость резания $V=230$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $P_z=574$ Н Мощность резания $N=3,96$ кВт Основное время $T_o=0,006$ мин</p>
	<p>39. Развернуть отв. $\varnothing 31.5H8$мм. Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,2$ мм/зуб Скорость резания $V=200$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2000$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=2,61$ Н·м Сила резания $P_z=78,46$ Н Мощность резания $N=0,53$ кВт Основное время $T_o=0,6$ мин</p>
	<p>40. Нарезать резьбу $M33 \times 2-7H$°. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S=0,1$ мм/зуб Скорость резания $V=190$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1800$ об/мин Сила резания $P_z=339,84$ Н Мощность резания $N=1,055$ кВт Основное время $T_o=0,13$ мин</p>

2.8 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчёт норм времени ведётся по укрупнённым типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчёт ведётся по следующим формулам:

$$t_{оп} = t_o + t_e, \quad (5.8)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин;

t_o – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_e = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, \quad (5.9)$$

где $t_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_e \cdot K_{те}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (5.10)$$

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

$$T_{ца} = T_o + T_{ме}, \quad (5.11)$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{ме}$ – 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_e – вспомогательное время, мин;

$K_{те}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

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

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

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \quad (5.12)$$

где n - размер партии запуска, шт.;

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

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

Ниже в таблице приведены результаты расчёта:

Таблица 5.4 - Нормирование технологического процесса изготовления

№ операции	Наименование операции и содержание работы	Время, мин и коэффициенты.
005	<u>Фрезерная</u>	
	1. Основное время	0,12
	2. Вспомогательное время:	
	Время, связанное с переходом	0,26
	Время на установку и снятие изделия	0,46
	Время на измерение	0,45
	Коэффициент на вспомогательное время	1
	Суммарное вспомогательное время	1,91
	3. Время на обслуживание рабочего места	4%
	4. Время перерывов на отдых и личные надобности	4%
5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	26	
	<u>Штучное время</u>	2,0
	<u>Штучно-калькуляционное время</u>	2,65

Продолжение таблицы 5.4

№ операции	Наименование операции и содержание работы	Время, мин и коэффициенты.
010	<u>Фрезерно-расточная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное с переходом Время на установку и снятие изделия Время на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы <u>Штучное время</u> <u>Штучно-калькуляционное время</u>	 0,74 3,12 0,27 0,42 1 4,55 4% 4% 34 5,45 6,2
015	<u>Фрезерно-сверлильная</u> 1. Основное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное с переходом Время на установку и снятие изделия Время на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживание рабочего места 4. Время перерывов на отдых и личные надобности 5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы <u>Штучное время</u> <u>Штучно-калькуляционное время</u>	 4,43 10,4 0,27 2,1 1 17,2 4% 4% 50 20,5 21,75

Продолжение таблицы 5.4

№ операции	Наименование операции и содержание работы	Время, мин и коэффициенты.
020	<u>Слесарная</u>	
	1. Основное время	22,73
	2. Вспомогательное время: время, связанное с переходом, время на установку и снятие изделия, время на измерение	1,3
	Коэффициент на вспомогательное время	0,23
	Суммарное вспомогательное время	0,3
	3. Время на обслуживание рабочего места	4%
	4. Время перерывов на отдых и личные надобности	4%
5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	5,77	
<u>Штучно-калькуляционное время</u>	24,03	

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

М.Ф. Савин

(Дата)

Руководитель
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

3.1 Проектирование специального приспособления

При проектировании технологического процесса встают важные задачи в обеспечении производства требуемыми приспособлениями, режущими и мерительными инструментами способными удовлетворять в применении в пределах назначенной группы деталей. Обеспечивать их необходимым базированием с соблюдением жёсткости и точности закрепления при максимально возможной простоте в конструкции и обслуживании.

В данном дипломном проекте разработаны приспособления для фрезерно-сверлильной и фрезерно-расточной операций на станок ИС 320 и 250V, режущий инструмент развертка, мерительный инструмент калибр соосности.

Базирование детали осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическому и срезанному). Приспособление устанавливается на стол и закрепляется двумя винтами.

Приспособление состоит из сварного корпуса поз.2 на котором установлены установочные пальцы поз.4 и поз.5 по которым базируется заготовка и двух осей поз.7. Зажим осуществляется посредством вращения гаек поз.8, движение которой передаётся шайбе поз. 9. Фиксация осей от проворота осуществляется болтами поз.10. После окончания обработки гайки отворачивают и снимают деталь.

Съём приспособления со станка осуществляют с помощью ручек поз.6.

3.1.1 Силовой расчёт приспособления

Силовой расчёт приспособления производим с учётом максимальной силы резания, возникающей в процессе обработки, для того, чтобы получить необходимую силу закрепления, препятствующую вырыву детали из приспособления.

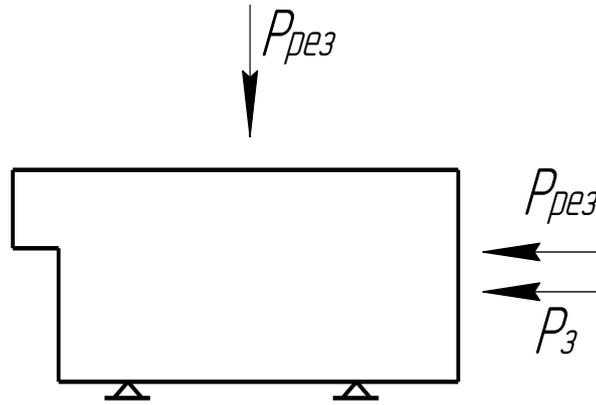


Рисунок 6.1

$$P_з = \frac{K \cdot P}{f_1 + f_2}, \quad (6.1)$$

где f_1, f_2 – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и зажимным устройством.

K – коэффициент запаса, $K=2$.

$$P_з = \frac{2 \cdot 858}{0.15 + 0.15} = 5720 \text{ Н}$$

Принимаем диаметр болта 18 при напряжении растяжения $\delta_p = 49 \text{ МПа}$

3.1.2 Расчёт приспособления на точность

Погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_{з.о}^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (6.2)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{з.о}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{пр}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

Погрешность базирования $\varepsilon_б$ в данном случае возникает из-за наличия зазоров между наибольшим диаметром установочных отверстий и наименьшим диаметром пальцев при установке её на установочные пальцы.

Наибольший зазор между отверстиями и пальцами определяется как

$$S_{\max} = \delta_a + \delta_b + S_{\min}, \quad (6.3)$$

где δ_a – допуск на отверстие $\text{Ø}8.2\text{H}8^{(+0.022)}$, $\delta_a = 0,022 \text{ мм}$

δ_b - допуск на диаметр пальца $f9_{(-0.013, -0.049)}$, $\delta_b = 0,036$ мм

$S_{\min} = 8.2 - 8.187 = 0,013$ мм.

Расчёт производим относительно отверстия $\varnothing 19H14$

$$E_{np} = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{10} \right) \cdot IT = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{1}{10} \right) \cdot 52 = 17.3 \dots 5.2$$

Принимаем $E_{np} = 17$ мкм

$$E_s = \left[(K_{rz} \cdot Rz + K_{HB} + HB) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{9.8} \right)^n \cdot \frac{1}{F^m}, \quad (6.4)$$

$K_{rz} = 0,016$

$R_z = 20$

$K_{HB} = -0,0045$

$C_1 = 1,52$

$Q = 2860$ Н

$F = 14,1$ см²

$N = m = 0,62$

$E_s = 10,7$ мкм

$$\varepsilon_y = \sqrt{13^2 + 17^2 + 10,7^2} = 31,8 \text{ мкм}$$

Допустимая погрешность установки

$$[E_y] = IT - \omega = 52 - 10 = 42 \text{ мкм}$$

$$E_y \leq [E_y]$$

$31.8 < 42$ мкм, следовательно, точность будет определена при обработке в спроектированном приспособлении.

3.2 Проектирование фрезерно-расточного приспособления

Для обработки детали на вертикально-фрезерном станке 250V спроектировано приспособление с пневмоцилиндром поз.1. Обрабатываемая деталь устанавливается по литевой поверхности на две опоры поз.11 с упором в стойку поз.6 и стойку поз.7, прижимается прихватом поз.4. Регулируемую опору настраивают по первой детали.

При повороте рукоятки распределительного крана поз.8 в рабочее положение, воздух по трубопроводу начинает поступать в безштоковую полость пневмоцилиндра. Под действием воздуха поршень начинает перемещаться, воздействует на плунжер поз.9, который, перемещаясь, давит на прихват поз.4. Происходит зажим заготовки.

По окончании обработки, рукоятку распределительного крана возвращают в обратное положение. Воздух перестаёт поступать в безштоковую полость, и прихваты возвращаются в исходное положение.

На столе станка приспособление устанавливается по двум шпонкам и закрепляется винтами. Для транспортировки приспособления предусмотрены рым-болты.

3.2.1 Силовой расчёт параметров привода

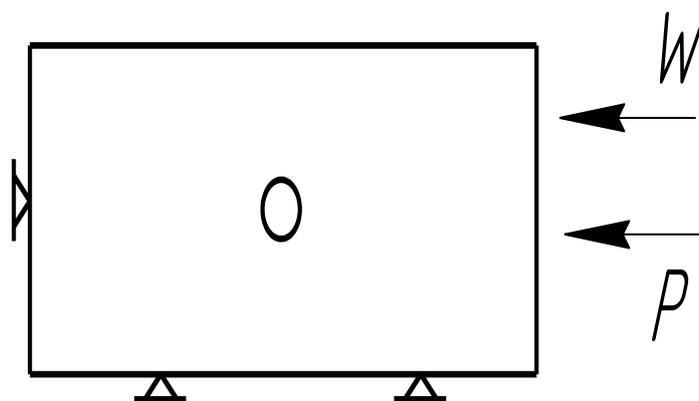


Рисунок 6.2

Силы направлены в одну сторону, тогда в этом случае $W=P_{\max}$, где W – сила зажима;

P_{\max} – сила резания.

Максимальная сила зажима $P=5459,89\text{Н}$.

Для надёжного закрепления детали должно выполняться условие: $Q \geq W_{\phi}$, где Q – усилие на поршне.

В исходном положении поршня:

$$Q = \frac{\pi}{16} \cdot (D+d)^2 \cdot p + P, \quad (6.5)$$

в положении после перемещения на расстоянии $0.3 \cdot D$

$$Q = \frac{0.75 \cdot \pi}{16} \cdot (D+d)^2 \cdot p + P, \quad (6.6)$$

где D – диаметр поршня,

d – диаметр резинового кольца, $d = 0.7 \cdot D$

p – давление сжатого воздуха в системе; $p = 4 \cdot 10^5$

P – усилие возвратной пружины; $P = 154\text{Н}$.

Усилие Q на поршне определяем для наихудшего случая, т. е. для положения после перемещения поршня на расстояние $0.3 \cdot D$. Тогда подставляя в формулу выражение для перемещения d , получим:

$$Q = \frac{2.17 \cdot \pi}{16} \cdot D^2 \cdot p + P, \quad (6.7)$$

Фактическое усилие, развиваемое плунжером:

$$W_{\phi} = \frac{W \cdot l_1}{l_2} = \frac{4000,9 \cdot 12}{262} = 183,23\text{Н} \quad (6.8)$$

где l_1, l_2 – соответственно плечи 1 и 2.

Т.к. механизм двухплунжерный то W_{ϕ} увеличиваем в 2 раза.

Из формулы находим расчётный диаметр штока:

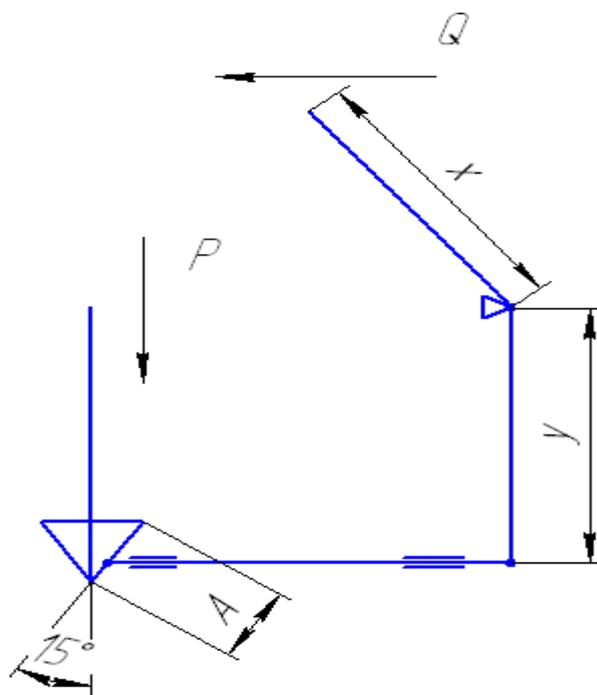
$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot (183,23 \cdot 2 - 154)}{2,17 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 10^5}} = 0,045\text{м} = 45\text{мм}$$

Выбираем ближайший больший диаметр $D = 50\text{мм}$, тогда диаметр резинового кольца, $d = 35\text{мм}$

Определяем перемещение прихвата для необходимого зажима с учетом размеров заготовки $\pm 1,4$ мм. суммарное перемещение прихвата должно

быть не менее чем 2,8 мм.

В соответствии с кинематической схемой определяем максимальную величину перемещения прихвата.



$$Q = P \cdot \sin \alpha \cdot A \cdot \frac{x}{y} = \sin 15 \cdot 34 \cdot \frac{80}{90} = 7,8$$

$Q=7,8$, необходимо 2,8 следовательно приспособление удовлетворяет по данным показателям.

Определяем требуемую длину хода поршня

$$Q = P \cdot \cos \alpha \cdot A = \cos 15 \cdot 34 = 32$$

Так как нам необходимо переместить прихват только на 3мм, будет достаточно применить перемещение поршня в 2 раза меньше т.е 16.

6.2.2 Расчёт приспособления на точность

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

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{y.c}^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_c^2} = \sqrt{1000,6^2 + 2,5^2 + 0^2} = 1000,7 \text{ мкм} \quad (6.9)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \varepsilon_{np}^2} = \sqrt{1000^2 + 116^2 + 19,2^2} = 1006,9 \text{ мкм} \quad (6.10)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования, мм;

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

ε_{np} – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм, $\varepsilon_{и}=2.5\text{мм}$;

$\varepsilon_{y.c}$ – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и сборки опор приспособления, мм, $\varepsilon_{y.c}=0$;

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

Расчёт производим для размера $79,5 \pm 0.1$ мм.

$$\varepsilon_{\delta}=1000\text{мкм}$$

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32} + \varepsilon_{33}} = 19,2 \text{ мкм}$$

$$(6.11)$$

где ε_{31} – погрешность закрепления из-за непостоянства сил зажима, $\varepsilon_{31}=0$;

ε_{32} – погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости базы заготовки, $\varepsilon_{32}=15$;

ε_{33} – погрешность закрепления из-за волнистости базы заготовки, $\varepsilon_{33}=12$.

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры $TD = 1500$ мкм.

3.3 Проектирование развертки конической

Для обработки отверстий и получения заданных параметров точности и качества ($R_a = 6.3$) была спроектирована коническая развёртка, чертёж которой представлен на листе ФЮРА.350088.006. Развёртка машинная коническая конусностью 1:6 с коническим хвостовиком.

К применению на предприятии разрешены конические развёртки исполнения 1, предназначенные для обработки отверстий под коническую дюймовую резьбу по ГОСТ 6111-52.

Хвостовик соединён с режущей частью развёртки с помощью стыковой контактной сварки. Материал режущей части – быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 10081-75, остальное Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Для развёртки принимаем:

- передний угол $\gamma = 0^\circ$;
- задний угол $\alpha = 8^\circ$;
- главный угол в плане $\varphi = 3 \div 5^\circ$
- допуск на контрольные диаметры должен быть меньше 1/3 допуска на контрольные отверстия.

$$\Delta A_{изз} = \frac{1}{3} \cdot \Delta A, \quad (6.12)$$

$$\Delta A_{изз} = \frac{1}{3} \cdot 0,52 = 0,173, \text{ поэтому } T(\varnothing 23,073) = {}_0^{+0,021}, T(\varnothing 27,853) = {}_0^{+0,021}.$$

3.3.1 Проектирование калибра соосности

Диаметр ступени калибра:

$$d_{к.наиб} = D_A - \frac{l}{1 + \frac{L}{l_1}} + \delta_k + \delta_u + l_k, \quad (6.13)$$

где D_A – наименьший предельный диаметр контролируемого отверстия;

l – допуск на несоосность ступеней изделия,

δ_k – допуск на неточность изготовления ступени калибра,

δ_u – допуск на износ ступени калибра

l_k – допуск на несоосность ступеней калибра.

$$d_{к.наим} = d_{к.наиб} - \delta_k, \quad (6.14)$$

$$d_{к.изн} = d_{к.наиб} - \delta_k - \delta_u, \quad (6.15)$$

Степень точности двухступенчатого калибра определяется по допуску

на несоосность, отнесённому к диаметру большей ступени и принимается одинаковой для обеих ступеней.

Допуск на несоосность ступеней калибров назначается также по диаметру большей ступени.

Для Ø26Н8: $l=0.04$; $\delta_k=0.006$; $\delta_u=0.009$; $l_k=0.003$.

$$d_{k.наиб} = 25.999$$

$$d_{k.наим} = 25.993$$

$$d_{k.изн} = 25.984$$

Для Ø33.5Н11: $l=0.04$; $\delta_k=0.007$; $\delta_u=0.011$; $l_k=0.005$.

$$d_{k.наиб} = 33.632$$

$$d_{k.наим} = 33.625$$

$$d_{k.изн} = 33.614$$

3.4 Организационная часть

3.4.1 Расчет количества основного оборудования на участке

Определяем общее количество станков на участке:

$$C_{no} = \frac{T}{F_c \cdot K_3}, \quad (7.1)$$

где T – трудоёмкость годового выпуска изделий, н·ч;

F_c – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_3 – коэффициент загрузки.

$$\tilde{N}_D = \frac{1397,5}{1980 \cdot 0.6} = 1,2 \text{ шт.}$$

Соотношение между группами оборудования:

$$D_i = \frac{T_{шкi}}{\Sigma T_{шк}} \cdot 100\%, \quad (7.2)$$

где $T_{шкi}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

$$D_{005} = \frac{2}{27,95} \cdot 100\% = 7,2\%$$

$$D_{010} = \frac{5,45}{27,95} \cdot 100\% = 19,5\%$$

$$D_{015} = \frac{20,5}{27,95} \cdot 100\% = 73,3\%$$

Определяем расчётное количество станков:

$$C_{pi} = \frac{C_{нооб} \cdot D_i}{100\%}, \quad (7.3)$$

Расчётное количество станков для операции 005:

$$C_{P005} = \frac{1,2 \cdot 7,2}{100} = 0,08$$

Расчётное количество станков для операции 010:

$$C_{P010} = \frac{1,2 \cdot 19,5}{100} = 0,23$$

Расчётное количество станков для операции 015:

$$C_{P015} = \frac{1,2 \cdot 73,3}{100} = 0,87$$

Принятое количество станков выбираем путём округления расчётного значения в большую сторону или в меньшую при условии, что уменьшение не превысит 5% по сравнению с расчётным значением.

Принятое количество станков для операции 005:

$$C_{П005} = 1$$

Принятое количество станков для операции 010:

$$C_{П010} = 1$$

Принятое количество станков для операции 015:

$$C_{П015} = 1$$

3.4.2 Определение коэффициентов загрузки оборудования

Для каждой операции определяется по формуле:

$$K_{zi} = \frac{C_{Pi}}{C_{Pi}} \cdot 100\% , \quad (7.4)$$

Коэффициент загрузки оборудования на операции 005:

$$K_{\zeta 005} = \frac{0,08}{1} \cdot 100\% = 8\%$$

Коэффициент загрузки оборудования на операции 010:

$$K_{\zeta 010} = \frac{0,23}{1} \cdot 100\% = 23\%$$

Коэффициент загрузки оборудования на операции 015

$$K_{\zeta 010} = \frac{0,87}{1} \cdot 100\% = 87\%$$

Средний коэффициент загрузки оборудования

$$K_{3Cp} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{zi}}{m} , \quad (7.5)$$

где m – количество операций (групп оборудования).

$$K_{\zeta \tilde{N}D} = \frac{8 + 23 + 87}{3} = 39\%$$

3.4.3 Определение суточной производительности

Определяем среднесуточный выпуск детали представителя:

$$q = \frac{N \left(1 + \frac{a}{100} \right)}{\Phi_{\partial}} , \quad (7.6)$$

где N – годовая программа выпуска, шт.;

a – дополнительные потери на брак, 2-5%;

Φ_{∂} – количество рабочих дней в году.

$$q = \frac{3000 \left(1 + \frac{2}{100}\right)}{248} = 12,3 \approx 12$$

Определяем суточную производительность на каждой операции:

$$P_i = \frac{16 \cdot 60}{T_{шткi}}, \quad (7.7)$$

$$\dot{I}_{005} = \frac{16 \cdot 60}{2} = 480$$

$$\dot{I}_{010} = \frac{16 \cdot 60}{5,45} = 176$$

$$\dot{I}_{015} = \frac{16 \cdot 60}{20,5} = 47$$

Определяем количество основного оборудования:

$$C_{pi} = \frac{P_{\max}}{P_i},$$

(7.8)

где P_{\max} – максимальная суточная производительность

$$\tilde{N}_{\delta 005} = \frac{480}{480} = 1 \phi \delta$$

$$\tilde{N}_{\delta 010} = \frac{480}{176} = 2,7 \approx 3 \phi \delta$$

$$\tilde{N}_{\delta 015} = \frac{480}{47} = 10,2 \approx 10 \phi \delta$$

3.4.4 Определение размеров партии запуска

Определяем максимально возможный период запуска:

$$Q_i = \frac{C_{ni} \cdot P_i}{q}, \quad (7.9)$$

где C_{ni} – принятое количество станков.

$$Q_{005} = \frac{1 \cdot 480}{12} = 40$$

$$Q_{010} = \frac{3 \cdot 176}{12} = 44$$

$$Q_{015} = \frac{10 \cdot 47}{12} = 40$$

$$Q = Q_{\min} = 40$$

Уточняем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zi} = \frac{q \cdot Q}{P_i \cdot C_{ni}}, \quad (7.10)$$

$$\hat{E}_{\zeta 005} = \frac{12 \cdot 40}{480 \cdot 1} = 1$$

$$\hat{E}_{\zeta 010} = \frac{12 \cdot 40}{176 \cdot 3} = 0,9$$

$$\hat{E}_{\zeta 015} = \frac{12 \cdot 40}{47 \cdot 10} = 1$$

Средний коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле 7.5

$$\hat{E}_{\zeta c\delta} = \frac{1 + 0,9 + 1}{3} = 0,96$$

Определяем размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot Q}{\Phi_{\delta}}, \quad (7.11)$$

$$n = \frac{3000 \cdot 40}{248} = 484$$

Данный параметр является исходными данными для службы обеспечения участка инструментом, заготовками, материалом и т.д. При этом, исходя, из n рассчитывается количество запасов на участке, для обеспечения его бесперебойной работы, т.к. излишки неблагоприятно сказываются на работе складской системы, а дефицит ведет к простоя и неполной загрузки участка.

3.4.5 Расчёт длительности технологических циклов

$$T_{ци} = \frac{n \cdot t_{шткi}}{C_{пи}}, \quad (7.12)$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 005:

$$T_{005} = \frac{484 \cdot 2}{1} = 968 \text{ ìèì}$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 010:

$$T_{010} = \frac{484 \cdot 5,45}{3} = 879 \text{ ìèí}$$

Определяем длительность технологического цикла для операции 015:

$$T_{015} = \frac{484 \cdot 20,5}{10} = 992 \text{ ìèí}$$

Определяем длительность технологических циклов при последовательном сочетании операций:

$$T_{\text{цпол}} = \sum_{i=1}^m T_{\text{ци}}, \quad (7.13)$$

$$T_{\text{цпол}} = 968 + 879 + 992 = 2839 \text{ ìèí}$$

3.4.6 Расчет численности рабочих

Рабочими основного производства на механическом участке считаются станочники и другие рабочие, занятые выполнением операций основного техпроцесса. В общем виде число основных производственных рабочих, на одну смену определяется по формуле:

$$P = \frac{C_{\text{П}} \cdot \Phi_o \cdot K_{\text{зсп}}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (7.13)$$

где $\Phi_p = 3944$ – эффективный фонд работы станочника, за вычетом времени отпуска и по болезни, час;

K_m – коэффициент многостаночного обслуживания, $K_m=1$ (среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим);

$\Phi_o=3984$ -эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.

$$P = \frac{3 \cdot 3984 \cdot 0,96}{3944 \cdot 1} = 3$$

Принимаем $P=3$

Количество вспомогательных рабочих определяется по нормативам, в зависимости от площади участка, количества работающих, и т.д. Для

спроектированного участка количество вспомогательных рабочих:

- крановщиков – 1 человек в одну смену.
- стропальщиков – 1 человек в одну смену.
- мастеров – 1 человек в одну смену.
- старший мастер – 1 человек в одну смену.

Общая численность основных рабочих в одну смену – $P_{ст} = 3$ человека, вспомогательных $P_{в} = 4$ человека. Всего работающих на участке $P_{о} = 7$ человека.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

М.Ф. Савин

(Дата)

Руководитель
Зав. кафедрой
БЖДЭиФВ к.т.н.

(Подпись)

С.А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

4.1 Характеристика объекта исследования

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

В ходе технологического процесса обрабатываются корпуса горношахтного оборудования.

Материалом корпуса является чугун ВЧ40 ГОСТ 7293-85, масса самого тяжелого из них – 13.12 кг, следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпуса изготавливаются на сверлильно-фрезерных операциях. Данные операции характеризуются большим выделением:

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

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ. Эти станки имеют движущиеся органы, доступ к которым во время обработки необходимо ограничить. Станки имеют электрические элементы, находящиеся под высоким напряжением.

4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

Выполнение рассматриваемого технологического процесса сопровождается следующими вредными и опасными факторами:

а) Опасные факторы – это движущиеся части производственного оборудования; стружка обрабатываемого материала; обломки инструментов; высокая температура поверхности обрабатываемой детали и инструмента; возможное появление электрического тока, при котором может произойти замыкание через тело человека.

При обработке чугунов образующаяся металлическая стружка, имеющая высокую температуру, представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц находящихся вблизи станка.

Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента.

б) Вредные факторы – повышенная запыленность воздуха. Пыль образуется при шлифовании и при сварке (сварочная аэрозоль). Для неядовитой пыли характерно раздражение и даже ранение пылинками слизистых оболочек дыхательных путей, приводящее к их воспалению, а при проникновении в легкие – к возникновению специфических заболеваний. Образование этой пыли имеет место при металлообработке и прокатке. При сварке образуется пыль содержащая марганец, хром, фтор, которая является ядовитой. В результате действия ядовитых веществ у человека возникает болезненное состояние – отравление, опасность которого зависит от продолжительности действия, концентрации ($\text{кг}/\text{м}^3$) и вида яда. Сварочная пыль и пыль, образующаяся при шлифовании, могут явиться причиной заболевания пневмокониозом.

Шум на производстве наносит большой ущерб, вредно действуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление рабочих из-за шума увеличивает число ошибок на работе, способствует возникновению травм. Источником шума является металлорежущее оборудование.

Вибрации ухудшают самочувствие работающего и снижают производительность труда, часто приводят к тяжелому профессиональному заболеванию – виброблезни. Причиной возникновения вибраций являются возникающие при работе оборудования неуравновешенные силовые действия.

В данном технологическом процессе используется СОЖ. В результате механического разбрызгивания и испарения компоненты СОЖ поступают в воздух, вдыхание которых приводит к раздражению органов дыхания, мягкой ткани, а также к неблагоприятному воздействию на другие системы организма.

Загрязнение СОЖ стружкой, обтирание рук загрязненной ветошью связано с возникновением различных кожных заболеваний.

4.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником является солнце);
- искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);
- смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды освещения:

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

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

К освещению предъявляют следующие требования:

- освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительным условиям труда согласно СНиП 23-05-95;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;
- на рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени.

В данном технологическом процессе применяется комбинированное освещение: общее равномерное и местное. Источником общего света являются люминесцентные лампы ОДР, а местного света – лампы накаливания. Тип светильников – открытые двухламповые. Основные требования и значения нормируемой освещенности рабочих поверхностей изложены в строительных нормах и правилах СНиП 23-05-95. В данном случае величина освещенности составляет 1500 лк, которая корректируется с учетом коэффициента запаса 1,3, т.к. со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп снижается освещенность.

$$E = 1500 \cdot 1,3 = 2250 \text{ лк}$$

Для равномерного общего освещения светильники располагаются рядами параллельно стенам с окнами. Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками: $\lambda = 1,6$ м.

Расчет осветительной установки.

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta} = \frac{2250 \cdot 1,3 \cdot 141 \cdot 0,9}{7 \cdot 0,55} = 964, \text{ лм.} \quad (8.1)$$

где $E = 2250$ лк – минимальная освещенность;

$k = 1,3$ – коэффициент запаса;

$S = 141 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого помещения;

$z = 0,9$ – коэффициент неравномерности освещения;

$n = 7$ – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{141}{2,5 \cdot (11,105 + 12,69)} \quad (8.2)$$

где $h = 2,5$ м – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью;

A, B – стороны помещения, м^2 ;

По таблице $\eta = 55\%$.

По таблице 2 [14] для общего освещения используются лампы с мощностью 30Вт, напряжением в сети 220В, напряжением на лампе 108В, током лампы 0,35А.

4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата на рабочем месте

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- а) температура воздуха t , °С;
- б) относительная влажность воздуха φ , %;
- в) скорость движения воздуха на рабочем месте V , м/с;
- г) барометрическое давление P , мм рт.ст.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды поверхности тела расширяются, при этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается. При понижении температуры окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются. Приток крови к поверхности тела замедляется, и отдача тепла уменьшается. Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию (способность человеческого организма поддерживать постоянную температуру при изменении параметров микроклимата) человека.

Повышенная влажность ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Движение воздуха в помещении является важным фактором, влияющим на самочувствие человека. В жарком помещении движение воздуха способствует увеличению отдачи тепла организмом и улучшает его самочувствие, но оказывает неблагоприятное воздействие при низкой температуре воздуха в холодное время года. Барометрическое давление влияет на парциальное давление основных компонентов воздуха – кислорода и азота, а, следовательно, и на процесс дыхания.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Рассматриваемый технологический процесс относится к категории работ средней тяжести (затраты энергии 150...250ккал/ч).

В соответствии с этим и с учетом перечисленных выше факторов параметры микроклимата следующие

- а) температура $t=17...22^{\circ}\text{C}$;
- б) относительная влажность $\varphi=30...60\%$;
- в) скорость движения воздуха $V=0,5$ м/с;
- г) барометрическое давление $P_{\text{норм.}}=760$ мм рт.ст.

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

4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Основные вопросы охраны труда на производстве регламентируются разделом 10 трудового кодекса РФ и законом об основах охраны труда в Российской Федерации.

а) Режимы резания выбраны в соответствии с требованиями стандартов и технических условий для соответствующего инструмента. Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся источником опасности, ограждены защитными устройствами. Контроль размеров обрабатываемой детали на станке и снятие детали для контроля проводятся при отключенных механизмах вращения. Для работающих, участвующих в технологическом процессе, обеспечены рабочие места не стесняющие их действия во время выполнения работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, материалов, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

На полу около станка находятся деревянные решетки на всю длину

рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6м от выступающих частей станка.

б) Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В данном технологическом процессе применяется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция.

Станки, на которых производится шлифование и полирование детали, оборудуются защитно-обеспыливающими кожухами, т.к. обработка материала сопровождается пылевыделением.

в) Для профилактики глазного травматизма используются щитки, экраны и очки. Все металлорежущее оборудование надежно заземлено, токоведущие провода и кабели изолированы. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяется защитно-отключающее устройство. Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечена размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайных соприкосновений.

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.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2.5 метров и диаметром 40 мм.

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

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители

размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 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, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right) = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ , Ом.} \quad (8.3)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина заковки 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.

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\dot{I} = \frac{R_\zeta}{R \cdot \eta} = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ ,} \quad (8.4)$$

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

принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (8.5)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right) = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ , Ом} \quad (8.6)$$

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.

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

$$R_c = \frac{R_s \cdot R_n}{R_s \cdot \eta_n + R_n + \eta_s \cdot \Pi} = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6, \quad (8.7)$$

где η_s – коэффициент использования труб контура, $\eta_s = 0,8$;

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

Подставив значения в формулу получим:

$$4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

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

Благодаря техническому перевооружению производства существенно изменяются функции и роль человека. Многие операции, которые раньше были его прерогативой, сейчас выполняют машины. В процессе труда человек, используя машины как орудия труда, осуществляет сознательно поставленные им цели. Освобождаясь от необходимости выполнять частные операции, человек начинает регулировать и контролировать огромные потоки энергии и информации, сложные системы технологического процесса. При этом возрастает уровень его ответственности и цена допусаемых ошибок. Ошибка рабочего-станочника приводит к браку детали.

Увеличение сложности и скорости течения производственного процесса вызывает повышенные требования к точности действий рабочего, быстроте принятых решений в осуществлении управленческих функций. В

значительной мере возрастает степень ответственности за совершаемые действия, т.к. ошибка рабочего также может привести к браку. Поэтому работа рабочего характеризуется значительными увеличениями нагрузки на нервно-психическую деятельность человека.

Степень автоматизации технологического процесса требует от рабочего высокой готовности к экстренным действиям, т. к. при нормальном протекании процесса основной функцией рабочего является контроль и наблюдение за его ходом. А при возникновении нарушений он должен осуществить резкий переход от монотонной работы к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклонений. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

На психику рабочего также влияют степень освещенности рабочего места, т. к. 90% всей информации он получает через зрительный анализатор. А плохое освещение является раздражителем зрительного анализатора, что вызывает общее утомление рабочего.

Важным элементом рабочего места является рабочая среда, которая оказывает существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность рабочего. Рабочая среда оказывает также непосредственное влияние на показатели надежности, быстродействия и точности работы. Рабочая среда должна быть комфортной, т.е. должна обеспечивать оптимальную динамику работоспособности человека, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья.

Прямое влияние шума заключается в создании помех при организации речевой связи между рабочими. Шум оказывает прямое влияние на слуховой анализатор человека, приводя к понижению остроты слуха. Результатом косвенного влияния шума является, например, сужение концентрации внимания. Шум оказывает также и эмоциональное воздействие: он является причиной возникновения таких отрицательных

эмоций, как досада, раздражение.

Вибрация, заключающаяся в колебаниях тела человека с определенной амплитудой и частотой, затрудняет выполнение зрительных и двигательных операций, мешает сосредоточенному наблюдению, нарушает восприятие глубины и пространства.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что главной задачей инженерной психологии является разработка оптимальных методов и средств разрешения противоречий между технологическим процессом и техникой. Ее цель – повышение производительности труда путем гуманизации техники и технологии.

4.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

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

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляет большую опасность для работающих, и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в проектируемом технологическом

процессе могут быть:

- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки, большие переходные напряжения);
- самовозгорание промасленной ветоши (например, при попадании раскаленной стружки);
- искры при сварочных работах;
- курение в неустановленных местах.

4.8 Обеспечение экологической безопасности и охрана окружающей среды

Важнейшей задачей современности является проблема защиты окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий в атмосферу, воду и недра земли на современном этапе развития достигли уровня загрязнения, значительно превышающего допустимые санитарные нормы.

Природоохранительная деятельность предприятия осуществляется в соответствии с требованиями закона Российской Федерации "Об охране природной среды", постановлениями правительства Российской Федерации и разработанными на их основе нормативно-техническими документами. Управление природоохранной деятельностью предприятия осуществляется в соответствии с требованиями "Положения об организации работ по охране окружающей среды", разработанного отделом охраны природы и утвержденного руководством предприятия.

Государственный контроль производится Министерством природы Российской Федерации и территориальными комитетами по охране окружающей среды и природных ресурсов.

Научно-техническая революция намного расширяет возможности интенсивного использования природных ресурсов, необходимых для дальнейшего развития производительных сил, удовлетворения материальных и духовных потребностей общества. В то же время научно-техническая революция нередко усложняет взаимоотношения человека с окружающей средой, вносит весьма заметные и непредвиденные изменения

в экологические системы, в регуляцию биосферы в целом.

Основные мероприятия по охране окружающей среды от загрязнений – создание безотходных промышленных предприятий.

4.8.1 Мероприятия пожарной профилактики.

а) Пожарная профилактика при проектировании и строительстве промышленных предприятий.

При проектировании зданий необходимо предусмотрена безопасная эвакуация людей на случай возникновения пожара. Для этого на участке имеются два эвакуационных выхода.

Возникновение пожара сопровождается выделением дыма, затемняющего помещение и затрудняющего условия эвакуации и тушения пожара. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

б) Средства пожаротушения.

Тушение пожаров производится водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды используются устраиваемые на предприятии и в населенном пункте водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возникновения, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

в) Для предотвращения возгорания от искр короткого замыкания все электрические цепи оснащены предохранительными устройствами для защиты от пробоев.

г) Участок оснащен автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией, которая позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения.

д) Курение разрешено только в специально отведенных местах.

е) Ответственность за соблюдение необходимого пожаробезопасного режима и своевременное выполнение противопожарных мероприятий возлагается на руководителя предприятия и начальника цеха. Проводятся

разъяснительные работы среди рабочих и служащих о необходимости соблюдения противопожарного инструктажа.

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

4.8.2 Охрана атмосферы.

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

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

Так же, как и на человека, загрязненный атмосферный воздух отрицательно воздействует на животных, птиц, насекомых и может существенно повлиять на элементы жизненно важные для растений.

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

Основные меры защиты атмосферы от загрязнений промышленными пылями и туманами предусматривают широкое применение пыле- и туманоулавливающих аппаратов и систем, основанных на принципиальных особенностях процесса очистки.

В данном технологическом процессе применяют следующее

пылеочистное оборудование:

а) Сухие пылеуловители – аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит механическим путем за счет сил гравитации и инерции. Данные пылеуловители обладают компактностью, т. к. вентилятор и пылеуловитель расположены в одном корпусе.

б) Электрофильтры – аппараты электрической очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда, передачи разряда ионов частицами примесей и осаждением примесей на осадительных электродах. Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, всегда оказываются частично ионизированными за счет различных внешних воздействий, поэтому они способны проводить ток, попадая в пространство между двумя электродами. Величина силы тока зависит от числа ионов и напряжения между электродами. При увеличении напряжения между электродами вовлекается все большее число ионов, и величина тока растет до тех пор, пока в движении окажутся все ионы, имеющиеся в газе.

4.8.3 Охрана водного бассейна.

Водоохранная деятельность предприятия осуществляется в соответствии с требованиями "Водного кодекса Российской Федерации", "Правил охраны поверхностных вод" и разработанными на их основе предельно-допустимыми нормативами сбросов загрязняющих веществ в водоемы. Предприятием разработан план мероприятий по достижению этих нормативов. По результатам их выполнения предприятию ежегодно выдается разрешение на сброс вредных веществ в водоемы. Хозяйственно-бытовые сточные воды предприятия отводятся в коммунальный коллектор и далее на городские очистные сооружения. Производственные и ливневые сточные воды отводятся по отдельной схеме в реку.

На предприятии эксплуатируется ряд локальных очистных сооружений

по очистке производственных вод, где широко применяются высокоэффективные методы очистки: флотация, фильтрование и др. Схема локального сооружения зависит не только от типа загрязнения сточных вод, но и от вида и последовательности проведения технологического процесса, мощности предприятия.

Для сокращения объемов сбросов сточных вод на заводе используются системы оборотного водоснабжения.

На машиностроительном предприятии очистка сточных вод происходит в два этапа:

- сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, наиболее характерных для данного технологического процесса.

- осуществляется очистка общего стока предприятия.

Степень очистки сточных вод определяется назначением очистных стоков: повторное использование в оборотном водоснабжении, сброс в водоемы или сброс в городскую канализацию.

Виды загрязнений могут быть следующие:

- механические примеси, в том числе гидроксиды металлов;
- эмульсии;
- моющие растворы;
- растворенные токсичные соединения органического и минерального происхождения.

4.8.4 Утилизация и ликвидация промышленных отходов.

Работы по утилизации и захоронению отходов ведутся в соответствии с требованиями "Правил охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации". Предприятием ежегодно разрабатывается проект по размещению отходов. Разрешение на их размещение выдается территориальным комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для промышленной продукции.

Критерием целесообразности определения переработки отходов в местах их образования является количество и степень их использования в производстве.

Основными направлениями ликвидации твердых промышленных отходов является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новой технологической переработки их в полезный продукт – сырье.

Порядок сбора, накопления, транспортировки, утилизации и захоронения отходов регламентируется приказом руководителя предприятия, главного инженера, инструкциями по эксплуатации оборудования.

4.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них. Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

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

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль
Зав. кафедрой ТМС
к.т.н., доцент

(Подпись)

(Дата)

М.Ф. Савин

А.А. Моховиков

А.А. Моховиков

Рассчитать себестоимость изделия «Корпуса» КС-4372.319.501.024

Объём выпуска 3000 шт.

5.1 Расчет объема капитальных вложений

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

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

- 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.

5.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i ,$$

(9.1)

где 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.

Расчет сводим в таблицу 9.1

Таблица 9.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{moi} , руб.
005	65A60Ф1	812000	1	812000
010	250V	2500000	1	2500000
015	ИС320	2500000	1	2500000
Всего				5812000

5.1.2 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.

Стоимость вспомогательного оборудования определим приблизительно – 30 процентов стоимости технологического оборудования:

$$K_{eo} = K_{mo} \cdot 0,30 = 5812000 \cdot 0,30 = 1743600 \text{ руб.} \quad (9.2)$$

где K_{eo} – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

K_{mo} – стоимость технологического оборудования, руб.

5.1.3 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 (фрезы, сверла, штангенциркуль, шаблоны и т.д.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески 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.).

$$K_{во} = K_{мо} \cdot 0,15 = 5812000 \cdot 0,15 = 871800 \text{ руб.} \quad (9.3)$$

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

$K_{мо}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

5.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = Ц_{ин} + Ц_{вп}, \quad (9.4)$$

где $Ц_{ин}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб.;

$Ц_{вп}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

$$C'_n = 24000 + 16300 = 40300, \text{ руб}$$

5.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм}, \quad (9.5)$$

где H_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт;

$Ц_m$ - цена материала, чугун ВЧ40, 22 руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{17,99 \cdot 3000 \cdot 22}{360} \cdot 30 = 98945 \text{ руб}$$

5.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360}, \quad (9.6)$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;
 C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии
 предварительных расчетов, руб.;

$k_{г}$ - коэффициент готовности.
 Себестоимость единицы готовой продукции на стадии
 предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_m \cdot Ц_m}{k_m}, \quad (9.7)$$

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

$$C' = \frac{17,99 \cdot 22}{0,85} = 465,6 \text{ руб}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{г} = (k_m + 1) \cdot 0,5, \quad (9.8)$$

$$k_{г} = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,925$$

$$K_{изп} = \frac{3000 \cdot 6 \cdot 465,6 \cdot 0,925}{360} = 21650 \text{ руб}$$

5.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{зн} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{зн}, \quad (9.9)$$

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

$$K_{зн} = \frac{465,6 \cdot 3000}{360} \cdot 7 = 27160 \text{ руб}$$

5.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{оз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{оз}, \quad (9.10)$$

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

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

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

$$B_{pn} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (9.11)$$

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

$$B_{pn} = 465,6 \cdot 3000 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 1676160 \text{ руб}$$

$$K_{оз} = \frac{1676160}{360} \cdot 10 = 46560 \text{ руб}$$

5.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10, \quad (9.12)$$

$$C_{обс} = 98945 \cdot 0,10 = 9894 \text{ руб}$$

5.2 Расчёт заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{умi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (9.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Расчет сводим в таблицу 9.3

Таблица 9.3 – Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	$t_{уми}$, мин	Разряд	Количество	$C_{час}$, руб.	$C_{зои}$, руб
Фрезеровщик	2,0	4	1	35,15	6854,25
Оператор станка с ЧПУ	5,45	5	1	36	19129,5
Оператор обрабатывающего центра	20,5	5	1	36	71955
Фонд заработной платы всех рабочих					97938,75

5.2.1 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (9.16)$$

$$C_{осо} = 97938,75 \cdot (0,34 + 0,3) = 41134,2 \text{ руб./год.}$$

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

$C_{зо}$ – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3 \%$

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,3 \div 0,07)\%$

5.2.2 Расчет амортизации основных фондов

5.2.2.1 Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (9.17)$$

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

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

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \quad (9.18)$$

Где A_q - сумма амортизации, руб;

n – Количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=1987$ час.

Таблица 9.4 - Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	Ц _i , руб.	a _{ni} , %	А, руб.
005	812000	8	3280,8
010	2500000	8	11223
015	2500000	8	10065
Амортизационные отчисления для всех станков			24568,8

5.3 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot K_{рем} + C_n \cdot K_{з.рем} \quad (9.19)$$

$$C_p = (5812000 + 1743600) \cdot 0,02 + 69012 \cdot 0,05 = 154562,6$$

5.3.1 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

5.3.1.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох}, \quad (9.20)$$

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

$ц_{ох}=13$ руб/кг (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости;

n – количество станков.

$$C_{COЖ} = 3 \cdot 3000 \cdot 0,03 \cdot 13 = 3510 \text{ руб}$$

5.3.1.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N}{60} \cdot \sum t_{oi}, \quad (9.21)$$

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

$Ц_{возд} = 0,15 \text{ руб}/\text{м}^3$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 0,15 \cdot 3000}{60} \cdot 27,95 = 146,7 \text{ руб}$$

5.3.2 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_o \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{\text{Э}}, \quad (9.22)$$

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

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

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

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

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

$Ц_{\text{Э}} = 4,18 \text{ руб.}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети);

Таблица 9.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чэi}$, руб
005	10	8690,22
010	11	21725,5
015	25,5	50363,7
Затраты на электроэнергию для всех операций		80779

5.3.3 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ини}=871800$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

5.3.4 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{з\text{ер}} = \sum_{j=1}^k C_{з\text{м}j} \cdot Ч_{\text{вр}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{н}j} \cdot k_{\text{р}j}, \quad (9.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{вр}j}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{з\text{м}j}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{\text{н}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($k_{\text{н}j}=1,2\div 1,3$);

$k_{\text{р}j}$ – районный коэффициент ($k_{\text{р}j}=1,3$).

$$C''_{з\text{ер}} = 45822 \cdot 3 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 278781 \text{ руб}$$

$$C'_{з\text{ер}} = 278781 \cdot 35 = 975734 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{оер}} = C_{з\text{ер}} \cdot 0,3, \quad (9.24)$$

где $C_{\text{овр}}$ - сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{\text{овр}} = 975734 \cdot 0,34 = 33174 \text{ руб}$$

5.3.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{зуп}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{п}j} \cdot k_{\text{под}}, \quad (9.25)$$

где $C_{\text{зуп}j}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$k_{\text{п}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{зауп}} = 14800 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 300144 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot 0,3, \quad (9.26)$$

где $C_{\text{оауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{\text{оауп}} = 300144 \cdot 0,30 = 90043,2 \text{ руб}$$

5.3.6 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (9.27)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 2513 \cdot 3000 \cdot 0,7 = 52773 \text{ руб}$$

5.4 Экономическое обоснование технологического проекта

Рыночная стоимость подобных деталей типа корпус составляет (ПО данным машзавода) 1525. А себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 953,3 руб.

Как показали расчёты себестоимость уменьшилась за счёт применения более технологичного получения заготовки и более производительного оборудования: 100% применяемого технологического оборудования – станки с ЧПУ.

Таблица 9.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	455,6	1367002
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	409,3	1227930
заработная плата производственных рабочих	32,6	97938
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	13,7	41134,2
Косвенные затраты:	502,7	1508220
амортизация оборудования предприятия	8,18	24568,8
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	23	69012
отчисления в ремонтный фонд	51,5	154562,6
вспомогательные материалы на содержание оборудования	1,2	3656,7
затраты на силовую электроэнергию	26,9	80779
износ инструмента	290,6	871800
заработная плата вспомогательных рабочих	32,52	97573

отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	11,05	33174,93
заработная плата административно-управленческого персонала	30	300144
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	10,2	90043.2
прочие расходы	17,59	52773

5.4.13 Заключение:

В данном разделе рассчитана себестоимость детали «Корпуса» КС-4372.319.501.024 годовым объём выпуска 3000 шт. и общих затрат на ее 953,3 руб. Как показали расчёты себестоимость уменьшилась за счёт применения более технологичного получения заготовки и более производительного оборудования: 100% применяемого технологического оборудования – станки с ЧПУ.

Заключение

В квалитетической части выпускной квалификационной работы проанализируем проделанную работу.

1. На основании действующего технологического процесса была спроектирована заготовка – литьё в кокиль, коэффициент использования металла равен 0,73.

2. Составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия.

3. Выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость.

4. Принятая последовательность маршрута обработки позволила снизить число производственных рабочих. Количество производственных рабочих получилось 3 человека.

5. В конструкторской части разработаны два приспособления, специальный режущий инструмент и специальный мерительный инструмент – калибр соосности, что также позволило снизить трудоёмкость изготовления и контроля изделия.

6. Применен многоцелевой станок модели ИС320, что в значительной степени снижает трудоемкость, повышает точность обрабатываемой детали

7. В разделе безопасности жизнедеятельности проведен анализ опасных и вредных факторов производства и средств защиты. Было снижено влияние таких факторов как шум, плохое освещение, микроклимат.

8. В организационной части рассчитано необходимое количество рабочих, станков, коэффициент загрузки оборудования.

9 Ожидаемая прибыль от внедрения данного технологического процесса составит 1715100 руб.

Список использованных источников

1. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –460с.;
2. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. – М.: Машиностроение, 1972. – 407с.;
3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Высшая школа, 1975. – 287с.;
4. Гельфгат Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М: Высшая школа, 1986. – 271с.;
5. Расчеты экономического эффекта новой техники: Справочник/ под ред. К.М. Великанова – Л: Машиностроение 1989 – 448с;
6. Вардашкин Б. Н., Шатилов А. А. Станочные приспособления справочник в двух томах. М: Машиностроение, 1984 – Т1, 592с; Т2 655с;
7. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р. Оснастка для станков с ЧПУ. М: Машиностроение, 1983. – 360с.;
8. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя в двух томах. – М.: Машиностроение, 1985 – Т1 655с., Т2 495с.;
9. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М., «Машиностроение», 1971 – 384с;
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых и станках с ЧПУ. М: Экономика, 1990. – 460с.;
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с;
12. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов/Под. ред. Б.А. Князевского. - 3 -е изд., - М.: Энергоатомиздат,1983. - 336 с.;
13. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и

- искусственное освещение. Журнал «Светотехника», №№ 11-12, 1995;
14. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996;
15. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ. - издат, центр Минздрава России, 1997;
- 16 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
17. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
18. ГОСТ 16085-80. Калибры для контроля расположения поверхностей.