

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

---

Направление Машиностроение  
Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств  
Отделение промышленных технологий

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС- 4372.319.602.004

УДК 621.873.3-216.002:658.514

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Танков Дмитрий Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. руководителя ОПТ	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

Направление Машиностроение  
 Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств  
 Отделение промышленных технологий

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

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Танкову Дмитрию Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС- 4372.319.602.004	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 10/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж корпуса КС- 4372.319.602.004</li> <li>2. Служебное назначение.</li> <li>3. Программа выпуска 1300 штук в год.</li> </ol>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. Конструирование специального приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</li> <li>3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>4. Социальная ответственность.</li> </ol>

выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).		
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)		1. Чертеж детали и заготовки (2 лист А1). 2. Карты технологических наладок (5 листов А1). 3. Приспособление (1 лист А1).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	<b>Лизунков В.Г.</b>	
Социальная ответственность	<b>Филонов А.В.</b>	
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>		
Реферат		

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Танков Дмитрий Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕ- СУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Танков Дмитрий Владимирович

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

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

1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов	- перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений - расчет потребности в рабочей силе
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Танков Дмитрий Владимирович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Танков Дмитрий Владимирович

<b>Институт</b>	Юргинский Технологический Институт	<b>Отделение</b>	Промышленных технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление</b>	15.03.01 «Машиностроение»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><i>1. Анализ рабочего технологического процесса изготовления корпуса с заводским кодом КС-4372.104.10.003 на наличие:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеопараметры, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической пожарной и взрывной природы)</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.</p>

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

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Танков Дмитрий Владимирович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 127 страниц, 13 рисунков, 18 таблиц, 32 источника, 1 приложений, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: технологический процесс, деталь, заготовка, базирование, режущий инструмент, мерительный инструмент, технологическое оборудование, безопасность, себестоимость изготовления.

Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС- 4372.319.602.004».

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

Раздел «Расчеты и аналитика» содержит расчет размерных цепей, выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

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

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

Текстовая часть выпускной квалификационной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2014, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V14. Работа представлена на CD-R диске (в конверте на обороте обложки).

## ABSTRACT

Final qualifying work consists of 127 pages, 13 drawings-carpets, 18 tables, 32 sources, 1 applications, 8 sheets of graphic material.

Key words: technological process, detail, location, basing, cutting tool, measuring tool, technological equipment, safety, cost of production.

The theme of the WRC: "Development of the technological process of manufacturing the corpus T13801.04.043." The section "Object and Methods of Research" contains the service assignment of the product, the calculation of the annual production program of product release and determination of the type of production, analysis of the product design for manufacturability, as well as the choice of the workpiece and the method of its production.

The section "Calculations and Analytics" contains the calculation of dimensional chains, the choice of bases, the development of the route of the technological process, the choice of equipment and means of technological equipment, the calculation of cutting conditions, the normalization of the technological process.

The section "Social Responsibility" is devoted to the issues of safe work at the site, fire safety and ecology.

In the section "Financial management, resource efficiency and resource saving", the cost of manufacturing the part is calculated. The text part of the final qualifying work was made in the text editor Microsoft Word 2014, graphic material using the program KOTPAS-3D V14. The work is presented on a CD-R disc (in an envelope on the back of the cover).

## Оглавление

Введение.....	12
1. Объекты и методы исследования .....	14
1.1 СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЗЛА И ДЕТАЛЕЙ .....	14
1.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА .....	16
1.3 АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	17
1.4. Формулировка проектной задачи .....	22
2 РАСЧЕТНО АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	24
2.1 ОТРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ .....	24
2.2 ВЫБОР ЗАГОТОВОК И МЕТОДОВ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....	25
2.3 ВЫБОР БАЗ .....	28
2.4 СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ .....	41
2.5 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	48
2.6 РАСЧЁТ ПРИПУСКОВ .....	56
2.7 РАСЧЁТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....	63
2.8 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	82
2.8.1 ОБОСНОВАНИЕ И ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	82
2.8.2 Расчет приспособления на точность .....	84
2.8.3 Силовой расчет .....	85
2.9 Организационная часть .....	88
2.9.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ЕГО ЗАГРУЗКИ.....	88
2.9.2 РАСЧЕТ СОСТАВА РАБОТАЮЩИХ .....	89
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ....	92
3.1 РАСЧЕТ ОБЪЕМА КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ .....	92
3.2 СТОИМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	92
3.3 СТОИМОСТЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	94
3.4 СТОИМОСТЬ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И ИНВЕНТАРЯ.....	94
3.5 СТОИМОСТЬ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	95
3.6 СТОИМОСТЬ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАПАСАХ, СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛАХ .....	95
3.7 ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА В НЕЗАВЕРШЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....	96
3.8 ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА В ЗАПАСАХ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ .....	96
3.9 ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА В ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ .....	97
3.10 ДЕНЕЖНЫЕ ОБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА .....	97
3.11.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕТЫ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОДУКЦИИ .....	98
	10

3.11.2	ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ЗА ВЫЧЕТОМ РЕАЛИЗУЕМЫХ ОТХОДОВ .....	99
3.11.3	РАСЧЕТ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТНИКОВ.....	99
3.11.4	ОТЧИСЛЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНЫЕ НУЖДЫ ПО ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ .....	100
3.11.5	РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ .....	100
3.11.6	РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ .....	101
3.11.7	РАСЧЕТ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ ЗДАНИЙ .....	102
3.11.8	ОТЧИСЛЕНИЯ В РЕМОНТНЫЙ ФОНД .....	102
3.11.9	ЗАТРАТЫ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ .....	102
3.11.10	ЗАТРАТЫ НА СОЖ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ПО ФОРМУЛЕ: .....	102
3.11.11	ЗАТРАТЫ НА СЖАТЫЙ ВОЗДУХ РАССЧИТЫВАЮТСЯ ПО ФОРМУЛЕ:.....	103
3.11.12	ЗАТРАТЫ НА СИЛОВУЮ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ .....	103
3.11.13	ЗАТРАТЫ НА ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИНВЕНТАРЬ .....	104
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	108
4.1	ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА. АНАЛИЗ ВЫЯВЛЕННЫХ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОЧЕМ УЧАСТКЕ .....	108
4.2.1	ОСВЕЩЕНИЕ НА РАБОЧЕМ УЧАСТКЕ .....	109
4.2.2.	ШУМ.....	112
4.2.3.	ВИБРАЦИЯ.....	113
4.2.4.	ЗАПЫЛЁННОСТЬ И ЗАГАЗОВАННОСТЬ ВОЗДУХА.....	114
4.2.5.	СТРУЖКА, ОСТРЫЕ КРОМКИ, ЗАУСЕНЦЫ И ШЕРОХОВАТОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ЗАГОТОВОК, ИНСТРУМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ .....	115
4.2.6.	СОЖ.....	116
4.2.7.	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.....	117
4.2.8.	ДРУГИЕ ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ .....	118
4.3.	ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	119
4.4.	ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ .....	120
4.5.	ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	121
4.6.	ВЫВОДЫ .....	121
	Квалиметрическая оценка проекта.....	123
	Список используемых источников.....	124
	ПРИЛОЖЕНИЕ .....	127

## Введение

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

Внедряемые технологические процессы должны обеспечивать высокое качество, точность и низкую себестоимость выпускаемой продукции. Эти показатели обеспечиваются обоснованным применением высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средствами механизации и автоматизации.

В разрабатываемом проекте решается задача получения детали минимальными затратами при использовании высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, также рационального метода получения заготовки.

Целью данного курсового проекта является систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний студентов, обучение правильно и самостоятельно решать инженерные и исследовательские задачи, возникающие при проектировании технологических процессов изготовления изделий машиностроения и средств технологического оснащения, а также подготовить студентов к выполнению выпускной квалификационной работы.

В соответствии с поставленной целью в процессе курсового проектирования выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;

- овладение методикой проектирования технологических процессов механико-сборочного производства;
- приобретения опыта анализа существующих и конструирования современных видов технологической оснастки;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;
- развития навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

## 1. Объекты и методы исследования

### 1.1 Служебное назначение и техническая характеристика узла и деталей

Корпус КС-4372.319.602.004 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 коротко базовый 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 319.602.004.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 стрелоподъёмного 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.

. Корпус выполнен из материала чугун ВЧ40 ГОСТ 7293-85. Химический состав данного материала представлен в таблице 1

Таблица 1

Химический состав, %					
C	Si	Cr	Tn	S	P
3,3...3,8	1,9...2,9	до 0.1	0.2...0.6	до 0.02	до 0.1

Механические свойства чугуна ВЧ40:

Временное сопротивление на разрыв -  $\sigma_B=400\text{МПа}$

Предел текучести материала -  $\sigma_T=250\text{МПа}$

Относительное удлинение -  $\psi=15\%$

Твердость по Бринеллю -140-202 НВ

Технологические свойства:

Температура плавления начала 1150°-1200°С.

Свариваемость – трудносвариваемая.

Литейные свойства – удовлетворительные.

1.2 Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства

Назначаем среднесерийный тип производства (табл. 2).

Таблица 2 - Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Корпус	КС-4372.319.602.004	1300	0.0112	14,56

В этой части курсового проекта тип производства определён приближённо, используя [36, табл. 3]. В дальнейшем после разработки технологического процесса изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004 – 83.

Коэффициент закрепления операций находится как:

$$K_{30} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_d}{N \cdot t_{шт.-к.ср.}}$$

где  $P_o$  – количество операций в технологическом маршруте;

$C$  – расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$N$  – годовая программа, шт;

$t_{шт.-к.ср.}$  – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \text{ шт.},$$

где  $N$  – годовая программа, шт;

$a$  – период запуска в днях, по рекомендациям [36, с. 11], принимаем  $a = 3$ ;

$F$  – число рабочих дней в году, для 2019 – го года  $F = 247$ .

$$n = \frac{1300 \cdot 3}{247} = 15.8 \text{шт.}$$

$n$ -принимаем равным 16шт.

### 1.3 Анализ действующих технологических процессов

Базовый технологический процесс изготовления вала разработан для средне-серийного производства и имеет структуру, представленную в табл. 3.

Таблица 3 - Базовый технологический процесс изготовления корпуса

№ опер.	Модель оборуд.	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
007 Фрезерная	СФП5 00А8	Тиски	Фреза ВК8 СТП 1454	Штангенциркуль ШЦ II 250-0,05 ГОСТ 164-80
008 Слесарная	Верстак слесарный			

010	Фрезерная	65А60 Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406-1454-78;	ШЩ-П-250- 0,05 ГОСТ 166-80
012	Слесарная Таблица 5	Вер- стак сле- сарный			
015	Фрезерная	65А60 Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406-1454-78	Штангенрей- смас ШР 40-400- 0,05 ГОСТ 164- 80; ШЩ-П-250- 0,05 ГОСТ 166-80
017	Слесарная	Верстак слесар- ный			
020	Фрезерная	65А60Ф1	314-191	Фреза ВК8 СТП 406- 1454-78	ШР 40-400- 0,05 ГОСТ 164- 80; ШЩ-П-250- 0,05 ГОСТ 166-80
025	Слесарная	Верстак слесар- ный			
030	Шлифовальная	ЗЛ722 В		Круг ПП 450х80х203 54С 40 СМ2К ГОСТ 2424-83	Линейка ЛТ- 1-200 ГОСТ 8026-75; Микро- метр 75-1 ГОСТ 6507-78
035	Сверлильная	ГФ21 71С3	317-1946	Сверло 011-715; Сверло 7,8 2301-0014 ГОСТ 10905-77; Раз- вертка 8,2 Н8 030-	ШЩ-І-125- 0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 8,2Н8 СТП 406-4307-

Таблица 3

			1623; Зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953-80; Фреза 68 2223-0751 ГОСТ 0025-71; Зенкер 8,1 СТП 406-1223-76; Сверло 19,5 2301- 0068 ГОСТ 10903-77	82; Пробка 19,5Н14 СТП 406-4307-82
1	2	3	4	5
040 Слесар- ная	Верстак слесар- ный			
045 Свер- лильная	ИР- 500МФ4	319-970	Фреза 68 2223- 0751 ГОСТ 0025-71; Фреза 058-285;68 2223-0751 ГОСТ 0025-71; Сверло 18 2301-0431 ГОСТ 2092-77; Сверло 26 2301-0089 ГОСТ 10903-77; Сверло 29,25 2301-0101 ГОСТ 10905-77; Зен- кер 25 2323-0544 ГОСТ 12489-71; Раз- вертка 31 Н9 15° СТП 406-1323-86; Резец 10х10х32х0,3 Т15К6 лев. СТП 406-1167-	ШЩ-I-125- 0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 20Н14- 250 СТП 406- 4307-82; Пробка 26Н14-250 СТП 406-4307-82; Пробка 33х2-6Н СТП 406-4307- 82; Калибр соос- ности 150-2473; Пробка п/р 33х2- 6Н СТП 406- 4307-82; Пробка 31Н9 СТП 406- 4307-82; Шаблон СТП 406-4333-

Таблица 3

			78; Развертка 33,5 Н11 15° СТП 406-1323-86; Зенкер 20x25 027-774; Развертка 037-391; Развертка 20x26 037-560; Сверло 23 2301-0079 ГОСТ 10903-77; Развертка К3/4" 2373-0036 ГОСТ 6226-71; Зенковка 50 2353-0138 ГОСТ 14953-80% Метчик М33x2 2620-2007 ГОСТ 3266-81; Фреза 22,5 055-784	76; Пробка 100-2485; Пробка 26Н8 СТП 406-4307-82; Пробка 35,3Н11 115-16542; Пробка К3/4" СТП 406-4312-76; Шаблон 5Н13 106-5652; Фаскомер 15° СТП 406-4361-76; Нутромер НИ 18-50-1 ГОСТ 868-82; ШР 40-400-0,05 ГОСТ 164-80	
050	Слесарная	Верстак слесарный			
055	Сверлильная	ИР-500МФ4	319-904	Сверло 011-715; Сверло 18,25 2301-0062 ГОСТ 10903-77; Сверло 21,25 2301-0074 ГОСТ 10903-77; Сверло 5 2300-0034 ГОСТ 886-77; Зенкер 21 №2 СТП 406-1222-76; Сверло 1,8 2300-0138 ГОСТ	ШЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 18Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 19Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 21Н14 СТП 406-4307-82; Пробка 5Н14 СТП 406-

			10902-77;	4307-82;
Таблица 3			Фреза 16 2223-0502 ГОСТ 20537-75; Фреза 20 Т5К10 2223-0503 ГОСТ 20537-75	Фаскомер 45° СТП 406-4361-76; Пробка 1,8Н14 СТП 406-4307-82; Шаблон 106-5644; Глубиномер 0-25-1 ГОСТ 7470-78
060 Слесарная	Верстак слесарный			
065 Контрольная				
070 Консервация				

#### 1.4. Формулировка проектной задачи

При анализе исходного технологического процесса были выявлены некоторые его недостатки, которые по возможности следует устранить при разработке проектируемого технологического процесса.

Задачей данного курсового проекта является разработка нового технологического процесса, применяемого для крупносерийного типа производства.

Критически анализируя базовый технологический процесс механической обработки, делаем вывод, что необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, тем самым добиться повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки универсальные станки нужно заменить полуавтоматами или современными станками с ЧПУ (используемые при многооперационном обслуживании) с расширенными технологическими возможностями. Универсальные приспособления по необходимости следует заменить специальными, применять современные виды инструментов, если необходимо – спроектировать специальный инструмент, использовать более точные методы получения заготовки, повышая коэффициент использования материала и снижая припуски на механическую обработку.

После составления маршрута обработки в данном курсовом проекте разрабатывается каждая операция с выбором оборудования и средств технологического оснащения.

В конструкторской части данного курсового проекта необходимо спроектировать приспособление на одну из операций технологического процесса. Приспособление, по возможности, должно быть оснащено механизированным приводом. Также производится расчет приспособления на точность, силовой расчет и выбор параметров привода.

Организационная часть курсового проекта включает в себя нормирование технологического процесса механической обработки, расчет потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки.

В экономической части курсового проекта необходимо произвести оценку экономической эффективности разработанного технологического процесса и оценку экономичности сконструированного приспособления.

Графическая часть курсового проекта включает в себя:

- чертеж детали и заготовки;
- карты технологических наладок;
- чертеж приспособления.

## 2 Расчетно аналитическая часть

### 2.1 Отработка конструкции детали на технологичность

Технологичность – важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских и технологических резервов для выполнения задач по повышению технико-экономических показателей изготовления и качества 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.

Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки.

На рабочем чертеже корпуса выполнена две проекции, восемь сечений, поясняющие размеры резьбовых отверстий, и один выносной элемент, показывающий вариант изготовления фаски. Этого достаточно для однозначного определения конструкции детали. Обозначение шероховатостей, полей допусков, отклонений формы и расположения поверхностей соответствуют требованиям оформления конструкторской документации.

## 2.2 Выбор заготовок и методов их изготовления

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае заготовкой является отливка полученная литьем в ПГФ, во втором случае отливка полученная путем литья в кокиль.

Для последующих расчётов необходимо знать массу детали. Массу детали выбираем из на чертеже.

$$m_d = 11,2 \text{ кг.}$$

Используя рекомендации [4, с. 134...168] рассчитываем заготовку.

1) Литье в ПГФ машинная формовка

Материал детали – ВЧ40 ГОСТ 7293-85.

$m_d = 11,2$  кг – масса детали.

Класс размерной точности – 10.

Степень коробления – 6.

Степень точности поверхности – 10.

Класс точности массы – 10.

Ряд припусков – 6.

Допуск массы – 16%.

Допуск размеров:

длина 80 мм – 2,2 мм;

длина 140 мм – 3,2 мм;

длина 197 мм – 3,2 мм.

Припуски:

длина 80 мм – 8,8 мм;

длина 140 мм – 9,2 мм;

длина 197 мм – 9,6 мм.

Определяем массу заготовки:

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

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

$\rho$  – плотность чугуна.

$$M_{\text{заг}} = (206,6 \cdot 149,2 \cdot 88,8) \cdot 7,2 = 17,17 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_0}{m_3},$$

$$K_{\text{им}} = \frac{11,2}{17,17} = 0,65$$

2) Литьё в кокиль.

Материал детали – ВЧ40.

$T_{\text{д}}=11,2$  кг – масса детали.

Класс размерной точности – 9.

Степень коробления – 2.

Степень точности поверхности – 9.

Класс точности массы – 9.

Ряд припусков – 5.

Допуск массы – 12%.

Допуск размеров:

длина 80 мм – 1,4 мм;

длина 140 мм – 2,4 мм;

длина 197 мм – 2,4 мм.

Припуски:

длина 80 мм – 3,2 мм;

длина 140 мм – 4,4 мм;

длина 197 мм – 4,4 мм

Определяем массу заготовки:

$$T_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot \rho$$

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

$\rho$  – плотность чугуна.

$$M_{заг} = (201,4 \cdot 144,4 \cdot 83,2) \cdot 7,2 = 16,64 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_д}{m_з},$$

$$K_{им} = \frac{11,2}{16,64} = 0,67$$

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

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

где  $G_д$  – масса детали, кг;

$K_{им}$  - коэффициент использования материала

$C_{заг}$  – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг,  $C_{заг} = 77,3$  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:

$$S_{T1} = \frac{11,2}{0,65} \cdot [77,3 + 0,495 \cdot (1 - 0,65)] = 230,7 \text{ руб}$$

При литье в кокиль:

$$S_{T1} = \frac{11,2}{0,67} \cdot [77,3 + 0,495 \cdot (1 - 0,65)] = 223,8 \text{ руб}$$

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:

$$B = (S_{T1} - S_{T2}) \cdot N$$

где  $N=1300$ –годовая программа выпуска, шт.

$$B = (230,7 - 223,8) \cdot 1300 = 8970 \text{ руб}$$

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

### 2.3 Выбор баз

#### 005. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $81,9^{+0,14}$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_6 = 0$ .

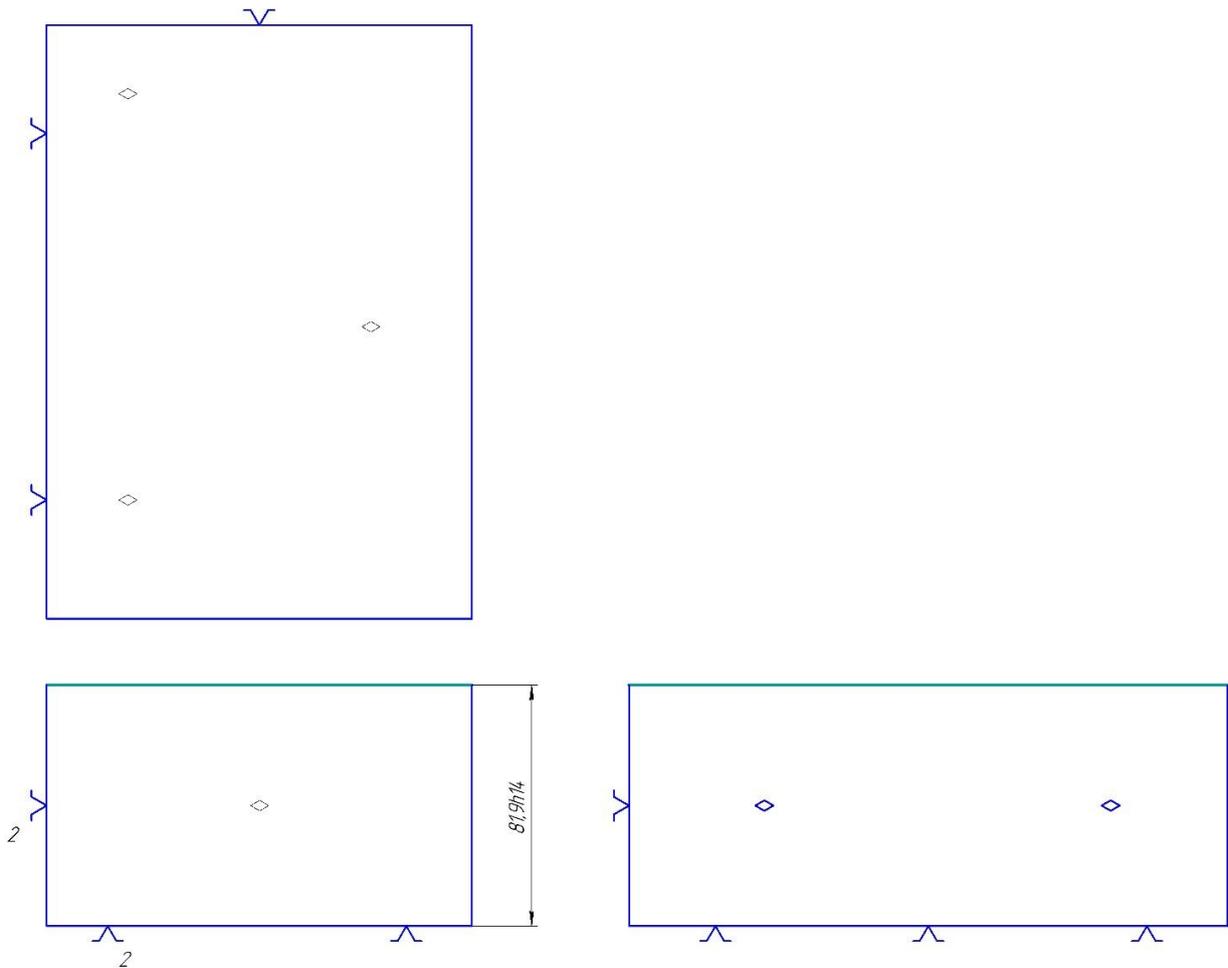


Рисунок 1–Базирование для операции 005

## 015. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $80,6h14$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_6 = 0$ .

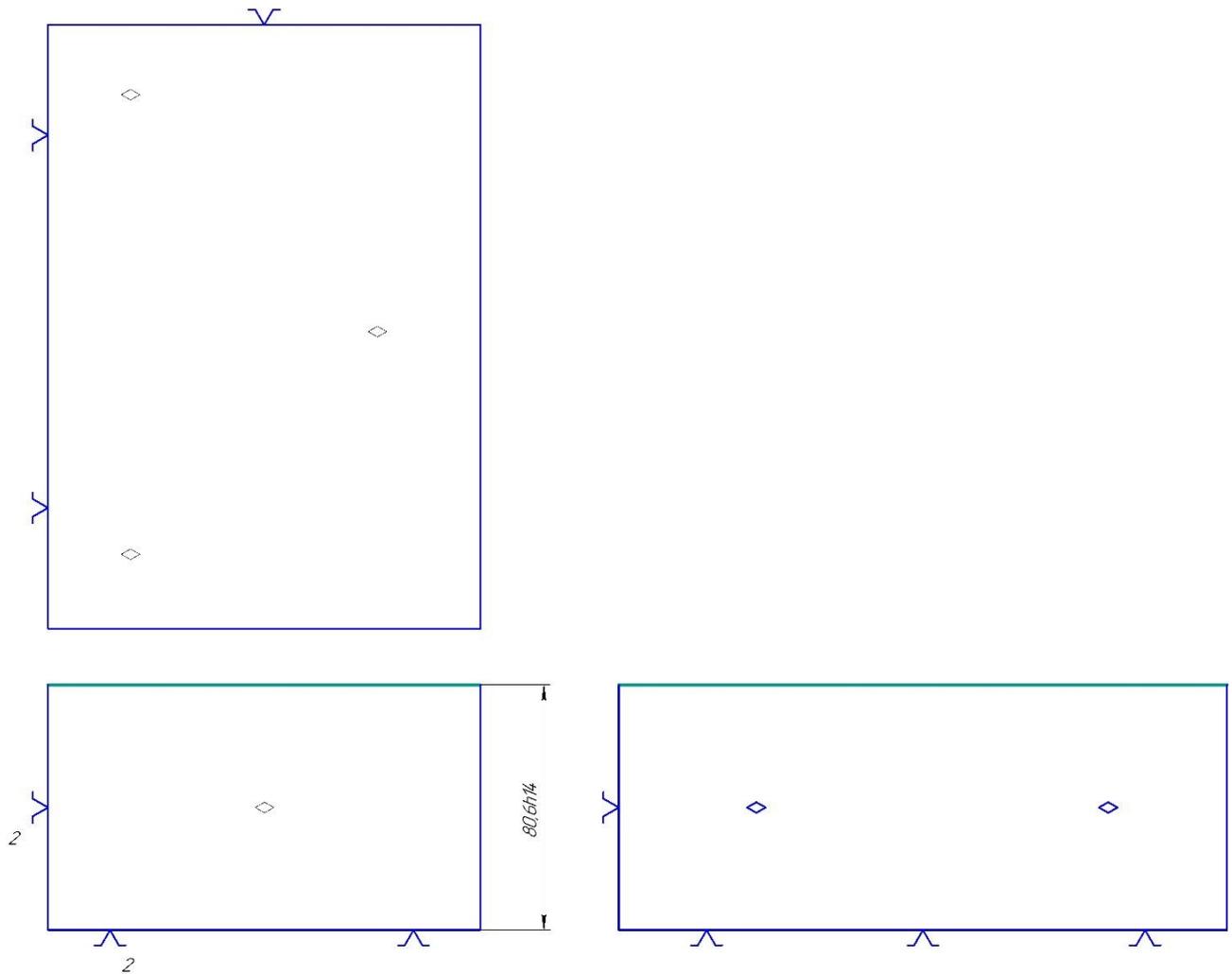


Рисунок 2– Базирование для операции 015

## 025. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $143h14$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

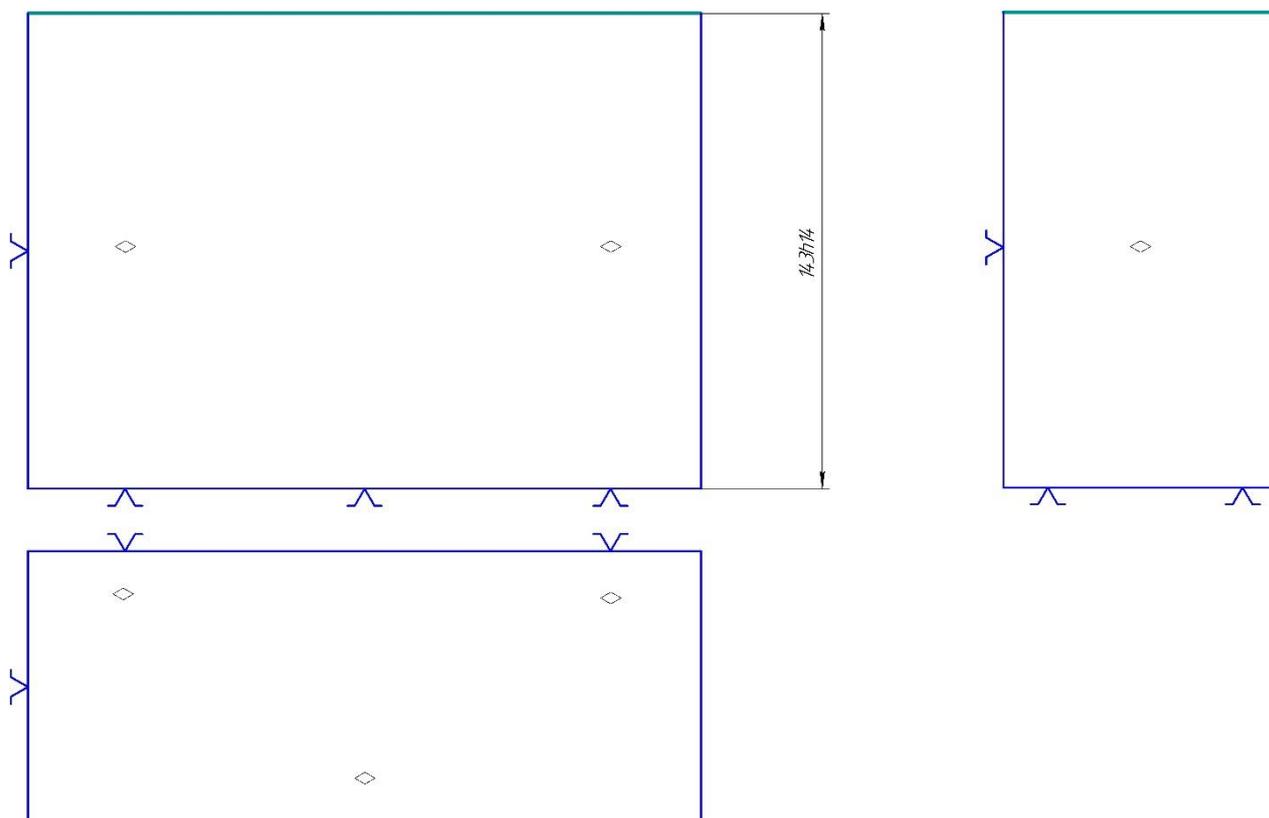


Рисунок 3–Базирование для операции 025

### 035. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $131,8h14$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_6 = 0$ .

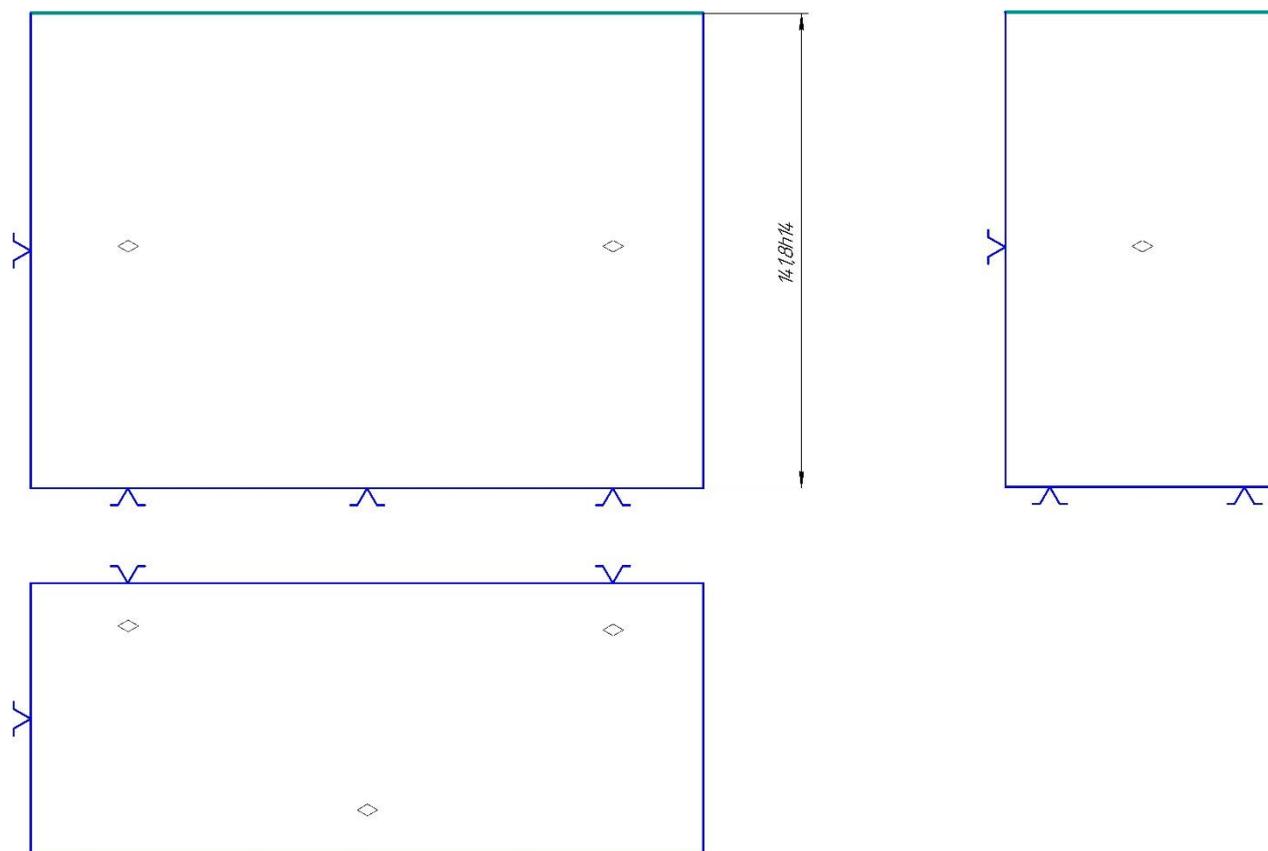


Рисунок 4– Базирование для операции 035

## 045. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $200 \pm 0,5$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

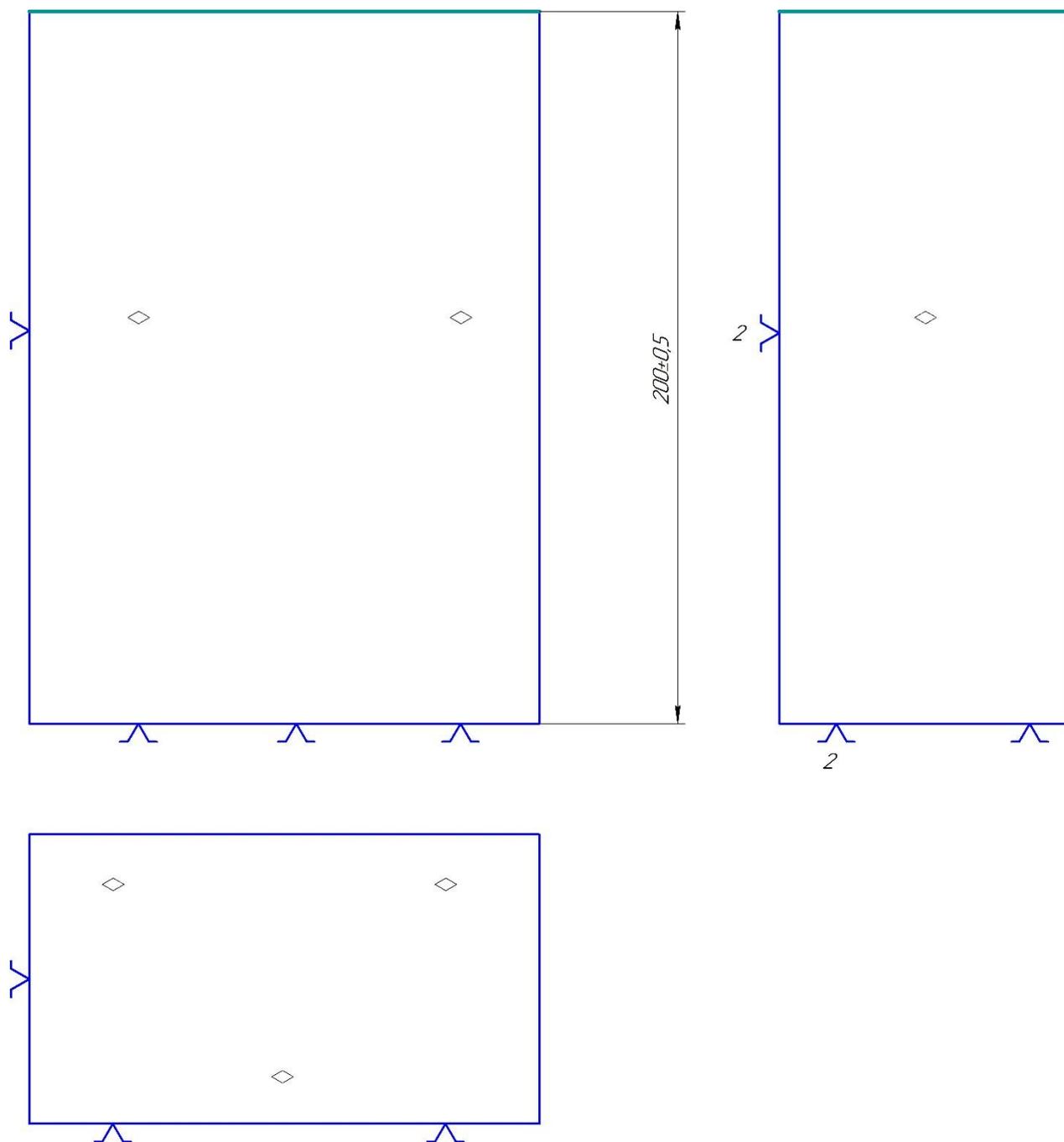


Рисунок 5– Базирование для операции 045

## 055. Фрезерная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размер  $198,6 \pm 0,5$  получается при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

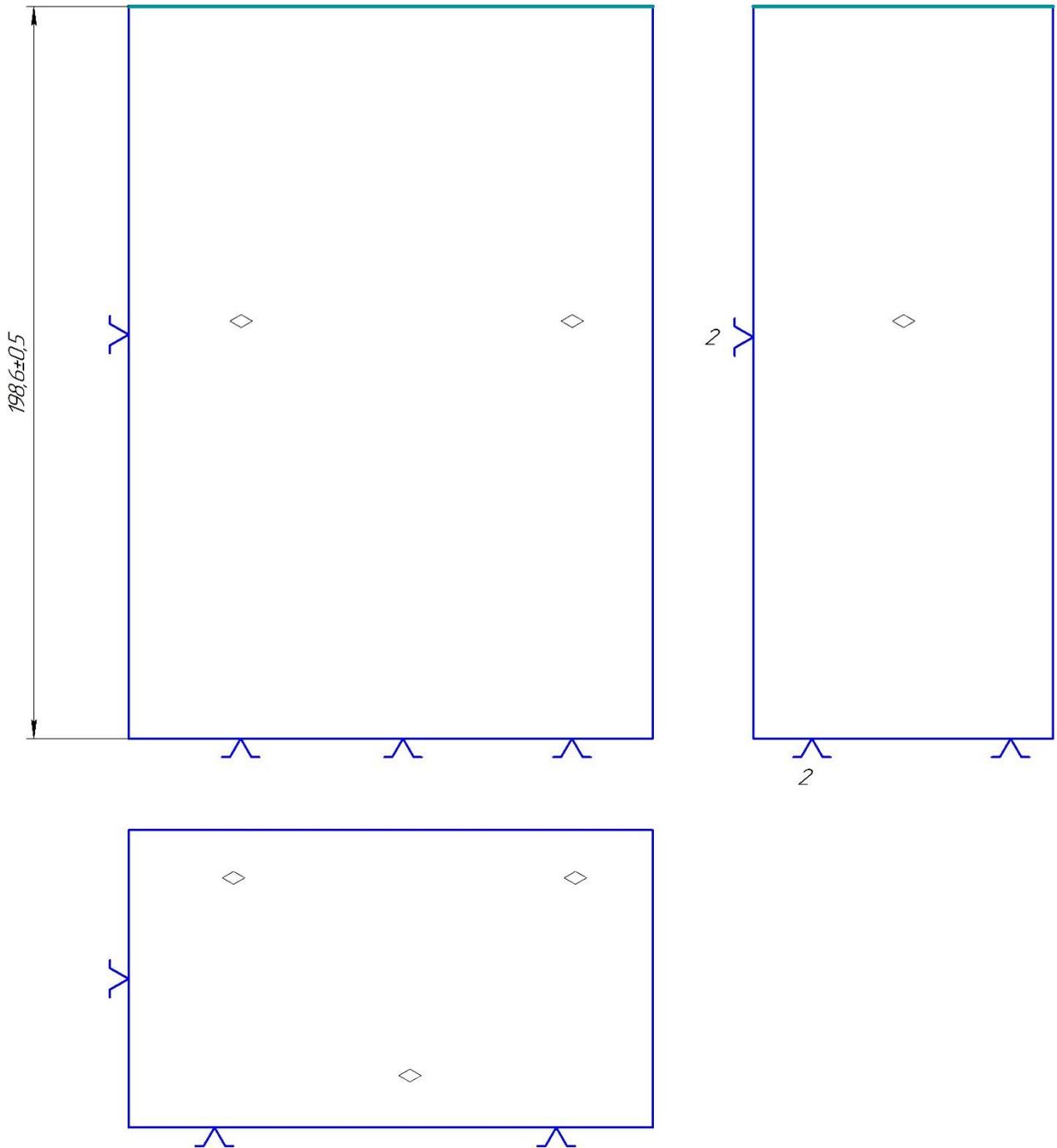


Рисунок 6–Базирование для операции 055

## 070. Фрезерно-сверлильно-расточная

Базирование осуществляется по плоскости, и упором в торец станочных тисков

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_6 = 0$ .

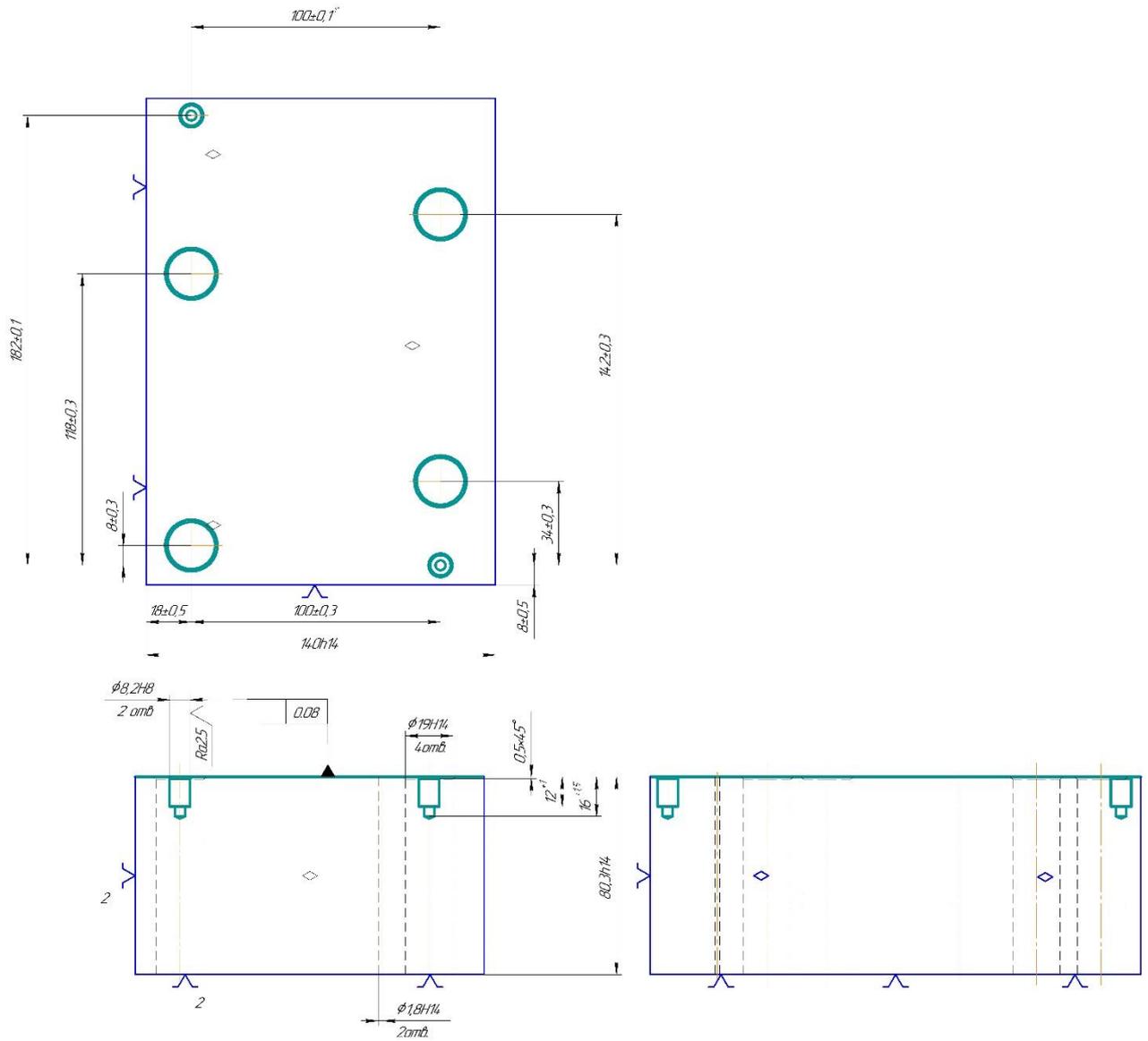


Рисунок 7– Базирование для операции 070

### 080. Фрезерно-сверлильно-расточная

Базирование осуществляется по плоскости, и двум установочным пальцам цилиндрическому и срезанному.

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

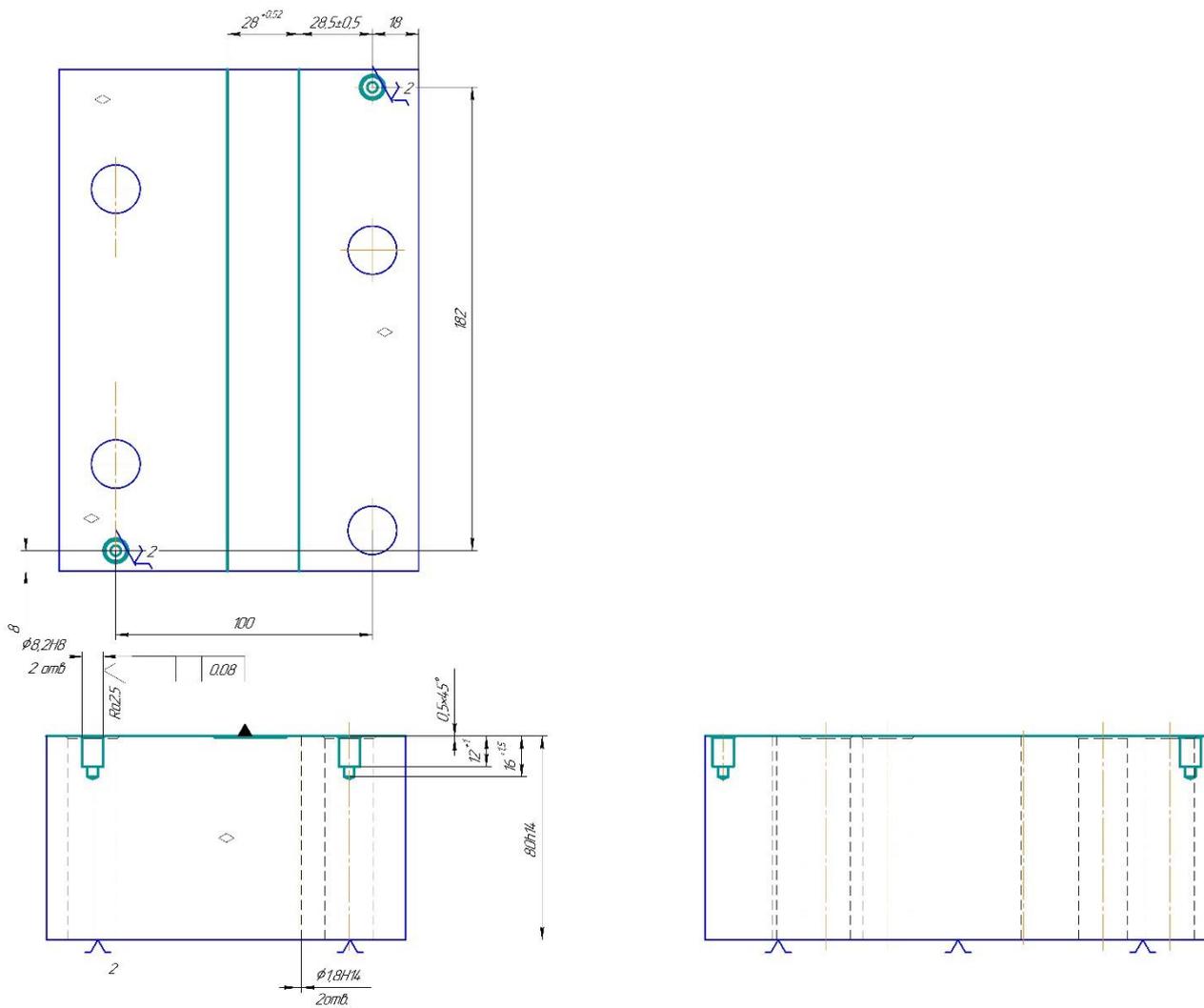


Рисунок 8– Базирование для операции 080



## 090. Фрезерно-сверлильно-расточная

### Позиция 2

Базирование осуществляется по плоскости, и двум установочным пальцам цилиндрическому и срезанному.

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_6 = 0$ .

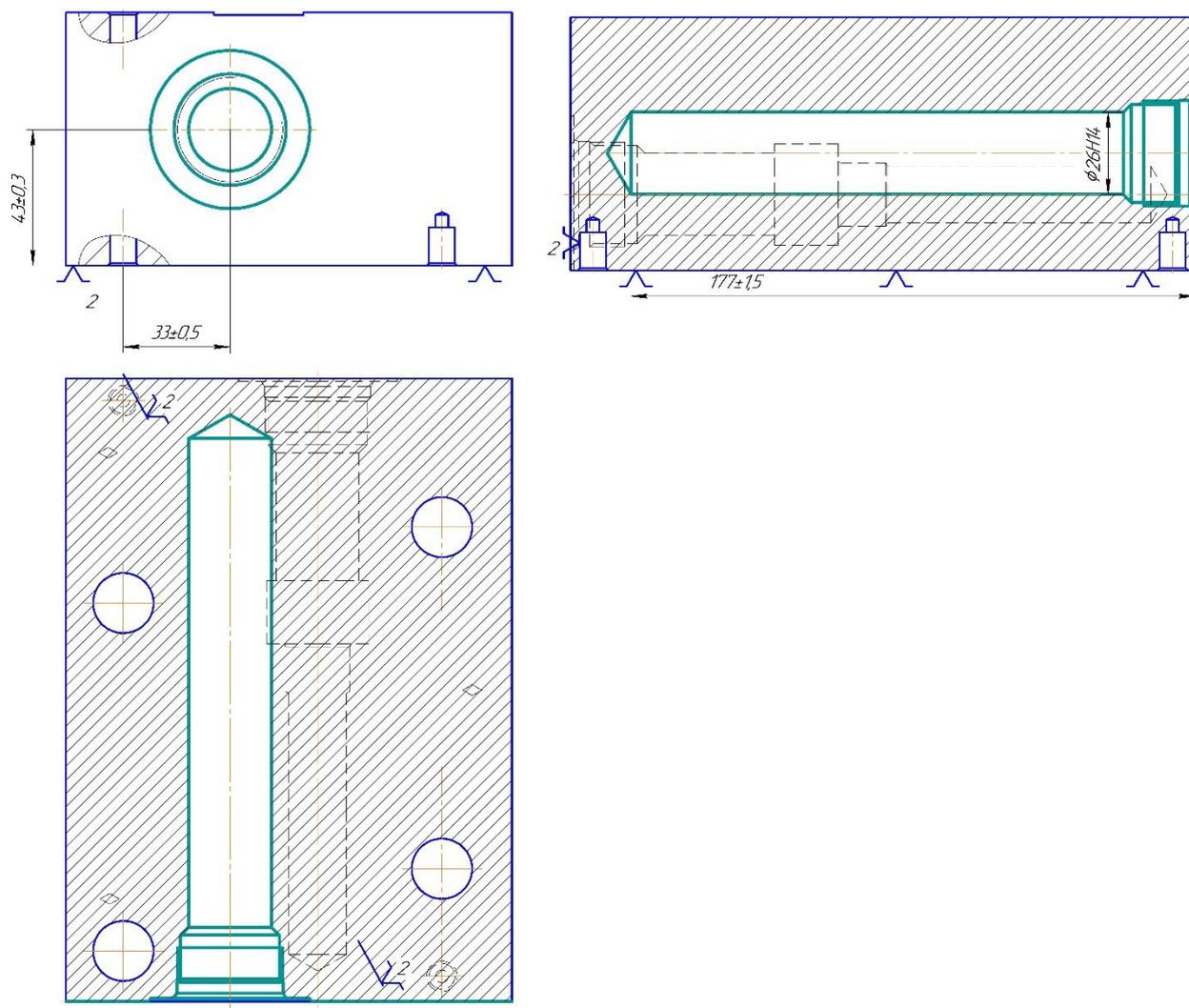


Рисунок 10– Базирование для операции 090

## 090. Фрезерно-сверлильно-расточная

### Позиция 3

Базирование осуществляется по плоскости, и двум установочным пальцам цилиндрическому и срезанному.

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\varepsilon_0 = 0$ .

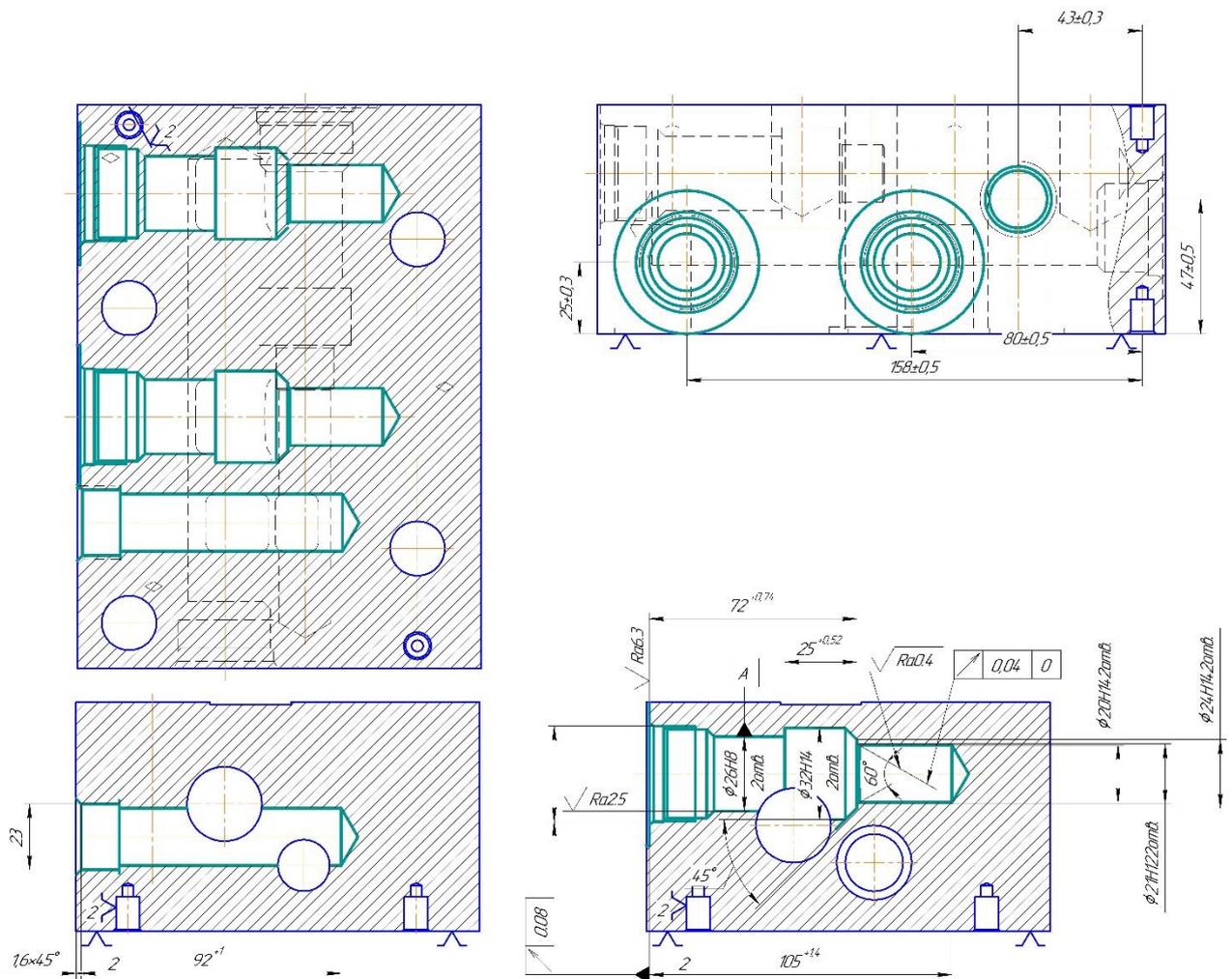


Рисунок 11– Базирование для операции 090

# 100. Фрезерно-сверлильно-расточная

## Установ 1

Базирование осуществляется по плоскости, и двум установочным пальцам цилиндрическому и срезанному.

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

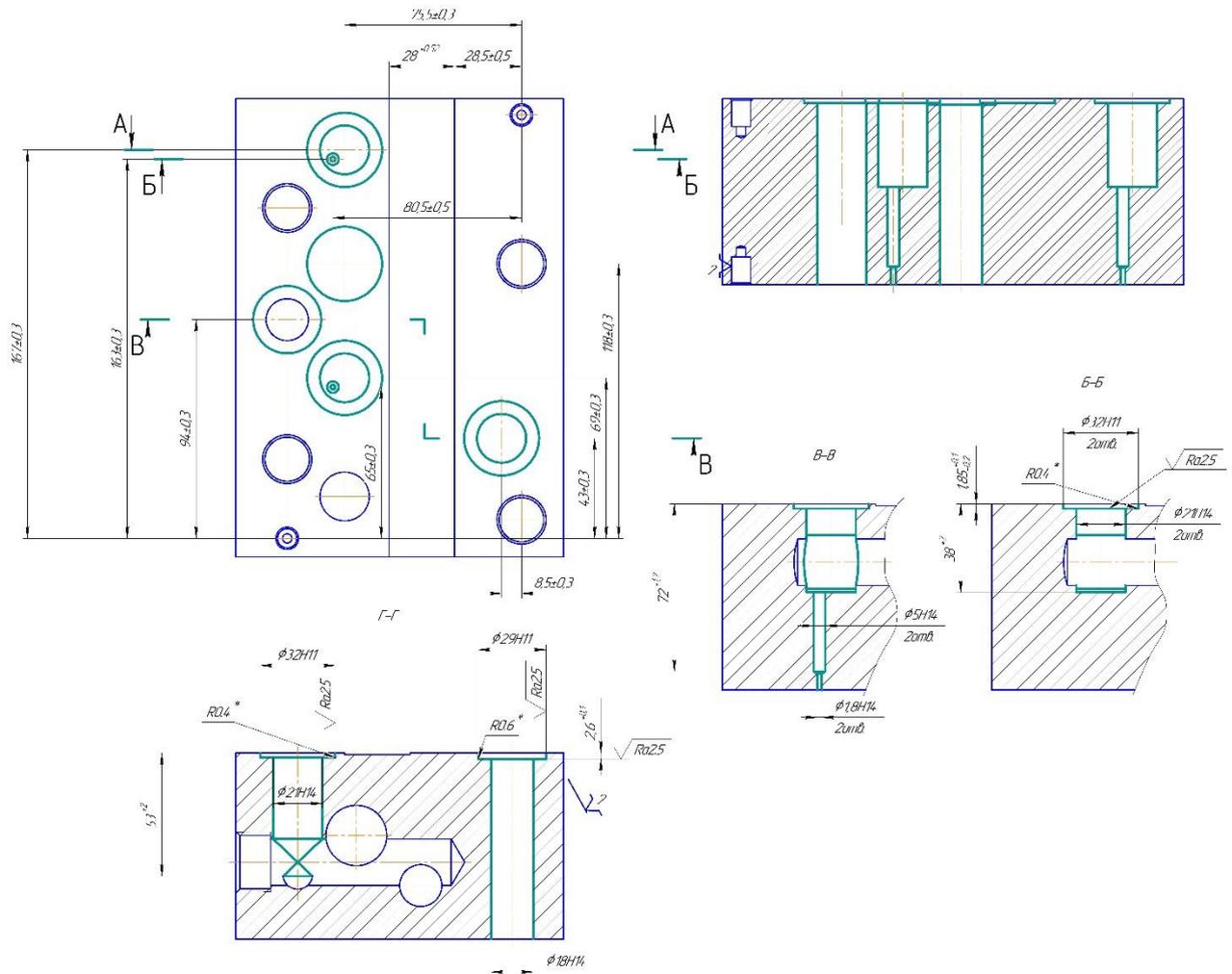


Рисунок 12– Базирование для операции 100

# 100. Фрезерно-сверлильно-расточная

## Установ 2

Базирование осуществляется по плоскости, и двум установочным пальцам цилиндрическому и срезанному.

Так как размеры получаются при совмещении технологической и измерительной баз, то погрешность базирования в данном случае равна нулю –  $\epsilon_6 = 0$ .

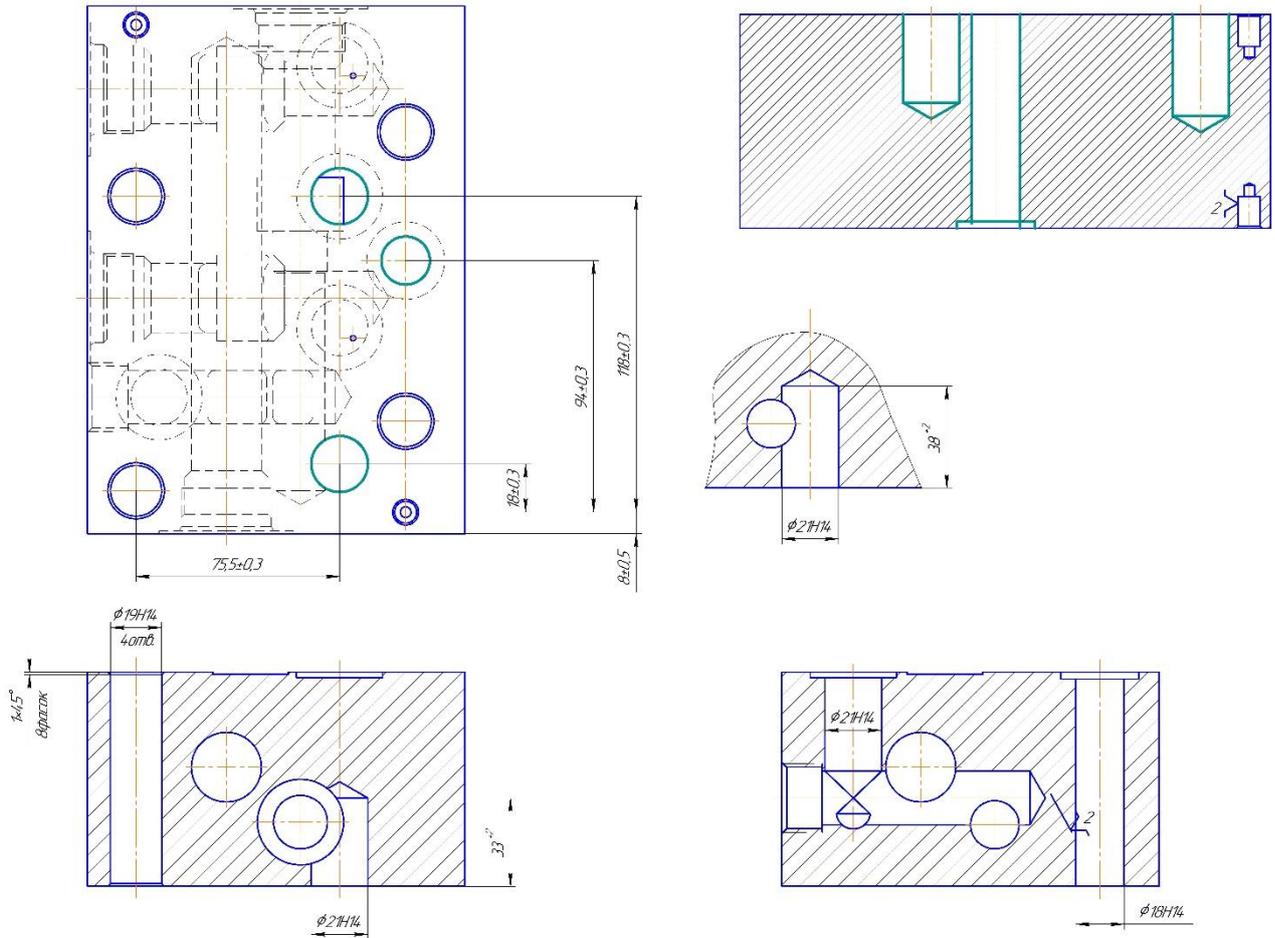


Рисунок 13– Базирование для операции 100

## 110. Слесарная

Так как операция слесарная нет необходимости в базировании.

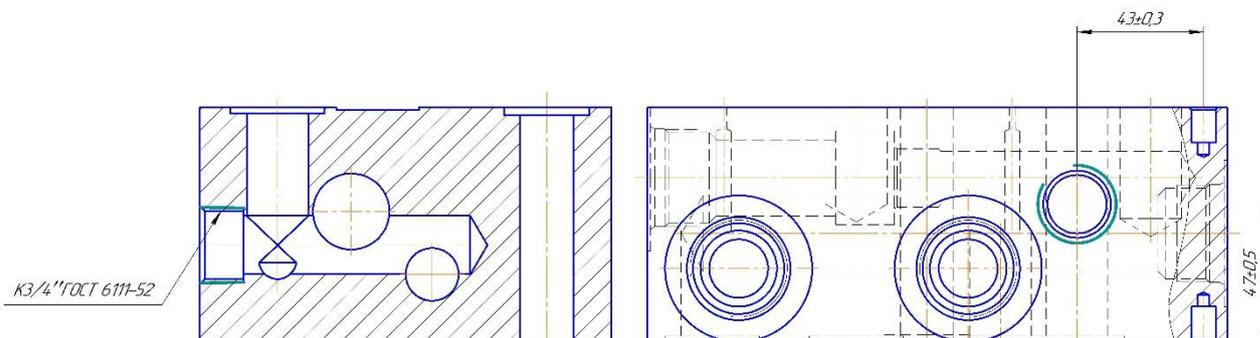


Рисунок 14– Базирование для операции 110

## 2.4 Составление технологического маршрута механической обработки

Технологический маршрут обработки корпуса представлен в таблице 6.

Таблица 4 – Технологический маршрут обработки

№ пере-хода	Наименование и содержание операций	Оборудование
005	Фрезеровать поверхность предварительно соблюдая размер 81,9h14 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12
010	Снять заусенцы	Верстак слесарный
015	Фрезеровать поверхность предварительно соблюдая размер 80,6h14 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12
020	Снять заусенцы	Верстак слесарный
025	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 143h14 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12

Таблица 4		
030	Снять заусенцы	Верстак слесарный
035	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 141,8h14 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12
040	Снять заусенцы	Верстак слесарный
045	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 200±0,5 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12
050	Снять заусенцы	Верстак слесарный
055	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 198,6±0,5 мм на проход	Вертикальный консольно-фрезерный станок Модели 6Д12
060	Снять заусенцы	Верстак слесарный
065	Старить	
070	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер 80,3h14 мм</li> <li>2. Центровать 4 отверстия соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 34±0,3 мм, 100±0,3 мм, 75,5±0,3 мм, 8±0,3 мм, 18±0,5 мм, 118±0,3 мм, 182±0,1 мм, 142±0,3 мм, 100±0,1 мм, 75,5±0,3 мм, 167±0,3 мм, 163±0,3 мм, 94±0,3 мм, 65±0,3 мм, 8,5±0,3 мм, 43±0,3 мм, 69±0,3 мм, 118±0,3 мм, 80,5±0,5 мм</li> <li>3. Сверлить 2 отверстия диаметром 4 мм на глубину 16+1,5 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм,</li> <li>4. Рассверлить 2 отверстия диаметром 7,4 мм на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм</li> <li>5. Зенкеровать 2 отверстия диаметром 7,96 мм, на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм</li> </ol>	Вертикальный сверльно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500А8

Таблица 4

	<p>6. Развернуть 2 отверстия диаметром 8,2 мм, на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм</p> <p>7. Зенковать 2 фаски глубиной 0,5x45° соблюдая размеры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм</p> <p>8. Сверлить 4 отверстия диаметром 19H14 мм на проход, соблюдая размеры 142±0,3 мм, 100±0,3 мм, 118±0,3 мм, 8±0,3 мм</p> <p>9. Зенковать 2 фаски глубиной 0,5x45° соблюдая размеры 142±0,3 мм, 100±0,3 мм, 118±0,3 мм, 8±0,3 мм</p>	
075	Снять заусенцы	Верстак слесарный
080	<p>1. Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер 80h14</p> <p>2. Центровать 2 отверстия соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм,</p> <p>3. Сверлить 2 отверстия диаметром 4 мм на глубину 16+1,5 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм,</p> <p>4. Рассверлить 2 отверстия диаметром 7,4 мм на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм</p> <p>5. Зенкеровать 2 отверстия диаметром 7,96 мм, на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм,</p> <p>6. Развернуть 2 отверстия диаметром 8,2 мм, на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм</p> <p>7. Зенковать 2 фаски глубиной 0,5x45° соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм</p> <p>8. Фрезеровать паз шириной 28+0,52 мм на проход соблюдая размер 28,5±0,5 мм</p>	Вертикальный сверльно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500А8
085	Снять заусенцы	Верстак слесарный

Таблица 4

090	<p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер <math>197,7 \pm 0,5</math></li> <li>2. Центровать отверстие соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>3. Сверлить отверстие диаметром 18Н14 на глубину <math>180 \pm 1</math> мм</li> <li>4. Рассверлить отверстие диаметром 20Н14 на глубину <math>98 + 0,087</math> мм, <math>\text{tip}</math> обеспечивая соосность отверстий <math>0,04</math> мм на длину <math>5</math> мм <math>\text{tip}</math></li> <li>5. Рассверлить отверстие диаметром 21 на глубину <math>83 + 0,087</math> мм, с образованием фаски под углом <math>60^\circ</math> на глубину <math>0,5</math> мм</li> <li>6. Рассверлить отверстие диаметром 24 на глубину <math>83 + 0,087</math> мм, соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>7. Зенкеровать отверстие диаметром <math>25,8</math> мм, на глубину <math>83 + 0,087</math> мм, соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>8. Развернуть отверстие диаметром 26Н8 мм, на глубину <math>83 + 0,087</math> мм, соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>9. Фрезеровать канавку диаметром 32Н14 длиной <math>20 + 0,052</math> мм</li> <li>10. Рассверлить отверстие диаметром 31 мм, на глубину <math>20 + 1</math> мм, соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>11. Рассверлить отверстие диаметром 32 мм на глубину <math>5 \pm 0,2</math> мм, соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>12. Фрезеровать резьбу М33Х2 на глубину <math>16 + 2</math> мм соблюдая размеры <math>61 \pm 0,5</math> мм, <math>56 \pm 0,3</math> мм,</li> <li>13. Фрезеровать отверстие диаметром 50Н14 мм, на глубину <math>1 \pm 0,8</math> мм,</li> </ol>	<p>Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320</p>
-----	--	--

Таблица 4

	соблюдая размеры $61 \pm 0,5$ мм, $56 \pm 0,3$ мм,	
090	<p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер <math>197 \pm 0,5</math></li> <li>2. Центровать отверстие соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> <li>3. Сверлить отверстие диаметром 26Н14 мм на глубину <math>177 \pm 1,5</math> мм, соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> <li>4. Рассверлить отверстие диаметром 31 мм, на глубину <math>20 + 1</math> мм, соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> <li>5. Рассверлить отверстие диаметром 32 мм на глубину <math>5 \pm 0,2</math> мм, соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> <li>6. Нарезать резьбу М33Х2 на глубину <math>16 + 2</math> мм соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> <li>7. Фрезеровать отверстие диаметром 50Н14 мм, на глубину <math>1 \pm 0,8</math> мм, соблюдая размеры <math>37 \pm 0,3</math> мм, <math>33 \pm 0,5</math> мм</li> </ol>	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320
090	<p>Позиция 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер 140,9h14</li> <li>2. Сверлить отверстие 20 мм на длину <math>93,6 + 1</math> мм, соблюдая размеры <math>43 \pm 0,3</math> мм, <math>47 \pm 0,5</math> мм</li> <li>3. Зенкеровать отверстие диаметром 23 мм, на длину 15 мм, соблюдая размеры <math>43 \pm 0,3</math> мм, <math>47 \pm 0,5</math> мм</li> <li>4. Фрезеровать фаску <math>1,6 \times 45^\circ</math> мм, соблюдая размеры <math>43 \pm 0,3</math> мм, <math>47 \pm 0,5</math> мм</li> <li>5. Сверлить 2 отверстия диаметром 20Н14 мм на глубину <math>106 + 1,4</math> мм, соблюдая размеры <math>80 \pm 0,5</math> мм, <math>158 \pm 0,5</math> мм, <math>25 \pm 0,3</math> мм</li> <li>6. Рассверлить 2 отверстия диаметром 21Н12 мм, на глубину</li> </ol>	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр FEELER модели EH-320

	<p>73+0,74 мм с образованием фаски под углом 60°, соблюдая допуск прямолинейности 0,04 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>7. Фрезеровать 2 канавки диаметром 32Н14 на длину 25+0,52 мм, с образованием фаски под углом 45°, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>8. Рассверлить 2 отверстия диаметром 25,8 мм, на проход соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм,</p> <p>9. Развернуть 2 отверстия диаметром 26Н8 мм, на проход соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>10. Рассверлить 2 отверстия диаметром 31 мм, на глубину 20+1 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>11. Рассверлить 2 отверстия диаметром 32 мм на глубину 5±0,2 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>12. Рассверлить 2 отверстия диаметром 33,5Н11 на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски под углом 60° и скругления радиусом 1,5 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>13. Фрезеровать резьбу М33Х2 в двух отверстиях на глубину 16+2 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p> <p>14. Зенкеровать 2 отверстие диаметром 50Н14 мм, на глубину 1±0,8 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм</p>	
095	Снять заусенцы	Верстак слесарный
100	<p>Установ 1</p> <p>1. Центровать 4 отверстия соблюдая размеры 8,5±0,3 мм, 43±0,3 мм,</p>	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500А8

Таблица 4

	<p>69±0,3 мм, 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм, 167±0,3 мм,</p> <p>2. Сверлить 2 отверстия диаметром 21Н14 мм на глубину 38+2 мм, соблюдая размеры 69±0,3 мм, 167±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,</p> <p>3. Зенкеровать 2 отверстия диаметром 21 мм на глубину 38+2 мм, соблюдая размеры 69±0,3 мм, 167±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,</p> <p>4. Фрезеровать 2 отверстия диаметром 32Н11 мм на глубину 1,85(+0,1, -0,2) мм, с образованием радиуса R0,4 мм соблюдая размеры 69±0,3 мм, 167±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,</p> <p>5. Сверлить 2 отверстия диаметром 1,8Н14 на проход соблюдая размеры 80,5±0,5 мм, 65±0,3 мм и 163±0,3 мм</p> <p>6. Рассверлить 2 отверстия диаметром 5Н14 мм, на глубину 72+1,2 мм, Соблюдая размеры 80,5±0,5 мм, 65±0,3 мм, 163±0,3 мм,</p> <p>7. Фрезеровать отверстие диаметром 32 на глубину 1,85(+0,1, -0,2) мм, с образованием радиуса R0,4 мм соблюдая размеры 100±0,3 мм, 118±0,3 мм,</p> <p>8. Сверлить отверстие диаметром 21Н14 мм, на глубину 53+2 мм, соблюдая размеры 43±0,3 мм, 8,5±0,3 мм</p> <p>9. Фрезеровать отверстие диаметром 32Н11 на глубину 1,85(+0,1, -0,2) мм, с образованием радиуса R0,4 мм, соблюдая размеры 43±0,3 мм, 8,5±0,3</p> <p>10. Фрезеровать отверстие диаметром 29Н11 мм, на глубину 2,6+0,1 мм с образованием радиуса R0,6 мм, соблюдая размеры 8±0,3 мм, 100±0,3 мм, 118±0,3 мм, 142±0,3 мм</p>	
100	Установ 2	Вертикальный свер-

	<p>1. Сверлить отверстие диаметром 21Н14 мм, на глубину 38+2 мм, соблюдая размеры 75,5±0,3 мм, 18±0,3 мм,</p> <p>2. Сверлить отверстие диаметром 18Н14 мм, на проход соблюдая размеры 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,</p> <p>3. Сверлить отверстие диаметром 21Н14 на глубину 33+2 мм, соблюдая размеры 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,</p>	<p>литьно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ Модель СФП-500А8</p>
105	Снять заусенцы	Верстак слесарный
110	Нарезать резьбу К ¾ ГОСТ 6111-52 на глубину 15 мм соблюдая размеры 43±0,3 мм, 47±0,5 мм	Верстак слесарный

## 2.5 Выбор средств технологического оснащения

### Выбор оборудования

#### 005. Фрезерная

Вертикальный консольно-фрезерный станок

Модели 6Д12

-Класс точности: Н

-Длина рабочей поверхности стола, мм 1250

-Ширина стола, мм 320

-Наибольшее перемещение по осям X,Y,Z, мм 950\_320\_400

-Тип частота вращения шпинделя об/м: 20

-Тих частота вращения шпинделя, об/м: 2000

-Мощность, кВт: 5,5

-Размеры (Д\_Ш\_В), мм: 2275\_2200\_2290

-Масса станка с выносным оборудованием, кг: 3070

#### 075, 085, 105. Сверльно-фрезерно расточная

Вертикальный сверльно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ

## Модель СФП-500А8

- Размеры рабочей поверхности стола, мм: 500×1000
- Максимально программируемые перемещения, мм:
  - ось “X”: 800
  - ось “Y”: 500
  - ось “Z”: 710
- Макс. расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм: 950
- Рабочие подачи (бесступенчатое регулирование), мм/мин: 1...5000
- Конус шпинделя ISO, мм: 50
- Частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование), об./мин:
  - базовый вариант: 28...4500
- Максимально допустимый крутящий момент на шпинделе, Н·м: 430
- Мощность привода главного движения, кВт: 5,5 (11)
- Число инструментов в магазине:
  - базовый вариант: 20
- Максимальная масса инструмента, кг: 10
- Габариты без приставного оборудования, мм: 3100×2800×3500
- Масса станка без приставного оборудования, кг: 5800

## 095. Сверлильно-фрезерно-расточная

### Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр модели ЕН-320

- Перемещение по оси X/Y/Z, мм 300/320/270
  - Поворот стола (ось В), град. 360<sup>0</sup>
  - Расстояние от оси шпинделя до плоскости стола, мм 50-320
  - Расстояние от плоскости поверхности стола до пола, мм 1160
  - Расстояние от торца шпинделя до центра стола, мм 120-390
- Стол
- Размеры стола, мм Ø350
  - Дискретность поворота, град. 90<sup>0</sup>

- Максимально допустимая нагрузка на стол (горизонтально), кг 300
- Подачи по осям
- Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z , м/мин. 48/48/48
- Скорость рабочей подачи по осям X/Y/Z , м/мин. 20
- Шпиндель
- Мощность, кВт (пост./ при 30 мин.), 5,5/7,5
- Число оборотов, об/мин, 10000 (опц. 12000)
- Конус отверстия шпинделя, мм, BT-40
- Автоматическая система смены инструмента
- Количество инструментальных позиций, шт. 16 (опц. 24 / 30 / 32)
- Время смены инструмента, сек. 2
- Максимальная длина инструмента, мм 220
- Максимальный диаметр инструмента, мм Ø70 (при свободной соседней позиции Ø120)
- Максимальный вес инструмента, кг 8
- Прочие характеристики
- Общая потребляемая мощность, кВА, 40
- Рабочее давление воздуха, бар, 6-8
- Занимаемая площадь и масса
- Длина x Ширина x Высота, мм 1600 x 2900 x 2500
- Масса станка, кг 4000

#### Выбор приспособлений и инструмента

Таблица 5

Номер операции	Оснастка	Количество
005	1. Специальное приспособление	1
	2. Базовый держатель	1
	3. Оправка для торцевых фрез.	
	4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18	

Таблица 5

	5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	
010	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
015	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель 3. Оправка для торцевых фрез 4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18 5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	1 1 1 1
020	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
025	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель 3. Оправка для торцевых фрез 4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18 5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	1 1 1 1
030	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
035	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель 3. Оправка для торцевых фрез 4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18 5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	1 1 1 1
040	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
045	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель 3. Оправка для торцевых фрез 4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18 5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	1 1 1 1
050	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 2. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
055	1. Специальное приспособление 2. Базовый держатель 3. Оправка для торцевых фрез 4. Торцевая фреза SOF45 D080-06-27-R18 5. Пластина S845 SNTU 1806ANR-TT	1 1 1 1





Таблица 5

	14. Патрон С4-391.27-25 077	1
	15. Сверло880-D2400L25-02	1
	16. Зенкер специальный	1
	17. Развертка специальная	1
	18. Патрон	1
	19. Фреза специальная	1
	20. Держатель базовый С6-390.00-50 030	1
	21. Патрон С6-391.20-40 100	1
	22. Сверло 880-D3100L40-02	1
	23. Патрон С6-391.20-40 100	1
	24. Сверло 880-D3200L40-02	1
	25. Зенкер специальный	1
	26. Патрон цанговый С4-391.14-32 054	1
	27. Цанга 393.14-32 120	2
	28. Фреза резьбонарезная R217.15C120200AK34N	1 1
	29. Патрон цанговый С4-391.14-32 054	
	30. Цанга 393.14-32 200	1
	31. Фреза R216.12-20030-BS20P	1
		1
090 Позиция 2	1. Специальное приспособление	1
	2. Базовый держатель С4-390В.140-50 030	1
	3. Оправка для торцевых фрез С5-391.05- 22 070	1
	4. Торцевая фреза 360-160Q40-Z6D	
	5. Цанговый патрон С4-391.14-25 038	1
	6. Цанга 393.CGS-25 08 56	1
	7. Сверло центровочное	1
	8. Держатель базовый С6-390.140-50 080	1
	9. Адаптер С6-391.20-32 090	1
	10. Сверло 880-D2600L32-02	
	11. Держатель базовый С6-390.00-50 030	1
	12. Патрон С6-391.20-40 100	1
	13. Сверло 880-D3100L40-02	1
	14. Патрон С6-391.20-40 100	1
	15. Сверло 880-D3200L40-02	1
	16. Зенкер специальный	1
	17. Патрон цанговый С4-391.14-32 054	1
	18. Цанга 393.14-32 120	1
	19. Фреза резьбонарезная R217.15C120200AK34N	1 1
	20. Патрон цанговый С4-391.14-32 054	1
	21. Цанга 393.14-32 200	
	22. Фреза R216.12-20030-BS20P	1



Таблица 5

	5. Зенкер специальный	1
	6. Патрон для сверла С6-391.31-13 092	2
	7. Сверло специальное	1
	8. Сверло специальное	1
	9. Фреза специальная	1
	10. Базовый держатель С6-390.140-50 030	1
	11. Адаптер для сверла С6-391.21-25 090	1
	12. Сверло R411.5-21034D21.00	1
	13. Фреза специальная	1
	14. Фреза специальная	1
100 Установ 2	1. Базовый держатель С6-390.140-50 030	3
	2. Адаптер для сверла С6-391.21-25 090	1
	3. Сверло R411.5-21034D21.00	1
	4. Базовый держатель С6-390.140-50 030	1
	5. Адаптер для сверла С6-391.21-25 090	1
	6. Сверло специальное	1
	7. Адаптер для сверла С6-391.21-25 090	1
	8. Сверло R411.5-21034D21.00	1
105	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1 1
110	1. Верстак слесарный Тара ГОСТ 19822-88 Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
	2. Метчик специальный	1

## 2.6 Расчёт припусков

Расчёт припусков производим аналитическим методом.

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности 80,3h14

Выбираем следующие технологические переходы:

- фрезерование черновое 81,9h14
- фрезерование чистовое 80,3h14

Заготовка – отливка в кокиль

Шероховатость поверхности – Ra = 200 мкм

Глубина дефектного слоя – h = 250 мкм

Суммарные отклонения расположения при обработке отверстия в штамповке поверхностей  $\Delta_{\Sigma}$  при базировании на цилиндрические поверхности:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2}$$

где  $C_0$ , мкм – смещение оси отверстия ( $C_0=30$ мм [14,табл.28])

$\Delta_y$  - значение увода оси сверла;

$\Delta_y=0.4$ мкм на 1мм длины отверстия

$l$  - длина просверливаемого отверстия, мм.

$l=36$ мм

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0.4 \cdot 36)^2 + 30^2} = 33.3 \text{ мм}$$

- сверление отверстия  $\text{Ø}48\text{H}13$

Выполняем по 11-му качеству [13].

Шероховатость поверхности –  $R_a = 25$  мкм

Глубина дефектного слоя –  $h = 70$  мкм

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

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

где  $\Delta_{\Sigma i} = 33.3$  мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе, мкм;

$K_y = 0,05$  – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0.05 \cdot 33.3 = 1.665 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}$$

где  $\varepsilon_{\delta} = 0$  – погрешность базирования, мкм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мкм.

$$\varepsilon_{3i} = K_y \cdot \varepsilon_{3i-1}, \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}$$

где  $\varepsilon_0 = 0$  погрешность базирования, мкм (при установке в самоцентрирующемся

патроне с упором в торец);

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мкм.

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot TD$$

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot 390 = 195 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 195^2} = 195 \text{ мкм}$$

- растачивание черновое Ø49.45H11

Выполняем в соответствии с Таблицами точности [14] по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности – Ra = 20 мкм

Глубина дефектного слоя – h = 50 мкм

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_Y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \text{ мкм}$$

где  $\Delta_{\Sigma i} = 1.665$  мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе, мкм;

$K_Y = 0.06$  – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0.06 \cdot 1.665 = 0.10 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}$$

где  $\varepsilon_0 = 0$  – погрешность базирования, мкм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мкм.

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot TD$$

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot 160 = 80 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 80^2} = 80 \text{ мкм}$$

развёртывание тонкое Ø50H7

Выполняем в соответствии с Таблицами точности [14] по 7-му качеству.

Шероховатость поверхности –  $Ra = 1.6$  мкм

Глубина дефектного слоя –  $h = 15$  мкм

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

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

где  $\Delta_{\Sigma i} = 0.10$  мкм - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе, мкм;

$K_y = 0.02$  – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0.02 \cdot 0.10 = 0 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм}$$

где  $\varepsilon_0 = 0$  – погрешность базирования, мкм;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, мкм.

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot TD$$

$$\varepsilon_3 = 0.5 \cdot 25 = 12.5 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 12.5^2} = 12.5 \text{ мкм}$$

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$ , мкм - для двухсторонней обработки,

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;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки заготовки на выполняемом технологическом переходе.

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

$$2Z_{\text{тин}} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{33.3^2 + 195^2}) = 2 \cdot 647.8 \text{ мкм} - \text{ для черногого точения};$$

$$2Z_{\text{тин}} = 2 \cdot (50 + 70 + \sqrt{1.665^2 + 80^2}) = 2 \cdot 200 \text{ мкм} - \text{ для чистового точения};$$

$$2Z_{\text{тин}} = 2 \cdot (20 + 50 + \sqrt{0.10^2 + 12.5^2}) = 2 \cdot 82.5 \text{ мкм} - \text{ для шлифования}.$$

4. Записываем наименьший предельный размер для всех переходов.

$$d_{\text{тин}(i-1)} = d_{\text{тин}i} + 2Z_{\text{тин}i};$$

$$d^{\text{мин}} = 50 + 0.025 = 50.025 \text{ мм} - \text{ минимальный размер для шлифования};$$

$$d^{\text{мин}} = 50.025 + 2 \cdot 0.6478 = 51.3206 \text{ мм} - \text{ минимальный размер для чистового точения};$$

$$d^{\text{мин}} = 51.3206 + 2 \cdot 0.200 = 51.7206 \text{ мм} - \text{ минимальный размер для черногого точения};$$

$$d_{\text{тин}} = 51.7206 + 2 \cdot 0.0825 = 51.8856 \text{ мм} - \text{ минимальный размер заготовки}.$$

5. Округляем принятые минимальные размеры до знака допуска

$$d^{\text{мин}} = 50.03 \text{ мм} - \text{ округленный размер для шлифования};$$

$$d^{\text{мин}} = 51.32 \text{ мм} - \text{ округленный размер для чистового точения};$$

$$d^{\text{мин}} = 51.72 \text{ мм} - \text{ округленный размер для черногого точения};$$

$$d^{\text{мин}} = 51.886 \text{ мм} - \text{ округленный размер заготовки}.$$

6. Определяем максимальные предельные размеры прибавлением допуска.

$$d_{\text{тах}(i-1)} = d_{\text{тах}i} + TD_{i-1};$$

$$d^{\text{мах}} = 51.886 + 2.5 = 54.386 \text{ мм} - \text{ максимальный размер заготовки};$$

$$d^{\text{мах}} = 51.72 + 0.39 = 52.11 \text{ мм} - \text{ максимальный размер для черногого точения};$$

$$d^{\text{мах}} = 50.32 + 0.16 = 50.48 \text{ мм} - \text{ максимальный размер для чистового точения};$$

$$d^{\text{мах}} = 50.03 + 0.025 = 50.055 \text{ мм} - \text{ максимальный размер для шлифования}.$$

7. Определяем  $Z_{\max}$  как разность максимальных размеров и  $Z_{\min}$  как разность минимальных размеров.

$Z_{\text{тин}} = 51.886 - 51.72 = 0.166$  мм – минимальный припуск для чернового точения;

$Z_{\text{тин}} = 51.72 - 51.32 = 0.4$  мм - минимальный припуск для чистового точения;

$Z_{\text{тин}} = 51.32 - 50.03 = 1.29$  мм – минимальный припуск для шлифования.

$Z_{\text{тах}} = 54.386 - 52.11 = 2.2765$  мм - максимальный припуск для чернового точения;

$Z_{\text{тах}} = 52.11 - 50.48 = 1.63$  м - максимальный припуск для чистового точения;

$Z_{\text{тах}} = 50.48 - 50.055 = 0.425$  мм - максимальный припуск для шлифования.

8. Определяем общий максимальный и минимальный припуск.

$2Z_{\text{отин}} = 0.166 + 0.4 + 1.29 = 1.856$  мм = 1856 мкм;

$2Z_{\text{оттах}} = 2.276 + 1.63 + 0.425 = 4.331$  мм = 4331 мкм.

9. Проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков равна разнице припусков.

Проверка расчёта припусков:

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

где  $2Z_{\text{оттах}}$  - общее значение максимальных предельных припусков;

$2Z_{\text{отин}}$  - общее значение минимальных предельных припусков.

$$2Z_{\text{о max}} - 2Z_{\text{о min}} = 4331 - 1856 = 2475 \text{ мкм}$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 2500 - 25 = 2475 \text{ мкм}$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 2475 = 2Z_{\text{о max}} - 2Z_{\text{о min}} = 2475.$$

Результаты приведены в таблице 7.

Таблица 7

Технологический переход обработки поверхности Ø50H7	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск $2Z_{\text{тин}}$ , мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R a	h	$\Delta_{\Sigma}$	$\epsilon$				$in_{\Gamma}$	$ax_{\Gamma}$	$2Z_{\text{тин}}$	$2Z_{\text{тах}}$
Заготовка	200	250	33.3	-	-	83	2.5	83	83	-	-
Фрезерование черновое IT14	50	70	665	195	2·647.8	81,9	0.39	81.72	82.11	166	2276
Фрезерование чистовое IT14	20	50	0.1	80	2·200	80.32	0.16	80.3	80.48	400	1630

## 2.7 Расчёт режимов резания

Операция 005 Фрезерная

Переход 1: Фрезеровать торцы в размер 81,9 h14.

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава 360-160Q40-Z6D.

Фреза D=60 мм, z=5.

Расчет режимов был проведен в онлайн калькуляторе на сайте компании SANDVIK KOROTANT

(<https://coroguide.sandvik.corotant.com/CuttingDataTodule/CDTTilling.asp>)

Для получения результатов необходимо ввести нужные значения представленные на рис 15.

Материал детали		
Национальный стандарт	DIN	
Обозначение	GGG-40	
Сплавы Coromant	3040	
	Твердость	180 НВ
Параметры (выбрать fz, hex или hm)		
Подача на зуб (fz):	Максимальная толщина стружки (hex):	Средняя толщина стружки (hm):
0.25 мм	0.17 мм	0.13 мм
Режущий диаметр (Dc):	60	мм
Главный угол резания: ( $\kappa_r$ )	45	°
Число эффективных режущих кромок (zc):	5	шт.
Глубина резания (ap):	1,2	мм
Рабочая поверхность контакта (ae):	20	мм
Начало рабочей поверхности контакта (aei):	40	мм

Рисунок 15–Необходимые данные для расчета

После расчета были получены результаты представленные на рис 16.

Рекомендации по режимам резания		
Скорость резания (vc)	175	m/min
Обороты шпинделя (n)	893	об/мин
Скорость подачи (vf):	1119	мм/мин
Мощность резания (Pc):	0.8	kW
Скорость съема металла (Q):	27	cm <sup>3</sup> /min
Момент резания (Mc):	8.7	Nm

Рисунок 16–Полученные результаты

Аналогичным образом были посчитаны все режимы резания для всех операций, а результаты были занесены в таблицу режимов резания.

Таблица 8 расчет режимов резания

№ перехода	№	Содержание операции	t, мм	S, мм/об	S, мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T, мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 81,9h14 мм на проход	1,2	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 015 Фрезерная									
1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 80,6h14 мм на проход	1,3	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 025 фрезерная									
1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 143h14 мм на проход	1,4	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 035 фрезерная									

Таблица 8

1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 141,8h14 мм на проход	1,2	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 045 фрезерная									
1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 200±0,5 мм на проход	1,4	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 055 фрезерная									
1	1	Фрезеровать поверхность начерно соблюдая размер 198,6±0,5 мм на проход	1,4	-	0,25	131	521	2,2	0,7
Операция 065 сверлильно-фрезерно-расточная									
1	1	Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер 80,3h14 мм	0,3	-	0,2	180	945	0,2	3,2
2		Центровать 4 отверстия	2,5	0,02	-	25	1592	0,2	0,4
3		Сверлить 2 отверстия диаметром 4 мм на глубину 16+1,5 мм	2	0,02	-	25	1989	0,1	0,37

Таблица 8

		соблюдая размеры 8±0,5 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм,							
4		Рассвер- лить 2 отвер- стия диамет- ром 7,4 мм на глубину 12+1 мм со- блюдая раз- меры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм	1,7	0,02	-	92	3957	1,2	0,2
5		Зенкero- вать 2 отвер- стия диамет- ром 7,96 мм, на глубину 12+1 мм со- блюдая раз- меры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм	0,28	1,25		8,2	69	0,2	0,16
6		Развер- нуть 2 отвер- стия диамет- ром 8,2 мм, на глубину 12+1 мм со- блюдая раз- меры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм	0,12 5	3,4	-	67,57	56,6	1	0,14
7		Зенко- вать 2 фаски							0, 12

Таблица 8

		глубиной 0,5x45° со- блюдая раз- меры 8±0,5 мм 100±0,3 мм, 182±0,1 мм, 100±0,1 мм							
8		Сверлить 4 отверстия диаметром 19H14 мм на проход, со- блюдая раз- меры 142±0,3 мм, 100±0,3 мм, 118±0,3 мм, 8±0,3 мм	9,5	0,05	-	92	1541	4,3	0,45
9		Зенко- вать 2 фаски глубиной 0,5x45° со- блюдая раз- меры 142±0,3 мм, 100±0,3 мм, 118±0,3 мм, 8±0,3 мм							
Оправка 075 сверлильно-фрезерно-расточная									
1		Фрезеро- вать начисто поверхность на проход соблюдая размер 80h14	0,3	-	0,4	165	867	0,4	3,8
		Центро- вать 2 отвер- стия соблю- дая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм,	1,5	0,20	-	2 5	2653	0,1	0,15

		182±0,1 мм,							
2		Сверлить 2 отверстия диаметром 4 мм на глубину 16+1,5 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1мм,	2	0,20	-	25	1989	0,1	0,18
3		Рассверлить 2 отверстия диаметром 7,4 мм на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм	1,7	0,28	-	92	3957	1,1	0,16
4		Зенкеровать 2 отверстия диаметром 7,96 мм, на глубину 12+1 мм соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм,	0,28	1,25		8,9	69	0,2	0,26
5		Развернуть 2 отверстия диаметром 8,2 мм, на глубину 12+1 мм со-	0,15 2	3,4		67,57	564	1	0,23

		блюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм							
6		Зенковать 2 фаски глубиной 0,5x45° соблюдая размеры 8±0,5 мм, 18±0,3 мм, 100±0,3 мм, 182±0,1 мм							0,1
7		Фрезеровать паз шириной 28+0,52 мм на проход соблюдая размер 28,5±0,5 мм	0,5		0,4	165	849	1,9	0,5
Операция 090 сверлильно-фрезерно –расточная									
Позиция 1									
1		Фрезеровать начисто поверхность на проход соблюдая размер 197,7±0,5	1,2	-	0,4	165	842	1,3	2,3
2		Центровать отверстие соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм	1,5	0,20	-	25	2653	0,1	0,15
3		Сверлить отверстие диаметром 18Н14 на глубину	9	0,5	-	92	1627	4,1	0,2

		180±1 мм							
4		Рассвер- лить отвер- стие диамет- ром 20Н14 на глубину 98+0,087 мм, tip обеспе- чивая соост- ность отвер- стий 0,04 мм на длину 5 мм tip	1	0,5	-	92	1464	4,5	0,18
5		Рассвер- лить отвер- стие диамет- ром 21 на глубину 83+0,087 мм, с образова- нием фаски под углом 60° на глу- бину 0,5 мм	0,5	0,14	-	153	2700	2,7	0,16
6		Рассвер- лить отвер- стие диамет- ром 24 на глубину 83+0,087 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм,	1,5	0,21	-	102	1350	3,1	0,19
7		Зенкero- вать отвер- стие диамет- ром 25,8 мм, на глубину 83+0,087 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм	0,9	1,85		8,2	64	0,2	0,7

8		Развернуть отверстие диаметром 26Н8 мм, на глубину 83+0,087 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм	0,2	3,4		67,57	56	1	0,8
9		Фрезеровать канавку диаметром 32Н14 длиной 20+0,052 мм							0,3
10	1	Расверлить отверстие диаметром 31 мм, на глубину 20+1 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм,	2,5	0,18	-	119	1800	2,9	0,4
11	1	Расверлить отверстие диаметром 32 мм на глубину 5±0,2 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм	0,5	0,22	-	97,3	968	4,12	0,12
12	1	Зенкеровать отверстие диаметром 33,5Н11 на глубину 5±0,2 мм с образованием фаски	0,75	1,85		8,2	64	0,2	0,6

Таблица 8

		под углом 60° и скругления радиусом 1,5 мм соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм,							
3	1	Фрезеровать резьбу М33Х2 на глубину 16+2 мм соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм,							
4	1	Фрезеровать отверстие диаметром 50Н14 мм, на глубину 1±0,8 мм, соблюдая размеры 61±0,5 мм, 56±0,3 мм,	1		0,4	165	842	1,3	0,6
Позиция 2									
	1	Фрезеровать поверхность на проход соблюдая размер 197±0,5	1,2	-	0,4	165	842	1,3	3,1
	2	Центровать отверстие соблюдая размеры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм	1,5	0,20	-	25	2653	0,1	0,12
	3	Сверлить отверстие диаметром 26Н14 мм на	13	0,21	-	102	1250	3,4	0,26

Таблица 8

		глубину 177±1,5 мм, соблюдая размеры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм							
4		Рассвер- лить отвер- стие диамет- ром 31 мм, на глубину 20+1 мм, со- блюдая раз- меры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм	2,5	0,18	-	119	1800	2,9	0,4
5		Рассвер- лить отвер- стие диамет- ром 32 мм на глубину 5±0,2 мм, со- блюдая раз- меры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм	0,5	0,22	-	97,3	968	4,12	0,12
6		Зенкero- вать отвер- стие диамет- ром 33,5Н11 на глубину 5±0,2 мм с образова- нием фаски под углом 60° и скруг- ления радиу- сом 1,5 мм соблюдая размеры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм	0,45	1,25		8,2	0,2		0,6
7		Фрезеро- вать резьбу							

Таблица 8

		резьбу М33Х2 на глубину 16+2 мм со- блюдая раз- меры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм							
8		Фрезеро- вать отвер- стие диамет- ром 50Н14 мм, на глу- бину 1±0,8 мм, соблю- дая размеры 37±0,3 мм, 33±0,5 мм	1		0,2	180	1592	0,2	0,16
Позиция 3									
1		Фрезеро- вать начисто поверхность на проход соблюдая размер 140,9h14	1,2		0,4	165	842	1,3	3,2
2		Центро- вать 3 отвер- стия соблю- дая размеры 43±0,3 мм, 47±0,5 мм, 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	2,5	0,02		25	1592	0,2	0,11
3		Сверлить отверстие 20 мм на длину 93,6+1 мм, соблюдая размеры 43±0,3 мм, 47±0,5 мм	10	0,18	-	119	1890	2,76	0,12

Таблица 8

4		Зенкеровать отверстие диаметром 23 мм, на длину 15 мм, соблюдая размеры 43±0,3 мм, 47±0,5 мм	1,5	1,25		6,2	69	0,2	0,26
5	Таблица 8	Цековать отверстие на 1,6X45° мм, соблюдая размеры 43±0,3 мм, 47±0,5 мм							0,4
6		Сверлить 2 отверстия диаметром 20Н14 мм на глубину 106+1,4 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	10	0,18	-	119	1890	2,76	0,12
7		Рассверлить 2 отверстия диаметром 21Н12 мм, на глубину 73+0,74 мм с образованием фаски под углом 60°, соблюдая допуск прямолинейности 0,04 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм,	05	0,18	-	119	1800	2,9	0,6

Таблица 8

		158±0,5 мм, 25±0,3 мм							
8		Зенкеровать 2 отверстия диаметром 24Н12 на глубину 73+0,74 мм, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	1,5	1,25		8,5	69	0,2	0,12
9		Фрезеровать 2 канавки диаметром 32Н14 на длину 25+0,52 мм, с образованием фаски под углом 45°, соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	4		0,4	165	867	0,4	0,26
10		Зенкеровать 2 отверстия диаметром 25,8 мм, на проход соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм,	0,9	1,25		8,2	69	0,2	0,4
11		Развернуть 2 отверстия диаметром 26Н8 мм, на про-	0,1	3,4		67,38	564	1	0,12

Таблица 8

		ход соблюда- дая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм							
12		Рассвер- лить 2 отвер- стия диамет- ром 31 мм, на глубину 20+1 мм, со- блюдая раз- меры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	2,5	0,18	-	119	1800	2,9	0,6
13		Рассвер- лить 2 отвер- стия диамет- ром 32 мм на глубину 5±0,2 мм, со- блюдая раз- меры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	0,5	0,22	-	97,3	968	4,12	0,6
14		Зенкero- вать 2 отвер- стия диамет- ром 33,5Н11 на глубину 5±0,2 мм с образова- нием фаски под углом 60° и скруг- ления радиу- сом 1,5 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	0,75	1,25		8,2	69	0,2	0,13

Таблица 8

15		Фрезеровать резьбу М33Х2 в двух отверстиях на глубину 16+2 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм							
6	1	Зенкеровать 2 отверстия диаметром 50Н14 мм, на глубину 1±0,8 мм соблюдая размеры 80±0,5 мм, 158±0,5 мм, 25±0,3 мм	1		0,4	165	867	0,4	0,26
030 сверлильно-фрезерно-расточная									
	1	Центровать 4 отверстия соблюдая размеры 8,5±0,3 мм, 43±0,3 мм, 69±0,3 мм, 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм, 167±0,3 мм,	2,5	0,02		25	1592	0,2	0,15
	2	Сверлить 2 отверстия диаметром 21Н14 мм на глубину 38+2 мм, соблюдая размеры 69±0,3 мм, 167±0,3	10,5	0,18	-	119	1800	2,9	0,12

Таблица 8

		мм,75,5±0,3 мм,							
3		Зенкеро- вать 2 отвер- стия диамет- ром 21 мм на глубину 38+2 мм, со- блюдая раз- меры 69±0,3 мм, 167±0,3 мм,75,5±0,3 мм,	0,5	1,85		82	69	0,2	0,26
4		Зенкеро- вать 2 отвер- стия диамет- ром 32Н11 мм на глу- бину 1,85(+0,1, - 0,2) мм, с об- разованием радиуса R0,4 мм соблюдая размеры 69±0,3 мм, 167±0,3 мм,75,5±0,3 мм	1,85		0,4	165	867	0,4	0,4
5		Сверлить 2 отверстия диаметром 5Н14 мм, на глубину 72+1,2 мм, Соблюдая размеры 80,5±0,5 мм, 65±0,3 мм, 163±0,3 мм,	2,5	0.11	-	110	2500	1.9	0,12
6		Сверлить 2 отверстия диаметром 1,8Н14 на	0.9	0.1	-	90	1500	1.1	0,6

Таблица 8

		проход со- блюдая раз- меры 80,5±0,5 мм, 65±0,3 мм и 163±0,3 мм							
7		Фрезеро- вать отвер- стие диамет- ром 32 на глубину 1,85(+0,1, - 0,2) мм, с об- разованием радиуса R0,4 мм соблюдая размеры 100±0,3 мм, 118±0,3 мм,	1,85		0,4	165	864	0,4	0,35
8		Сверлить отверстие диаметром 21Н14 мм, на глубину 53+2 мм, со- блюдая раз- меры 43±0,3 мм, 8,5±0,3 мм	10.5	0.18	-	114	1730	2.78	0,12
9		Фрезеро- вать отвер- стие диамет- ром 32Н11 на глубину 1,85(+0,1, - 0,2) мм, с об- разованием радиуса R0,4 мм, соблю- дая размеры 43±0,3 мм, 8,5±0,3	1,85		0,4	165	867	0,4	0,6
1 0		Фрезеро-	2,6		0,4	165	867	0,3	0,35

Таблица 8

		вать отверстие диаметром 29Н11 мм, на глубину 2,6+0,1 мм с образованием радиуса R0,6 мм,							
035 фрезерно-сверлильно-расточная									
1		Сверлить отверстие диаметром 21Н14 мм, на глубину 38+2 мм, соблюдая размеры 75,5±0.3 мм, 18±0,3 мм,	10.5	0.18	-	114	1730	2.78	0,12
2		Сверлить отверстие диаметром 18Н14 мм, на проход соблюдая размеры 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм	9	0.14	-	147	2590	2.61	0,6
3		Сверлить отверстие диаметром 21Н14 на глубину 33+2 мм, соблюдая размеры 118±0,3 мм, 75,5±0,3 мм,	10.5	0.18	-	114	1730	2.78	0,35

## 2.8 Конструкторская часть

### 2.8.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА 10А51.056.001 СБ предназначено для закрепления заготовки на столе горизонтально-фрезерно-расточного станка

Приспособление одноместное. Состоит из основания 1, на котором размещаются две пластины 24 и два пальца: цилиндрический 20 и ромбический 21. Также на основании установлены шпилька 30 и опора 20, на которой находится прихват 5, применяемый для зажима детали. Для закрепления приспособления на столе станка предусмотрены пазы в основании.

Заготовка устанавливается на два пальца, опорной плоскостью опирается на две пластины. Фиксируют заготовку в таком положении два прихвата, при помощи затяжки гайки 17.

Расчет условия установки на два установочных пальца (цилиндрический и ромбический) производился в соответствии с . Принимаем диаметр отверстий  $13H8(+0.027)$

Цилиндрический

H8,2/g6

D=8,2мм

$S_{\text{тин}}=6\text{мкм}$

$S_{\text{тах}}=17\text{мкм}$

Срезанный

H8,2/f9

D=8,2мм

$S_{\text{тин}}=16\text{мкм}$

$S_{\text{тах}}=59\text{мкм}$

$$S_1^{\min} + S_2^{\min} \times \frac{D}{b} \geq \delta_o + \delta_n$$

(40)

$$\tan \alpha = \frac{S_1^{\max} + S_2^{\max}}{A_o}$$

(41)

$$\delta_n \leq S_1^{\min} + S_2^{\min} \frac{D}{b} - \delta_o \quad (42)$$

Цилиндрический палец 7030-0907  $\varnothing 8,2g6$  ГОСТ 12210-66;

Срезанный палец 7030-0928  $\varnothing 8,2f9$  ГОСТ 12209-66;  $b=3$

$$\delta_n \leq 6 + 16 \frac{8,2}{3} - 50$$

$$\tan \alpha = \frac{17 + 59}{2 \times 172 \times 10^{-3}} = 0,22 \times 10^{-3}$$

$$\delta_n \leq 25,33$$

$$\alpha = 0,013^\circ$$

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

$$E_\sigma = (\Delta + T_1 + T_2) \left( \frac{2 \times l_1 + L}{L} \right) \quad (43)$$

$\Delta$  - минимальный диаметральный зазор между пальцем  $\varnothing 8,2g6$  и отверстием 8,2H8- 0,006 мм

$l_1$  - наибольшее расстояние от центра пальца до обрабатываемого контура детали-8,5

$$E_\sigma = (0,006 + 0,011 + 0,027) \left( \frac{2 \times 8,5 + 100}{100} \right) = 0,05 \text{ мм}$$

## 2.8.2 Расчет приспособления на точность

### Расчёт приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta_T^2} \text{ мм}; \quad (3.1)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, равный 1,2;

$K_1$  – коэффициент принимается если присутствует погрешность базирования, равный 0;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления, равная 0,03 мм;

$\varepsilon_{\text{уст}}$  – погрешность установки приспособления на станке, равна 0;

$\varepsilon_{\text{п}}$  – погрешность смещения режущего инструмента;

$\varepsilon_{\text{п}}$  равна 0, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{\text{изн}}$  – погрешность, возникающая в результате износа составных частей, равна 0,04 мм;

$\Delta_y$  – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{\text{и}}$  – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{\text{н}}$  – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma \Delta_{\text{ф}}$  – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

$\Delta_T$  – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

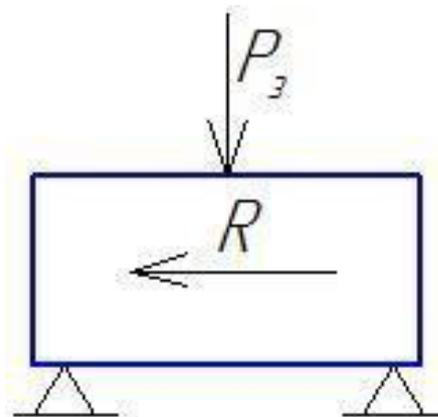
Составляющие  $\Delta_y$ ,  $\Delta_{\text{и}}$ ,  $\Delta_{\text{н}}$ ,  $\Sigma \Delta_{\text{ф}}$ ,  $\Delta_T$  рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте

их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,03^2 + 0,04^2} = 0,06 \text{ мм.}$$

Допуск на размер по чертежу равен 200 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции.

### 2.8.3 Силовой расчет



В расчете участвует только сила резания  $R$ , направленная под  $90^\circ$  к силе зажима, которая стремится сдвинуть заготовку вдоль опор.

Сила зажима без учета подачи,  $Q$ , определяется по формуле.

$$Q = \frac{K \cdot R_z}{2 \cdot f_1}, \quad (3.)$$

где  $Q$  – сила закрепления;

$R_z$  – сила резания;

$K$  – коэффициент запаса;

$f_1 = 0,15$  – коэффициент трения.

Осевая сила определяется по формуле.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot B^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{Mp}, \quad (3.)$$

где  $C_P = 445$ ,  $q = 0,2$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,35$ ,  $u = 0,2$ ,  $t = 0$ ,  $w = 0,32$  – коэффициент и показатели степени;

$D$  – диаметр фрезы, мм  $D=60$  мм;

$B$  – ширина фрезерования, мм  $B=140$  мм;

$S_z$  - подача на зуб фрезы, мм  $S_z = 0,14 - 0,24$ ;

$K_{Mp}$  - поправочный коэффициент (по табл. 9 [8]),  $K_{Mp} = 1,08$

$$P_z = \frac{10 \cdot 445 \cdot 90^0 \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 6}{100^{0,2} \cdot 1200^{0,32}} = 694,5, \text{ Н}$$

Коэффициент запаса определяется по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.)$$

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

$K_1 = 1,2$  – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,6$  – коэффициент характеризующий значение силы  $P_z$ ;

$K_3 = 1,2$  – коэффициент характеризующий постоянство  $P_z$ ;

$K_4 = 1$  – использование гидроцилиндра;

$K_5 = 1,2$  – т.к. приспособление не ручное;

$K_6 = 1,5$  поправочный коэффициент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 5,18.$$

$$Q = \frac{5,18 \cdot 694,5}{2 \cdot 0,15} = 11992 \text{ Н.}$$

Зная необходимое усилие зажима, определяем требуемый диаметр винта по формуле:

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (3.)$$

где  $\sigma_p = 200$  МПа – напряжение растяжения материала винта.

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{11992}{200}} = 19,3 \text{ мм.}$$

Т.к. используется две шпильки, то диаметр можно принять равным  $D = 18$  мм.

## 2.9 Организационная часть

### 2.9.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

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

$$C_p = \frac{T_{um-k} \times N}{60 \times F_d}$$

где  $C_p$  – расчётное количество станков данного типа, шт;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

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

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_{II}} \times 100;$$

где  $C_{II}$  – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 10

Таблица 9- Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	ТШТ-К, мин	$C_p$	$C_{II}$	$K_{zo}$ , %
005	3,315	0,03	1	3
015, 025, 045	6,691	0,07	1	7

035	6,151	0,06	1	6
-----	-------	------	---	---

Средний коэффициент загрузки  $K_{зо. ср.} = 6\%$ .

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

### 2.9.2 Расчет состава работающих

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоемкости изготовления изделий по формуле:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^m (C_{ni} \times П_{смi}),$$

где- количество смен работы оборудования на  $i$ -й операции  $смi$  п

$$Ч_{осн} = (1 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 3 \text{ чел}$$

Численность вспомогательных рабочих:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \times \frac{k_{всп}}{100},$$

где=60% - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 3 \times \frac{60}{100} = 2,4$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 2 чел.

Специалистов:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \times \frac{k_{спец}}{100},$$

где =8...12% - коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{спец} = (4 + 2) \times \frac{12}{100} = 0,72$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$Ч_{служ} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец}) \frac{k_{служ}}{100},$$

где =2...4% - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{служ} = (3 + 2 + 1) \frac{3}{100} = 0,21$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$Ч_{рук} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ}) \frac{k_{рук}}{100},$$

где =1,5...2% - коэффициент численности руководителей.

$$Ч_{рук} = (3 + 2 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,16$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет.

$$Ч_{общ} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ} + Ч_{рук}$$

$$Ч_{рук} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел}$$

Таблица 10- Численность рабочих

Наименование профессии	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1. Производственные рабочие:			
-фрезеровщик	1	2	6Д12
-оператор станок ЧПУ	1	4	СФП-500А8
-оператор станок ЧПУ	1	4	FEELER модели ЕН-320
2.Вспомогательные рабочие			
-наладчик станков с ЧПУ	1	6	

-заточник	1	3	
3.Специалисты:			
-инженер технолог	1	9	
4.Служащие:			
-уборщик производственных помещений	1	2	
5.Руководители			
-Мастер	1	10	

### 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления корпуса с заводским кодом КС-4372.319.602.004 по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы (N = 1300 шт.). Материал – ВЧ 40 ГОСТ 7293-85;

Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [15].

#### 3.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции; - стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.
- 

#### 3.2 Стоимость технологического оборудования

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

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

где  $t$  – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{toi}$ , руб.
005	6Д12	540000	1	540000
010, 015, 020, 030	СФП-500А8	300000	1	300000
025	ЕН-320	12000000	1	12000000
Всего:				12840000

Таблица 11 – Стоимость технологического оборудования

### 3.3 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$\begin{aligned} K_{во} &= K_{то} \times 0,30 \text{ руб} \\ K_{во} &= 3852000 \text{ руб} \end{aligned} \quad (2)$$

### 3.4 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}$ ) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

-производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны

труда и т.д.);

-хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.)

$$K_{ин} = K_{то} \times 0,10 \quad (3)$$

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

$K_{то}$ - стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{ин} = K_{то} \times 0,10 = 1248000 \text{ руб}$$

### 3.5 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = C_{пт} + C_{вп}, \quad (4)$$

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

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

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

$$C_{пт} = 4260 + 1491 = 69012$$

$$C_{п} = 69012 \text{ руб}$$

### 3.6 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \times N \times C_m}{360} \times T_{обм} \quad (5)$$

где  $H_m$  - норма расхода материала, кг/ед;

$N$  - годовой объем производства продукции, шт;  $C_m$  - цена материала, руб./кг;

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

$$K_{изм} = \frac{16,64 \times 1300 \times 22}{360} \times 30 = 39658,66$$

### 3.7 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{нзп}$ ) может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \times T_{ц} \times C' \times k_r}{360}$$

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

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

$k_r$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{.м} \times Ц_{.м}}{k_{.м}} = \frac{16,64 \times 22}{0,85} = 430,68 \text{ руб}$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_{.м} + 1) \times 0,5 = (0,85 + 1) \times 0,5 = 0,925$$

$$K_{нзп} = \frac{1300 \times 6 \times 430,68 \times 0,925}{360} = 8631,5$$

### 3.8 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{гп} = \frac{430,68 \times 1300}{360} \times 30 = 46657 \text{ руб}$$

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

### 3.9 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{pn}}}{360} \times T_{\text{дз}} \quad (6)$$

Где  $B_{\text{pn}}$  - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

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

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

$$B_{\text{pn}} = C' \times N \times \left(1 + \frac{p}{100}\right), \text{руб} \quad (7)$$

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

$$B_{\text{pn}} = 430,68 \times 1300 \times \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 660663,12 \text{ руб}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{660663,12}{360} \times 10 = 18351,75 \text{ руб}$$

### 3.10 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \times 0,10 = 8631,5 \times 0,10 = 863,15 \text{ руб}$$

### 3.11.1 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
  - арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
  - отчисления в ремонтный фонд;
  - вспомогательные материалы на содержание оборудования;
  - затраты на силовую электроэнергию;
  - износ инструмента;
  - заработная плата вспомогательных рабочих;
  - отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
  - заработная плата административно-управленческого персонала;
  - отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;
- прочие расходы.

### 3.11.2 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_M$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (\Pi_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_o \cdot H_o), \quad (8)$$

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

$\Pi_o$  – цена возвратных отходов, руб/кг; ( $\Pi_o=10,7$  руб./кг.);

$\Pi_M$  – цена материала, руб/кг; ( $\Pi_M=22$  руб./кг)

$H_M$  – норма расходов материалов, кг/ед.;

$H_o$  – норма возвратных отходов кг/шт; Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_o$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_o$  – масса изделия, кг.

$$H_o = 16,64 - 11,2 = 5,42 \text{ кг /шт}$$

$$C_M = 1300 \times (22 \times 16,64 \times 1,04 - 10,7 \times 5,42) = 419547,96 \text{ руб}$$

### 3.11.3 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

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

$$C_{\text{зо}} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i} \times C_{\text{час}j}}{60} \times k_n \times k_p \times N, \quad (9)$$

где  $t$  – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Профессия рабочего	$t_{уми}$ , мин	Разряд	Ко- личе- ство	$C_{час}$ руб.	$C_{зои}$ , руб
Фрезеровщик	0,8	4	1	35,1	1188,1
Оператор станка с ЧПУ	5,45	5	1	36	8289,4
Оператор обрабатывающего центра	20,5	5	1	36	31180,5
Фонд заработной платы всех рабочих					40658,05

Таблица 3 - Расчёт фонда заработной платы

### 3.11.4 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (10)$$

где  $\alpha_1$  – обязательные социальные отчисления, ( $\alpha_1 = 0,31$ ) руб./год;

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

$$C_{осо} = 40658,05 \times (0,3 + 0,01) = 12604 \text{ руб} / \text{год}$$

### 3.11.5 Расчет амортизации основных фондов

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

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

### 3.11.6 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \times 100\% = \frac{1}{12} \times 100 = 0,8\%$$

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

Сумма амортизации определяется:

$n$

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \times a_{ni} \quad (11)$$

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

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times a_{ni}}{F_o \times K_{вpi}} \times K_{зoi} \quad (12)$$

где  $n$  – количество оборудования;

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

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования,  $F_d=2016$  час.

Таблица 4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	a <sub>ни</sub> , %	A, руб.
005	540000	8	43200
015	300000	8	24000
025	12000000	8	960000
Амортизационные отчисления для всех станков			1027200

### 3.11.7 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

### 3.11.8 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

$$C_p = (K_{ТО} + K_{ВО}) \times k_{рем} + C_{П} \times k_{з.рем}, \quad (13)$$

где  $k_{рем}$ ,  $k_{з.рем}$  – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд.

Коэффициенты устанавливаются в зависимости от состояния объектов основных фондов и года их эксплуатации.

$$C_p = (15630372 + 4689112) \times 0,002 + 550000 \times 0,05 = 68139 \text{ руб}$$

### 3.11.9 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

### 3.11.10 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \times N \times g_{ох} \times u_{ох}$$

(14)

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

( $g_{ох}=0,03$ кг/дет);

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

$n$  – количество станков.

$$C_{cool} = 2 \times 1300 \times 0,03 \times 340 = 26520 \text{ руб}$$

3.11.11 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \times C_{возд} \times N}{60} \sum t_{oi}, \quad (15)$$

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

$g_{возд} = 0,7$  м<sup>3</sup>/ч; – расход сжатого воздуха,

$C_{возд}=0,15$ руб/м<sup>3</sup> – стоимость сжатого воздуха.

$N$  – годовой объем производства продукции, шт.;

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

$$C_{возд} = \frac{0,7 \times 0,15 \times 1300}{60} \times 4,17 = 9,5 \text{ руб}$$

3.11.12 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \times F_{д} \times K_N \times K_{вр} \times K_{од} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times C_{Э}, \quad (16)$$

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,  $K_N=0,5$ ;  $K_{вр}=0,3$ ;

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

$K_{од} 0,6 \div 1,3$ , принимаем  $K_{од} = 0,7$ ;

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

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

$ЦЭ$ – средняя разность стоимости электроэнергии (по данным городской электросети) на 2019 год,  $ЦЭ = 2,33$ руб.

Таблица 6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	СЧЭ $i$ , руб
005	5,5	4107,7
015	7,5	5601,5
025	7,5	5601,5
Затраты на электроэнергию для всех операций		15310,7

### 3.11.13 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{инн}=2344556$ ) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

### 3.12 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{зсп} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \times Ч_{врj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (17)$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

$k_{pj}$  – районный коэффициент ( $k_{pj} = 1,3$ ).

$k_u$  – коэффициент участия работника в изготовлении детали,  $k_u = 0,08$ .

$$C_{зврВСП} = 7800 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 \times 0,08 = 11681,3 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \times (0,30 + 0,05)$$

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

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

$$11681,3 \times (0,3 + 0,05) = 4088,5 \text{ руб}$$

### 3.12.1 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{зmj} \times Ч_{врj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (18)$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

$k_{pj}$  – районный коэффициент ( $k_{pj} = 1,3$ ).

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

$$C_{завнРМК} = 13700 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 256464 \text{ руб}$$

$$C_{завнСПЕЦ} = 11350 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 212472 \text{ руб}$$

$$C_{завн} = (256464 + 212472) \times 0,02 = 9379 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала

$$C_{оауп} = C_{завн} \times (0,26 + 0,02)$$

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

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

$$C_{оауп} = 9379 \times (0,26 + 0,02) = 2626 \text{ руб}$$

### 3.12.2 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \times N \times 0,7, \quad (19)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 148,58 \times 1300 \times 0,7 = 135207,8 \text{ руб}$$

### 3.13 Экономическое обоснование дипломного проекта

Таблица 7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	419547,96	5034575,52
заработная плата производственных рабочих	40658,05	487896,6
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	1019,58	12235
Косвенные затраты:		

амортизация оборудования предприятия	85600	1027200
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	69012	828144
отчисления в ремонтный фонд	68139	817668
вспомогательные материалы на содержание оборудования	195379,6	2344556
затраты на силовую электроэнергию	15310	183720
заработная плата вспомогательных рабочих	4088,5	49062
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	1050,3	12604
заработная плата административно-управленческого персонала	9379	112548
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	2026	24312
прочие расходы	135207,8	1622493,6

Вывод:

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. При данной годовой программе выпуска (1300шт.) изделия корпуса КС- 4372.319.602.004.

## 4 Социальная ответственность

### 4.1 Описание рабочего места. Анализ выявленных вредных и опасных факторов на рабочем участке

В ходе данного технологического процесса производится механическая обработка корпуса КС- 4372.319.602.004. Материалом детали является чугун марки ВЧ40 ГОСТ 7293-85, масса заготовки – 10,3 кг. Корпус

изготавливается на сверлильно-фрезерном, шлифовальном и др. оборудовании.

На здоровье и работоспособность рабочего в производстве оказывает влияние совокупность вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие вредные факторы:

а) недостаточное освещение на участке;

б) шум;

в) вибрация;

г) процесс обработки металлов резанием, особенно процесс шлифования, сопровождается обильным пылевыделением и загазованностью воздуха;

д) острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; стружка, образующаяся при обработке металлов резанием;

е) попадание СОЖ на открытые участки кожи;

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса,

который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие опасные факторы:

а) электрический ток. Поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

б) обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, в которых присутствуют движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений;

в) на рабочей поверхности штока предусмотрено нанесение покрытия – хромирования. Технологический процесс нанесения гальванопокрытий характеризуется широким применением различных химических веществ, воздействие которых на организм работника может быть опасным.

## 4.2 Описание вредных и опасных факторов

### 4.2.1 Освещение на рабочем участке

Недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции. Недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

Оптимальные условия работы на рабочем месте могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1

до 6%.

В цехе, где изготавливается шток, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется совмещенное освещение – естественное и искусственное. Искусственное освещение применяется комбинированное (сочетание общего и местного). Общее – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах. Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещенность была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Физическая величина, характеризующая степень освещения помещения - освещенность  $E$ , единица измерения лк (люксы). Нормативное значение освещенности в производственных помещениях при высокой точности работ, при минимальном размере объектов различения 0,5 мм, при комбинированном искусственном освещении, при средней яркости фона должно быть не менее 1000 лк всего, в том числе общее освещение - 200 лк [1, таблица 1]. Фактические значения освещенности в цехе поддерживаются в пределах нормативных.

Произведём расчёт общего искусственного освещения в производственном помещении:

- площадь  $S = 50 \text{ м}^2$ ; длина  $A = 10 \text{ м}$ ; ширина  $B = 5 \text{ м}$ ; высота  $H = 8 \text{ м}$ ;
- высота рабочей поверхности  $h_1 = 0.8 \text{ м}$ ;
- высота подвеса ламп над полом  $h_2 = 8 \text{ м}$ ;
- высота подвеса ламп над рабочей поверхностью  $h = h_2 - h_1 = 8 - 0,8 = 7,2 \text{ м}$ ;
- цвет стен – белый, коэффициент отражения стены  $\rho_s 70 \%$  [1].
- коэффициент отражения потолка (белый)  $\rho_p 70 \%$ ;
- коэффициент отражения пола  $\rho_r 10 \%$ ;
- размер минимального объекта различения  $l = 0,5 \text{ мм}$ .

Выбираем для освещения газоразрядные лампы высокого давления, например, ДРЛ 125 (дуговая ртутная люминесцентная, мощностью 125 Вт), которые рекомендуется использовать для освещения высоких помещений (6÷10 м).

Световой поток лампы ДРЛ 125  $\Phi = 13500$  лм (люмен). Необходимо обеспечить освещённость  $E = 200$  лк.

Расчёт производим методом коэффициента использования светового потока, изложенным в [2].

$$\Phi = \left( \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} \right)$$

где

$k$  – коэффициент запаса,  $k = 1,5$  [1];

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения,  $z = 1,1$  [1];

$n$  – необходимое количество ламп;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка  $r_p$ , стены  $r_c$ , пола  $r_r$ , размеров помещения, определяемых индексом помещения  $i$ .

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 5}{7,2 \cdot (10 + 5)} = 0,13$$

$\eta = 37\%$  [2, таблица 8].

$$n = \left( \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot \eta} \right) = \left( \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{13500 \cdot 0,37} \right) = 3,3$$

принимаем  $n = 4$  ламп.

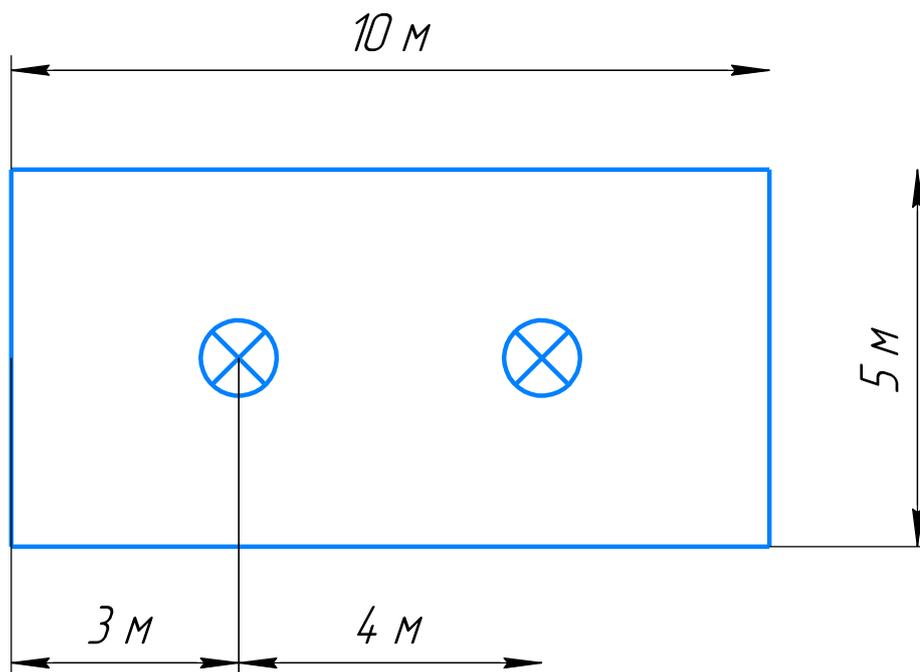
Расстояние между светильниками определяем по коэффициенту затенения  $\lambda$ .

$\lambda = L / h$  - отношение расстояния между светильниками  $L$  к расчетной высоте  $h$ .  $\lambda = 0,8$  для выбранного типа лампы [2, таблица 4].

$$L = \lambda \cdot h = 0,8 \cdot 7,2 = 5,76 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до светильника принимается обычно  $(0,3 \div 0,5) \cdot L$ .

Значит, система освещения на участке будет состоять из двух светильников, расположенных в один ряд, на расстоянии друг от друга 4 м, от стены – 3 м.



Пересчитаем величину светового потока одной лампы.

$$\Phi = \left( \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} \right) = \left( \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{2 \cdot 0,37} \right) = 29297 \text{ лм}$$

Выбираем лампы ДРЛ 700 со световым потоком  $\Phi = 41000$  лм, мощностью 700 Вт, сроком службы 20000 часов.

#### 4.2.2. Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Источником шума и вибрации является металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д.

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

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах регламентируется Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" и составляет 85 Дб.

Акустические характеристики станков зависят от суммарной номинальной мощности электродвигателей приводов [3, таблица 1].

Для металлорежущих станков с мощностью двигателей от 12,5 до 32 кВт уровень звуковой мощности  $L_P$  в октавных полосах с различными среднегеометрическими частотами составляет от 91 до 100 дБ.

Для уменьшения величины шума при разработке техпроцесса были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши.

#### 4.2.3. Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел, конструкций около положения равновесия. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

По способу передачи телу человека вибрацию подразделяют на общую (действует на весь организм человека через опорные поверхности – пол или стул) и локальную (действует только на отдельные части тела через руки рабочего).

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Длительное систематическое воздействие вибрации приводит к развитию

вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний.

Нормативные документы:

ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

ГОСТ 12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация».

Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Процесс вибраций описывается такими физическими величинами, как вибро-скорость, виброускорение.

С целью уменьшения вибрации металлорежущие станки устанавливаются на виброопоры; около каждого станка для рабочих расположены поддоны на всю длину рабочей зоны, а по ширине – не менее 0,6 м от выступающих частей станка.

#### 4.2.4. Запылённость и загазованность воздуха

В соответствии с ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны относятся к физически опасным и вредным производственным факторам.

Вредные вещества попадают в организм человека через органы дыхания: носоглотку и легкие. Из легких яды всасываются в кровь и разносятся ею по всему организму. Пыль, попадая в организм человека через органы дыхания, тоже оказывает вредное действие.

Основным критерием качества воздуха являются концентрации вредных веществ. Принято выражать содержание загрязняющих веществ в миллиграммах на кубический метр воздуха (мг/м<sup>3</sup>). Существует понятие «Предельно допустимые концентрации» (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005-88).

Величина ПДК зависит от влияния веществ на здоровье людей и окружающую среду. Вредные вещества по степени воздействия на организм человека разделены на четыре класса опасности (в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация. Общие требования безопасности»). Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

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.

Для обеспечения безопасности органов дыхания рабочих необходимо использовать средства индивидуальной защиты – респиратор.

Станки, на которых производится шлифование и полирование детали, оборудуют защитно-обеспыливающими кожухами.

#### 4.2.5. Стружка, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования

Обеспечение безопасной работы на станках считается основным условием правильной организации рабочего места.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая может привести к травме в виде порезов, к травмам глаз и кожных покровов;

В России существует стандартная классификация средств защиты от механических травмоопасных факторов: ГОСТ 12.4.125 "Средства защиты от механических травмоопасных факторов".

Для безопасной эксплуатации станка и защиты обслуживающего персонала предусмотрены защитные устройства. Зона резания имеет защитное устройство, включающее в себя щиток со смотровым окном из прочного стекла, защищающего человека от вылета стружки.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки с рабочего места применяют различные крючки и щётки-смётки. Запрещается применение сжатого воздуха на действующем оборудовании для обдувки режущего инструмента и очистки станков в цехах механической обработки металлов. Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в контейнерах на специально отведенных местах.

#### 4.2.6. СОЖ

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний.

Основные санитарно-гигиенические требования, направленные на создание допустимых условий труда при работе с СОЖ, отражены в СанПин "Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости

для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

#### 4.2.7. Электрический ток

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током.

Основными факторами, определяющими исход поражения человека электрическим током, являются сила тока и путь его прохождения. В зависимости от силы электрический ток может оказывать различное воздействие на организм человека.

Ощутимый ток появляется при силе переменного тока 0,6–1,5 мА с частотой 50 Гц и постоянного тока – 5–7 мА. Неотпускающий ток вызывает судорожные сокращения мышц руки, в которой зажат проводник. Пороговыми неотпускающими токами являются 10–15 мА для переменного (50 Гц) и 50–60 мА – для постоянного тока. Фибрилляционный ток вызывает при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца – хаотические сокращения сердечной мышцы в результате чего наступает смерть. Пороговыми фибрилляционными токами являются переменные токи от 100 мА до 5 А (50 Гц) и постоянные токи от 300 мА до 5 А.

Принято считать, что переменный электрический ток величиной 100 мА и выше является смертельным.

Нормативная правовая база в сфере электробезопасности:

Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, ПТЭЭП; Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё металлорежущее оборудование в цехе заземлено, токоведущие провода и кабели изолированы. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяются защитно-отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечено размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайных соприкосновений. Поддоны так же являются средством защиты от электрического поражения.

#### 4.2.8. Другие вредные и опасные факторы

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

Технологический процесс нанесения гальванопокрытий опасен воздействием различных химических веществ на организм работника.

Существуют три возможных пути поступления вредных веществ в организм человека: через органы дыхания, кожу и пищеварительный тракт. В гальванических цехах при ручных операциях, вредные вещества в основном проникают через кожу. Следует отметить, что через кожу могут проникать не только растворы, но и пары некоторых веществ.

Опасным является также вдыхание химических веществ в любом виде (газов, паров, аэрозолей). Это приводит к поражению верхних дыхательных путей и к общетоксическому эффекту при всасывании веществ в кровь. При пищевом пути вредные вещества поступают в организм рабочего с водой, пищей и при курении.

Он встречается сравнительно редко. Однако из-за опасности острого отравления с весьма тяжелыми последствиями при работе с химическими веществами необходимо постоянное внимание и соблюдение правил личной гигиены.

При хромировании в 72% случаев выделяется хром в виде трехвалентных соединений (в пересчете на общий хром), его концентрации при температуре электролита 55-60 °С, плотности тока 30-70 А/дм<sup>2</sup> превышают ПДК в 2 раза. Наибольшие выделения хроматов отмечались в местах загрузки хромовых электролитов в гальванические ванны – автоматы.

Следовательно, хромовый ангидрид и другие соединения хрома являются очень опасными факторами при нанесении гальванических хромовых покрытий. Аналогичные показатели состояния воздушной среды характерны для процессов подготовки поверхности с применением соединений хрома.

Гальванические ванны при применении в электролитах веществ 1-го класса опасности должны иметь автоматические газоанализаторы воздуха рабочей зоны с его непрерывным контролем (ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.007-76).

Автоматизация позволяет значительно снизить расходы химикатов и одновременно оздоровить производственную среду.

#### 4.3. Охрана окружающей среды

Воздействие человека на природу, на окружающую среду, не всегда отрицательное ухудшающее и разрушающее природу. Разработанный технологический процесс обработки не является вредным для окружающей среды, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена. В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов

для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться.

Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНиП II-32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

#### 4.4. Защита в чрезвычайных ситуациях

ЧС - это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием.

По характеру ЧС делятся на техногенные и природные. ЧС природного характера это: землетрясения, бури, град, ливни, мороз, наводнения, пожары и др. К техногенным относятся пожары, взрывы, аварии, обрушение зданий и др. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они приводят к большим человеческим жертвам в связи с большой концентрацией рабочих на предприятии.

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией на предприятии является пожар.

Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывод или вывод людей из опасной зоны, т.е. эвакуация. Затем намечаются следующие мероприятия: производится расчёт людей, необходимых для проведения эвакуации; устанавливаются мероприятия по безаварийной остановке производства; применяются средства индивидуальной защиты при пожаре: респиратор, аптечка и др.

Превентивные меры по предупреждению пожаров: обеспечение производственных помещений пожарной автоматикой и первичными средствами пожаротушения (огнетушитель), контроль выполнения плановых противопожарных мероприятий.

#### 4.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В Трудовом кодексе РФ устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения при производстве машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Статья 215 ТК РФ определяет соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

#### 4.6. Выводы

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

Был произведён расчёт и планировка освещения на производственном

участке.

Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах.

От механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, 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.

## Квалиметрическая оценка проекта

При выполнении курсового проекта был произведен анализ технологичности детали. Более рационально построен маршрут обработки изделия для условий серийного производства. Применено более производительное оборудование. В проекте разработаны два альтернативных варианта изготовления заготовки: отливка в ПГФ и отливка в кокиль. При сопоставимой технологической себестоимости обоих вариантов, отливка в кокиль даёт меньшую себестоимость. Недостатком разработанного технологического процесса можно считать недостаточные коэффициенты загрузки оборудования. Но это можно устранить при использовании эффективной системы управления планирования путём дозагрузки оборудования другими изделиями.

## Список используемых источников

1. Ансеров М.А., Гуцин В.Ф. Приспособления для сверлильных станков. Конструкции и наладки. – Л.: Машгиз, 1950 – 300 с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
3. Добрыднев И. С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
4. Маликов Ф.П. Патроны для металлорежущих инструментов. Справочник. – М. Машгиз, 1963. – 104 с.
5. Металлорежущий инструмент. Каталог-справочник. Часть 1. Резцы и фрезы. – М.: Машиностроение, 1976. – 448 с.
6. Металлорежущий инструмент. Каталог-справочник. Часть 3. Резьбообрабатывающий, трубо- и муфтообрабатывающий и зуборезный инструмент. – М.: НИИМАШ, 1971. – 476 с.
7. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
8. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 2. – Л.: Машиностроение, 1978. – 545 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 2. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990. – 208 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 2.

Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 3. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 596 с.

15. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 1 / под общ ред. Б.Н.Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

16. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т. 2 / под общ ред. Б.Н.Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

СНиП 23-05-95. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Естественное и искусственное освещение.

17. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2005 – 15.

18. ГОСТ 12.2.107-85 «Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики».

19. Лабораторный практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей: учебное пособие. Ю.А. Амелькович, Ю.В. Анищенко, А.Н. Вторушина, М.В. Гуляев, М.Э. Гусельников, А.Г. Дашковский, Т.А. Задорожная, В.Н. Извеков, А.Г. Кагиров, К.М. Костырев, В.Ф. Панин, А.М. Плахов, С.В. Романенко – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 236 с.

20. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко,

Ю.А., Ю. А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е из., перераб. И доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

20. Симкина, Л.Г. Экономическая теория: Учебник для студентов вузов. - 2-е изд. -

СПб : Питер, 2010. - 382 с

20. Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М. : ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование).

21. Кондраков Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: учебник 2011 г.

22. Момот, М.В. Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск : Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.

23. Каракеян, В.И. Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М. : Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).

24. Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.

25. Паштова, Л.Г. Экономика фирмы: теория и практика: Учебное пособие / Л.Г. Паштова. - Ростов н/Д : "Март": Феникс, 2011. - 269 с.

26. Григорьев, М.Н. Логистика [Текст] : краткий курс лекций : учебник для вузов / М.Н. Григорьев, С.А. Уваров. - М.: Юрайт, 2012. - 207 с.

27. Кириченко, Т.В. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов / Т.В. Кириченко. - М.: "Дашков и К", 2010. - 483 с.

28. Кондраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учёт: Учебник / Н.П. Кондраков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2011. - 504 с. - 10 экз. 11. Кучерявенко С.В. «Конспект лекций по производственному менеджменту» (учебное пособие) / Томск. - Изд. ТПУ 2011-143 с.

29. Минько, Э.В. Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько; под ред. А.В. Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.

30. Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).
31. Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А, Терехова С.А. и др. Под ред. В.М.Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.
32. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико- машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с

## Приложение