

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

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Отделение промышленных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления штока 2М138И.01.06.030СБ

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич		

УДК: 622.033-242.4:658.5(571.17)

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Зайцев Константин Викторович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент ОПТ	Зайцев Константин Викторович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Отделение промышленных технологий	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н., ст. преп.		

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; чётко 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 нефтегазодобывающей 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 расчёты 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 учётом 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»

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОПТ

_____ Кузнецов М.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Анисимову Алексею Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления штока 2М138И.01.06.030СБ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 10/с от 31.01.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т.д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т.д.)

1. Рабочий чертёж штока 2М138И.01.06.030СБ.
2. Программа выпуска 2625 деталей в год.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Аналитический обзор по теме ВКР.
2. Разработка технологического процесса изготовления штока 2М138И.01.06.030СБ.
3. Конструирование приспособления. Расчёт требуемого количества оборудования и рабочих.
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.
5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертёж детали (1 лист А1). 2. Чертёж заготовки (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (3 листа А1). 3. Приспособление (2 листа А1). 4. Заточка ружейных свёрл (1 лист А1).
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	Филонов Александр Владимирович

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

Реферат

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОПТ	Зайцев Константин Викторович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич

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

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

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов.</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 9550000 руб. 2) Фонд оплаты труда годовой 118 669,61 руб. 3) Производственные расходы 12425078,1 руб.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	к.пед.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>Анализ технологического процесса обработки 2М138И.01.06.030СБ. на наличие:</i></p> <p><i>технологического механической штока на</i></p>	<p>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</p> <p>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</p> <p>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</p> <p>- чрезвычайных ситуаций (стихийного, экологического и социального характера)</p>
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 26568-85. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002</p> <p>Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (с изменениями на 15 ноября 2018 года) (Приказ от 24 июля 2013 года N 328н.)</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.</p>

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.04.2019 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОТБ	Филонов А.В.	-		26.04.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Анисимов Алексей Сергеевич		26.04.2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 103 страниц, 10 рисунков, 24 таблицы, 28 источников, 2 приложения, 8 листов графического материала.

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

Тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления штока 2М138И.01.06.030СБ».

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

Раздел «Расчеты и аналитика» содержит выбор баз, разработку маршрута технологического процесса, выбор оборудования и средств технологического оснащения, расчёт припусков на обработку, расчёт режимов резания, нормирование технологического процесса.

В разделе «Результаты проведенного исследования» приведено описание конструкции, расчёт приспособления и расчёт технико-экономических показателей.

Раздел «Социальная ответственность» посвящён вопросам безопасной работы на участке и пожарной безопасности.

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

Текстовая часть выпускной квалификационной работы выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 97-2003, графический материал с помощью программы КОМПАС-3D V13.

ABSTRACT

The final qualifying work consists of 103 pages, 10 figures, 24 tables, 28 source, 2 applications, 8 sheets of graphic material.

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

The theme of master's dissertation: «Development of technological process of manufacturing of the rod of the 2M138I.01.06.030SB».

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

The section «Calculations and Analytics» contains the selection of bases, development of the route of the process, selection of equipment and technological equipment, calculation of allowances for processing, calculation of cutting conditions, normalization of the process.

In the Section «Results of the research contains» the description of design, calculation of the adaptation and calculation of technical and economic indicators is given.

The section «Social responsibility» is devoted to the issues of safe work on the site and fire safety.

In the section «Financial management, resource efficiency and resource saving» calculated the cost of manufacturing parts.

The text part of the final qualifying work is done in a text editor Microsoft Word 97-2003, graphic material using the program COMPASS-3D V13.

Оглавление

	Введение	12
1	Объект и методы исследования	13
2	Расчёты и аналитика	14
2.1	Технологическая часть	14
2.1.1	Служебное назначение изделия	14
2.1.2	Производственная программа и определение типа производства	14
2.1.3	Анализ действующего технологического процесса	16
2.1.4	Отработка конструкции изделия на технологичность	28
2.1.5	Выбор заготовки и метода её изготовления	28
2.1.6	Составление технологического маршрута обработки	31
2.1.7	Выбор технологических баз	33
2.1.8	Выбор средств технологического оснащения	36
2.1.9	Расчёт припусков под обработку	47
2.1.10	Расчёт режимов резания	53
3	Результаты проведённого исследования (разработки)	70
3.1	Конструкторская часть	70
3.1.1	Проектирование приспособления для фрезерно-сверлильной операции	70
3.1.2	Силовой расчёт приспособления и выбор параметров привода	71
3.1.3	Расчёт приспособления на точность	72
3.2	Организационная часть	73
3.2.1	Нормирование технологического процесса	73
3.2.2	Расчёт потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки	76
3.2.3	Расчёт состава работающих	77
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	78
4.1	Расчёт объёма капитальных вложений	78
4.1.1	Стоимость технологического оборудования	78
4.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	79
4.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	79
4.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	80
4.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	80
4.1.6	Стоимость оборотных средств в незавершенном производстве	80
4.1.7	Стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции	81
4.1.8	Стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности	81
4.1.9	Сумма денежных оборотных средств	81
4.1.10	Сумма капитальных вложений	81
4.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	81

4.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	82
4.2.2	Расчёт заработной платы производственных работников	83
4.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	83
4.2.4	Расчёт амортизации основных фондов	84
4.2.4.1	Расчет амортизации оборудования	84
4.2.4.2	Расчет амортизационных отчислений зданий	85
4.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	85
4.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	85
4.2.6.1	Затраты на СОЖ	85
4.2.6.2	Затраты на сжатый воздух	85
4.2.7	Затраты на силовую энергию	86
4.2.8	Затраты на инструмент, приспособления и инвентарь	87
4.2.9	Расчёт заработной платы вспомогательных рабочих	87
4.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	87
4.2.11	Прочие расходы	88
4.3	Экономическое обоснование технологического процесса	89
5	Социальная ответственность	91
5.1	Описание рабочего места. Анализ выявленных вредных и опасных факторов на рабочем участке	91
5.2	Описание вредных и опасных факторов	92
5.2.1	Освещение на рабочем участке	92
5.2.2	Шум	94
5.2.3	Вибрация	94
5.2.4	Запылённость и загазованность воздуха	95
5.2.5	Стружка, острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	96
5.2.6	СОЖ	96
5.2.7	Электрический ток	97
5.2.8	Другие вредные и опасные факторы	97
5.3	Охрана окружающей среды	98
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях	99
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	99
5.6	Выводы	100
	Заключение	101
	Список использованных источников	102
	Приложение	

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью промышленности. Рост технического уровня различных отраслей промышленности, темпы их технического перевооружения в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- освоение новых методов обработки с интенсификацией существующих методов;
- повышение доли малоотходных технологий пластического деформирования;
- широкое применение технологических методов повышения эксплуатационных свойств изготавливаемых изделий;
- широкое применение современных материалов (композиционные, минералокерамика);
- использование эффективной системы управления и планирования производства и др.

Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием технологий изготовления существующих. В настоящее время предъявляются высокие требования к точности и качеству продукции. Важнейшей задачей технолога является получение точной и качественной продукции при оптимальных затратах.

К задачам технолога относится выбор способов получения заготовки, определение минимальных припусков, выбор средств технологического оснащения и расчёт режимов резания. Важнейшим этапом разработки технологического процесса является отработка конструкции изделия на технологичность, так как именно она определяет трудоёмкость изготовления, эксплуатации и ремонта продукции.

Актуальность проекта заключается в улучшении существующего технологического процесса (уменьшение времени на механическую обработку, увеличение коэффициента использования материала и загрузки оборудования).

При разработке проекта решаются следующие задачи: отработка детали на технологичность, выбор рационального способа получения заготовки, определение баз, составление технологического маршрута обработки детали, выбор средств технологического оснащения, расчёт припусков и режимов резания, расчёт необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки, конструирование приспособления на одну из операций.

1. Объект и методы исследования

В ходе технологического процесса обрабатывается шток гидроцилиндра 2М138И.01.06.030СБ.

Материалом детали является Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, масса заготовки – 8,25 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно-транспортных устройств или средств механизации. Следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Шток изготавливается на токарном, сверлильно-фрезерном, шлифовальном и др. оборудовании. Данные операции характеризуются образованием большого количества:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- пыли, которая образуется при шлифовании. В связи с этим возникает необходимость борьбы с запылённостью воздуха;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ.

Обработка в основном ведётся на токарных станках и станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке площадью около 70 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щётки. Все движущиеся части: зубчатые колёса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакреплённом ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключался. 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. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

2. Расчёты и аналитика

2.1. Технологическая часть

2.1.1. Служебное назначение изделия

Шток 2М138И.01.06.030СБ входит в состав домкрата бокового 2М138И.01.06.000, который в свою очередь входит в состав силового гидрооборудования секции крепи угледобывающих комплексов типа КМ138.

Боковой домкрат предназначен для обеспечения выдвигания бортов секции крепи с целью перекрытия межсекционного пространства в процессе добычи угля в шахте. Обычно в состав секции крепи входит четыре таких домкрата: два установлены в ограждении секции крепи, два – в перекрытии. Работают они также попарно.

Домкрат боковой представляет собой гидроцилиндр двухстороннего действия, в котором поршневая полость образована из цилиндра и поршня, штоковая – из цилиндра, поршня со штоком и втулки.

Подвод жидкости в поршневую и штоковую полости выполнен через шток.

Герметичность подвижных соединений обеспечивается манжетами с подкладными кольцами, неподвижных – резиновыми кольцами. В качестве направляющих элементов для поршня и штока используются кольца направляющие.

Рабочая жидкость подаётся под давлением в поршневую полость, в ней создаётся давление, вследствие чего поршень выдвигается. Для того чтобы поршень вернулся в первоначальное положение, рабочую жидкость подают в штоковую полость, происходит сброс жидкости из поршневой полости в насосную станцию и шток перемещается в первоначальное положение.

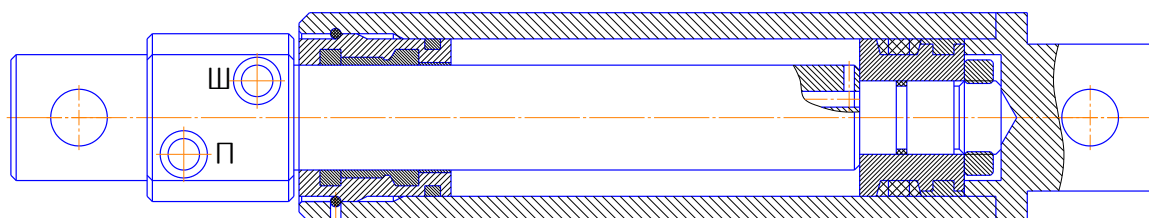


Рис. 1 Домкрат боковой 2М138И.01.06.000

2.1.2. Производственная программа и определение типа производства

Шток 2М138И.01.06.030СБ представляет собой сварную сборку двух деталей: штока 2М138И.01.06.031 и проволоки 6,0–О–С ГОСТ 3282-74 длиной $L = (58 \pm 0,8)$ мм.

Единый технологический процесс механической обработки штока 2М138И.01.06.030СБ проектируется на основе поддетальной годовой производственной программы, которая оформляется по форме таблицы 2.1, где на запасные части берётся 5-10% [5, стр. 22]. Принимаем пять процентов.

Таблица 2.1 – Годовая производственная программа

Номер чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запчасти	Число деталей, шт.			Масса, т	
					На программу	На запчасти	Всего	Детали	Всего
2М138И.01.06.030СБ	Шток	Сталь 40Х ГОСТ 4543–88	4	5	2500	125	2625	0,0055	14,4375

Тип производства для механической обработки деталей определяется по [5, стр. 23, табл. 1.2]. Полученные данные соответствуют среднесерийному типу производства. После разработки технологического процесса механической обработки серийность производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{zo} = \frac{60F_d}{N \cdot T_{шт.-к.ср.}}$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час (Ориентировочно $F_d = 2030$ часов при односменной работе металлорежущего оборудования и $F_d = 2070$ часов для сборочного оборудования. При двухсменной работе $F_d = 4015$ часов для металлорежущего и $F_d = 4140$ часов для сборочного оборудования.);

N – поддетальная или приведённая годовая программа выпуска изделий, шт.;

$T_{шт.-к.ср.}$ – среднее штучно-калькуляционное (в массовом производстве – штучное) время выполнения операций, мин.

Для мелко- и среднесерийного производства в этом подразделе необходимо рассчитать размер партии запуска изделий n :

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

где F – число рабочих дней в году (берётся по производственному календарю текущего года);

a – периодичность запуска партии изделий (рекомендуется принимать из ряда 3, 6, 12 или 24 дня от мелко- до среднесерийного производства).

$$n = \frac{2625 \cdot 12}{247} = 127,53 \text{ шт}$$

Принимаем количество деталей в партии $n = 128$ шт.

2.1.3. Анализ действующего технологического процесса

Шток 2М138И.01.06.030СБ.

В технологических операциях соблюдать требования:

Контроль первой детали мастером;

Клеймить отличительным клеймом рабочего на бирке;

Очки защитные ГОСТ 12.4.013-85;

Кран укосина $Q = 0,5$;

Оформить маршрутную карту;

Контроль БТК.

Тара 505-405, вставка 386-1595.

Изготовление и окончательную приёмку детали выполнять по чертежу, техническим условиям и техпроцессу.

Существующий технологический процесс обработки штока 2М138И.01.06.030СБ состоит из двадцати трёх операций:

005 Фрезерно-центровальная; ИОТ №5; №6;

МР-73; СОЖ Аквол-6 (5%) ТУ 38 101875-82.

Фрезеровать торцы и центровать, выдерживая размеры согласно эскизу.

ПР. Наладка 317-1359;

Призмы 324-47(2 шт.); 324-53; 324-54; 324-55; 324-56;

Упор 324-82.

РИ. Фреза 125 Т15К6 СТП 1463;

Фреза 125 Т15К6 лев. СТП 1463;

Сверло 2,5 ГОСТ 10952 (2 шт.).

ВИ. Оправка 6222-0038 ГОСТ 13785 (2 шт.);

Цанга 222-141 (2 шт.).

СИ. Шаблон $60^\circ \times 3,15$ СТП 4306;

Штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-89;

Штангенциркуль ШЦ-II-250-01 ГОСТ 166-89.

010 Токарная; ИОТ №4;
16K20C32; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.
Составить и ввести программу, обработать деталь согласно эскизу.
ПР. Центр 307-617
Центр вращ. (А-1-5-Н) ГОСТ 8742
РИ. Резец 25×20 93° СТП 1180 (2 шт.)
Пластина 922.2006-4009 Т15К6 СТП 1178 (2 шт.)
Резец 25×16 Т15К6 ГОСТ 18877
СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-01 ГОСТ 166-89
Штангенглубиномер ШГ 400 ГОСТ 162-89
Скоба 74h14 СТП 4316

015 Токарная; ИОТ №4;
16K20C32; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.
Составить и ввести программу. Расточить кулачки на партию деталей.
Обработать деталь согласно эскизу.
ПР. Патрон 250 ГОСТ 2675;
Кулачки 250 СТП 2114;
Центр вращ. (А-1-5-Н) ГОСТ 8742.
РИ. Резец 25×20 93° СТП 1180;
Пластина 922.2006-4009 Т15К6 СТП 1178;
Резец 25×16 Т15К6 ГОСТ 18877.
СИ. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;
Штангенглубиномер ШГ 400 ГОСТ 162-89.

020 Токарная; ИОТ №4;
16K20C32; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.
Составить и ввести программу. Расточить кулачки на партию деталей.
Обработать деталь согласно эскизу.
ПР. Патрон 250 ГОСТ 2675;
Кулачки 250 СТП 2114;
Центр вращ. (А-1-5-Н) ГОСТ 8742.
РИ. Резец 25×20 93° СТП 1180 (2 шт.);
Пластина 922.2006-4009 Т15К6 СТП 1178 (2 шт.);
Резец 25×16 Т15К6 ГОСТ 18877.
СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
Штангенглубиномер ШГ 400 ГОСТ 162-89;
Скоба 45,5h11 СТП 4316;
Шаблон 30° 2,3+0,3 121-4448;
Штангенциркуль I-25-01 ГОСТ 166-89.

025 Разметочная; ИОТ №337;
Плита разметочная ГОСТ 10905-86.
Инструмент разметочный, очки защитные.
Разметить риски, выдерживая размеры согласно эскизу.

030 Сверлильная; ИОТ №5.
ВСУ-15/500; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82
Деталь устанавливается по установочным рискам.
Обработать 2 отв. $\varnothing 6,2^{+0,3}$, выдерживая размеры согласно эскизу с
переустановкой детали.

ПР. УСП.

РИ. Сверло 6,2×450 СТП 1242

Втулка 6,2×18 СТП 2060

Цанга 5,8×22 СТП 2059

СИ. Пробка. 8Н14×150 СТП 4307;

Меритель гл. 107-1360.

035 Сверлильная; ИОТ №5;
2А554; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Обработать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.

ПР. Кондуктор УСП; штырь D6,2 (2 шт.); угольник ГОСТ 3749

РИ. Сверло 4 ГОСТ 10902.

СИ. Пробка ПР4Н14 СТП 4307.

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

040 Слесарная; ИОТ №410;

Верстак.

Удалить заусенцы и притупить острые кромки в отв. $\varnothing 4$;

Выполнить R0,6 согласно эскизу (см. оп. 035).

ПР. Шабер СТП 1813; напильник ГОСТ 1465 на выходе в отв. $\varnothing 6,2$ –
шабером 093-252.

Для контроля заусенцев в канале – эндоскоп ЭЛЖ 1 ТУ 25-06.1938-82.

045 Фрезерная; ИОТ №151;
ГФ 2171С3; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Программа 11535Ф.

Обработать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.

ПР. Приспособление 319-1106; Штырь $\varnothing 8,1$ (2 шт.).

РИ. Фреза Т5К10 051-1809; зенкер комбинированный 027-716;

Развертка комбинированная черновая 037-523; чистовая 037-524;

Сверло 27 ГОСТ 10903;

Фреза резьбовая 041-43;

Фреза 050-19 для «П» и «Ш».

СИ. Пробка 16,5Н11 СТП 4307;

Нутромер $\varnothing 17,8 < 30^\circ$ 101-984;

Шаблон 4Н13×8 СТП 4339;

Пробка п/р М16×1,5-6Н СТП 4307;

Пробка ПР 8221-0068 ГОСТ 17756 М16×1,5-6Н;

Пробка НЕ 8221-1068 ГОСТ 17757 М16×1,5-6Н;

Пробка 27Н14 СТП 4307;

Калибр соосн. М16×1,5-6Н и Ø16,5Н11 150-2447;
Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

050 Слесарная; ИОТ №410;
Верстак.

На верстаке удалить заусенцы и притупить острые кромки после фрезерования плоскости.

На знаках «П» и «Ш» опилить подъем металла от фрезерования.

Удалить крупные заусенцы в отверстиях на пересечении отв. каналов Ø6,2 и в 2-х отв. Ø14,5.

Калибровать резьбу М16×1,5-6Н

ПР. Шабер 093-252;

Слесарный инструмент.

055 Токарная; ИОТ №4;
16К20С32; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Расточить кулачки.

Обработать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.

ПР. Патрон 250 ГОСТ 2575;

Комплект кулачков 250 СТП 2114;

Центр вращающийся.

РИ. Резец 25×20 93° СТП 1180;

Пластина 922.2006-4009 Т15К6 СТП 1178;

Резец канавочный 002-2269 (2 шт.);

Резец канавочный $v = 3 < 45^\circ$ 002-1938;

Резец резьбовой 25×16 1-5 ГОСТ 18876.

СИ. Шаблон 2,3+0,3 <30° 121-4448;

Пластина 3,6Н13 102-2117;

Скоба 26,3h9 СТП 4318; Скоба 30,4h11 СТП 4316;

Скоба п/р М30×2-6g СТП 4316;

Кольцо ПР М30×2-6g ГОСТ 17763;

Кольцо НЕ М30×2-6g ГОСТ 17764;

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

Штангенглубиномер ШГ 400 ГОСТ 162-89.

060 Шлифовальная; ИОТ №276;
ЗУ142 МВ; СОЖ Аквол-11 (5%) ТУ 101932-83.

Обработать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.

ПР. Хомутик; Центра.

РИ. Круг шлифовальный ПП 600×80×305 44А 40 СМ1 7К ГОСТ 2424.

СИ. Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507.

065 Токарная; ИОТ №4;
1К62Д; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Расточить кулачки. Обработать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.

Притупить R0,05...0,1 до Ra 2,5;

Притупить R1 на фаске Ra 2,5.

ПР. Патрон 250 ГОСТ 2675;

Комплект кулачков 250 СТП 2114

Центр А-1-5-Н ГОСТ 8742

Брусом 093-188; брусок из белорецкого кварцита 13×13×150

СИ. Шаблон R0,05...0,1 120-1989.

070 Фрезерная; ИОТ №6;

ВМ 127М; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Фрезеровать центровую бобышку заподлицо с торцем детали.

ПР. УСП.

РИ. Фреза 32 ГОСТ 17026.

075 Слесарная; ИОТ №410;

Верстак.

На верстаке зачистить торец детали после фрезерования бобышки;

Притупить острые кромки в 2-х отв. Ø6,2 шабером;

Зачистить отверстие Ø27.

ВИ. Напильник ГОСТ 1465;

Шабер 240 СТП 1813.

080 Сверлильная; ИОТ №5;

2А554; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.

Сверлить отв. Ø8.

ПР. Подставка УСП.

РИ Сверло Ø8 ГОСТ 10903.

СИ. Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166.

085 Промывка.

Промыть и продуть каналы Ø6,2 по т/п на промывку.

ПР. Установка 351-1933.

090 Электрохимическая по т/п ОГТ.

Удалить заусенцы в каналах Ø6,2 в местах пересечения отверстий.

095 Слесарная; ИОТ №410;

ЛПС Верстак.

Полировать поверхность «В» до Ra 2,5 – (после электрохимического удаления заусенцев);

Калибровать резьбу М30×2-6g.

РИ. Плашка М30×2-6g ГОСТ 9740.

Кольцо ПР М30×2-6g ГОСТ 17763;

Кольцо HE M30×2-6g ГОСТ 17764.

100 Контроль; ИОТ №238;
Плита контрольная ГОСТ 10905-86.

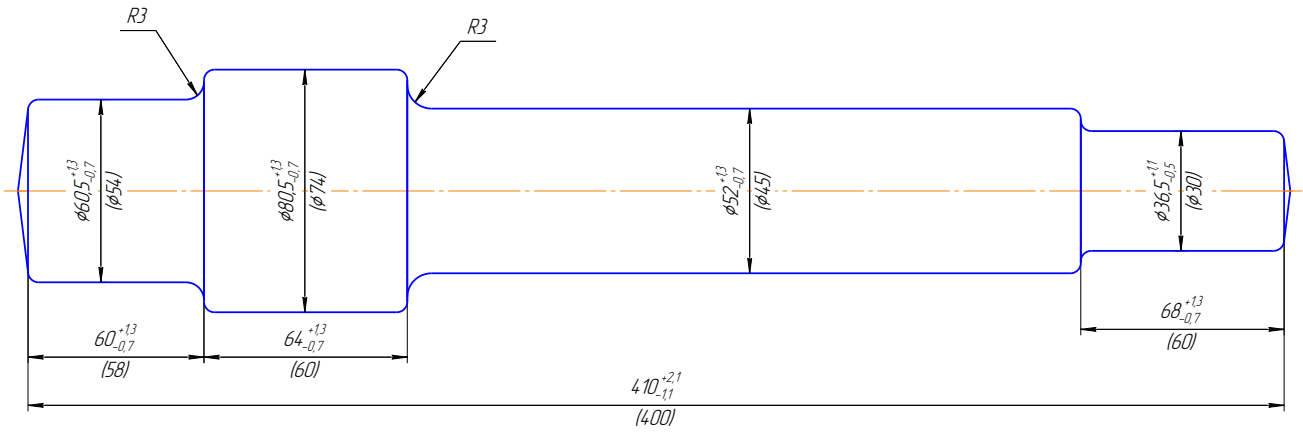
105 Получение покрытия по т/п ЦЗЛ.
Покрытие Х тв. 50 Согласовано с бюро покрытий.

110 Полировальная; ИОТ №4;
1К62Д; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82.
Полировать деталь до Ra 0,63 согласно эскизу.
ПР. Жимки 257-434; Держ. 200-154;
Патрон 250 ГОСТ 2675, центр А-1-5-Н ГОСТ 8742;
Втл. резьб. M30×2×50 СТП 2104.

115 Контроль; ИОТ № 238-06;
Плита контрольная ГОСТ 10905-86.

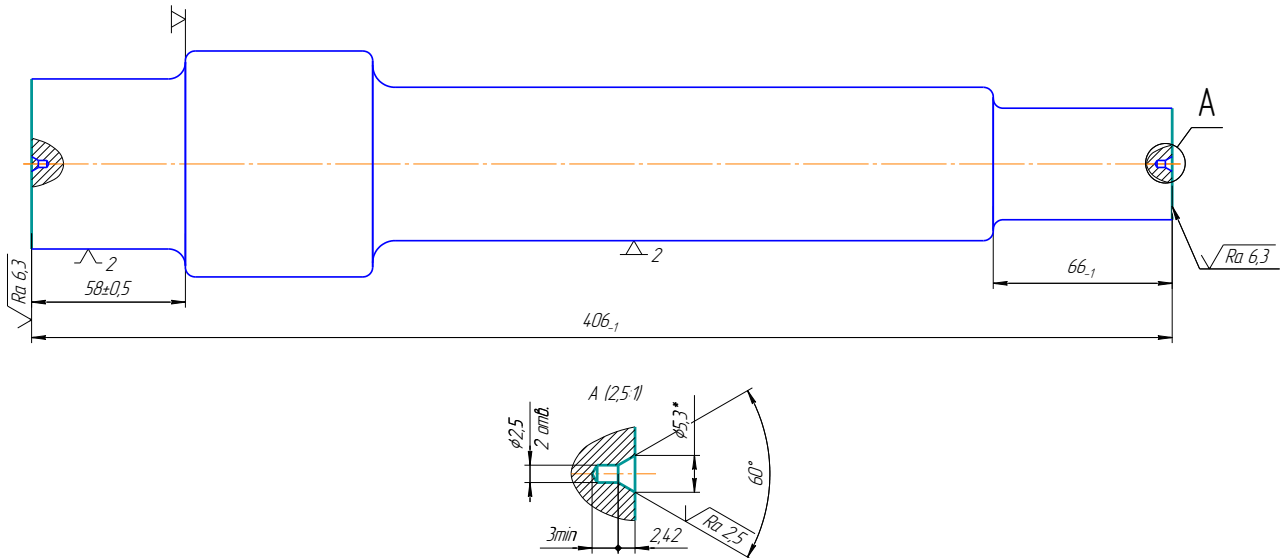
Сборка штока представляет собой сварку ручную дуговую с предварительным местным подогревом при температуре 300-350°C электродом Э42А ГОСТ 9467-75 по отдельному техпроцессу ОГС.

ЗАГОТОВКА

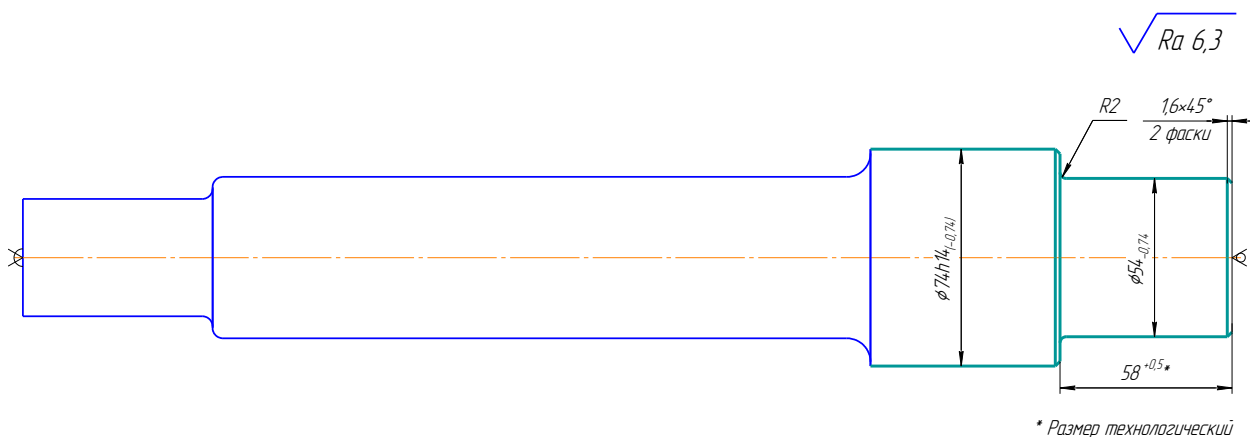


Неуказанные радиусы до R3

Оп. 005 Фрезерно-центровая; ИОТ №5; №6; СОЖ Аквол-6 (5%)
ТУ 38 101875-82

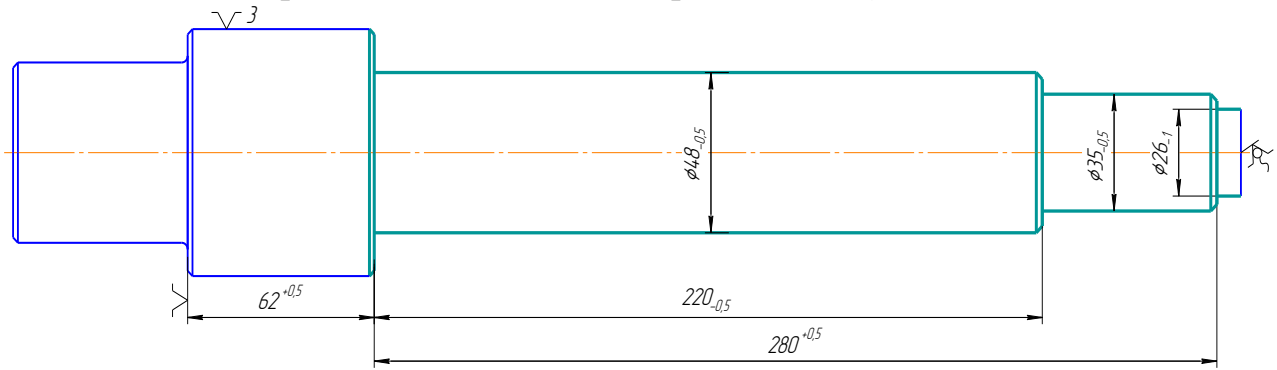


Оп. 010 Токарная; ИОТ №4; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82

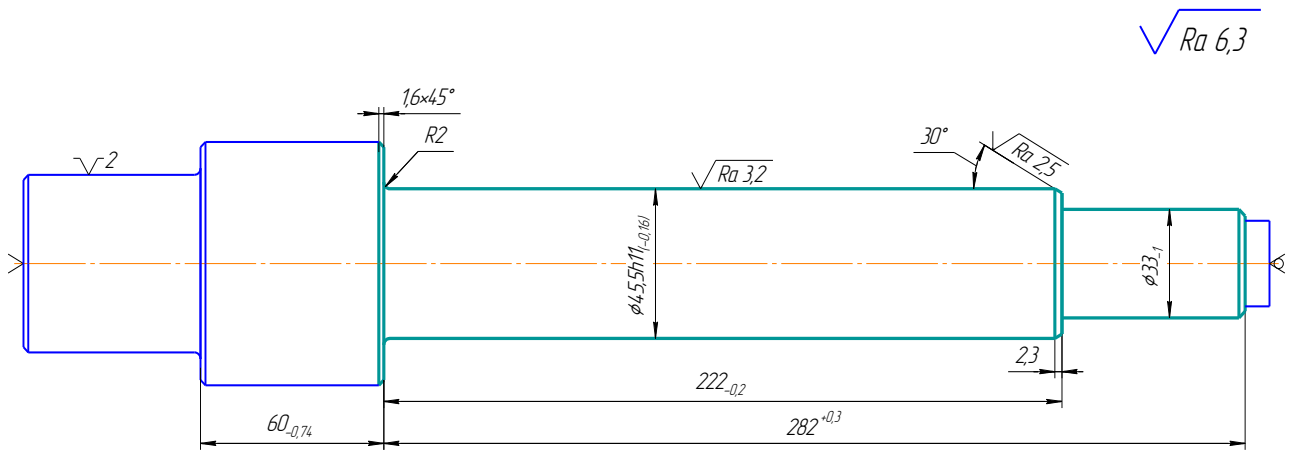


* Размер технологический

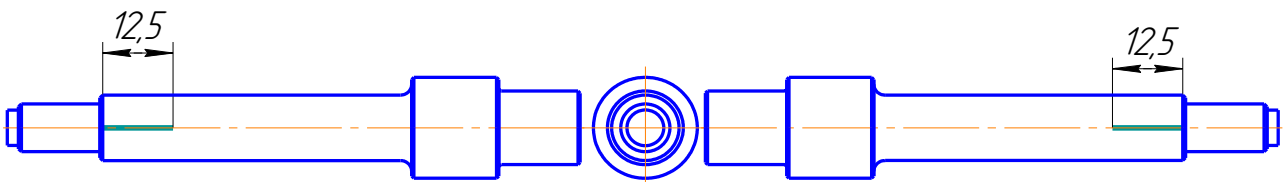
Оп. 015 Токарная; ИОТ №4; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82



Оп. 020 Токарная; ИОТ №4; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82

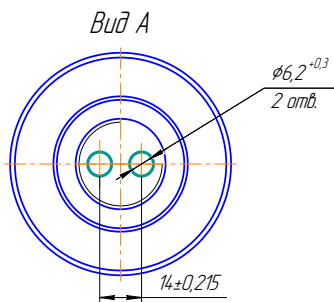
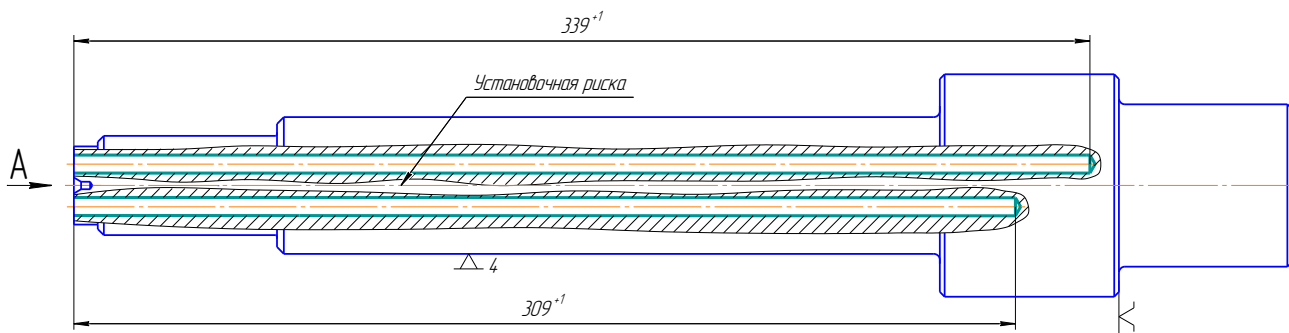


Оп. 025 Разметочная; ИОТ №337



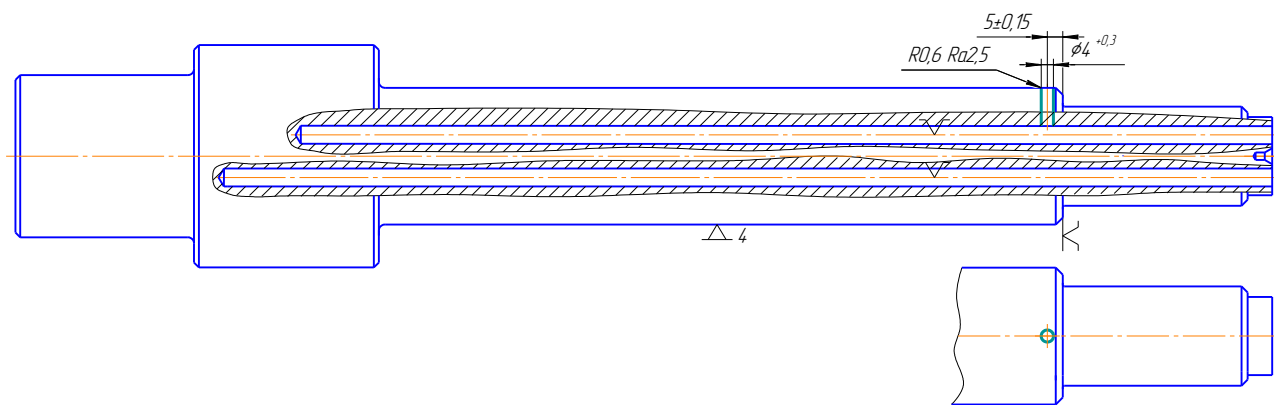
Оп. 030 Сверлильная; ИОТ №5; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82

√ Ra 6,3

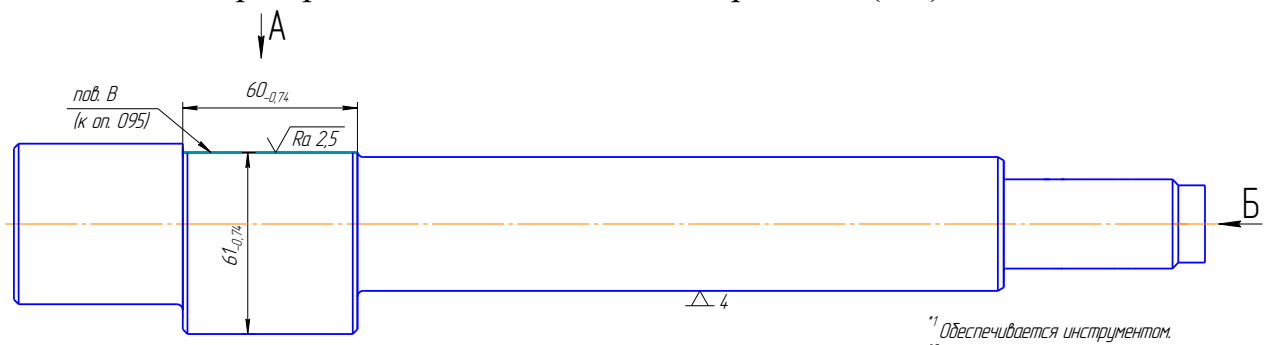


Оп. 035 Сверлильная; ИОТ №5; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82

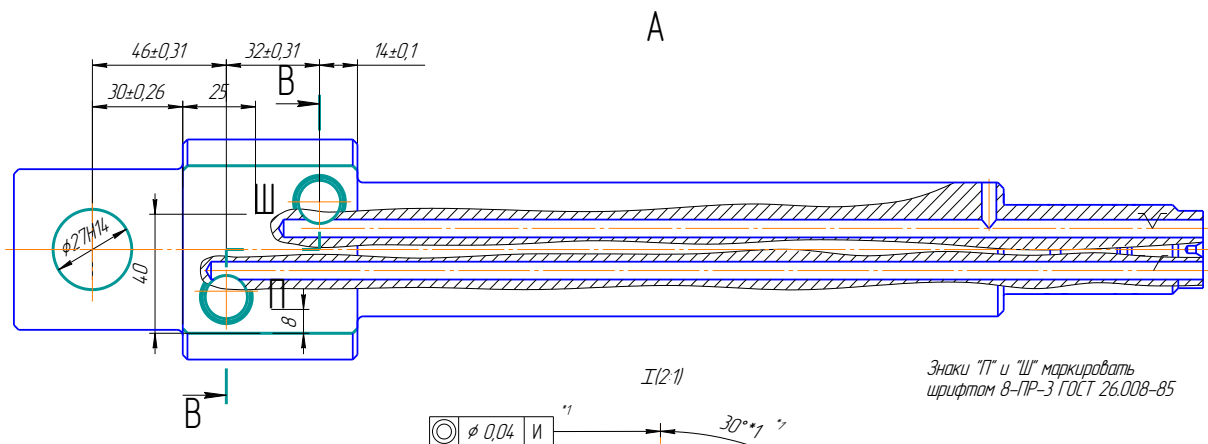
√ Ra 6,3



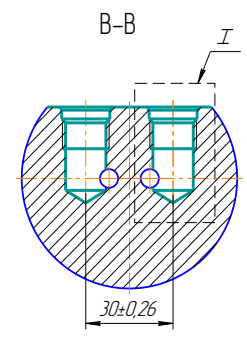
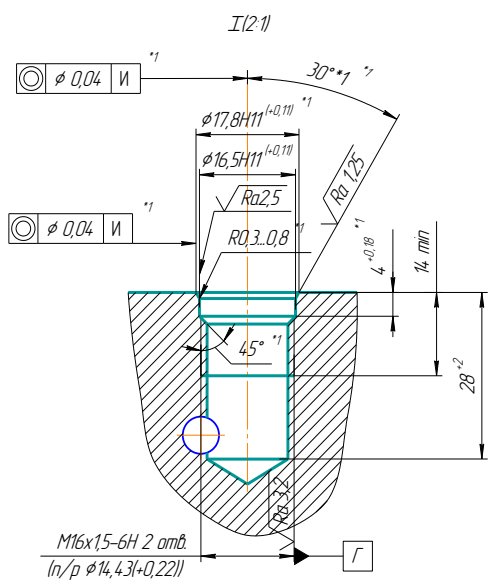
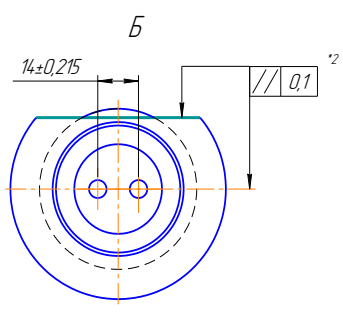
Оп. 045 Фрезерная; ИОТ №151; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82



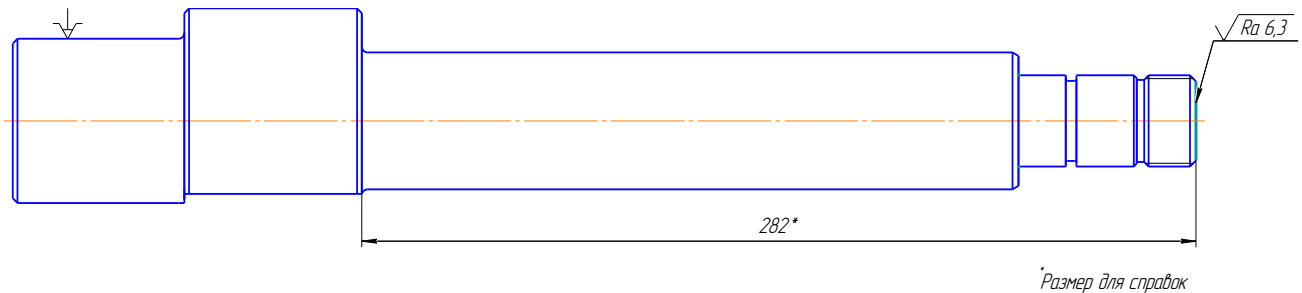
¹ Обеспечивается инструментом.
² Обеспечивается технологически (базированием)



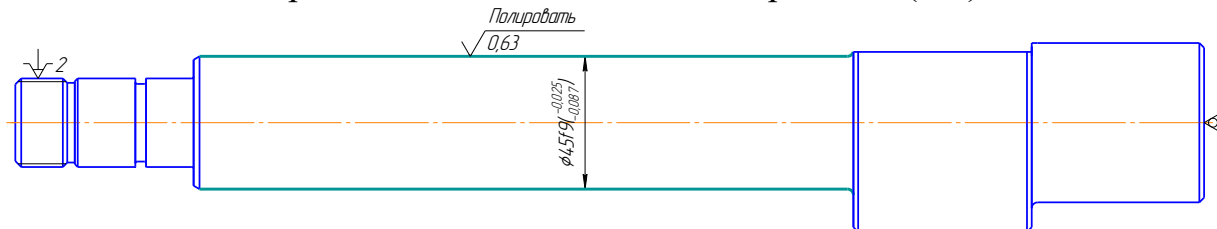
Знаки "I" и "II" маркировать
шрифтом 8-ПР-3 ГОСТ 26.008-85



Оп. 070 Фрезерная; ИОТ №6; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82



Оп. 110 Полировальная; ИОТ №4; СОЖ Укринол-1 (5%) ТУ 101197-82



Базовый технологический процесс механической обработки штока 2М138И.01.06.030СБ – единичный, пооперационный, разработан для среднесерийного производства.

Технологический процесс соответствует техническим требованиям чертежа.

На первой операции деталь базируется на черновые базы – необработанные диаметры. Дальнейшая обработка ведется с базированием на обработанные поверхности. Принципы базирования соблюдаются.

Оборудование соответствует требованиям данного техпроцесса.

Для обработки глубоких отверстий, шлифования наружных поверхностей необходимо применение более точного и современного оборудования с ЧПУ.

В токарных операциях деталь устанавливается в 3-х кулачковый патрон на станке с ЧПУ. Необходимо рассмотреть возможность применения быстросменного патрона.

В техпроцессе применены прогрессивные конструкции режущих инструментов и новые марки материала режущей части.

В операциях применяются универсально-сборочные приспособления, кондукторы для сверлильных работ, втулки, подставки, подкладки, разметочные плиты. Технологические операции полностью оснащены.

Использование специальных приспособлений позволит исключить разметочную операцию и выверку при установке деталей.

2.1.4. Отработка конструкции изделия на технологичность

Чертёж штока 2М138И.01.06.030СБ содержит достаточно проекций и сечений. Все размеры проставлены правильно и их достаточно. Условные обозначения допусков, посадок, шероховатости, отклонений формы и взаимного расположения поверхностей соответствуют действующим ГОСТам. Наиболее точные размеры $\varnothing 45f9\left(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,087 \end{smallmatrix}\right)$, $\varnothing 30f9\left(\begin{smallmatrix} -0,020 \\ -0,072 \end{smallmatrix}\right)$, $\varnothing 26,3h9\left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,052 \end{smallmatrix}\right)$. Указанные шероховатости: Ra 2,5; Ra 1,25; Ra 0,63; Rz 80; Rz 20. Неуказанная шероховатость Ra 6,3. Конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов. Физико-химические и механические свойства стали 40Х соответствуют технологии изготовления детали. Базовые поверхности обеспечивают точность установки, обработки и контроля детали. Заготовка получена рациональным способом с учётом заданного объёма выпуска. Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных техпроцессов её изготовления.

2.1.5. Выбор заготовки и метода её изготовления

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому важно обеспечить снижение всей суммы затрат, а не одной из её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления. Исходя из конструкции детали, серийности производства, заготовку для рассматриваемой детали рекомендуется получать двумя методами: калиброванный пруток и штамповка молотом штамповочным паровоздушным для горячей штамповки модели М2143/28.

Исходными данными при выборе метода изготовления заготовки для вала является чертёж готовой детали, анализ её служебного назначения.

Выбор производим путём сравнения стоимости получения заготовок по методике, изложенной в [5].

1. Масса заготовки из проката:

$m_0 = 0,001 \cdot m_{\text{ПП}} \cdot L_0$, где $m_{\text{ПП}}$ – масса 1 погонного метра.

при $m_{\text{ПП}} = 37,51$ кг, $m_0 = 15,22$ кг.

Коэффициент $K_{\text{им}} = m_{\text{д}} / m_0 = 0,36$.

Так как $K_{\text{им}} < 0,7$ то проектирование заготовки из проката является нетехнологичным.

2. Штамповка по [8].

Класс точности Т4.

Получение производится молотом штамповочным паровоздушным для горячей штамповки.

Группа стали М2 (С – 0,35-0,65%).

Степень сложности С2 ($G_{п} / G_{ф} = 0,53$).

Исходный индекс – 11.

Коэффициент $K_{им} = m_{д} / m_0 = 0,77$.

Так как $K_{им} > 0,7$ то заготовка технологична.

Объём снимаемого материала значительно отличается, поэтому следует использовать формулу для экономического расчёта стоимости заготовки:

$$S_{т} = (G_{д} / K_{им}) \cdot [C_{заг} + C_{с} (1 - K_{им})],$$

где $G_{д}$ – масса детали, кг;

$K_{им}$ – коэффициент использования материала.

$C_{заг}$ – стоимость 1 кг материала, руб. [5, с. 43].

$C_{с} = 99$ руб / кг – стоимость срезания 1 кг стружки в среднем по машиностроению [26, с. 15].

$$S_{т}^{ПР} = (5,5 / 0,36) \cdot [32,5 + 99 \cdot (1 - 0,36)] = 1464,53 \text{ руб.}$$

$$S_{т}^{ШТ} = (5,5 / 0,77) \cdot [84,1 + 99 \cdot (1 - 0,77)] = 763,36 \text{ руб.}$$

По расчётам экономически выгодна заготовка – штамповка.

Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (S_{т}^{ПР} - S_{т}^{ШТ}) \cdot N,$$

где N – годовая программа выпуска.

$$\mathcal{E} = (1464,53 - 763,36) \cdot 2625 = 1840571,3 \text{ руб.}$$

При $N = 2625$ шт.

Годовая экономия материала:

$$\mathcal{E}_{м} = (G_{зп} - G_{зш}) \cdot N;$$

$$\mathcal{E}_{м} = (15,22 - 7,14) \cdot 2625 = 21210 \text{ кг.}$$

В качестве заготовки выбираем штамповку.

Расчет заготовки производим в соответствии с [8].

Массу поковки определяем по формуле:

$$m_{пок.} = m_{дет.} \cdot K_{р} = 5,5 \cdot 1,3 = 7,15 \text{ кг,}$$

где $K_{р} = 1,3$ – расчётный коэффициент [8, табл. 20].

Класс точности – Т4 [8, табл. 19].

Устанавливаем группу стали – М2 [8, табл. 1].

Степень сложности поковки – С2 [8].

Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская).

На основе полученных данных определяем исходный индекс – 11 [8, табл. 2].

Определяем припуски и кузнечные напуски:

Основные припуски на размер, мм [8, табл. 3]:

1,6 – диаметр Ø74 мм и чистота поверхности 6,3;

1,6 – диаметр Ø54 мм и чистота поверхности 6,3;

1,8 – диаметр Ø45 мм и чистота поверхности 0,63;

1,5 – диаметр Ø30 мм и чистота поверхности 2,5;

2,3 – длина 400 мм и чистота поверхности 6,3;

1,6 – длина 60 мм и чистота поверхности 6,3;

1,6 – длина 58 мм и чистота поверхности 6,3.

Дополнительные припуски:

- смещение по поверхности разъёма штампа – 0,4 мм [8, табл. 4];

- изогнутость и отклонение от прямолинейности – 1,6 [8, табл. 13];

Штамповочные уклоны на внутренней поверхности пуансона – не более 7° [8, табл. 18];

Радиус закругления наружных углов – 2,0 мм [8, табл. 7].

Определяем размеры поковки и допускаемые отклонения размеров (разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм), мм [8, табл. 8]:

диаметр 74 + 2 · (1,6 + 1,6) = 80,4, принимаем $80,5_{-0,7}^{+1,3}$;

диаметр 54 + 2 · (1,6 + 1,6) = 60,4, принимаем $60,5_{-0,7}^{+1,3}$;

диаметр 45 + 2 · (1,8 + 1,6) = 51,8, принимаем $52_{-0,7}^{+1,3}$;

диаметр 30 + 2 · (1,5 + 1,6) = 36,2, принимаем $36,5_{-0,5}^{+1,1}$;

длина 400 + 2 · (2,3 + 0,4) = 405,4, принимаем $406_{-1,1}^{+2,1}$;

длина 60 + 2 · (1,6 + 0,4) = 64, принимаем $64_{-0,7}^{+1,3}$;

длина 60 + (1,6 + 0,4) = 64, принимаем $62_{-0,7}^{+1,3}$;

длина 58 + (1,6 + 0,4) = 60, принимаем $60_{-0,7}^{+1,3}$;

Допускаемые отклонения размеров:

Допуски радиусов закругления – 1 мм [8, табл. 17];

Допускаемая величина заусенца в плоскости разъёма матриц – 5,0.

2.1.6. Составление технологического маршрута обработки

Таблица 2.2 – Технологический маршрут обработки детали

№ Опер.	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Фрезерно-центровальная: Установить и снять заготовку; Фрезеровать торцы в размер 400 _{-0,5} ; Сверлить 2 центровых отверстия Ø3,15.	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-73
010	Токарная с ЧПУ: Установить и снять заготовку; Точить наружную поверхность Ø74 _{-0,74} ; Точить наружную поверхность Ø54 _{-0,74} на длину 58 ₋₁ ; R2; Точить две фаски 1,6×45°.	Токарный станок с ЧПУ модели 16K20Ф3
015	Токарная с ЧПУ: Установить и снять заготовку; Точить наружную поверхность Ø48 _{-0,62} на длину 280 ^{+0,5} (чер.); Точить наружную поверхность Ø35 _{-0,5} на длину 60 ^{+0,5} (чер.); Точить наружную поверхность Ø45,5h10, выдерживая размер 222 _{-0,74} ; R2; < 30°; фаску 1,6×45°. Точить наружную поверхность Ø30 _{-0,14} п/р М30×2-6g на длину 17,5 (тех.); фаску 2×45°. Точить канавку Вид В; Точить канавку Вид Д; Нарезать резьбу М30×2-6g на длину L = 17,5 (тех.).	Токарный станок с ЧПУ модели 16K20Ф3
020	Сверлильная: Установить и снять заготовку; Сверлить отв. Ø6,2 ^{+0,3} на длину 302 ^{+1,3} ; Сверлить отв. Ø6,2 ^{+0,3} на длину 332 ^{+1,4} .	Станок для глубокого сверления модели UTB 1600H/CNC
025	Фрезерно-сверлильная: Установить и снять заготовку; Фрезеровать плоскость в размер 60 ^{+0,74} и в размер 61 ^{+0,74} (предварительно); Фрезеровать плоскость в размер 60 _{-0,74} и в размер 61 _{-0,74} (окончательно); Зацентрировать 3 отв.; Сверлить отв. Ø22H15 на проход; Зенкеровать отв. Ø27H14 на проход;	Фрезерный обрабатывающий центр модели MIKRON VCE1600Pro

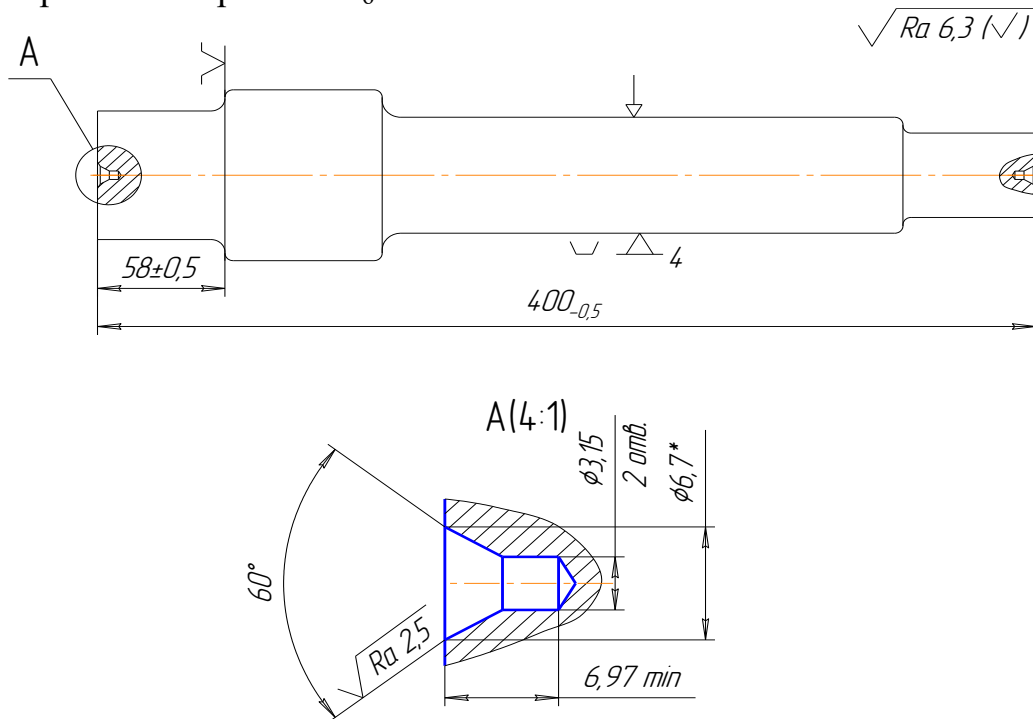
	<p>Сверлить 2 отв. $\varnothing 14,43^{+0,2}$ п/р М16×1,5 на длину 28^{+2};</p> <p>Зенкеровать 2 отв. $\varnothing 16,3Н11$ на длину $4^{+0,18}$ с образованием $< 30^\circ$;</p> <p>Развернуть 2 отв. $\varnothing 16,5Н11$ на длину $4^{+0,18}$ с образованием $< 30^\circ$ до $\varnothing 17,8Н11$;</p> <p>Фрезеровать резьбу М16×1,5-6Н на длину 14min;</p> <p>Фрезеровать буквы «П» и «Ш» на глубину $0,6^{+0,4}$.</p>	
030	<p>Сверлильная:</p> <p>Установить и снять заготовку;</p> <p>Сверлить отв. $\varnothing 4^{+0,3}$, выдерживая размер $5 \pm 0,15$;</p> <p>Установить и снять заготовку;</p> <p>Фрезеровать отверстие $\varnothing 8^{+0,36}$ глубиной $4^{+0,3}$.</p>	2Л53У
035	<p>Слесарная:</p> <p>На верстаке удалить заусенцы и притупить острые кромки после механической обработки.</p> <p>На знаках «П» и «Ш» опилить подьем металла от фрезерования.</p> <p>Калибровать резьбу М16×1,5-6Н.</p>	Верстак
040	<p>Промывка:</p> <p>Промыть и продуть каналы $\varnothing 6$ по ТП на промывку.</p>	-
045	<p>Электрохимическая:</p> <p>Удалить заусенцы в каналах в местах пересечения отверстий.</p>	4406
050	<p>Шлифовальная:</p> <p>Установить и снять заготовку;</p> <p>Шлифовать поверхность $\varnothing 45,2_{-0,187}^{-0,165}$ Ra 1,25 на длину 203 (тех.) под покрытие Х.тв.50.</p>	Круглошлифовальный станок RSM 1500 В CNC (Fagor)
055	<p>Контрольная:</p> <p>Контролировать параметры согласно чертежу и техпроцессу перед покрытием.</p>	Плита контрольная ГОСТ 10905-86
060	<p>Покрытие:</p> <p>Х.тв.50 по т/п ЦЗЛ.</p>	-
065	<p>Контрольная:</p> <p>Произвести входной контроль после покрытия.</p>	Плита контрольная ГОСТ 10905-86
070	<p>Суперфинишная:</p> <p>Суперфинишировать поверхность $\varnothing 45f9_{-0,087}^{(-0,025)}$ Ra 0,63 на длину 203 (тех.).</p>	Суперфинишный станок модели 3871Б
075	<p>Контрольная:</p> <p>Произвести окончательный контроль параметров согласно техпроцессу и чертежу.</p>	Плита контрольная ГОСТ 10905-86

2.1.7. Выбор технологических баз

005 Фрезерно-центровальная

Заготовка базируется в приспособлении с самоцентрирующими призмами с упором в плоскость торца.

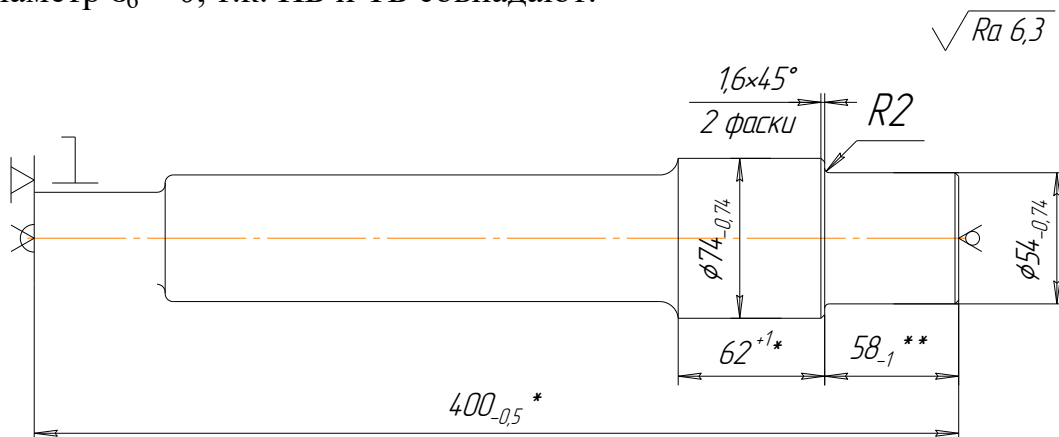
Так как размер $406_{-0,5}$ получается при настройке станка, то погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0$. Погрешность базирования для правого и левого центровых отверстий – $\varepsilon_6 = 0$.



* Размер для справок

010 Токарная с ЧПУ

Заготовка базируется по центровым отверстиям на плавающий передний и неподвижный задний центры. Погрешность базирования на выполняемый диаметр $\varepsilon_6 = 0$, т.к. ИБ и ТБ совпадают.

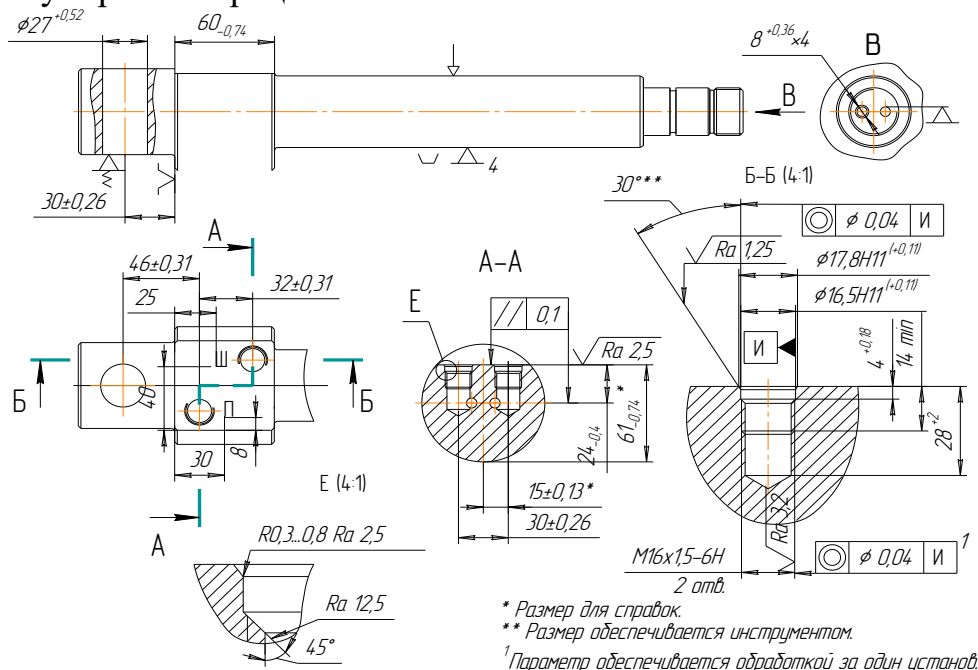


* Размер для справок

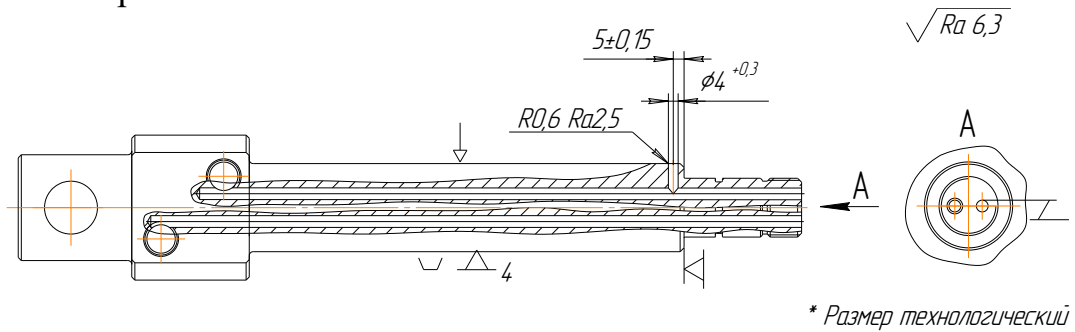
** Размер технологический

025 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ

Заготовка базируется по наружной цилиндрической поверхности в призмах с упором в торец.

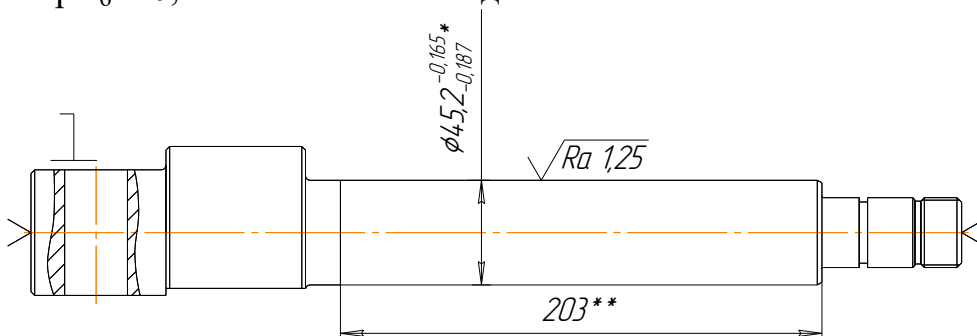


030 Сверлильная



050 Шлифовальная

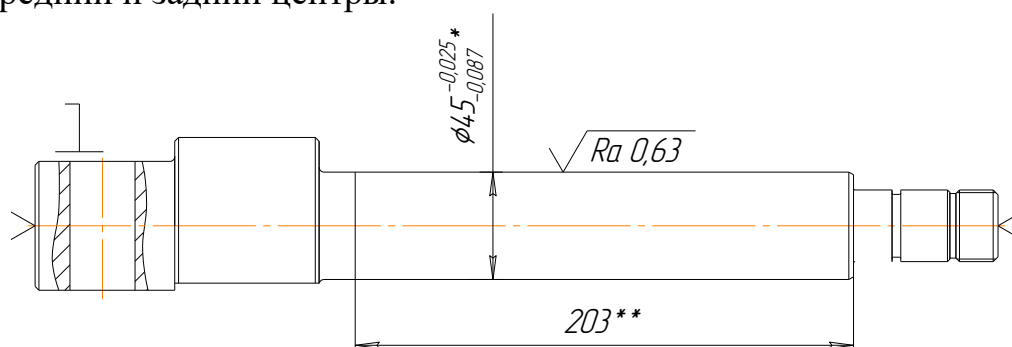
Заготовка базируется по центровым отверстиям на неподвижные передний и задний центры. Погрешность базирования на выполняемый диаметр $\epsilon_6 = 0$, т.к. ИБ и ТБ совпадают.



* Размер для справок
 ** Размер технологический

070 Суперфинишная

Заготовка базируется по центровым отверстиям на неподвижные передний и задний центры.



* Размер для справок

** Размер технологический
после покрытия: Хр. 50тв.

2.1.8 Выбор средств технологического оснащения

Фрезерно-центровальный полуавтомат модель МР – 73

Диаметр обрабатываемой заготовки, мм;	25 – 175
Длина обрабатываемой заготовки, мм;	500 – 1300
Число скоростей шпинделя фрезы	6
Пределы частот вращения шпинделя фрезы, об/мин;	125 – 712
Наибольший ход головки фрезы, мм;	220
Пределы рабочих подач фрезы (бесступенчатое регулирование), мм/мин;	20–400
Число скоростей сверлильного шпинделя	8
Пределы частот вращения сверлильного шпинделя, об/мин;	238 – 1125
Ход сверлильной головки, мм;	75
Пределы рабочих подач сверлильной головки (бесступенчатое регулирование), мм/мин;	20 – 300
Продолжительность холостых ходов, мин;	0,3
Мощность электродвигателя фрезерной головки, кВт;	7,5/10
Мощность электродвигателя сверлильной головки, кВт;	2,2/3
Габаритные размеры, мм:	
Длина	3140
Ширина	1630

Токарный станок с ЧПУ модель 16K20Ф3

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки:	
Над станиной, мм;	400
Над суппортом, мм;	220
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм;	1000
Отверстие в шпинделе, мм;	53
частота вращения шпинделя, об/мин;	12,5...2000
число скоростей шпинделя;	22
наибольшее перемещение суппорта:	
продольное;	900
поперечное;	250
подача суппорта мм/об (мм/мин):	
продольная;	3...1200
поперечная;	1,5...600
число ступеней подач – бесступенчатое регулирование;	
скорость быстрого перемещения суппорта мм/мин:	
продольного;	4800
поперечного;	2400
мощность электродвигателя главного привода, кВт;	10
габаритные размеры мм:	
длина;	3360
ширина;	1710
высота;	1750
масса, кг.	4000

Станок для глубокого сверления УТВ1600Н/CNC

Рабочие перемещения:	
Ось X:	1600
Ось Y:	1000
Ось Z:	1600
Ось W:	800
Размеры стола, мм;	1800×1400
Нагрузка на стол, кг	10000
Вращение стола, град;	±360
Диаметр сверления, мм;	6...40
Диаметр нарезаемой резьбы;	M40
Производительность фрезерования, см ³ /мин;	120
Частота вращения шпинделя, 1/мин;	0...400
Габаритные размеры станка:	
Высота, мм;	2700

Масса с системой ЧПУ, кг;	8500
Система ЧПУ:	Heidenhain
Мощность привода:	
Шпиндель (работа в течение 30 мин), кВт;	15
Подача, кВт;	X,Y,Z: 5
Насос подачи СОЖ: 80 бар / 90 л/мин, кВт;	7,5
Подъемный насос: 400 л/мин, кВт;	0,85
Потребляемая мощность, кВт.	41

Фрезерный обрабатывающий центр модели MIKRON VCE1600Pro

Рабочий диапазон:	
Продольная ось X, мм	1600
Поперечная ось Y, мм	900
Вертикальная ось Z, мм	800
Рабочий шпиндель:	
Тип привода	Зубчатый ремень
Максимальное число оборотов до, мин ⁻¹	14000
Мощность шпинделя при 100% ED/ S1, кВт	12
Вращающий момент шпинделя 100% ED/ S1, Нм	139
Крепление инструмента	ISO 40
Приводы подачи:	
Скорость в режиме ускоренного хода по X, Y, м/мин	24
Скорость в режиме ускоренного хода по Z, м/мин	20
Устройство смены инструментов:	
Инструментальные ячейки, количество	30
Тип устройства смены инструментов	Боковой монтаж
Рабочий стол:	
Площадь стола, мм x мм	1700 × 850
Максимальная нагрузка на стол, кг	2000
Количество Т-образных пазов	7
Расстояние между Т-образными пазами, мм	100
Размер Т-образного паза, мм	18 ^{+0,027} _{+0,007}
Охлаждение:	
Ёмкость резервуара СОЖ, л	540
Система управления:	
Тип	Heidenhain iTNC 530

Станок радиально-сверлильный облегченный 2Л53У

Основные параметры станка:	
Класс точности станка	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	35
Диапазон нарезаемой резьбы в стали 45, мм:	

Расстояние от оси шпинделя:	
до направляющей колонны (вылет шпинделя), мм	290...1000
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	710
Наименьшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	1120
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	15...630
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне (установочное), мм	-
Наибольшее вертикальное перемещение стола по колонне, мм	340
Диаметр колонны, мм:	
Угол поворота рукава вокруг колонны, град	330°
Размер поверхности плиты (ширина длина), мм	800×1500
Подъёмный стол	
Размер поверхности стола (ширина длина), мм	450 × 800
Угол поворота стола вокруг колонны, град	360°
Угол поворота стола вокруг горизонтальной оси, град	-80°, + 90°
Цена деления шкалы поворота стола вокруг горизонтальной оси, град	1°
Скорость перемещения стола по колонне, мм/мин	314
Шпиндель:	
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя (ход шпинделя), мм	325
Обозначение конца шпинделя по ГОСТ 24644-81	Морзе 4
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	35,5...1400
Количество скоростей шпинделя прямого вращения	8
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/об	0,1...1,1
Число ступеней рабочих подач	6
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1
Перемещение шпинделя на оборот лимба, мм	94,2
Наибольший допустимый крутящий момент, Н·м	180
Наибольшее усилие подачи, кН	8
Зажим вращения колонны	Ручной
Зажим рукава на колонне	Ручной
Зажим сверлильной головки на рукаве	Ручной
Противовес шпинделя	Пружинный
Электрооборудование. Привод:	
Количество электродвигателей на станке	3
Электродвигатель привода главного движения, кВт	2,2
Электродвигатель привода перемещения стола, кВт	0,56
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,125
Суммарная мощность установленных электродвигателей, кВт	2,885
Габариты и масса станка:	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	1850 × 800 × 2430
Масса станка, кг	2100

Круглошлифовальный станок RSM 1500 B CNC (Fagor)

Рабочая зона:	
Высота центров, мм	180
Длина заготовки (макс.), мм	1500
Масса заготовки (макс.), кг	150
Длина шлифования, мм	1500
Диаметр шлифования, мм	320
Технологический ход, ось X, мм	360
Технологический ход, ось Z, мм	1600
Диаметр внутреннего шлифования, мм	30 – 100
Глубина внутреннего шлифования, мм	125
Подача стола, бесступенчато, м/мин	0,1 – 4
Диапазон поворота стола, (макс.), град.	R = 6° / L = 3°
Ход верхних салазок (макс.), мм	200
Передняя бабка:	
Частота вращения рабочего шпинделя, бесступенчато, об/мин	25 – 220
Диапазон поворота бабки заготовки (пр./л.)	45°
конус раб. шпинделя	
конус шпинделя обрабатываемой детали	МК 4 / МТ 4
Шлифовальная бабка	
частота вращ. шлифов. шпинделя, об/мин	1670
частота вращ. внутр. шлифов. шпинделя, об/мин	10000
диапазон поворота шлифов. Шпиндельной бабки (пр./л.)	30 °
Задняя бабка	
конус задней бабки	МК 4
Мощность	
мощность двигателя раб. шпинделя	1,5 кВт
мощность двигателя наружного шлиф.	5,5 кВт
мощность двигателя внутр. шлифования	1,1 кВт
мощность двигателя привода, ось X	1,8 кВт
мощность двигателя привода, ось Z	2,9 кВт
общая потребляемая мощность	15 кВА
Размеры и масса	
размер шлифов. диска, мм	400× 50×203
Габариты, мм	8000× 2500× 2660
Масса, кг	6000

Суперфинишный станок для обработки в центрах модель 3871Б

Максимальные размеры изделия, мм:	
Диаметр, мм;	280
Длина, мм;	710
Рекомендуемые диаметры обработки, мм;	20-140
Высота центров над направляющими, мм;	200
Число инструментальных головок	1
Угол поворота инструментальной головки, град;	±15
Число колебаний бруска в дв. ход/мин;	500-2000
Ход бруска, мм;	3
Величина продольного перемещения бруска, мм;	9-400
Скорость продольной подачи бруска, мм;	0,008-0,05
Частота вращения шпинделя на черновом режиме, об/мин;	30,40,52,70,90,120
Увеличение частоты вращения шпинделя при переходе с чернового режима на чистовой	4; 8
Усилие прижима бруска, Н;	0-100
Суммарная мощность электродвигателя, кВт;	6,78
Габаритные размеры, мм:	
Длина	3120
Ширина	1460
Высота	1900
Масса, кг.	3,8

005. Фрезерно-центровальная ИОТ № 6 СОЖ Аквол-6 (5%)
ТУ 38 101875-82 [19].

Тиски при станке центровые 7200-0214;

Фреза Ø80мм АДКТ 1505 АДР-НМ IC910 (торцовая с пластинами из
твердого сплава);

Фреза Ø80мм «лев» АДКТ 1505 АДР-НМ IC910 (торцовая с пластинами из
твердого сплава);

Сверло Ø3,15 Тип А ГОСТ 14952-75 P6M5;

Патрон специальный;

Оправка ГОСТ 21221-78 – 2 шт.

Штангенциркуль ШЦ-III 500-0,1 ГОСТ 166-89;

Шаблон 60°×4,0 СТП 406-4306-75;

Очки О защитные ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

010. Токарная с ЧПУ ИОТ № 151 СОЖ Укринол-1 (5%)
ТУ 38 101197-82 [19].

Резец 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80;

Патрон поводковый с утопающим центром ГОСТ 24351-80;

Центр вращающийся А-1-5-Н ГОСТ 8742-75;

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

Шаблон 5 СТП406-4340-75;

Шаблон R2 СТП406-4325-75;

Очки О защитные ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

015. Токарная с ЧПУ ИОТ № 151 СОЖ Укринол-1(5%)
ТУ 38 101197-82 [19].

Резец 2103-0711 ГОСТ 20872-80;

Резец 2120-0503 ГОСТ 18874-73

Резец 2103-0713 ГОСТ 20872-80

Резец канавочный специальный

Резец резьбовой специальный

Поводковый центр Тип А ГОСТ 18257-82;

Центр вращающийся А-1-5-Н ГОСТ 8742-75;

Штангенциркуль ШЦ-III 500-0,1 ГОСТ 166-89;

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

Микрометр МК 75-1 ГОСТ 6507-78;

Шаблон 5 СТП406-4343-79;

Шаблон 5 СТП406-4340-75;

Скоба 26,3h9 СТП406-4318-84;

Кольцо 8211 – 0111 6g ГОСТ 17763 – 72;

Кольцо 8211 – 1111 6g ГОСТ 17764 – 72;

Очки О ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

020 Сверлильная ИОТ № 5 СОЖ МР-3 ТУ 38 УССР 2-01-254-83 [19].

Приспособление специальное;

Сверло ружейное для обработки глубоких отверстий с твердосплавной рабочей частью Ø6;

Втулка приводная;

Пробка 6Н14 СТП 406 – 4307 – 82;

Глубиномер;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

025 Фрезерно-сверлильная ИОТ № 151 СОЖ Укринол-1 (3%-5%)
ТУ 38 101197-82 [19]

Фреза Ø80мм АДКТ 1505 АDR-НМ IC910 (торцовая с пластинами из твердого сплава);

Втулка 50-4-65 ОСТ 2 12-8-84;

Сверло центровое 2301-0398 ГОСТ 2092-77;
Втулка 50-1 ОСТ П 12-7-84;
Сверло 2101-3479 ГОСТ 12121-77;
Втулка 50-2 ОСТ П 12-7-84;
Зенкер насадной из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком
ГОСТ 12489-71;
Оправка для насадных зенкеров 6230-0336 ГОСТ 13044-85;
Втулка 50-3 ОСТ П 12-7-84;
Сверло специальное $\varnothing 12$; $\varnothing 22,4$;
Втулка 50-2 ОСТ П 12-7-84;
Зенкер $\varnothing 24,75 < 60^\circ$;
Втулка 50-2 ОСТ П 12-7-84;
Развертка $\varnothing 25 < 60^\circ$;
Втулка 50-2 ОСТ П 12-7-84;
Фреза резьбовая гребенчатая с коническим хвостовиком 2672-0172 6Н
ГОСТ 1336-77;
Фреза концевая $\varnothing 8$ ГОСТ 17025-71;
Втулка 50-2-60 ОСТ П 12-8-84;
Патрон цанговый 2-50-2-90 ГОСТ 26539-85;
Фреза гравировальная 3-х гранная специальная;
Приспособление специальное с пневмоприводом;
Пробка 8221-0054-6Н ГОСТ 17756-72;
Шаблон 10 $< 30^\circ$ СТП406-4343-79;
Пробка ПР; НЕ 25Н9 СТП406-4307-82;
Пробка ПР; НЕ 12Н14 СТП406-4307-82;
Пробка ПР; НЕ 27Н14 СТП406-4307-82;
Калибр соосности спец.
Штангенциркуль ШЦ-I 125-0,1 ГОСТ 166-89;
Штангенциркуль ШЦ-II 250-0,1 ГОСТ 166-89;
Очки О ГОСТ 12.4.013-85;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

030 Сверлильная ИОТ № 5 СОЖ МР-3 ТУ 38 УССР 2-01-254-83

Патрон цанговый 2-50-2-90 ГОСТ 26539-85;

Сверло 2300-0027 ГОСТ 886-77

Сверло 2300-6994 ГОСТ 886-77

Пробка ПР; НЕ 4Н12 СТП406-4307-82;

Пробка ПР; НЕ 8Н12 СТП406-4307-82;

035 Слесарная ИОТ № 410

На верстаке удалить заусенцы и притупить острые кромки после фрезерования плоскости.

На знаках «П» и «Ш» опилить подъём металла от фрезерования.

Калибровать резьбу М16×1,5-6Н;

ПР. Шабер и слесарный инструмент.

Для контроля заусенцев в канале - эндоскоп ЭЛЖ 1 ТУ 25-06.1938

040 Промывка.

045 Электрохимическая.

050 Шлифовальная ИОТ №276-06 Аквол-11(5%) ТУ 38 101932-83 [19].

Шлифовальный круг ПП 600×100×80 25А К5 СМ4 ГОСТ 2424-83;

Патрон 7100-0008

Центр 7032-0029

Микрометр МК 50-0,01 ГОСТ 6507-80;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

055 Контрольная ИОТ № 238.

Контролировать параметры согласно чертежу и техпроцессу перед покрытием.

060 Покрытие: Х50тв. согласно техпроцессу бюро покрытий.

065 Контрольная ИОТ № 238.

Произвести входной контроль после покрытия.

070 Суперфинишная ИОТ № 276 СОЖ РЖ-8 ТУ38 101883-83 [19]

Брусочок БП 20×18×50×15 ЛКВ 80/63 100 М1 ГОСТ 2456-82 2 шт.;

Головка СФГ-100

Хомутик поводковый ГОСТ 2578-70;

Центр Тип А ГОСТ 8742-75;

Микрометр МК 50-0,01 ГОСТ 6507-80;

Тара 505-190;

Кран-укосина - 0,5 т.

075 Контрольная ИОТ № 238.

Произвести окончательный контроль размеров.

2.1.9. Расчет припусков под обработку

Расчет припусков производится по методике, изложенной в [6].

Припуск – это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. Любая заготовка, предназначенная для механической обработки, изготавливается с припуском на размеры готовой детали. В величину припуска, снимаемого при первых, черновых операциях, входит также дефектный слой. Дефектный слой включает в себя выпуклости, вмятины, раковины, трещины, погрешности формы и размеров заготовки. У штамповок дефектный слой от 0,5 до 1,5 мм. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. Этот метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам (промежуточные припуски).

По заданию необходимо рассчитать припуск расчетно-аналитическим методом на одну наиболее точную поверхность.

Расчет припусков аналитическим методом:

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле 7.8 [6, с. 50]:

$$2 \cdot Z_{\text{min}} = 2 \cdot (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}}) + \delta_{i-1},$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

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

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

T_{i-1} – допуск на промежуточный размер на предыдущем переходе.

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы.

Последовательность расчета для наружной поверхности следующая:

1. Записать технологические переходы в принятой последовательности.
2. По данным справочника [9] найти значения RZ , h , $\Delta\Sigma$, ε и допуска.
3. Определить Z_{\min} .
4. Записать для конечного перехода наименьший предельный размер по чертежу детали.
5. Для предшествующего перехода определить расчетный размер путем прибавления к нему Z_{\min} .
6. Записать минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением расчетных размеров до знака допуска.
7. Определить максимальные предельные размеры путем прибавления допуска.
8. Определить Z_{\max} , как разность максимальных размеров, и Z_{\min} , как разность минимальных размеров.
9. Определить общий максимальный и общий минимальный припуск.
10. Проверить правильность расчета согласно правилу: разность припусков на выполняемом переходе равна разности допусков на предыдущем и выполняемом переходе.

Рассчитываем операционные припуски и размеры на обработку

$$\varnothing 45_{-0,087}^{-0,025} \text{ мм.}$$

1) Записываем в первой колонке все переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, шлифование предварительное, шлифование чистовое;

2) Определяем $\Delta\Sigma$, R_z , h .

$$\Delta\Sigma = \sqrt{\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{\Sigma_c}^2},$$

где Δ_{Σ_k} – общее отклонение оси от прямолинейности,

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot l,$$

где Δ_k – кривизна поволоков типа валов после правки, $\Delta_k = 0,10$ мкм [6];

l – длина участка детали, который имеет максимальное отклонение от прямолинейности.

Для установки детали в центрах:

$$l = L/2,$$

где L – длина детали, мм.

$$l = 410/2 = 205 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\Sigma k} = 0,10 \cdot 205 = 20,5 \text{ мкм.}$$

$\Delta_{\text{ц}}$ – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования;

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot T,$$

где T – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центровании, мм. $T = 2000$ мкм.

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot 2000 = 500 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{20,5^2 + 500^2} = 500,4 \text{ мкм.}$$

Величину Δ_{Σ} на следующие переходы определяем с учетом коэффициента уточнения K_y [6]:

$K_y = 0,06$ – для чернового точения;

$K_y = 0,05$ – для чистового точения;

$\Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 500,4 = 30$ мкм – для чернового точения;

$\Delta_{\Sigma} = 0,05 \cdot 500,4 = 25$ мкм – для чистового точения;

$\varepsilon = 0$ – при обработке детали в центрах.

Величины R_z и h для штамповки находим по табл. 11 [9, с. 184]. Для последующей механической обработки R_z и h определяем по табл. 19 [9, с. 189]:

$R_z = 240$ мкм, $h = 250$ мкм – для штамповки;

$R_z = 25$ мкм, $h = 50$ мкм – для чернового точения;

$R_z = 12,5$ мкм, $h = 25$ мкм – для чистового точения;

$R_z = 6,3$ мкм, $h = 20$ мкм – для предварительного шлифования;

$R_z=3,2$ мкм, $h=15$ мкм – для чистового шлифования.

3) Находим Z_{\min}

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (240 + 250 + 500,4) = 950,4$ мкм – для чернового точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (25 + 50 + 30) = 210$ мкм – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (12,5 + 25 + 25) = 125$ мкм – для предварительного шлифования;

$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (6,3 + 20) = 52,6$ мкм – для чистового шлифования.

За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $45 - 0,087 = 44,913$ мм.

4) Определяем наименьший предельный размер для каждого перехода:

$d_{\min} = 44,913$ мм – минимальный предельный размер для чистового шлифования;

$d_{\min} = 44,913 + 0,0526 = 44,9656$ мм – минимальный предельный размер для предварительного шлифования;

$d_{\min} = 44,9656 + 0,125 = 45,0906$ мм – минимальный предельный размер для чистового точения;

$d_{\min} = 45,0906 + 0,210 = 45,3006$ мм – минимальный предельный размер для чернового точения;

$d_{\min} = 45,3006 + 0,9504 = 46,251$ мм – минимальный предельный размер для заготовки.

5) Округляем принятые размеры до знака допуска:

$d_{\min} = 44,913$ мм – округленный размер для чистового шлифования по 9-ому качеству;

$d_{\min} = 44,966$ мм – округленный размер для предварительного шлифования;

$d_{\min} = 45,1$ мм – округленный размер для чистового точения по 10-ому качеству;

$d_{\min} = 45,30$ мм – округленный размер для чернового точения;

$d_{\min} = 46,3$ мм – округленный размер заготовки.

6) Определяем максимальные предельные размеры:

$d_{\max}=45-0,025=44,975$ мм – максимальный предельный размер после чистового шлифования;

$d_{\max}=44,966+0,022=44,988$ мм – максимальный предельный размер после предварительного шлифования;

$d_{\max}=45,1+0,100=45,2$ мм – максимальный предельный размер после чистового точения;

$d_{\max}=45,3+0,620=45,920$ мм – максимальный предельный размер после чернового точения;

$d_{\max}=46,3+2,0=48,3$ мм – максимальный предельный размер заготовки.

7) Определяем $2 \cdot Z_{\min}$ и $2 \cdot Z_{\max}$:

$2 \cdot Z_{\min}=44,966-44,913=53$ мкм – для чистового шлифования;

$2 \cdot Z_{\min}=45,1-44,966=134$ мкм – для предварительного шлифования;

$2 \cdot Z_{\min}=45,3-45,1=200$ мкм – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\min}=46,3-45,3=1000$ мкм – для чернового точения;

$2 \cdot Z_{\max}=44,988-44,975=13$ мкм – для чистового шлифования;

$2 \cdot Z_{\max}=45,20-44,988=212$ мкм – для предварительного шлифования;

$2 \cdot Z_{\max}=45,92-45,20=720$ мкм – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\max}=48,3-45,920=2380$ мкм – для чернового точения.

8) Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$2 \cdot Z_{\min \text{ общ}}=53+134+200+1000=1387$ мкм;

$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}}=13+212+720+2380=3325$ мкм;

9) Проверка правильности расчета:

$3325-1387=2000-62=1938$ мкм.

Размер на чертеже заготовки:

$\text{Øзаг.} = (d_{\max} + d_{\min}) / 2 = (48,3 + 46,3) / 2 = 47,3$ мм.

Допуск $T_d = 2,0 / 2 = 1,0$ мм.

Размер на чертеже: $\text{Ø}47,3 \pm 1,0$.

Результаты расчета сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Операционные припуски

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Минимальный припуск Z_{\min} , мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	R_z	h	Δ_Σ	σ				min	max	Z_{\min}	Z_{\max}
Штамповка	240	250	500	0	-	46,3	2000	46,3	48,3	-	-
Точение черновое	25	50	30	0	950,4	45,30	620	45,30	45,92	1000	2380
Точение чистовое	12,5	25	25	0	105	45,1	100	45,1	45,2	200	720
Шлифование предварит.	6,3	20	2,5	0	62,5	44,966	25	44,966	44,988	134	212
Шлифование чистовое	3,2	15	2,5	0	26,3	44,913	62	44,913	44,975	13	53

2.1.10. Расчет режимов резания

Одним из главных факторов технологического процесса являются режимы резания. Элементы режимов резания выбираются так, чтобы была достигнута наибольшая производительность труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режимов резания обычно устанавливают в следующем порядке:

Глубина резания t : при черновой (предварительной) обработке назначается по возможности максимальной, равной всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности, размеров и шероховатости обрабатываемой поверхности.

Подача S : при черновой обработке выбирается максимально возможная подача; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания V : рассчитывается по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки.

Сила резания: под силой резания обычно подразумевается ее главная составляющая P_z , определяющая расходуемую на резание мощность N_e и крутящий момент на шпинделе станка.

Расчет режимов резания на оригинальные переходы выполняется аналитическим методом. На остальные переходы режимы резания рассчитываются аналогично, и заносятся в таблицу 2.4.

Операция 005 Фрезерно-центровальная

Переход 1: Фрезеровать торцы в размер $400_{-0,5}$.

Фреза торцевая с пластинами из твердого сплава ADKT 1505 ADR-НМ IC910.

Фреза $D=80$ мм, $z=7$.

- Глубина фрезерования: $t_{\max}=0,5 \cdot (410 - 400) = 2$ мм.

- Подача на зуб: $S_z=0,15$ мм/зуб

- Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

где $T=180$ мин. - период стойкости фрезы.

C_v , q , x , y , u , p , m – коэффициент и показатели степени;

$C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

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

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

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

где $K_r=1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_v=1,0$ – показатель степени;

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 1,0;$$

$K_{nv}=0,8$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{uv}=1,0$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,8$$

$$V = \frac{332 \cdot 80^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 42^{0,2} \cdot 7^0} \cdot 0,8 = 166 \text{ м/мин.}$$

- Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{шп}}} = \frac{1000 \cdot 166}{\pi \cdot 80} = 660 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{шп}} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{\pi \cdot 80 \cdot 500}{1000} = 125,6 \text{ м/мин.}$$

- Продольная подача: $S_{\text{м}} = S_{\text{z}} \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,15 \cdot 7 \cdot 500 = 525 \text{ мм/мин.}$

- Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n_{\text{ст}}^w} \cdot K_{\text{мп}},$$

где C_p, q, x, y, n, w – коэффициент и показатели степени;

$C_p = 825; q = 1,3; x = 1,0; y = 0,75; n = 1,1; w = 0,2;$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где $n = 0,3;$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,3} = 1,0$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 42^{1,1} \cdot 7}{80^{1,3} \cdot 500^{0,2}} \cdot 1,0 = 3497 \text{ Н.}$$

- Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3497 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 7,15 \text{ кВт. – Проверка на достаточность привода}$$

станка:

$$N_{\text{шп}} > N_e,$$

где $N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta_{\text{ст}}$ - мощность привода станка;

$N_{\text{ст}} = 11 \text{ кВт}$ – мощность станка;

$\eta = 0,9$ – КПД привода станка;

$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт} > 7,15 \text{ кВт}$.

- Основное время:

$$T_0 = \frac{l_0 + l_1}{S_M} \cdot i,$$

где $i = 1$ – число проходов;

l_0 – длина фрезеруемой поверхности: $l_{01} = 100 \text{ мм}$;

$l_1 = 28 \text{ мм}$ – длина врезания и перебега фрезы

$$T_{01} = \frac{100 + 28}{525} \cdot 1 = 0,24 \text{ мин}$$

Переход 2

Сверлить центровое отверстие А 3,15.

Инструмент: сверло центровое. Материал режущей части Р6М5.

- Глубина резания: $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 12,5 = 6,25 \text{ мм}$.

- Подача: $S = 0,05 \text{ мм/об}$,

- Скорость резания: $V_{\text{табл.}} = 26 \text{ м/мин}$

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_{\text{Mv}} \cdot K_{\text{lv}} \cdot K_{\text{uv}},$$

где K_{Mv} – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_{lv} - коэффициент учитывающий глубину сверления;

K_{uv} - коэффициент учитывающий марку инструмента.

$$V = 26 \cdot 0,75 \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 27,3 \text{ м/мин.}$$

- Частота вращения шпинделя, определяем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 27,3}{3,14 \cdot 12,5} = 695,5 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения станка $n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин}$.

- Действительная скорость резания, определяем по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000},$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 12,5 \cdot 800}{1000} = 31,4 \text{ м/мин.}$$

- Мощность резания:

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

$$N_e = \frac{15,8 \cdot 800}{9750} = 1,3 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{\text{штп}} > N_e,$$

$$N_{\text{штп}} = 5,5 \cdot 0,9 = 4,95 \text{ кВт} > 1,3 \text{ кВт.}$$

- Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i,$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки,

$l_1 = 2 \text{ мм}$ – величина врезания;

$$L = 9 + 2 = 11 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{11}{800 \cdot 0,05} \cdot 1 = 0,275 \text{ мин}$$

Операция 010 Токарная с ЧПУ

Точить наружную поверхность $\varnothing 74 \text{ h}14$ на длину 120 ± 1 .

Количество проходов – 2. Материал режущей части Т15К6.

1. Глубина резания: $t_{\text{max}} = 0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (81 - 74) = 7 \text{ мм}$.

2. Подача: $S = 0,6 \dots 1,2 \text{ мм/об}$; $S = 0,6 \text{ мм/об}$:

3. Скорость резания:

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

где $T = 45 \text{ мин}$. – период стойкости инструмента

C_v, x, y, m – коэффициент и показатели степени;

$$C_v = 350; x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2$$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

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

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

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

где $K_{\Gamma} = 0,95$ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_v = 1,0$ - показатель степени

$$K_{mv} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1,0} = 0,95,$$

$K_{nv} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{uv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$$K_v = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,76;$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,76 = 123,1 \text{ м/мин.}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 123,1}{\pi \cdot 100} = 392 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст.} = 450 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000}.$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 450}{1000} = 141,4 \text{ м/мин.}$$

5. Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степени;

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

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n,$$

где $n = 0,75$

$$K_p = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_{fp} = 0,89; K_{yp} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$K_p = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,89$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,5^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,4^{-0,15} \cdot 0,89 = 3032 \text{ Н.}$$

6. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{3032 \cdot 141,4}{1020 \cdot 60} = 7 \text{ кВт}$$

7. Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} > N_e,$$

где $N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta_{ст}$ – мощность привода станка;

$$N_{ст} = 10 \text{ кВт} – \text{мощность станка};$$

$$\eta = 0,75 – \text{КПД привода станка};$$

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт} > 7 \text{ кВт.}$$

8. Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i,$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки;

$l_1 = 4$ мм – величина врезания.

$$L = 120 + 4 = 124 \text{ мм};$$

i – число проходов;

$$T_o = \frac{124}{450 \cdot 0,6} \cdot 2 = 0,92 \text{ мин.}$$

Операция 025 Фрезерно-сверлильная.

Сверлить 2 отверстия Ø22Н15, на проход.

Материал режущей части Р6М5.

1. Глубина резания:

$$t = 0,5 \cdot D,$$

$$t = 0,5 \cdot 22 = 11 \text{ мм.}$$

2. Подача:

$$S = 0,27 \div 0,32 \text{ мм/об}$$

Принимаем $S = 0,2$ мм/об.

3. Скорость резания:

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

$$C_v = 7,0; q = 0,40; y = 0,70; m = 0,20;$$

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

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{LV},$$

где $K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал.

$$K_r = 1,0; n_v = 0,9.$$

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1;$$

$K_{nv} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал;

$K_{lv} = 0,75$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,75.$$

$$V = \frac{7 \cdot 22^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,75 = 25,5 \text{ м/мин};$$

$$n_{св.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n_{св.} = \frac{1000 \cdot 25,5}{3,14 \cdot 22} = 369 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{ст} = 400$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{n_{cm} \cdot \pi \cdot D}{1000};$$

$$V_{\phi} = \frac{400 \cdot 3,14 \cdot 22}{1000} = 27,6 \text{ м/мин.}$$

4. Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где $C_m = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$.

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{mp},$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где $n = 0,75$

$$K_{mp} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1 \text{ следовательно, } K_p = 1.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 22^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 46,1 \text{ Н·м.}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 22^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 4,8 \text{ Н.}$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{см}}{9750},$$

$$N_e = \frac{46,1 \cdot 400}{9750} = 1,89 \text{ кВт} < N_{ст} = 7,5 \text{ кВт.}$$

6. Основное время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S} \cdot i,$$

где $i = 1$ – число проходов инструмента;

$$L_{p.x.} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер};$$

$$L_{p.x.} = 100 + 8 = 108 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{108}{400 \cdot 0,2} \cdot 1 = 1,35 \text{ мин.}$$

Для 2-х отверстий: $T_o = 1,35 \cdot 2 = 2,7 \text{ мин.}$

Операция 025 Фрезерно-сверлильная

Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 27H14$ на проход.

Материал режущей части P6M5.

1. Глубина резания:

$$t = 3,9 \text{ мм.}$$

2. Подача:

$$S = 0,9 \div 1,2 \text{ мм/об.}$$

Принимаем $S = 0,9 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

$$C_v = 16,3; q = 0,3; x = 0,2; y = 0,5; m = 0,3.$$

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

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

где $K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент на обрабатываемый материал.

$$K_r = 1,0; n_v = 0,9.$$

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1;$$

$K_{IV} = 1$ – коэффициент на инструментальный материал;

$K_{IV} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину зенкерования.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 27^{0,3}}{50^{0,3} \cdot 3,9^{0,2} \cdot 0,9^{0,5}} \cdot 1 = 10,9 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{зен.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

$$n_{\text{зен.}} = \frac{1000 \cdot 10,9}{3,14 \cdot 27} = 128,6 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 100$ об/мин.

$$V_{\text{ф.}} = \frac{n_{\text{ст}} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{100 \cdot 3,14 \cdot 27}{1000} = 11 \text{ м/мин.}$$

4. Крутящий момент:

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

где $C_m = 0,09$; $q = 1$; $x = 0,9$; $y = 0,8$.

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением:

$$K_p = K_{\text{мп}}$$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где $n = 075$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{750}{750} \right)^{0,75} = 1, \text{ следовательно, } K_p = 1.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 27^1 \cdot 3,9^{0,9} \cdot 0,9^{0,8} \cdot 1 = 76 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

5. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750};$$

$$N_e = \frac{76 \cdot 130}{9750} = 1,0 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 7,5 \text{ кВт}.$$

6. Основное время:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S} \cdot i,$$

где $i = 1$ – число проходов инструмента;

$$L_{\text{р.х.}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}};$$

$$L_{\text{р.х.}} = 54 + 6 = 60 \text{ мм};$$

$$T_o = \frac{60}{130 \cdot 0,9} \cdot 1 = 0,5 \text{ мин}.$$

Для 2-х отверстий: $T_o = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ мин}.$

Операция 050. Шлифовальная.

Шлифовать поверхность $\varnothing 45_{-0,177}^{-0,165}$ длиной 207 мм.

Расчёт режимов на данном переходе производим аналитическим методом.

Выбор инструмента:

Шлифование ведём периферией круга с продольной подачей.

Шлифовальный круг ПП 400×127×60 25А 40 СМ4 К5 ГОСТ 2424-83.

Выбор режимов:

Рекомендуемая скорость круга $V_K = 30 \dots 35 \text{ м/с}.$

$$V_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60},$$

где D_K – диаметр шлифовального круга;

n_K – частота вращения шлифовального круга станка, $n_K = 1590$ об/мин.

$$V_{K1} = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 33,3 \text{ м/с, что в пределах рекомендуемой величины.}$$

Окружная скорость заготовки: $V_3 = 20 \dots 30$ м/мин.

Определяем частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D};$$

$$n = \frac{1000 \cdot (20 \dots 30)}{\pi \cdot 45} = 141,5 \dots 212,3 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_3 = 150$ об/мин.

Фактическая скорость заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 150}{1000} = 21,2 \text{ м/мин.}$$

Продольная подача:

$$S_{\text{Поп}} = (0,3 \dots 0,7) \cdot B \text{ мм/об;}$$

$$S_{\text{Поп}} = (0,3 \dots 0,7) \cdot 80 = 18 \dots 42 \text{ мм/об.}$$

Принимаем $S_{\text{Поп}} = 30$ мм/об.

Эффективная мощность шлифования:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot S_p^y \cdot d^q \cdot t^x,$$

где b – ширина шлифования;

$$C_N = 1,3, r = 0,75, x = 0,85, y = 0,7.$$

$$N = 1,3 \cdot 21,2^{0,75} \cdot 0,025^{0,85} \cdot 30^{0,7} \cdot 45^0 = 6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности. Условие проверки:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$$

где $N_{\text{ст}} = 7,5$ кВт - мощность привода шлифовальной бабки;

$\eta = 0,9$ – КПД привода шлифовальной бабки.

$$6 \text{ кВт} < 6,75 \text{ кВт.}$$

Определение минутной подачи

Так как подача в станке задаётся в мм/мин определяем минутную подачу:

$$S_{\min} = S \cdot n_3,$$

$$S_{\min} = 30 \cdot 150 = 4500 \text{ мм/мин.}$$

Определение основного времени

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot h}{1000 \cdot V_3 \cdot S \cdot t} \cdot f,$$

где L – длина рабочего хода, мм;

$t = 0,177 / 2 = 0,0885$ – припуск на шлифование.

$$L = 1 + 0,5B, \text{ мм};$$

$$L = 207 + 30 = 237 \text{ мм.}$$

$$S = \frac{S}{n} = \frac{4500}{150} = 30 \text{ мм/мин} - \text{подача на один оборот заготовки.}$$

$f = 1,4$ – коэффициент, учитывающий число проходов без поперечной подачи.

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 350 \cdot 0,0885}{1000 \cdot 21,2 \cdot 30 \cdot 0,025} \cdot 1,4 = 0,26 \text{ мин.}$$

Таблица 2.4 – Режимы резания

№ оп.	Содержание перехода	Режимы резания					Норма времени T_o , мин
		t, мм	S_z , мм/зуб	S, мм/о б	V, м/мин	n, об/мин	
005	Фрезеровать торцы в размер 400 _{-0,5}	4,0	0,15	-	125	400	0,24
	Сверлить центровые отверстия	12,5	-	0,05	31,4	630	0,3
	Точить поверхность Ø74h14, на проход	3,5	-	0,6	123,1	630	0,92
010							

015	Точить фаску < 30° в размер 5	0,85	-	0,15	197	630	0,09
	Точить поверхность Ø48 _{-0,3} , на длину 281 ^{+0,5}	4,5	-	0,8	224,8	630	0,57
	Точить поверхность Ø35 _{-0,3} на длину 59 ^{+0,5}	4,5	-	0,4	307,2	630	0,25
	Точить поверхность Ø45,4h10, выдерживая р-р 60 _{-0,74} ; R2; < 30°	0,3	-	0,8	337,5	630	0,57
	Точить поверхность Ø30f9, выдерживая р-р 60 ^{+0,74} ; R2	0,5	-	0,5	386,3	630	0,2
	Точить поверхность Ø29,92 _{-0,14} п/р М30×2-6g на длину 17,5; 2×45°	0,5	-	0,5	386,3	630	0,25
	Точить канавку (Вид В)	1,85	-	0,4	351	630	0,08
	Точить канавку (Вид Д)	1,5	-	0,4	362,2	630	0,2
	Нарезать резьбу М30×2-6g на длину 17,5	1,73	-	3	60	500	0,18
Сверлить отверстие Ø 6,2 ^{+0,3} на длину 302 ^{+1,3}	3,5	-	0,03	70	2800	3,7	

020	Сверлить отверстие Ø 6,2 ^{+0,3} на длину 332 ^{+1,4}	3,5	-	0,03	70	2800	4,0
025	Фрезеровать 2 плоскости в размеры 60 _{-0,74} предварительно	10	0,10	-	98,9	630	0,84
	Фрезеровать 2 плоскости 60 _{-0,74} окончательно	5	0,15	-	98,9	630	0,42
	Центровать 6 отверстий	5	-	0,1	9,9	630	0,09
	Сверлить 2 отверстия Ø22Н15 на проход	11	-	0,2	27,6	400	2,7
	Зенкеровать 2 отверстия Ø27Н14 на проход	3,9	-	0,9	11	130	0,97
	Сверлить 4 отверстия Ø14,3 ^{+0,2} (п/р М16×1,5) на длину 28 ⁺⁶	7,2	-	0,2	21,4	400	0,43
Зенкеровать 4 отверстия Ø16,3Н11 на длину 4 ^{+0,18} , с образованием угла 60°	1,15	-	0,9	5,12	400	0,1	

	Развернуть 4 отверстия $\varnothing 16,5H11$ на длину $4^{+0,18}$ с образованием угла 60° до $\varnothing 17,8H11$	0,12	0,2	1,2	24,7	315	1,16
	Фрезеровать резьбу $M16 \times 1,5-6H$, на длину 14min	1,3	-	1,5	7,9	250	0,29
	Фрезеровать «П», «Ш» на глубину $0,6^{+0,4}$	0,5	0,05	-	20	450	0,2
030	Сверлить отверстие $\varnothing 4^{+0,3}$	2	-	0,06	20,1	1600	0,016
050	Шлифовать $\varnothing 45^{+0,165}_{-0,177}$ Ra 1,25	0,25	-	0,05	3996	1590	10,01
070	Суперфинишировать поверхность $\varnothing 45^{+0,025}_{-0,087}$ Ra 0,63	0,01	-	-	33	150	2,2

×

3 Результаты проведённого исследования (разработки)

3.1 Конструкторская часть

3.1.1 Проектирование приспособления для фрезерно-сверлильной операции

Описание конструкции приспособления для фрезерно-сверлильной операции.

Приспособление ФЮРА.10А51.049.001.000СБ предназначено для базирования и закрепления штока 2М138И.01.06.030СБ при выполнении операции 025 на обрабатывающем фрезерном центре MIKRON VCE-1600 Pro.

Базирование деталей в данном двухместном приспособлении производится по наружной цилиндрической поверхности в призмах с упором в торец. Деталь ориентируется по двум отверстиям с установкой на низкие цилиндрический и срезанный пальцы.

Для подъёма и транспортирования приспособления предназначено четыре рым-болта поз. 31.

Перенастраиваемое приспособление устанавливается на станочном столе с базированием на центральный паз стола с помощью двух шпонок поз.36. Пазы в опорной плите совмещаются с Т-образными пазами стола и закрепляются 4 болтами.

Основой конструкции приспособления является сварной корпус поз.1.

Деталь устанавливается на две призмы поз. 30, перемещается до касания торца детали с упором поз. 17. В отверстия Ø6 на торце детали устанавливаются цилиндрический поз. 28 и срезанный поз. 29 пальцы пластины поз. 9. Пластина фиксируется от возможного вращения установом поз. 16. Регулируемая опора служит в качестве вспомогательной, для предотвращения изгиба детали под действием сил резания.

Прижимной планкой поз. 10 обрабатываемые штоки прижимаются к призмам, обеспечивая надежное закрепление заготовок.

Данное приспособление оснащено пневмоприводом, состоящим из кранового пневмораспределителя В71-22 поз. 2, фланцевой пневмокамеры двухстороннего действия с тарельчатой диафрагмой поз. 3 и трубопроводов поз. 4, поз. 5. Питание привода осуществляется от линии сжатого воздуха давлением 0,5 МПа.

В корпусе приспособления установлена программная втулка поз. 8 для координатной фиксации приспособления с деталями относительно системы координат станка.

3.1.2 Силовой расчёт приспособления и выбор параметров привода

Усилие подачи и сила зажима одинаково направлены и прижимают заготовку к установочным поверхностям призмы. Возникающая окружная сила резания в начальный момент сверления может сдвинуть деталь в осевом направлении, а при дальнейшем сверлении деталь может проворачиваться вокруг оси и одновременно приподниматься на призме.

Сила зажима определяется по формуле:

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M_{\text{РЕЗ}}}{\left(f_1 + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right) \cdot d},$$

где $M_{\text{РЕЗ}}$ – момент резания, $M_{\text{РЕЗ}} = 25,1$ Н·м;

$k = 1,5$ – коэффициент запаса;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения между контактирующими поверхностями.

$f_1 = f_2 = 0,15$ (для обработанных базирующих поверхностей детали установочных призм),

$\alpha = 120^\circ$ – угол при вершине призмы,

$d = 0,022$ м – диаметр сверла.

$$Q = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 25,1}{\left(0,15 + 0,15 \cdot \sin \frac{120}{2} \right) \cdot 0,022} = 12228,2 \text{ Н}$$

Проверим спроектированное приспособление на достаточность усилия зажима.

Сила зажима на штоке мембранного цилиндра двухстороннего действия:

$$P_3 = 0,2 \cdot (D + d)^2 \cdot p,$$

где D – рабочий диаметр мембраны, мм;

d – наружный диаметр опорной шайбы, мм;

p – давление сжатого воздуха, МПа.

$D = 250$ мм, $d = 175$ мм.

Усилие на штоке пневмокамеры при давлении в пневмосети 0,5 МПа:

$$P_3 = 0,2 \cdot (200 + 175)^2 \cdot 0,5 = 14063 \text{ Н.}$$

Усилия мембранного цилиндра достаточно для зажима заготовки в приспособлении.

3.1.3 Расчёт приспособления на точность

Заготовки устанавливаются на призмы, следовательно, погрешность установки будет составлять:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

Погрешность базирования ε_6 на размер при обработке плоской поверхности или паза:

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right),$$

где TD – допуск на наружный диаметр заготовки,

α – половина угла призмы.

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot 190 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 14,7 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления детали в призме:

$$\varepsilon_3 = \left[\left(K_{Rz} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,6 \cdot l} \right)^n,$$

$K_{Rz} = 0,005$, $R_z = 20$ мкм, $HB = 269$, $K_{HB} = 15$, $C_1 = 0,206$, $Q = 18000$ Н,
 $n = 0,7$.

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,005 \cdot 20 + \frac{15}{269} \right) + 0,206 \right] \cdot \left(\frac{18000}{19,6 \cdot l} \right)^{0,7} = 69,7 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{14,7^2 + 69,7^2} = 71,2 \text{ мкм}$$

Допуск на размер по чертежу равен 1000 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции.

3.2 Организационная часть

3.2.1 Нормирование технологического процесса

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций.

Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

Различают следующие нормы времени:

T_o – основное (машинное) технологическое время, мин, – время, затраченное на резание.

$$T_{шт-к.} = T_{шт.} + T_{п-з},$$

где $T_{шт-к.}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{шт.}$ – норма штучного времени, мин;

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт.} = (T_{ца} + T_v \cdot T_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right),$$

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

T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

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

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

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

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

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

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}},$$

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

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

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

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з. обр.}},$$

где $T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з. обр.}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

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

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

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

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

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

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст.}} + T_{\text{пер.}} + T_{\text{изм.}},$$

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

$T_{\text{пер.}}$ – время, связанное с переходом, мин;

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

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з обр.}},$$

где $T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з обр.}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{\phi\delta.-\dot{e}.} = (t_o + t_{\dot{a}}) \left(1 + \frac{a_{\delta\dot{a}\delta} + a_{i\delta\dot{a}} + a_i}{100} \right) + \frac{T_{i-\zeta}}{n},$$

где t_o – основное технологическое время, мин (см. п. 2.1.10);

$t_{\dot{a}}$ – вспомогательное время, мин;

$a_{\delta\dot{a}\delta}$ – время на техническое обслуживание рабочего места (5 %) от оперативного времени;

$a_{i\delta\dot{a}}$ – время на организационное обслуживание рабочего места (4 %) от оперативного времени;

a_i – время регламентированных перерывов в работе (4 %) от оперативного времени;

$T_{i-\zeta}$ – подготовительно-заключительное время на партию из n изделий, мин.

Результаты нормирования рассчитаны и приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Нормирование технологического процесса

№ оп.	Наименование операций и переходов	Время, мин			
		t_o	$t_{\dot{a}}$	$T_{i-\zeta}$	$T_{\phi\delta.-\dot{e}.}$
005	Фрезерно-центровальная	0,54	1,2	10	1,97
010	Токарная	1,01	1,13	13,45	2,46
015	Токарная	2,30	2,18	19,2	5,07
020	Сверлильная	7,7	0,85	19,76	9,70
025	Фрезерно-сверлильная	7,2	1,42	34,7	9,75
030	Сверлильная	0,016	0,66	10,2	0,93
050	Шлифовальная	10,01	0,31	16,42	11,66
070	Суперфинишная	2,2	1,0	17,0	3,62
	Σ	30,976			

3.2.2 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы N (2625 шт.) определяется по формуле:

$$C_{\delta} = \frac{T_{\text{од. - э.}} \cdot N}{60F_{\bar{\lambda}}},$$

где $T_{\text{од. - э.}}$ – станкоёмкость обработки на данной операции, мин;

$F_{\bar{\lambda}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

Полученное число округляется в сторону увеличения до целого принятого количества оборудования C_{id} и рассчитывается коэффициент загрузки, как отношение расчетного количества станков (стендов) к принятому:

$$K_{\zeta} = \frac{\tilde{N}_{\delta}}{C_{\text{id}}}.$$

Коэффициент загрузки рассчитывается для каждой операции, а затем определяется его средняя величина по всему технологическому процессу.

Результаты расчёта приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	T _{шт-к} , мин	F _д , час	C _р , шт.	C _{пр} , шт.	K _{зо} ,
005	1,97	1970	0,044	1	0,044
010	2,46		0,06	1	0,06
015	5,07		0,11	1	0,11
020	9,70		0,22	1	0,22
025	9,75		0,22	1	0,22
030	0,93		0,02	1	0,02
050	11,66		0,26	1	0,26
070	3,62		0,08	1	0,08
Σ	45,16				

Коэффициент загрузки должен быть в пределах $0,65 \leq K_{\zeta} \leq 1,00$, а средний $K_{\zeta} = 0,75 - 0,95$. Эти условия не выполняются, значит необходимо либо синхронизировать операции, заменив оборудования на более или менее производительное, либо ужесточить режимы обработки, либо догрузить оборудование другими деталями, или провести другие мероприятия, повышающие коэффициент загрузки.

3.2.3 Расчет состава работающих

Определяем численность рабочих по [27]:

$$Ч_{\text{осн.}} = \sum(C_{\text{пi}} \cdot П_{\text{смi}})$$

где $П_{\text{смi}}$ – количество смен работы оборудования на i -й операции/

$$Ч_{\text{осн.}} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 8 \text{ чел.}$$

Число вспомогательных рабочих составляет (18 – 25)% от количества производственных рабочих. Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 2 чел.

Численность инженерно технических работников составляет (11 – 13)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих. Численность инженерно технических работников принимаем равной 2 чел.

Численность служащих – (4 – 5)%; принимаем равной 1 чел.

Численность младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% принимаем равной 1 чел.

Сводная ведомость округленной до целого числа численности персонала работающих в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная ведомость работающих

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	8
Вспомогательные рабочие	2
Инженерно-технические работники	2
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	14

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Затраты, издержки, себестоимость являются важнейшими экономическими категориями. Их уровень во многом определяет величину прибыли и рентабельность предприятия, эффективность его хозяйственной деятельности. Снижение и оптимизация затрат являются одним из основных направлений совершенствования экономической деятельности каждого предприятия.

Целью экономической части работы является расчет себестоимости детали (Шток 2М138И.01.06.030СБ) при заданном объеме производства 2500 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 8,25 кг;

Чистый вес – 5,5 кг;

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Годовой объем выпуска – 2625 шт.

Расчет экономической части производим по методике, изложенной в [28].

4.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов, приспособлений 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.

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum Q_i \cdot C_i, \text{ руб.}$$

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

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

Балансовая стоимость единицы оборудования была позаимствована из сайта Avito.

Расчет сводим в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005	MP-73	150 000	1	150 000
010, 015	16K20Ф3	250 000	1	250 000
020	UTB 1600H/CNC	2 500 000	1	2 500 000
025	MIKRON VCE-1600 Pro	2 200 000	1	2 200 000
030	2Л53У	250 000	1	250 000
050, 070	RSM 1500 B CNC (Fagor)	2 000 000	1	2 000 000
Всего:				7 350 000

4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п. 4.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

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

$$K_{во} = 7\,350\,000 \cdot 0,3 = 2\,205\,000 \text{ руб.}$$

4.1.3 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.)

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

$$K_{ии} = 7\,350\,000 \cdot 0,15 = 1\,102\,500 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

В случае если помещение арендовано:

$$C_{п} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T, \text{ руб.}$$

где $S_{пп}$, $S_{сп}$ – соответственно производственная и складская площадь, м²;

$A_{пп}$, $A_{сп}$ – арендная плата 1 м² за месяц, руб/м²;

T – отчётный период ($T = 12$ мес.)

$$C_{п} = (200 \cdot 200 + 100 \cdot 200) \cdot 12 = 720\,000 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = (N_{м} \cdot C_{м} \cdot N) \cdot T_{обм} / 360 = (8,25 \cdot 460 \cdot 2500) \cdot 30 / 360 = 790\,625 \text{ руб.}$$

где $N_{м}$ – норма расхода материала, кг/ед;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$C_{м}$ – цена материала, $C_{м} = 460$ руб./кг;

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

4.1.6 Стоимость оборотных средств в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = (N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}) / 360 = (2500 \cdot 6 \cdot 4743,8 \cdot 0,9) / 360 = 177\,890,6 \text{ руб.}$$

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

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

$k_{г}$ – коэффициент готовности.

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

$$C' = N_{м} \cdot C_{м} / k_{м} = 8,25 \cdot 460 / 0,8 = 4743,8 \text{ руб.}$$

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

Коэффициент готовности:

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

4.1.7 Стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = (C \cdot N \cdot T_{гп}) / 360 = 4743,8 \cdot 2500 \cdot 30 / 360 = 988\,291,66 \text{ руб.}$$

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

4.1.8 Стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = B_{рп} \cdot T_{дз} / 360 = 681\,921,25 \cdot 15 / 360 = 28\,413,39 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$B_{рп} = C \cdot N \cdot (1+p/100) = 4743,8 \cdot 2500 \cdot (1+15/100) = 13638425 \text{ руб.},$$

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

4.1.9 Сумма денежных оборотных средств

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,1 = 790\,625 \cdot 0,1 = 79\,062,5 \text{ руб.}$$

4.1.10 Сумма капитальных вложений

$$C_{кв} = K_{то} + K_{во} + K_{ии} + C_{п} + K_{пзм} + K_{нзп} + C_{обс} = 7\,350\,000 + 2\,205\,000 + 1\,102\,500 + 720\,000 + 790\,625 + 177\,890,6 + 79\,062,5 = 12\,425\,078,1 \text{ руб.}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

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.

4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot N_m \cdot K_{\text{тзр}} - C_o \cdot N_o) = 2500 \cdot (460 \cdot 5,5 \cdot 1,04 - 6,5 \cdot 2,75)$$

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

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 6,5$ руб/кг;

N_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$N_o = m_z - m_o = 8,25 - 5,5 = 2,75 \text{ кг/шт.}$$

где m_z – масса заготовки, кг; m_o – масса изделия, кг.

Таблица 4.2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
Деталь-представитель	6 578 000	44 687,5	6 533 312,5
Всего:			6 533 312,5

4.2.2 Расчёт заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{зо} = \sum (t_{штi} \cdot C_{часj} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N) / 60, \text{ руб.}$$

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

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

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

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

Таблица 4.3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб.
Фрезеровщик	1,97	2	1	29,65	4745,85
Токарь	7,53	2	1	29,65	18140,24
Оператор станков с ЧПУ	9,7	4	1	33,15	26126,34
Оператор станков с ЧПУ	9,75	4	1	33,15	26261,02
Сверловщик	0,93	2	1	29,65	2240,43
Оператор станков с ЧПУ	15,28	4	1	33,15	41155,73
Фонд заработной платы всех рабочих:					118 669,61

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

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

где α_1 – коэффициент обязательных социальных отчислений.

$$(\alpha_1 = 0,30)$$

α_2 – коэффициент социального страхования по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$)

$$C_{осо} = 118\,669,61 \cdot (0,30 + 0,007) = 36\,431,57 \text{ руб.}$$

4.2.4 Расчёт 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.

4.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$a_{ni} = (1/T_o) \cdot 100\%, \text{ руб.}$$

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

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

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum (C_i \cdot a_{ni}), \text{ руб.}$$

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

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

$$A_{ч} = \sum (C_i \cdot a_{ni}) / (F_d \cdot K_{vri}), \text{ руб.},$$

где K_{vri} – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d = 1970$ час.

Таблица 4.4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	а _{ни} , %	F _{дi} , ч	K _{вpи}	A _{чi} , руб.
005	150 000	8,3	1970	0,044	14 363,17
010	250 000	8,3	1970	0,06	17 554,99
015	250 000	8,3	1970	0,11	9 575,45
020	2 500 000	14,3	1970	0,22	82 487,31
025	2 200 000	33,3	1970	0,22	169 035,53
030	250 000	8,3	1970	0,02	52 664,97
050	2 000 000	14,3	1970	0,26	55 837,56
070	2 000 000	14,3	1970	0,08	181 472,08
Амортизационные отчисления для всех станков					582991,08

4.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, взятых в аренду, включены в стоимость арендной платы.

4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем},$$

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

$$C_p = (7\,350\,000 + 2\,205\,000) \cdot 0,002 + 720\,000 \cdot 0,05 = 55\,110 \text{ руб.}$$

4.2.6 Затраты на вспомогательные материалы, на содержание оборудования

4.2.6.1 Затраты на СОЖ

Определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot Ц_{ох}, \text{ руб.}$$

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

$Ц_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

n – количество станков.

$$C_{сож} = 6 \cdot 2500 \cdot 0,03 \cdot 340 = 153\,000 \text{ руб.}$$

4.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

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

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

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

$\Pi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

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

$C_{\text{возд.}} = (0,7 \cdot 65,5 \cdot 2\,500 \cdot 30,976) / 60 = 59\,177,07 \text{ руб.}$

4.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$C_{\text{чЭ}} = (\sum N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\omega} \cdot \Pi_{\text{Э}}) / \eta$,

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_d = 1970$ часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$K_N = 0,5$;

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

$K_{\text{вр}} = 0,3$;

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

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

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$\Pi_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии. На 2019 год $\Pi_{\text{Э}} = 6,97 \text{ руб.}$

Таблица 4.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$(F_d \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\omega} \cdot \Pi_{\text{Э}}) / \eta$	$C_{\text{чЭ}i}$, руб.
005	10	1	2183,2131	21 832,13
010, 015	10	1	2183,2131	21 832,13
020	41	1	2183,2131	89511,74
025	12	1	2183,2131	26198,56
030	2,9	1	2183,2131	6331,32
050, 070	15	1	2183,2131	32748,20
Σ	90,9	6		198454,07

4.2.8 Затраты на инструмент, приспособления и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали:

($K_{ин1} = K_{ин} \cdot 0,05 = 1\ 102\ 500 \cdot 0,05 = 55\ 125$ руб.) по предприятию установлена приблизительно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

4.2.9 Расчёт заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum C_{змj} \cdot \mathcal{C}_{врj} \cdot 12 \cdot k_{пj} \cdot k_{рj}, \text{ руб.},$$

где $\mathcal{C}_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

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

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

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

$$C_{звр} = 11300 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 458\ 328, \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = 0,26 \cdot C_{звр} = 0,26 \cdot 458\ 328 = 119\ 165,28, \text{ руб.},$$

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

4.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum C_{заупj} \cdot \mathcal{C}_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{пдj}, \text{ руб.},$$

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

$\mathcal{C}_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

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

$$C_{зауп \text{ ИТР}} = 15\ 500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 628\ 680 \text{ руб.}$$

$$C_{зауп \text{ СЛУЖ.}} = 11\ 300 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 229\ 164 \text{ руб.}$$

$$C_{зауп \text{ МОП}} = 11\ 300 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 229\ 164 \text{ руб.}$$

$$C_{зауп} = C_{зауп \text{ ИТР}} + C_{зауп \text{ СЛУЖ.}} + C_{зауп \text{ МОП}} = 1\ 087\ 008 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

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

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

$$C_{оауп} = 1\ 087\ 008 \cdot 0,26 = 282\ 622,08 \text{ руб.}$$

4.2.11. Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7 = 4743,8 \cdot 2500 \cdot 0,7 = 8301650 \text{ руб.},$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (2500 шт.) изделия штока и разработанном технологическом процессе: себестоимость изделия составляет 4743,8 рублей. При её реализации по цене 5000 руб., предполагаемая прибыль составит $(5000 - 4743,8) \cdot 2\,500 = 640\,500$ руб.

Таблица 4.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	4743,8	11 859 500
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	2613,33	6 533 312,5
Заработная плата производственных работников	47,47	118 669,61
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	14,57	36 431,57
Косвенные затраты:		4 186 063,08
Амортизация оборудования	233,20	582 991,08
Арендная плата или амортизация помещений	288	720 000
Отчисления в ремонтный фонд	22,04	55 110
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	84,87	212 177,07
Затраты на силовую электроэнергию	79,38	198 454,07
Износ инструмента	22,05	55 125
Заработная плата вспомогательных рабочих	183,33	458 328
Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих	47,67	119 165,28
Заработная плата административно-управленческого персонала	434,80	1 087 008
Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	113,05	282 622,08
Прочие расходы	166,33	415 082,50

Выводы:

В работе был произведён расчет себестоимости детали (шток 2М138И.01.06.030СБ). Расчёт капитальных вложений в проект, которые составили 12 425 078,1 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), которые составили 11 859 500 рублей в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 4 186 063,08 рублей в год.

5. Социальная ответственность

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

В ходе данного технологического процесса производится механическая обработка штока 2М138И.01.06.030СБ. Материалом детали является Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, масса заготовки – 8,25 кг. Шток изготавливается на токарном, 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 рабочем 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 рабочем 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.

5.2. Описание вредных и опасных факторов

5.2.1. 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 совмещённое 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 освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Физическая величина, характеризующая степень освещения помещения - освещённость E , единица измерения лк (люксы). Нормативное значение освещённости 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 [21, таблица 1]. Фактические значения освещённости в цехе поддерживаются в пределах нормативных.

Произведём расчёт общего искусственного освещения в производственном помещении:

- площадь $S = 72 \text{ м}^2$; длина $A = 12 \text{ м}$; ширина $B = 6 \text{ м}$; 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 – зелёный, коэффициент отражения стены $\rho_c 41 \%$ [21].
- коэффициент отражения потолка (белый) $\rho_{п} 70 \%$;
- коэффициент отражения пола $\rho_{р} 10 \%$;
- 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 [4].

$$\Phi = (E \cdot k \cdot S \cdot Z) / (n \cdot \eta), \text{ где}$$

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$ [21];

Z – коэффициент неравномерности освещения, $z = 1,1$ [21];

n – необходимое количество ламп;

η – коэффициент использования светового потока, зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка ρ_p , стены ρ_c , пола ρ_r , размеров помещения, определяемых индексом помещения i .

$$i = (A \cdot B) / (h \cdot (A+B)) = (12 \cdot 6) / (7,2 \cdot (12+6)) = 0,56.$$

$$\eta = 37 \% \text{ [4, таблица 8].}$$

$n = (E \cdot k \cdot S \cdot Z) / (\Phi \cdot \eta) = (200 \cdot 1,5 \cdot 72 \cdot 1,1) / (13\,500 \cdot 0,37) = 4,76$, принимаем $n = 5$ ламп.

Расстояние между светильниками определяем по коэффициенту затенения λ .

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

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

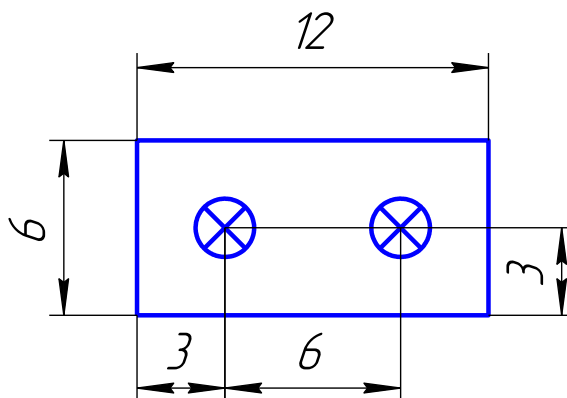
Расстояние от стены до светильника принимается обычно $(0,3 \div 0,5) \cdot L$.

Значит, система освещения на участке будет состоять из двух светильников, расположенных в один ряд, на расстоянии друг от друга 6 м, от стены – 3 м.

Пересчитаем величину светового потока одной лампы.

$$\Phi = (E \cdot k \cdot S \cdot Z) / (n \cdot \eta) = (200 \cdot 1,5 \cdot 72 \cdot 1,1) / (2 \cdot 0,37) = 32108 \text{ лм.}$$

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



5.2.2. 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 [7, 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.

5.2.3. 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 виброскорость, 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.

5.2.4. 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/м³). 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.

5.2.5. 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.

5.2.6. 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 "Санитарноэпидемиологические 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 сопл, 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.

5.2.7. 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.

5.2.8. 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/дм² 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.

5.3. 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.

5.4. 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.

5.5. 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.

5.6. 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.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы произведена работа по изучению и анализу действующего технологического процесса на изготовление штока 2М138И.01.06.030СБ, и разработан новый технологический процесс.

При разработке технологического маршрута были выполнены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- выбор технологических баз;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчёт промежуточных припусков и размеров одной из поверхностей штока;
- расчёт режимов резания.

Оборудование, инструменты и приспособления применены с учётом технической характеристики штока, вида производства, точности, экономичности.

При выполнении данной работы составлен маршрут обработки детали с применением более современного и производительного оборудования, оснастки и инструмента. Применён метод концентрации операций, который позволил сократить количество операций и время на изготовления детали.

В конструкторской части было спроектировано и рассчитано приспособление для обработки детали. Закрепление детали в данном приспособлении осуществляется пневмоприводом.

В организационной части работы произведен расчёт необходимого количества оборудования, которое составило 6 единиц. А также произведён расчёт необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был произведен расчёт себестоимости детали при заданном объёме производства и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них.

Можно отметить, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятно влияет на повышение производительности труда.

Список использованных источников

- 1 Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с.
- 3 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.3. – М.: Машиностроение, 1978. – 557 с.
- 4 Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2005 – 15 с.
- 5 Выбор оптимального варианта технологического процесса в машиностроении: учебное пособие / С.И. Петрушин, Р.Х. Губайдуллина; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 202 с.
- 6 Гельфгат Ю.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специализированных техникумов. – М.: Высшая школа, 1986. – 271 с.
- 7 ГОСТ 12.2.107-85 «Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики».
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
- 9 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., «Машиностроение», 1976.
- 10 Кремень З.И., Стратиевский И.Х. Хонингование и суперфиниширование деталей – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988. – 137 с.
- 11 Металлорежущие инструменты: Учебник для ВУЗов /Г.Н. Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
- 12 Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 – 543 с.; ч. 2 – 448 с.
- 13 Обработка глубоких отверстий / Под ред. Н.Ф. Уткина. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1988. – 269 с.
- 14 Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.
- 15 Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. – М.: Экономика, 1990. – 420 с.

16 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ.. – М.: Машиностроение, 1974. – 424 с.

17 Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного производства. – М.: НИИ труда, 1982. – 207 с.

18 Обработка металлов резанием: Справочник технолога. /Под ред. А.А.Панова, – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

19 Режимы резания металлов: Справочник /Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972 – 407 с.

20 Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1995 – 496 с.

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

22 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

23 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 / Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

24 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 / Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.

25 Технология машиностроения: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» дневной и вечерней формы обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 1999. – 39 с.

26 Технология машиностроения: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2019. – 242 с.

27 Основы обеспечения безопасности жизнедеятельности на машиностроительных предприятиях: Учеб. пособ. / Г.Н. Яговкин; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2015. – 215 с.

28 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» - ЮТИ ТПУ, 2014. – 24 с.