



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА**

<b>Тема работы</b>
Разработка технологического процесса изготовления корпуса колонны

УДК: 621-216.61-214

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Мельников Роман Александрович		

Руководитель ВКР

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и

	узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Мельников Роман Александрович

Тема работы:

«Разработка технологического процесса изготовления корпуса колонны»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-74/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> (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.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж корпуса колонны</li> <li>2. Служебное назначение детали.</li> <li>3. Программа выпуска 500 деталей в год.</li> </ol>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса колонны.</li> <li>3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертеж детали с заготовкой (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (4 листа А1). 3. Приспособление (2 листа А1). 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).
--	--

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Реферат	

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

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сапрыкина Н.А	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А91	Мельников Р.А.		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
Уровень образования  
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств  
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10A91	Мельников Роман Александрович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса колонны
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

13.06.2023 г.

<b>Дата контроля</b>	<b>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</b>	<b>Максимальный балл раздела (модуля)</b>
29.04.2023	Основной раздел	30
13.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	5
03.05.2023	Социальная ответственность	5

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

**Обучающийся**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10A91	Мельников Р.А.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 112 страницы текста, 18 таблиц, 34 источников литературы, 8 листов графической части. Ключевые слова: корпус колонны, механическая обработка, режущий инструмент, приспособления, технологический процесс. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса колонны».

Годовая программа выпуска 500 штук.

В основной части приводится описание служебного назначения детали, а также рассмотрен базовый технологический процесс с отработкой его на технологичность.

В технологической части производится выбор заготовки и методов ее получения, составление маршрута механической обработки в условиях серийного производства.

В конструкторской части спроектированы специальные приспособления. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен расчет себестоимости изготовления детали.

В части «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, возникающие при изготовлении детали, и мероприятия по улучшению условий труда.

## Report

The final qualifying work contains: 112 pages of text, 18 tables, 34 sources of literature, 8 sheets of the graphic part. Keywords: column body, machining, cutting tools, fixtures, technological process. The topic of the final qualifying work is "Development of the technological process of manufacturing the column body".

The annual production program is 500 pieces.

In the main part, a description of the service purpose of the part is given, as well as the basic technological process with its testing for manufacturability is considered.

In the technological part, the selection of the workpiece and methods of its production is made, the route of mechanical processing in the conditions of mass production is drawn up.

Special devices have been designed in the design part. In the section "Financial management, resource efficiency and resource conservation", the cost of manufacturing the part is calculated.

In the part "Social responsibility", dangerous and harmful production factors arising during the manufacture of parts and measures to improve working conditions are considered.



## Содержание

Введение .....	11
1 Основной раздел.....	16
1.1 Технологическая часть.....	16
1.1.1 Анализ технологичности объекта производства .....	16
1.1.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	16
1.1.3 Составление технологического маршрута обработки.....	21
1.1.4 Выбор технологических баз.....	24
1.1.5 Выбор средств технологического оснащения.....	27
1.1.6 Расчет припусков под обработку.....	36
1.1.7 Расчет режимов резания.....	39
1.1.8 Нормирование технологического процесса механической обработки .....	60
1.2 Конструкторская часть.....	66
1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления .....	66
1.2.2 Силовой расчет приспособления .....	67
1.2.3 Расчет приспособления на точность .....	69
1.2.4 Обоснование и описание конструкции приспособления .....	70
1.2.5 Силовой расчет зажима.....	71
1.2.6 Расчет на точность.....	73
1.3 Результаты проделанной разработки .....	75
1.3.1 Организационная часть .....	75
1.3.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки .....	75
1.3.3 Определение численности рабочих.....	76
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	78
2.1 Расчет объема капитальных вложений .....	78
2.1.1 Стоимость технологического оборудования .....	78
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования .....	78
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	79
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений.....	79
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	80
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве .....	80
2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции .....	81

2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности .....	81
2.1.9	Денежные оборотные средства.....	82
2.2	Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции .....	82
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов .....	82
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников .....	82
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих .....	83
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов .....	83
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд .....	84
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.....	85
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию .....	85
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь .....	86
2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих .....	86
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала ..	87
2.2.11	Прочие расходы .....	87
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта .....	88
3	Социальная ответственность .....	91
3.1	Характеристика объекта исследования .....	91
3.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной средой .....	95
3.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной средой.....	97
3.4	Охрана окружающей среды .....	105
3.5	Защита в чрезвычайных ситуациях .....	106
3.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ....	108
	Заключение .....	110
	Список используемых источников.....	111
	Приложение А .....	114
	Приложение Б.....	116
	Приложение В .....	118

## Введение

### Служебное назначение детали.

Корпус колонны является неотъемлемой частью грейферного погрузчика. Грейфер – это специальное устройство, приспособление, разработанное для погрузчиков, кранов, монорельсовых тележек и прочего оборудования, привлекаемого с целью захвата и погрузки сыпучих, волокнистых, длинномерных и других грузов.

В данной работе корпус колонны выполнен из стали 25Л

Химический состав стали 25Л приведен в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Химический состав материала

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,22 — 0,3	0,2 — 0,52	0,35 — 0,9	до 0,3	до 0,045	до 0,04	до 0,3	до 0,3	~97

Механические свойства стали 25Л:

- Предел прочности при растяжении  $\sigma_B = 45$  МПа
- Твердость по Бринеллю  $HB = 124 - 207$  МПа

### Производственная программа выпуска изделия и определение типа производства.

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей - 500 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

Для среднесерийного производства определяется размер партии запуска

$$n = \frac{N*a}{F};$$

где N – годовая программа, шт;

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

F – число рабочих дней в году, для 2023 – го года F=247;

$$n = \frac{535*6}{247} = 13 \text{ шт.}$$

Таблица 1.2 – Подетальная годовая производственная программ

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей, шт			Масса, т.	
				На программу	На запасные части	Всего	Деталей	Всего
Корпус	25Л ГОСТ-977-88	1	7	500	35	535	0,07728	41,3448

### Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс кратко представляется в виде таблицы 1.3

Таблица 1.3 – Технологический процесс механической обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование и модель оборудования	Наименование и характеристики приспособления	Наименование и характеристики инструмента
005	Вертикально-фрезерная	Станок 654С3	Приспособление 315-3232	фреза 160 Т5К10 СТП-1454
010	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
012	Горизонтально-расточная	Станок 2637Г	Приспособление 315-3232	фреза 100 Т5К10 СТП-1451
015	Токарная	Станок 165		-резец Т15К6 СТП-1116 -резец 32×32×170 СТП-1184
020	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
025	Вертикально-фрезерная	Станок 654С3	Приспособление 315-3263	фреза 1 СТП-1456
030	Слесарная			напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
035	Вертикально-фрезерная	Станок 654С3	Приспособление 315-3263	фреза 1 СТП-1456

Продолжение таблицы 1.3

040	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
045	Радиально-сверлильная	Станок 2М55	Кондуктор 320-8614 Подставка 315-3263	- сверло 17,5 2301-0060 ГОСТ 10903 - сверло 15,5 2301-0053 ГОСТ 10903 -зенкер 15,75 2323-0521 ГОСТ 12489 -развертка 16 2363-0359 ГОСТ 1672 -метчик М20 2620-1731.3 ГОСТ 3266
050	Радиально-сверлильная	Станок 2М55	Кондуктор 322-843	-сверло 22 2301-0446 ГОСТ 2092 -сверло 30,5 2301-0108 ГОСТ 10903
055	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
060	Контрольная		Плита 1-1 ГОСТ 10905 Стилоскоп ТУЗ-3-590-72	-образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 -шаблон 5 106-6216 -скоба 194h10 105-6787 -скоба 600±0,2 105-6800 -пробка 16Н9 СТП-4307
065	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
070	Сварочная			
075	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
080-085	Горизонтально-расточная	Станок 2637Г	Приспособление 319-1074	- фреза 160 Т15К6 СТП-1454
090	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465

Продолжение таблицы 1.3

095	Расточная	Станок ИР-58	Приспособление 319-1074	-резец 32×32×125-1,0 Т15К6 лев СТП- 1168 - резец 32×32×125 -1,0 Т15К6 СТП- 1168 - резец 2102-0060 Т15К6 III ГОСТ 18877-73
100	Расточная	Станок ИР-58	Приспособление 319-1074	-резец 32×32×125-1,0 Т15К6 лев СТП- 1168, пластина 180Н9 СТП-1319 -резец 32×32×125-1,0 Т15К6 СТП- 1168, пластина
105	Горизонтально- расточная	Станок 2637Г	Приспособление 334-850	- резец 20×20×80 Т15К6 2142-0407 4 ГОСТ 9795
106	Слесарная		Плита	напильник 2820- 0022 ГОСТ 1465
110	Радиально- сверлильная	Станок 2М55	Кондуктор 320- 8700 Подставка 323- 3162	- сверло 10 2301- 0028 ГОСТ 10903
115	Радиально- сверлильная	Станок 2М55	Кондуктор 320- 8522	- сверло 8,5 2301- 0020 ГОСТ 10903 - зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14953
120	Радиально- сверлильная	Станок 2М55	Кондуктор 320- 8519	- сверло 8,5 2301- 0020 ГОСТ 10903 - зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14953
125	Слесарная		Плита	напильник 2820- 0022 ГОСТ 1465
130	Вертикально- фрезерная	Станок 654С3	Приспособление 315-3232	- фреза 50 2223- 0555 ГОСТ 20538

Продолжение таблицы 1.3

135	Слесарная		Плита	напильник 2820-0022 ГОСТ 1465
140	Контрольная		Плита 1-1 ГОСТ 10905 Стилоскоп ТУЗ-3-590-72	-образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 -пробка ПР 180Н9 СТП-4308 - пробка D M10-7H СТП-4307
145	Покрытие			

## **1 Основной раздел**

### **1.1 Технологическая часть**

#### **1.1.1 Анализ технологичности объекта производства**

Технологичность конструкции деталей оценивается качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.202-83:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- простотой формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие конфигурацию и возможные способы получения заготовки.

Для определения количественной оценки технологичности детали используют несколько коэффициентов.

#### **1.1.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления**

Для того чтобы выбрать рациональный метод получения заготовки для изготовления детали необходимо сравнить два технически равноценных варианта получения заготовки на основе укрупненного экономического расчета. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. При выборе заготовки, способа ее получения необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций.



Исходя из конструкции детали, и учитывая применяемый материал, заготовку можно получать только литьем. При выборе вида заготовки и методов ее изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьем в песчано-глинистой форме с ручной формовкой, во втором литьем в песчано-глинистой форме с машинной формовкой.

Литье в песчано – глинистые формы с ручной формовкой.

Материал – 25Л ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 11.

Степень точности поверхности – 13.

Масса детали – 77,28кг.

Размеры отливок представлены в таблице 1.4

Таблица 1.4 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Припуски на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
12±1	3,6	15,6±1	±2,8
40	4,1	44,1	±3,5
130	4,8	134,8	±5
145	4,8	149,8	±5
286	5,6	291,6	±6
Ø 105H9	4,8x2	95,4	±5
Ø 180H9	7,8x2	164,4	±5,5
Ø 220f9	6,7x2	233,4	±5,5
Ø 270H9	8,3x2	253,4	±6

Допуск формы поверхности отливки 6,4 мм.

Допуск неровности поверхности отливки 0,8 мм.

Допуск массы отливки не более 24%.

$$Q_3 = 77,28 \cdot 1,24 = 95,83 \text{ кг.}$$

Определяем коэффициент использования материалов

$$K_{\text{им}} = \frac{Q_0}{Q_3};$$

где  $Q_0$  – масса детали, кг;

$Q_3$  – масса заготовки, кг;

$$K_{\text{им}} = \frac{77,28}{95,8} = 0,806.$$

Стоимость заготовки

$$C_{\text{заг2}} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot m_{\text{би}};$$

где  $Q_i$  – масса материала по варианту, кг;

$m_{\text{би}}$  – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом;

$$C_{\text{заг1}} = 1 * 95,8 * 300 = 28740 \text{ руб.}$$

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. Выбираем Значение коэффициента для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_P;$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1,06;

$k_C$  – от группы сложности, 1;

$k_B$  – от массы заготовки, 0,78;

$k_M$  – от марки материала, 1,21;

$k_P$  – от объёма производства, 1;

$$\alpha_{i1} = 1,06 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,21 \cdot 1 = 1.$$

Величина  $Q_i$  оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_d}{K_{им}}$$

где  $Q_d$  масса детали рабочими чертежу, кг;

$k_{им}$  – средний коэффициент использования материала для выбранного метода получения заготовки 0,806;

$$Q_{i1} = \frac{77,28}{0,806} = 95,8 \text{ кг.}$$

Литье в песчано – глинистые формы с машинной формовкой.

Материал – 25Л ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 10.

Степень точности поверхности – 11.

Масса детали – 77,28 кг.

Размеры отливок представлены в таблице 1.5

Таблица 1.5 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Припуски на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
12±1	2,5	14,5±1	±1,4
40	2,7	42,7	±1,8
130	3,3	133,3	±2,5
145	3,3	148,3	±2,5
286	4,6	290,6	±3,2
Ø 105H9	3,3x2	98,4	±2,5
Ø 180H9	4,8x2	170,4	±2,8
Ø 220f9	4,3x2	228,6	±2,8
Ø 270H9	5,1x2	259,8	±3,2

Допуск формы поверхности отливки 5 мм.

Допуск неровности поверхности отливки 0,5 мм.

Допуск массы отливки не более 12%.

$$Q_3 = 77,28 \cdot 1,12 = 86,55 \text{ кг.}$$

Определяем коэффициент использования материалов

$$K_{\text{им}} = \frac{Q_{\partial}}{Q_3};$$

$$K_{\text{им}} = \frac{77,28}{86,55} = 0,893.$$

Стоимость заготовки

$$C_{\text{заг}} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot \text{тб } i;$$

где  $Q_i$  – масса материала по варианту, кг;

$\text{тб } i$  – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом;

$$C_{\text{заг}2} = 1 * 86,5 * 300 = 25950 \text{руб.}$$

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. Выбираем Значение коэффициент для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_P;$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1,06;

$k_C$  – от группы сложности, 1;

$k_B$  – от массы заготовки, 0,78;

$k_M$  – от марки материала, 1,21;

$k_P$  – от объёма производства, 1;

$$\alpha_{i2} = 1,06 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,21 \cdot 1 = 1.$$

Величина  $Q_i$  оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_{\partial}}{K_{\text{им}}};$$

где  $Q_d$  масса детали рабочими чертежу, кг;

$k_{im}$  – средний коэффициент использования материала для выбранного для метод получения заготовки, 0,75;

$$Q_{i2} = \frac{77,28}{0,893} = 86,5 \text{ кг.}$$

Определяем экономический эффект от выбранного метода получения заготовки на программу выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{заг1}} - C_{\text{заг2}}) * N ;$$

$$\mathcal{E} = (28740 - 25950) * 535 = 1492650.$$

По экономическим соображениям, мы видим, что отливка в песчано-глинистые формы с машинной формовкой дешевле.

### **1.1.3 Составление технологического маршрута обработки**

Технологический маршрут механической обработки детали представлен в таблице 1.6

Таблица 1.6 – Технологический маршрут механической обработки детали.

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	<p>Вертикально-фрезерная</p> <p>А Установить и закрепить заготовку</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать бобышки и плоскость в размер <math>130\pm 0,3</math></li> <li>2. Фрезеровать плоскость выдерживая размеры <math>5^{+0,15}</math> и <math>194h10</math></li> <li>3. Фрезеровать уступ в размер <math>27^{+0,5}</math></li> <li>4. Центровать 6 отверстия</li> <li>5. Сверлить 2 отверстия <math>\varnothing 12; 22</math></li> <li>6. Зенкеровать 2 отверстия <math>\varnothing 15,5; 22</math></li> <li>7. Черновое развертывание <math>\varnothing 15,8; 22</math></li> <li>8. Чистовое развертывание <math>\varnothing 16H9; 22</math></li> <li>9. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 17,5 ; 54^{+3}</math></li> <li>10. Зенковать 4 фаски <math>2,5\times 45^\circ</math></li> <li>11. Нарезать 4 резьбы M20-7H на глубину 35 мм</li> </ol> <p>Б Снять деталь</p>	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ ФС110МФ3</p>
007	<p>Слесарная</p> <p>Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	<p>Плита</p>
010	<p>Горизонтально-расточная с ЧПУ</p> <p>А Установить и закрепить заготовку</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать поверхность в размер 20 мм с поворотом фрезерной головки на <math>20^\circ</math></li> <li>2. Центровать отверстие выдерживая размер 528 мм с поворотом фрезерной головки на <math>20^\circ</math></li> <li>3. Сверлить отверстия <math>\varnothing 16H14; 120</math> мм с поворотом фрезерной головки на <math>20^\circ</math></li> <li>4. Рассверлить отверстие <math>\varnothing 30,5; 120</math> мм с поворотом фрезерной головки на <math>20^\circ</math></li> </ol> <p>Б Снять деталь</p>	<p>Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом РТ1000</p>

Продолжение таблицы 1.6

012	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки. Установить крышку для совместной обработки.	Плита
020	Горизонтально-расточная с ЧПУ А Установить и закрепить заготовку I позиция 1. Фрезеровать торец в размеры 28 мм 2. Расточить отверстия Ø170; 82 мм, 3. Расточить Ø176H11; 74,5 мм, 4. Расточить Ø182H14; 29,5 мм, 5. Расточить фаску 1,6×45° 6. Расточить отверстия Ø180H9; 45 7. Центровать 4 отверстия Ø 3 мм 8. Сверлить 4 отверстия Ø8,5; 29+5 мм 9. Рассверлить 4 фаски 1,6×45° 10. Нарезать 4 резьбы M10-7H; 20 min	Горизонтально-расточной станок с ЧПУ TK611C1/1A
	II позиция 11. Фрезеровать торец в размеры 600±0,2 мм 12. Расточить отверстия диаметром 266H11; 473± мм, 13. Расточить Ø 272; 8 мм 14. Расточить отверстия Ø 270H9; 473± мм 15. Центровать 6 отверстия Ø 3 16. Сверлить 6 отверстия Ø 8,5; 29+5 мм 17. Расточить 6 фаски 1,6×45° 18. Нарезать 6 резьб M10-7H на глубину 20 min Б Снять деталь	
022	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки.	Плита
025	Токарная с ЧПУ А Установить и закрепить заготовку I позиция 1. Точить поверхность в размер Ø224h11 и торец в размер 19 <sup>+0,5</sup> 2. Точить поверхность в размеры Ø220f9; 28; фаску 1,6×45°. Б Снять деталь	Токарный станок модели 117HT-1500
030	Контрольная	

### 1.1.4 Выбор технологических баз

005 Вертикально - фрезерная операция:

Базирование осуществляется по необработанному торцу и по двум призмам.

Погрешность базирования для размера 130 мм  $\epsilon_6 = 0,087$  мм

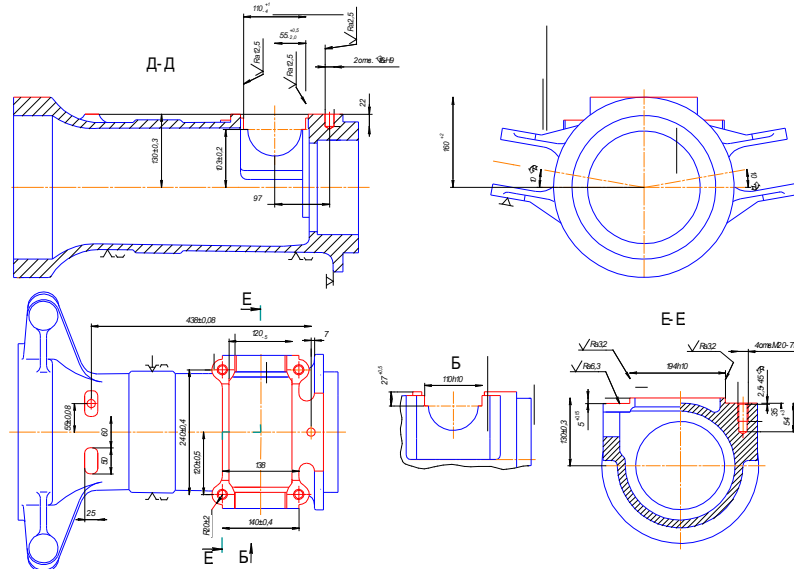


Рисунок 1.1 – Схема базирования для операции 005

010 Горизонтально-расточная с ЧПУ операция:

Базирование осуществляется по обработанной плоскости и цилиндрическому и срезанному пальцу.

Погрешность базирования  $\epsilon_6 = 0$ .

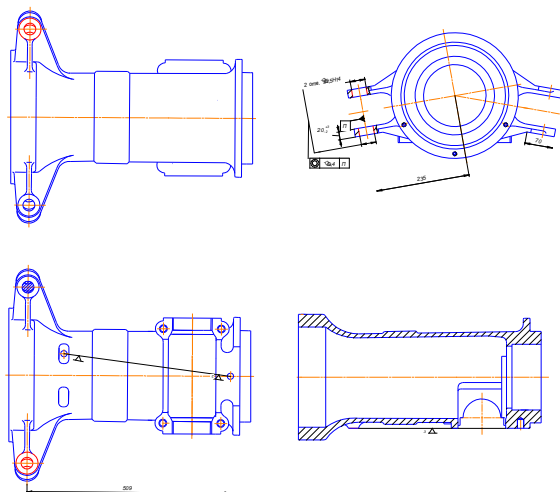


Рисунок 1.2 – Схема базирования для операции 010



015 Горизонтально-расточная с ЧПУ операция:

Базирование осуществляется по обработанной плоскости и цилиндрическому и срезанному пальцу.

Погрешность базирования  $\varepsilon_6 = 0$ .

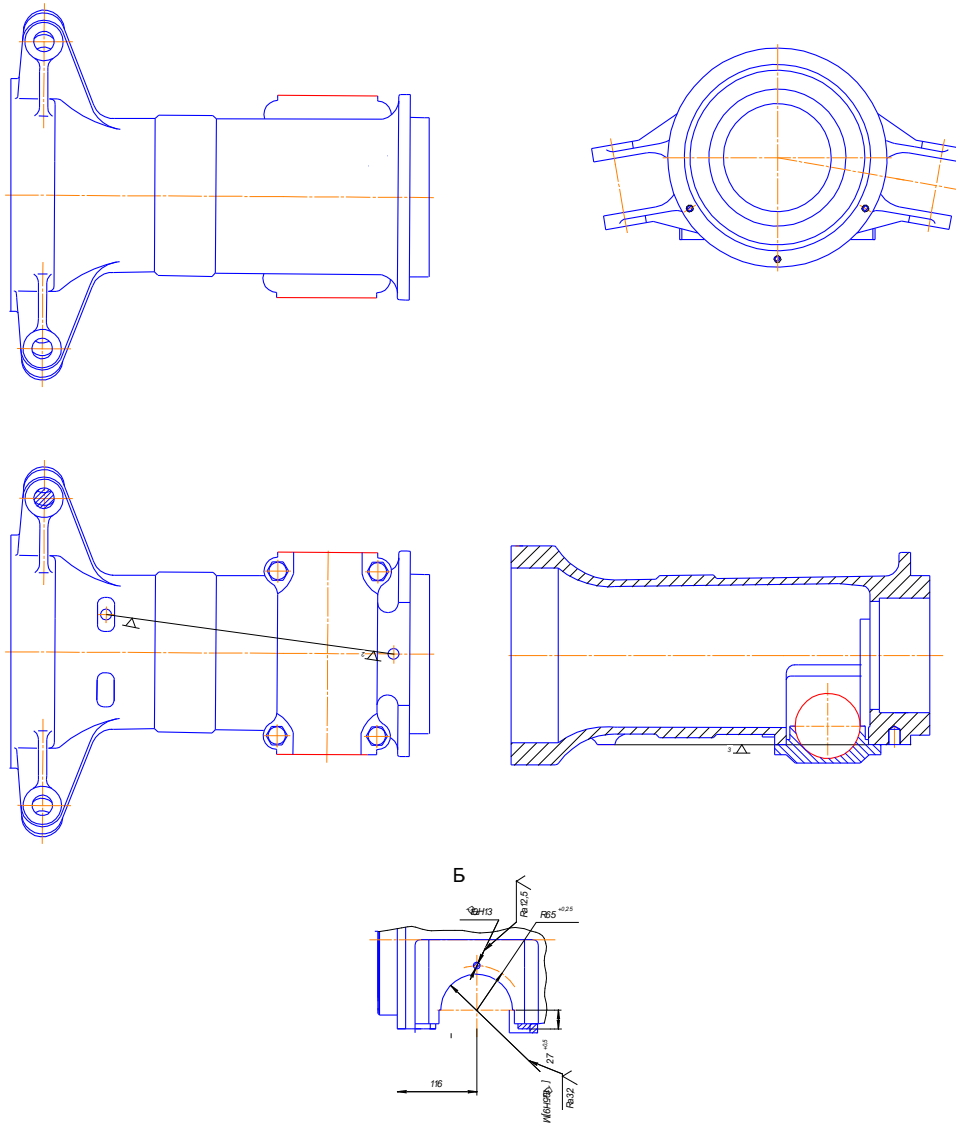


Рисунок 1.3 – Схема базирования для операции 015

020 Горизонтально-расточная с ЧПУ операция:

Базирование осуществляется по обработанной плоскости и цилиндрическому и срезанному пальцу.

Погрешность базирования  $\varepsilon_6 = 0$ .

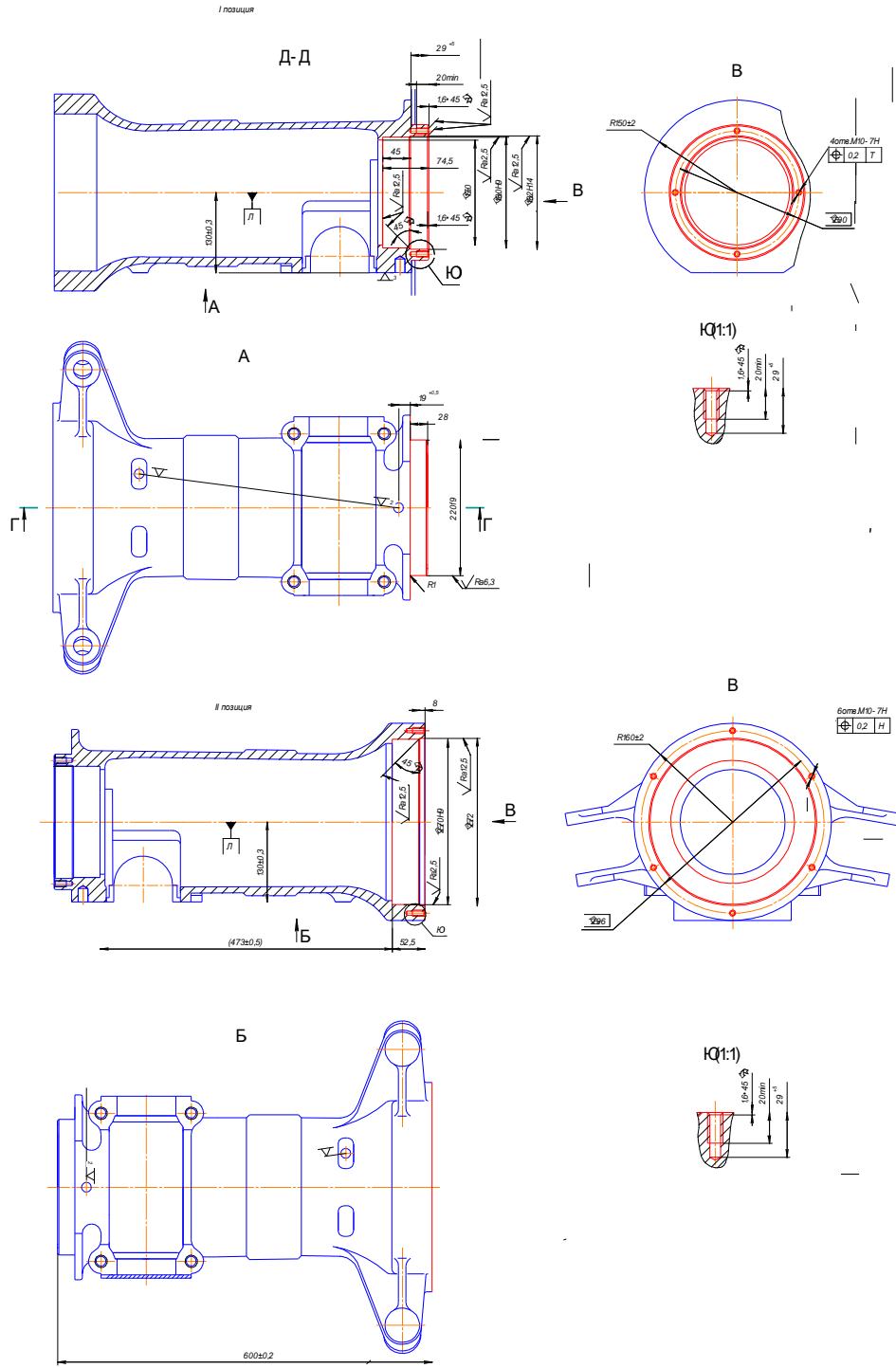


Рисунок 1.4 – Схема базирования для операции 020

025 Токарная с ЧПУ операция:

Базирование осуществляется по обработанной плоскости и цилиндрическому и срезанному пальцу.

Погрешность базирования  $\varepsilon_6 = 0$ .

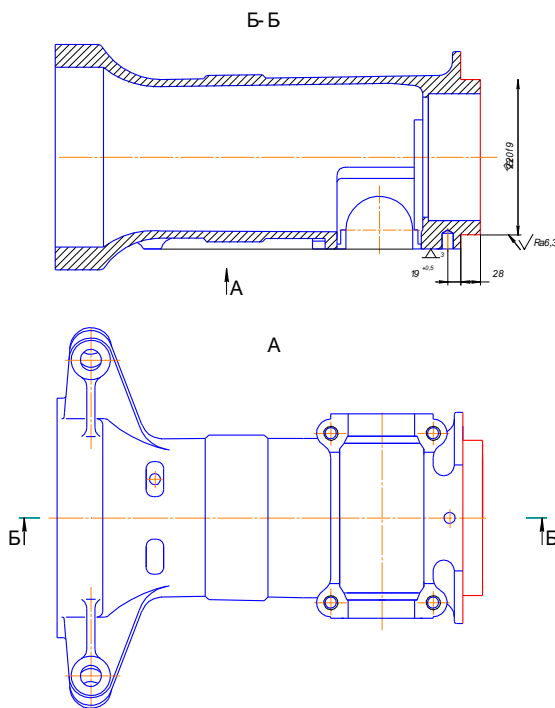


Рисунок 1.5 – Схема базирования для операции 025

### 1.1.5 Выбор средств технологического оснащения

Параметры оборудования представлены в таблице 1.7

Таблица 1.7 – Параметры оборудования

<b>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ ФС110МФ3</b>	
Размер стола (Д x Ш), мм	1400x650
Промежуток (мм) x Ширина (мм) x Количество Т-образных пазов (шт)	100x18x5
Наибольшая нагрузка на стол, кг	1000
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	785

Продолжение таблицы 1.7

Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	150~760
Диаметр поворотного стола, мм	200
Оси	
X/Y/Z Перемещение, мм	1300/700/610
X/Y/Z тип направляющих	Качения
X/Y/Z/A Скорость быстрых перемещений, м/мин	36/36/24
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15000
X/Y/Z/A Наибольший момент на электродвигателях приводов, Нм	16/16/16
Точность позиционирования, микрон	±4
Повторяемость позиционирования, микрон	±2,5
ШВП диаметр/шаг, мм	40/12
Шпиндельная бабка	
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25/10
Вращающий момент на шпинделе (до 30 мин), Нм	135
Вращающий момент на шпинделе (продолжительно), Нм	57
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	60~12000
Хвостовик инструмента	BT 40 x 45 град
Конус шпинделя (7:24)	ISO40
Тип магазина	манипулятор
Емкость магазина инструмента, шт	24
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ф150(80)/L300
Макс. масса инструмента, кг	8
Время смены инструмента, сек	2,5
Тип разгрузки шпиндельной бабки	пневмогидроцилиндр
Охлаждение шпинделя	холодильник масла
Прочее	
Тип стружкосборника	ленточный
Требуемое давление воздуха, МПа	0,6
Емкость бака СОЖ, л	315
Потребляемая мощность станка, кВА	47,5

Продолжение таблицы 1.7

Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	3900×2730×250 0
Масса нетто, кг	10 000
<b>Фрезерный обрабатывающий центр с поворотным столом РТ1000</b>	
Размер стола (Д x Ш), мм	1200x1400
Наибольшая нагрузка на стол, кг	8000
Размер Т-образных пазов, шт×мм	9×22
Расстояние между Т-образными пазами, мм	125
Конус шпинделя	ISO50 7:24
Диапазоны вращения шпинделя, об/мин	1-4000
Мощность главного двигателя, кВт	28
Продольное перемещение, ось X, мм	2500(3000)
Перемещение ползуна, ось Y, мм	1000
Вертикальное перемещение, ось Z, мм	1450
Поворот стола В, град	360°/0,001
Ускоренные перемещения X/Y/Z, мм/мин	1200 (X/Y)/1000Z
Ускоренные перемещения В, об/мин	6
Количество мест	30
Хвостовик инструмента	ISO50
Тип хвостовика	SK50
Максимальный вес инструмента, кг	25
Максимальная длина инструмента, мм	350
При полном магазине, мм	125
При пустом соседнем гнезде, мм	250
Точность позиционирования X/Y/Z, мм	±0,005
Точность позиционирования В, мм	±2°
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	6960×6830×394 5
Масса нетто, кг	33600
<b>Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ТК611С1/1А</b>	
Диаметр шпинделя, мм	Ø110
Размер стола, мм	1320x1010
Мах вес обрабатываемого изделия, кг	5000
Расстояние от шпинделя до поверхности стола, мм	5..835
Поперечные перемещения стола, мм	1200

Продолжение таблицы 1.7

Продольные перемещения стола, мм	1300
Вертикальные перемещения шпиндельной бабки, мм	830
Осевое перемещение шпинделя, мм	550
Мах диаметр расточки, мм	Ø240
Мах диаметр сверления, мм	Ø50
Конус шпинделя	BT50
Рабочий ход радиального суппорта, мм	160
Мах рабочий диаметр инструментальной головки планшайбы, мм	Ø630
Количество подач шпинделя и планшайбы	Бесступенчатое
Диапазон подач планшайбы, мм/мин	0,2..330
Диапазон подач шпинделя, мм/мин	0,5..1000
Ускоренная подача шпинделя, мм/мин	3600
Ускоренная подача планшайбы, мм/мин	1370
Наибольший момент на шпинделе, Н·м	1100
Наибольший момент на планшайбе, Н·м	1100
Мах осевое усилие подачи шпинделя, Н	13000
Количество скоростей вращения шпинделя	Бесступенчатое
Количество скоростей вращения планшайбы	Бесступенчатое
Диапазон скорости вращения шпинделя, об/мин	12-1100
Диапазон скорости вращения планшайбы, об/мин	4-125
Мощность главного двигателя, кВт	15
Ускоренное перемещение X, Y, Z, мм/мин	5000
Точность позиционирования, мм	X: 0.04 / Y: 0.032 / Z: 0.04
Повторяемость, мм	0,015
Точность позиционирования индексации поворотного стола, град	10" (шаг 0.001°), контроль 4 осей одновременно
Повторяемость индексации поворотного стола, град	5" (шаг 0.001°), контроль 4 осей одновременно
Габариты: ДхШхВ, мм	5347x3020x2890
Вес, кг	12000

Продолжение таблицы 1.7

<b>Токарный станок модели 117НТ-1500</b>	
Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемый над станиной, мм	900
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемый над станиной, мм	700
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой над суппортом, мм	700
Длина обрабатываемой заготовки, мм	1300
Максимальная масса детали, установленной в центрах, кг	2000
Максимальная масса детали, установленной в центрах и люнете, кг	3000
Угол наклона станины, град	45
Шпиндель	
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	1500
Мощность главного двигателя, кВт	30
Торец шпинделя	A2-11
Диаметр гидравлического патрона, мм	450
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	155
Диаметр отверстия под прутки, мм	117
Перемещения, мм	
Перемещение по оси X	385
Перемещение по оси Z	1500
Перемещение по оси Y	±40
Подача	
Укоренение перемещения по оси X/Z/Y	20
Револьверная головка стандартная	
Количество позиций, шт	12
Сечение резца, мм	32×32, Ø60
Мощность привода шпинделя, кВт	30
Габариты, мм	2500×5800
Вес, кг	12000

Выбор технологического оснащения

005 Вертикально – фрезерная с ЧПУ:

Фреза АРКТ10 - Е90 - D40Z5W32 - L150. Пластина АР.1003. Оправка ISO40 DIN69871 WELDONH100 D.32.

Фреза АРКТ10 - Е90 - D20Z0206W20-L087. Пластина АР.1003. Оправка ISO40 DIN69871 WELDONH63 D.20.

Центровка С - SD MM6 90°PV200 CARBIDEOSAWA. Оправка ISO40 DIN69871 WELDON H50 D.12.

Сверло 355ТА MM17,5 PV200 5D D6537L OSAWA. Оправка ISO40 DIN69871 WELDON H100 D.25.

Сверло 355ТА MM12.0 PV200 5D D6537L OSAWA. Оправка ISO40 DIN69871 WELDON H50 D.12.

Зенкер 2323 - 2733 ГОСТ 12489-71. Оправка ISJ40 MAS403BTH50 CM2 FRESE.

Развёртка 2 - 16 №2 ГОСТ1672-2016. Оправка ISJ40 MAS403BT H50 CM2 FRESE.

Развёртка 2 - 16H9 ГОСТ1672-2016. Оправка ISJ40 MAS403BT H50 CM2 FRESE.

Коническая зенковка 90° для удаления заусенцев DIN 335 из стали HSS - XE с покрытием BLUE - TEC, форма С, арт. 20.1745 - 240. Оправка ISO40 DIN69871 WELDONH50 D.12.

Метчик 2621 - 1729 ГОСТ 3266-81. Патрон резьбонарезной с хвостовиком 7:24 - BT40 (MAS403).

Калибр-пробка 8221 - 3080 ПР/НЕ ГОСТ 17758 - 72;

Калибр-пробка 8133 - 0930 Н9 ПР/НЕ ГОСТ 14810 - 69;

Шаблон 45°;

Штангенциркуль ШЦ - I-125<sub>0,1</sub> ГОСТ 166 - 89;

Кран 1т;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.



010 Вертикально-фрезерная с ЧПУ:

Фреза АРКТ10 - E90 - D40Z5W32 - L150. Пластина АР.1003. Оправка ISO40 DIN69871 WELDONH100 D.32.

Центровка С - SD MM6 90°PV200 CARBIDEOSAWA. Оправка ISO40 DIN69871 WELDON H50 D.12.

Сверло UD20.SP06.160.W25. Оправка ISO50 DIN69871 WELDON H100 D.25.

Сверло UD20.SP06.300.W32. Оправка ISO50 DIN69871 WELDON H100 D.32.

Штангенциркуль ШЦ – I - 125-<sub>0,1</sub> ГОСТ 166-89;

Кран 1т;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

015 Горизонтально - расточная с ЧПУ

Фреза AF01.12C60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами. Для пластин SE\*T12T3 (Bangpu) и SE\*T13T3 (Intool). Оправка NT50-FMB40-050.

Центровка С-SD MM6 90°PV200 CARBIDEOSAWA. Оправка ISO50 DIN69871 WELDON H50 D.12.

Сверло 355TA MM10.0 PV200 5D D6537L OSAWA. Оправка ISO50 DIN69871 WELDON H50 D.12.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREA TRC63 PS11.30. Оправа MODULHARD'ANDREA MAS403 BT50- AD+B MHD'63.150. Переходник MODULHARD'ANDREA PR63.125.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATS50/63 PS11.30. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50- AD+BMHD'63.150. Переходник MODULHARD'ANDREAPR63.125.

Штангенциркуль ШЦ - П-250-0,1 ГОСТ 166 - 89;

Калибр пробка ПР105Н98140 - 0102 ГОСТ 14822 - 69;

Калибр пробка НЕ105Н98140 - 0102 ГОСТ 14822 - 69;

Кран 1т;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

020 Горизонтально-расточная с ЧПУ:

Фреза AF01.12С60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами. Для пластин SE\*Т12Т3 (Bangpu) и SE\*Т13Т3 (Intool). Оправка NT50-FMB40-050.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Резец SFTP 50. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50-AD+BMHD'63.150.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50-AD+BMHD'63.150.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREA TRM50/63 PS11.40. Резец SFTP 50. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50 - AD+BMHD'63.150.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREABPS200. Резец SSSC90. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREATRM80/125 PS14.40. Резец SFTP 50. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50.

Микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREABPS200.  
Резец SSTC90. Оправа MODULHARD'ANDREAMAS403 BT50.

Центровка С - SD MM3 90°PV200 CARBIDEOSAWA. Оправка ISO50  
Сверло 355TAMM 8,5 PV200 5DD6537LOSAWA. Оправка ISO50  
DIN69871

Сверло 355TAMM 12 PV200 5DD6537LOSAWA. Оправка ISO50  
DIN69871

Метчик 2621-2591 ГОСТ 3266-81. Патрон резьбонарезной с хвостовиком  
7:24 - BT50 (MAS403).

Калибр-пробка 8221 - 3044 ПР/НЕ ГОСТ 17758 - 72;

Шаблон 45°;

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

Кран 1т;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

025 Токарная с ЧПУ:

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2102 - 4035  
PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243 - 160412 CNMM-160412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2102 - 4035  
PCLNR2525M16. Пластина T15K6 051243 - 160412 CNMM - 160412.

Штангенциркуль ШЦ – II - 250-0,1 ГОСТ 166 - 89;

Скоба 220f9 ПР/НЕ;

Шаблон 1,6×45°;

Кран 1т;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013 - 85.

### 1.1.6 Расчет припусков под обработку

Припуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности 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.

Обрабатываемая поверхность  $\varnothing 220f9$ ,  $Ra = 6,3$

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ мкм},$$

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

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

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

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Заготовка литье в кокиль (металлические формы)

Шероховатость поверхности –  $Rz = 200$  мкм.

Глубина дефектного слоя –  $h = 200$  мкм.

Суммарное отклонение расположения при обработке наружных поверхностей отливки при базировании по отверстию

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2},$$

где  $\rho_{\text{кор}}$  – отклонение плоской поверхности отливки от плоскостности;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l,$$

где  $\Delta_k$  – отклонение оси детали от прямолинейности;

$l = 0,6$  м – длина детали;

$\rho_{ц}$  – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования.

Принимаем по табл. 8 [3]  $\Delta_k = 1$  мм,

$$\rho_{кор} = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ мм.}$$

Принимаем по табл. 9 [3]  $\rho_{ц} = 2,5$  мм,

$$\rho_3 = \sqrt{0,6^2 + 2,5^2} = 2,57 \text{ мм.}$$

Обтачивание черновое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 11-му качеству.

Шероховатость поверхности –  $Rz = 40$  мкм;

глубина дефектного слоя –  $h = 40$  мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

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

где  $\Delta_{\Sigma i-1}$  - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$  – коэффициент уточнения;

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 2570 = 154 \text{ мкм.}$$

Обтачивание чистовое:

Выполняем в соответствии с таблицами точности по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности –  $Rz = 20$  мкм;

глубина дефектного слоя –  $h = 20$  мкм.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

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

где  $\Delta_{\Sigma i} = 154$  мкм;  $K_y = 0,05$ ;

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,05 \cdot 154 = 8 \text{ мкм.}$$

Таблица 1.8 - Припуск

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Допуск ТД, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	$\Delta_{\Sigma}$	$\varepsilon$		min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	200	200	2570	–	0,72	227,043	227,763	–	–
Обтачивание черновое	40	40	154	–	0,29	220,303	220,593	6740	7170
Обтачивание чистовое	20	20	8	–	0,115	219,835	219,95	468	643

Находим минимальны припуск :

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[ (R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_i^2} \right],$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[ (200 + 200) + \sqrt{2570^2 + 0^2} \right] = 6740 \text{ мкм} - \text{ для обтачивания}$$

чернового,

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[ (40 + 40) + \sqrt{154^2 + 0^2} \right] = 468 \text{ мкм} - \text{ для обтачивания чистового,}$$

За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности:  $220 - 0,165 = 219,835 \text{ мм}$ .

Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-1} = d_{\min i} + 2 \cdot Z_{\min i},$$

$d_{\min} = 219,835 + 0,468 = 220,303 \text{ мм}$  – минимальный предельный размер для обтачивания чернового;

$d_{\min} = 220,303 + 6,74 = 227,043 \text{ мм}$  – минимальный предельный размер для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-1} = d_{i\min i} + Td_{i-1},$$

$d_{\max}=219,835+0,115 =219,95$  мм – максимальный предельный размер для обтачивания чистового;

$d_{\max}=220,303+0,29=220,593$  – максимальный предельный размер для обтачивания чернового;

$d_{\max}=227,043+0,72 =227,763$  мм – максимальный предельный размер для заготовки.

Определяем предельные значения припусков:

Для обтачивания чистового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 220,303 - 219,835 = 0,468 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 220,593 - 219,95 = 0,643 \text{ мм}.$$

Для обтачивания чернового:

$$2 \cdot Z_{\min} = 227,043 - 220,303 = 6,74 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 227,763 - 220,593 = 7,17 \text{ мм}.$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = 0,468 + 6,74 = 7,208 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} = 0,643 + 7,17 = 7,813 \text{ мм}.$$

Проверка правильности расчета:

$$2 \cdot Z_{\max \text{ общ}} - 2 \cdot Z_{\min \text{ общ}} = Td_3 - Td_d ;$$

$$7,813 - 7,208 = 0,72 - 0,115;$$

$$0,605 = 0,605 \text{ условие выполняется.}$$

### 1.1.7 Расчет режимов резания

Операция 005 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

1.1 Фрезеровать бобышки и плоскость в размер  $130 \pm 0,3$

Инструмент: Фреза АРКТ10-Е90-Д40Z5W32-L150. Пластина АР.1003

$z=5$ .

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 3$  мм;

Ширина фрезерования:  $B = 20$  мм;

Диаметр фрезы:  $D = 40$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб.

3 Скорость резания:

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

где  $K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

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

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv},$$

где  $K_r$  – коэффициент материала инструмента;

$\sigma_b$  – временное сопротивление;

$nv$  – показатель степени при обработке.

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

$T = 180$  мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем  $K_r = 1,0$ ,  $nv = 1,0$ ,

$$K_{nv} = 0,8, K_{iv} = 0,65,$$

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 450)^1 = 1,67,$$

$$K_v = 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 1,33,$$

$$V = \frac{332 \cdot 40^{0,2}}{120^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 20^{0,2} \cdot 5^0} \cdot 1,33 = 307 \text{ м/мин};$$



$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 307 / (3,14 \cdot 40) = 2443 \text{ об/мин.}$$

Принимаем  $n_{\text{ст}} = 1000$  об/мин,

$$V = \pi \cdot n_{\text{фр}} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 1000 \cdot 404 / 1000 = 125,6 \text{ м/мин.}$$

#### 4 Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{MP}},$$

Принимаем по табл.41  $C_P = 885$ ;  $q = 1,3$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $u = 1,1$ ;

$w = 0,2$ ;

$Z = 5$  – число зубьев фрезы,

$$K_{\text{MP}} = (\sigma_B / 750)^{n_V},$$

где  $n_V = 1$ ;

$$K_{\text{MP}} = (450 / 750)^{0,75} = 0,68,$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 30^{1,1} \cdot 5}{40^{1,3} \cdot 1000^{0,2}} \cdot 0,68 = 2208 \text{ Н.}$$

#### 5 Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = P_Z \cdot D / 2000,$$

$$M_{\text{кр}} = 2208 \cdot 40 / 2000 = 44,2 \text{ Н·м.}$$

#### 6 Мощность резания

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

$$N_e = \frac{2208 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:  $N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$ ,

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

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta,$$

где  $N_{ст}$  – паспортная мощность станка;

$\eta$  – КПД;

$$N_{ст} = 25 \text{ кВт}, \eta = 0,8,$$

$$N_{шп} = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ кВт},$$

$$1,4 \text{ кВт} < 20 \text{ кВт}.$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z = 0,2 \cdot 5 = 1,0 \text{ мм/об}.$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 5 \cdot 1000 = 1000 \text{ мм/мин}.$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

где  $L_{рез}$  – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$  – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм},$$

$$L_{рх} = 190 + 34 = 224 \text{ мм},$$

$$t_0 = 1 \cdot 224 / 1000 = 0,22 \text{ мин}.$$

1.2 Фрезеровать плоскость выдерживая размеры  $5^{+0,15}$  и  $194h10$

Инструмент: Фреза АРКТ10-Е90-Д40Z5W32-L150. Пластина АР.1003

$z = 5$ .

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 3 \text{ мм}$ ;

Ширина фрезерования:  $B = 25 \text{ мм}$ ;

Диаметр фрезы:  $D = 40 \text{ мм}$ .

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2 \text{ мм/зуб}$ .

$n_c = 1000$  об/мин,  $V_{\text{факт}} = 125,6$  м/мин,  $P_z = 1807$  Н,  $M_{\text{кр}} = 36,1$  Н·м,  $N_e = 1,18$  кВт,  $S = 1,0$  мм/об,  $S_m = 1000$  мм/мин,  $t_0 = 0,76$  мин.

### 1.3 Фрезеровать уступ в размер $27+0,5$

Инструмент: Фреза АРКТ10 -Е90-Д20Z0206W20-L087. Пластина АР.1003.

$z = 3$ .

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 10$  мм;

Ширина фрезерования:  $B = 5$  мм;

Диаметр фрезы:  $D = 20$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,15$  мм/зуб.

$n_{\text{ст}} = 1000$  об/мин,  $V_{\text{факт}} = 62,8$  м/мин,  $P_z = 1221$  Н,  $M_{\text{кр}} = 12,2$  Н·м,  $N_e = 0,4$  кВт,  $S = 0,45$  мм/об,  $S_m = 450$  мм/мин,  $t_0 = 1,24$  мин.

### 1.4 Центровать 6 отверстия $\varnothing 6$

1. Центровка С-SD ММ6 90°PV200 CARBIDEOSAWA

Материал режущей части Т15К6

2. Глубина:  $t = 1,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

3 Скорость резания:

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv},$$

где  $K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$C_v = 7$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,7$ ;  $m = 0,2$ ;

$T = 25$  мин. - период стойкости инструмента;

$$K_{Mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{nv},$$

Принимаем  $n_v=1$ ,  $K_{lv}=1$ ,  $K_{ив}=1,0$ ,  $K_r=1$ ,

$$K_{MV} = 1 \cdot (750 / 450)^1 = 1,67,$$

$$K_v = 1,67 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,67,$$

$$V = \frac{7 \cdot 6^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,67 = 62,8 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 62,8 / (3,14 \cdot 6) = 6383 \text{ об/мин;}$$

принимаем  $n_{\text{ст}}=1000$  об/мин,

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 6 \cdot 1000 / 1000 = 9,4 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

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

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

где  $K_p=K_{\text{MP}}$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

$$K_{\text{MP}} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

где  $n_v = 0,75$ ;

$$K_{\text{MP}} = (450 / 750)^{0,75} = 0,75,$$

$C_m = 0,0345$ ,  $q = 2$ ,  $y = 0,8$ ,

$C_p = 68$ ,  $q = 1$ ,  $y = 0,7$ ,

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,16^{0,7} \cdot 0,75 = 0,6 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 5^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,75 = 461 \text{ Н.}$$

6 Мощность резания

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

$$N_e = \frac{0,6 \cdot 1000}{9750} = 0,06 \text{ кВт,}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,15 \cdot 1000 = 150 \text{ мм/мин.}$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм,}$$

$$L_{\text{рх}} = 4 + 5 = 9 \text{ мм,}$$

$$t_0 = 6 \cdot 9 / 150 = 0,72 \text{ мин.}$$

1.5 Сверлить 2 отверстия Ø12; 22

1. Сверло 355ТАММ12.0 PV200 5DD6537LOSAWA

Материал режущей части Т15К6.

2. Глубина сверления:  $t = 6 \text{ мм.}$

3. Принимаем  $S = 0,15 \text{ мм/об.}$

$n_{\text{ст}} = 630 \text{ об/мин, } V_{\text{факт}} = 23,7 \text{ м/мин, } P_o = 1622 \text{ Н, } M_{\text{кр}} = 8,2 \text{ Н·м, } N_e = 0,5 \text{ кВт,}$

$S_M = 94,5 \text{ мм/мин, } t_0 = 0,25 \text{ мин.}$

1.6 Зенкеровать 2 отверстия Ø 15,5; 22

1. Зенкер 2323-2733 ГОСТ 12489-71.

Материал режущей части Т15К6.

2. Глубина сверления:  $t = 1,75 \text{ мм.}$

3. Принимаем  $S = 0,3 \text{ мм/об.}$

$n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин, } V_{\text{факт}} = 24,3 \text{ м/мин, } P_o = 652 \text{ Н, } M_{\text{кр}} = 2,6 \text{ Н·м, } N_e = 0,05 \text{ кВт,}$

$S_M = 150 \text{ мм/мин, } t_0 = 0,36 \text{ мин.}$

1.7 Черновое развертывание  $\varnothing 15,8$ ; 22.

1. Развёртка 2-16 №2 ГОСТ1672-2016.

Материал режущей части T15K6.

2. Глубина сверления:  $t = 0,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,3$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 20,7$  м/мин,  $P_o = 821$  Н,  $M_{кр} = 4$  Н·м,  $N_e = 0,08$  кВт,  
 $S_M = 120$  мм/мин,  $t_0 = 0,45$  мин.

1.8 Черновое развертывание  $\varnothing 15,8$ ; 22.

1. Развёртка 2-16Н9 ГОСТ1672-2016.

Материал режущей части T15K6.

2. Глубина сверления:  $t = 0,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,3$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 20,1$  м/мин,  $P_o = 817$  Н,  $M_{кр} = 3,9$  Н·м,  $N_e = 0,06$  кВт,  
 $S_M = 120$  мм/мин,  $t_0 = 0,45$  мин.

1.9 Сверлить 4 отверстия  $\varnothing 17,5$  ;  $54^{+3}$ .

1. Сверло UD20.SP06.175.W25 Материал режущей части T15K6.

2. Глубина сверления:  $t = 8,75$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,18$  мм/об.

$n_{ст} = 500$  об/мин,  $V_{факт} = 27,5$  м/мин,  $P_o = 2687$  Н,  $M_{кр} = 3$  Н·м,  $N_e = 0,15$  кВт,  
 $S_M = 90$  мм/мин,  $t_0 = 2,62$  мин.

1.10 Зенковать 4 фаски  $2,5 \times 45^\circ$ .

1. Коническая зенковка  $90^\circ$  для удаления заусенцев DIN 335 из стали HSS-XE с покрытием BLUE-TEC, форма C, арт. 20.1745-2402.

2. Глубина сверления:  $t = 2,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,8$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 30,1$  м/мин,  $P_o = 1305$  Н,  $M_{кр} = 31$  Н·м,  $N_e = 0,127$  кВт,

$S_M = 320$  мм/мин,  $t_0 = 0,1$  мин.

1.11 Нарезать 4 резьбы М20-7Н на глубину 35 мм

Инструмент: Метчик 2621-1729 ГОСТ 3266-81.

Материал режущей части Р6М5.

1 Глубина резания:  $t = 1,25$  мм.

2 Подача:  $S = 2,5$  мм/об.

3 Скорость резания:

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

Принимаем по табл.49  $C_v = 64,8$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,9$ ,  $q = 1,2$ ,  $T = 90$  мин.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{TV},$$

Принимаем по табл.50  $K_{MV} = 0,7$ ;  $K_{UV} = 1,0$ ;  $K_{TV} = 0,8$ ,  $K_{MP} = 1,3$ ,

$$K_v = 0,7 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,3 = 0,73,$$

$$V = \frac{64,8 \cdot 20^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 2,5^{0,5}} \cdot 0,73 = 19 \text{ м/мин},$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot \frac{V}{(\pi \cdot D)} = 1000 \cdot \frac{19}{(3,14 \cdot 20)} = 302 \text{ об/мин.}$$

Принимаем  $n_{\text{ст}} = 250$  об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 20 \cdot 250 / 1000 = 15,7 \text{ м/мин.}$$

4 Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_P,$$

где  $P = 1,5$  мм – шаг резьбы.

Принимаем по табл.45, 46, 51  $C_M = 0,027$ ;  $q = 1,4$ ;  $y = 1,5$ .

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется выражением:  $K_P = K_{MP} = 0,75$ ,

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,027 \cdot 20^{1,4} \cdot 2,5^{1,5} \cdot 0,75 = 53 \text{ Н·м.}$$

## 5 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975},$$

$$N_e = \frac{53 \cdot 250}{975} = 13,6 \text{ кВт} < N_{шт} = 20 \text{ кВт}.$$

## 6 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M;$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 2,5 \cdot 250 = 625 \text{ м/мин.},$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{рх} = 35 + 5 = 40 \text{ мм},$$

$$t_0 = 4 \cdot 40 / 625 = 0,26 \text{ мин.}$$

## Операция 010 Горизонтально-расточная с ЧПУ

2.1 Фрезеровать поверхность в размер 20 мм с поворотом фрезерной головки на 20°

Инструмент: Фреза АРКТ10-Е90-Д40Z5W32-L150. Пластина АР.1003z=5.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 3 \text{ мм};$

Ширина фрезерования:  $B = 25 \text{ мм};$

Диаметр фрезы:  $D = 40 \text{ мм}.$

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2 \text{ мм/зуб.},$

$n_{ст} = 1000 \text{ об/мин}, V_{факт} = 125,6 \text{ м/мин}, P_z = 2208 \text{ Н}, M_{кр} = 44,1 \text{ Н}\cdot\text{м}, N_e = 1,44 \text{ кВт}, S = 1,0 \text{ мм/об}, S_M = 1000 \text{ мм/мин}, t_0 = 0,13 \text{ мин}.$

2.2 Центровать отверстие Ø 6 выдерживая размер 528 мм с поворотом фрезерной головки на 20°

1. Центровка С-SD MM6 90°PV200 CARBIDEOSAWA.

Материал режущей части Т15К6.



2. Глубина сверления:  $t = 1,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

$n_{ст} = 1000$  об/мин,  $V_{факт} = 9,4$  м/мин,  $P_o = 461$  Н,  $M_{кр} = 0,6$  Н·м,  $N_e = 0,06$  кВт,  
 $S_M = 150$  мм/мин,  $t_0 = 0,24$  мин.

2.3 Сверлить отверстия  $\varnothing 16H14$ ; 120 мм с поворотом фрезерной головки на  $20^\circ$

1. Сверло UD20.SP06.160.W25.

Материал режущей части T15K6.

2. Глубина сверления:  $t = 8$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,16$  мм/об.

$n_{ст} = 500$  об/мин,  $V_{факт} = 25,1$  м/мин,  $P_o = 2262$  Н,  $M_{кр} = 15,3$  Н·м,  $N_e = 1$  кВт,  
 $S_M = 80$  мм/мин,  $t_0 = 4,12$  мин.

2.4 Рассверлить отверстие  $\varnothing 30,5$ ; 120 мм с поворотом фрезерной головки на  $20^\circ$ .

1. Сверло UD20.SP06.300.W32.

Материал режущей части T15K6.

2. Глубина сверления:  $t = 7,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,3$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 38,3$  м/мин,  $P_o = 432$  Н,  $M_{кр} = 7,9$  Н·м,  $N_e = 0,32$  кВт,  
 $S_M = 120$  мм/мин,  $t_0 = 2,75$  мин.

Операция 015 Горизонтально-расточная с ЧПУ

3.1 Фрезеровать торец в размеры 143.

Инструмент: Фреза AF01.12C60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами

$z = 6$ .

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 3$  мм;

Ширина фрезерования:  $B = 140$  мм;

Диаметр фрезы:  $D = 200$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб,

$n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 125,6$  м/мин,  $P_z = 2457$  Н,  $M_{кр} = 284$  Н·м,  $N_e = 8,03$  кВт,  $S = 1,2$  мм/об,  $S_m = 240$  мм/мин,  $t_0 = 0,73$  мин.

3.2 Расточить отверстия диаметром 102Н11 на проход

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREATRC63 PS11.30.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 3$  мм.

2 Подача:  $S = 0,5$  мм/об.

3 Скорость резания:

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

где  $K_{пв}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив},$$

$K_{ив}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

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

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

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv},$$

Принимаем  $n_v = 1$ ,  $K_{пв} = 0,8$ ,  $K_{ив} = 0,65$ ,  $K_r = 1$ .

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 450)^1 = 1,67.$$

$$K_v = 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,87.$$

$$V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,87 = 118 \text{ м/мин.}$$

4 Частота вращения шпинделя:

$$n_p = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 125 / (3,14 \cdot 102) = 367 \text{ об/мин};$$

Принимаем  $n_{ст}=315$  об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{фр} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 315 \cdot 102 / 1000 = 101 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$K_p = K_{мп} \cdot K_{фр} \cdot K_{γр} \cdot K_{λр} \cdot K_{гр},$$

$$K_{мп} = (\sigma_b / 750)^{n_v},$$

где  $n_v = 0,75$ ;

$$K_{мп} = (540 / 750)^{0,75} = 0,68,$$

$$K_{фр} = 1, K_{γр} = 1, K_{λр} = 1, K_{гр} = 1,$$

$$K_p = 0,68 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,68,$$

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 101^{-0,15} \cdot 0,68 = 1826 \text{ Н.}$$

6 Мощность резания

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

$$N_e = \frac{1826 \cdot 101}{1020 \cdot 60} = 3,01 \text{ кВт.}$$

$$N_{рез} \leq N_{шт},$$

$$N_{шт} = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ кВт} > N_e = 3,01 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст},$$

$$S_M = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

## 8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M,$$
$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$
$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм},$$
$$L_{px} = 286 + 5 = 291 \text{ мм},$$
$$t_0 = 291 / 157,5 = 1,85 \text{ мин.}$$

### 3.3. Расточить отверстия диаметром 105Н9 на проход

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD' ANDREATS50/63 PS11.30.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 1,5 \text{ мм}$ .

2 Подача:  $S = 0,3 \text{ мм/об}$ .

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S = 0,3 \text{ мм/об}$ ,  $n_{ст} = 630 \text{ об/мин}$ ,  $V_{факт} = 207,7 \text{ м/мин}$ ,  $P_z = 559 \text{ Н}$ ,  $N_e = 1,9 \text{ кВт}$ ,  
 $S_M = 189 \text{ мм/мин}$ ,  $t_0 = 1,54 \text{ мин}$ .

### 3.4 Центровать отверстие $\varnothing 3 \text{ мм}$

1. Центровка С-SD MM6 90°PV200 CARBIDEOSAWA

Материал режущей части Т15К6

2. Глубина сверления:  $t = 1,5 \text{ мм}$ .

3. Принимаем  $S = 0,1 \text{ мм/об}$ .

Расчет аналогичен операции 005 переход 5.

$n_{ст} = 1000 \text{ об/мин}$ ,  $V_{факт} = 9,4 \text{ м/мин}$ ,  $P_o = 461 \text{ Н}$ ,  $M_{кр} = 0,6 \text{ Н·м}$ ,  $N_e = 0,06 \text{ кВт}$ ,  
 $S_M = 150 \text{ мм/мин}$ ,  $t_0 = 0,12 \text{ мин}$ .

### 3.5 Сверлить отверстия $\varnothing 10H13; 19^{+5} \text{ мм}$ , выдерживая размер $R65^{+0,25}$ , 116

1.Сверло 355ТА MM10.0 PV200 5D D6537L OSAWA

Материал режущей части T15K6

2. Глубина сверления:  $t=5$  мм.

3. Принимаем  $S=0,15$  мм/об.

$n_{ст}=500$  об/мин,  $V_{факт}=15,7$  м/мин,  $P_o=1332$ Н,  $M_{кр}=1,5$  Н·м,  $N_e=0,08$  кВт,

$S_M=75$  мм/мин,  $t_0=0,36$  мин.

II позиция

3.6. Подрезать торец в размеры 286

Инструмент: Фреза AF01.12C60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами

$z=6$ .

Материал режущей части T5K10

1 Глубина фрезерования:  $t=3$  мм;

Ширина фрезерования:  $B=140$  мм;

Диаметр фрезы:  $D=200$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z=0,2$  мм/зуб.

$n_{ст}=200$  об/мин,  $V_{факт}=125,6$  м/мин,  $P_z=2457$  Н,  $M_{кр}=284$  Н·м,  $N_e=8,03$  кВт,  $S=1,2$  мм/об,  $S_M=240$  мм/мин,  $t_0=0,73$  мин.

Операция 020 Горизонтально-расточная с ЧПУ

Фрезеровать торец в размеры 28 мм

Фреза AF01.12C60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами. Для пластин SE\*T12T3 (Bangpu) и SE\*T13T3 (Intool)

$z=6$ .

Материал режущей части T5K10

1 Глубина фрезерования:  $t=3$  мм;

Ширина фрезерования:  $B=100$  мм;

Диаметр фрезы:  $D=200$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб.

$n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 125,6$  м/мин,  $P_z = 1697$  Н,  $M_{кр} = 170$  Н·м,  $N_e = 5,54$  кВт,  $S = 1,2$  мм/об,  $S_m = 240$  мм/мин,  $t_0 = 2,2$  мин.

4.2 Расточить отверстия  $\varnothing 170$ ; 82 мм,

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Резец SFTP 50.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 168,1$  м/мин,  $P_z = 1922$  Н,  $N_e = 5,3$  кВт,  $S_m = 94,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,16$  мин.

4.3 Расточить  $\varnothing 176H11$ ; 74,5 мм,

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Резец SFTP 50.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 174$  м/мин,  $P_z = 1918$  Н,  $N_e = 5,4$  кВт,  $S_m = 94,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,53$  мин.

4.4 Расточить  $\varnothing 182H14$ ; 29,5 мм,

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Резец SFTP 50.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 180$  м/мин,  $P_z = 1902$  Н,  $N_e = 5,6$  кВт,  $S_m = 94,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,37$  мин.

#### 4.5 Расточить фаску $1,6 \times 45^\circ$

Инструмент: Микрометрическая расточная головка

MODULHARD'ANDREATRC80. Резец SSSC90. Резец SFTP 50.

Материал режущей части T5K10

1 Глубина резания:  $t = 2$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 182$  м/мин,  $P_z = 760$  Н,  $N_e = 2,3$  кВт,

$S_m = 94,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,07$  мин.

#### 4.6 Расточить отверстия $\varnothing 180H9; 45$

Инструмент: Микрометрическая расточная головка

MODULHARD'ANDREA TRM50/63 PS11.40. Резец SFTP 50.

Материал режущей части T5K10

1 Глубина резания:  $t = 2$  мм.

$S = 0,2$  мм/об,  $n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 226$  м/мин,  $P_z = 542,5$  Н,  $N_e = 2$  кВт,

$S_m = 80$  мм/мин,  $t_0 = 0,63$  мин.

#### 4.7 Центровать 4 отверстия $\varnothing 3$ мм

1. Центровка C-SD MM3  $90^\circ$  PV200 CARBIDEOSAWA

Материал режущей части T15K6

2. Глубина сверления:  $t = 1,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

$n_{ст} = 1000$  об/мин,  $V_{факт} = 9,4$  м/мин,  $P_o = 461$  Н,  $M_{кр} = 0,6$  Н·м,  $N_e = 0,06$  кВт,

$S_m = 150$  мм/мин,  $t_0 = 0,48$  мин.

#### 4.8 Сверлить 4 отверстия $\varnothing 8,5; 29^{+5}$ мм

1. Сверло 355TAMM 8,5 PV200 5DD6537LOSAWA.

Материал режущей части T15K6

2. Глубина сверления:  $t = 4,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

$n_{ст} = 500$  об/мин,  $V_{факт} = 13,4$  м/мин,  $P_o = 852$  Н,  $M_{кр} = 0,9$  Н·м,  $N_e = 0,05$  кВт,  
 $S_M = 50$  мм/мин,  $t_0 = 2,72$  мин.

4.9 Рассверлить 4 фаски  $1,6 \times 45^\circ$

1. Сверло 355ТАММ 12 PV200 5DD6537LOSАWA.

2. Глубина сверления:  $t = 1,6$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,6$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 15,1$  м/мин,  $P_o = 4217$  Н,  $M_{кр} = 5,4$  Н·м,  $N_e = 0,22$  кВт,  
 $S_M = 240$  мм/мин,  $t_0 = 0,12$  мин.

4.10 Нарезать 4 резьбы М10-7Н; 20 min

1. Метчик 2621-2591 ГОСТ 3266-81.

2. Глубина сверления:  $t = 1,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 1,25$  мм/об.

$n_{ст} = 250$  об/мин,  $V_{факт} = 7,9$  м/мин,  $M_{кр} = 7,1$  Н·м,  $N_e = 1,82$  кВт,  
 $S_M = 312,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,32$  мин.

II позиция

4.11. Фрезеровать торец в размеры  $600 \pm 0,2$  мм

Фреза AF01.12C60.200.14 фреза торцевая насадная со сменными пластинами. Для пластин SE\*T12T3 (Bangpu) и SE\*T13T3 (Intool)

$z = 6$ .

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования:  $t = 3$  мм;

Ширина фрезерования:  $B = 160$  мм;

Диаметр фрезы:  $D = 200$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб.



$n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 125,6$  м/мин,  $P_z = 2845$  Н,  $M_{кр} = 285$  Н·м,  $N_e = 9,3$  кВт,  
 $S = 1,2$  мм/об,  $S_m = 240$  мм/мин,  $t_0 = 2,95$  мин.

4.12 Расточить отверстия диаметром 266Н11; 473± мм,

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREABPS200. Резец SSSC90.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 166,7$  м/мин,  $P_z = 1924$  Н,  $N_e = 5,2$  кВт,  
 $S_m = 60$  мм/мин,  $t_0 = 0,97$  мин.

4.13 Расточить Ø 272; 8 мм

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREABPS200. Резец SSSC90.

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 0,3$  мм/об,  $n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 171$  м/мин,  $P_z = 1917$  Н,  $N_e = 5,4$  кВт,  
 $S_m = 60$  мм/мин,  $t_0 = 0,22$  мин.

4.14 Расточить отверстия Ø 270Н9; 473± мм

Инструмент: Микрометрическая расточная головка  
MODULHARD'ANDREATRМ80/125 PS14.40. Резец SFTP 50

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина резания:  $t = 2$  мм.

$S = 0,2$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 267$  м/мин,  $P_z = 529$  Н,  $N_e = 2,3$  кВт,  
 $S_m = 63$  мм/мин,  $t_0 = 0,79$  мин.

#### 4.15 Центровать 6 отверстия $\varnothing 3$ мм

1. Центровка C-SD MM3 90°PV200 CARBIDEOSAWA

Материал режущей части T15K6

2. Глубина сверления:  $t = 1,5$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

$n_{ст} = 1000$  об/мин,  $V_{факт} = 9,4$  м/мин,  $P_o = 461$  Н,  $M_{кр} = 0,6$  Н·м,  $Ne = 0,06$  кВт,

$S_M = 150$  мм/мин,  $t_0 = 0,72$  мин.

#### 4.16 Сверлить 6 отверстия $\varnothing 8,5$ ; $29^{+5}$ мм

1. Сверло 355TAMM 8,5 PV200 5DD6537LOSAWA.

Материал режущей части T15K6

2. Глубина сверления:  $t = 4,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

$n_{ст} = 500$  об/мин,  $V_{факт} = 13,4$  м/мин,  $P_o = 852$  Н,  $M_{кр} = 0,9$  Н·м,  $Ne = 0,05$  кВт,

$S_M = 50$  мм/мин,  $t_0 = 4,08$  мин.

#### 4.17 Рассверлить 6 фаски $1,6 \times 45^\circ$

1. Сверло 355TAMM 12 PV200 5DD6537LOSAWA.

2. Глубина сверления:  $t = 1,6$  мм.

3. Принимаем  $S = 0,6$  мм/об.

$n_{ст} = 400$  об/мин,  $V_{факт} = 15,1$  м/мин,  $P_o = 4217$  Н,  $M_{кр} = 5,4$  Н·м,  $Ne = 0,22$  кВт,

$S_M = 240$  мм/мин,  $t_0 = 0,18$  мин.

#### 4.18 Нарезать 6 резьб M10-7H; 20 min

1. Метчик 2621-2591 ГОСТ 3266-81.

2. Глубина сверления:  $t = 1,25$  мм.

3. Принимаем  $S = 1,25$  мм/об.

$n_{ст} = 250$  об/мин,  $V_{факт} = 7,9$  м/мин,  $M_{кр} = 7,1$  Н·м,  $Ne = 1,82$  кВт,

$S_m = 312,5$  мм/мин,  $t_0 = 0,48$  мин.

Операция 025 Токарная с ЧПУ

5.1 Точить поверхность в размер  $\varnothing 224h11$  и торец в размер  $19^{+0,5}$

Инструмент: Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2102-4035 PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412

1 Глубина резания:  $t = 5$  мм.

$S = 1$  мм/об,  $n_{ст} = 200$  об/мин,  $V_{факт} = 141$  м/мин,  $P_z = 4869$  Н,  $N_e = 11,2$  кВт,

$S_m = 200$  мм/мин,  $t_0 = 0,23$  мин.

5.2 Точить поверхность в размеры  $\varnothing 220f9; 28$ ; фаску  $1,6 \times 45^\circ$ .

Инструмент: Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2102-4035 PCLNR2525M16. Пластина T15K6 051243-160412 CNMM-160412.

1 Глубина резания:  $t = 2$  мм.

$S = 0,6$  мм/об,  $n_{ст} = 315$  об/мин,  $V_{факт} = 217,6$  м/мин,  $P_z = 1244$  Н,  $N_e = 4,4$  кВт,

$S_m = 189$  мм/мин,  $t_0 = 0,24$  мин.

Расчеты режимов резания представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Расчет режимов резанья.

№ Операция/ переход	t, мм	S, мм/об. ( $S_z$ , мм/зуб)	V, м/мин.	n, об/мин.	T <sub>о</sub> , мин	
1	2	3	4	5	6	
005	1	3,0	1(0,2)	125,6	1000	0,41
	2	3,0	1(0,2)	125,6	1000	0,76
	3	3,0	0,45(0,15)	62,8	1000	1,24
	4	3,0	0,1	9,4	1000	0,72
	5	6,0	0,15	23,7	630	0,25
	6	1,75	0,3	24,3	500	0,36
	7	0,5	0,3	20,7	400	0,45
	8	0,25	0,3	20,1	400	0,45
	9	8,75	0,18	27,5	500	2,62
	10	2,5	0,8	30,1	400	0,1
	11	2,5	5,5	15,7	250	0,26

Продолжение таблицы 1.9

010	1	3,0	1(0,2)	125,6	1000	0,13
	2	1,5	0,1	9,4	1000	0,24
	3	8	0,16	25,1	500	4,12
	4	7,25	0,3	38,3	400	2,75
015	1	3,0	1,2(0,2)	125,6	200	0,73
	2	3,0	0,6	101	315	1,85
	3	1,5	0,3	207,7	630	1,54
	4	1,5	0,1	9,4	1000	0,12
	5	5	0,15	15,7	500	0,36
	6	3,0	1,2(0,2)	125,6	200	0,73
020	1	3	1,2(0,2)	125,6	200	2,2
	2	5	0,3	168,1	315	0,16
	3	5	0,3	174	315	0,53
	4	5	0,3	180	315	0,37
	5	2	0,3	182	315	0,07
	6	2	0,2	226	400	0,63
	7	1,5	0,1	9,4	1000	0,48
	8	4,25	0,1	13,4	500	2,72
	9	1,6	0,6	15,1	400	0,12
	10	1,25	1,25	7,1	250	0,32
	11	3	1,2(0,2)	125,6	200	2,95
	12	5	0,3	166,7	200	0,97
	13	5	0,3	171	200	0,22
	14	2	0,2	267	315	0,79
	15	1,5	0,1	9,4	1000	0,72
	16	4,25	0,1	13,4	500	4,08
	17	1,6	0,6	15,1	400	0,18
	18	1,25	1,25	7,1	250	0,48
025	1	5	1	141	200	0,23
	2	2	0,6	217,6	315	0,24

### 1.1.8 Нормирование технологического процесса механической обработки

Норма времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n},$$

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.

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

где  $T_{ца} = T_0 + T_{мв}$ , - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_0$  – 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;

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-3.обр}, \text{ мин.};$$

где  $T_{п-31}$  – время на организационную подготовку, мин.;

$T_{п-32}$  – время на наладку станка, мин.;

$T_{п-3.обр}$  – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы и приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормы времени на операцию

№	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		7,62
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали		0,6
	время, связанное с переходом	Карта 16, поз.7, 40	1,1
	на измерение	Карта 56, поз.16	1,8
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 86, поз.72	1
	Суммарное вспомогательное время		3,5
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время:		
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 56, поз.21	28
	6. Штучное время		12,02
	7. Штучно-калькуляционное время		14,17

Продолжение таблицы 2

010	Горизонтально-расточная с ЧПУ		
	1. Основное время		7,24
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали		0,6
	время, связанное с переходом	Карта 16, поз.7, 40	0,8
	на измерение	Карта 56, поз.16	0,4
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 86, поз.72	1
	Суммарное вспомогательное время		1,8
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время:		
	на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 56, поз.21	28
	6. Штучное время		9,88
	7. Штучно-калькуляционное время		12,04

Продолжение таблицы 2

015	<p>Горизонтально-расточная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали время, связанное с переходом на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 16, поз.7, 40</p> <p>Карта 56, поз.16</p> <p>Карта 86, поз.72</p> <p>Карта 56, поз.18</p> <p>Карта 56, поз.20</p> <p>Карта 56, поз.21</p>	<p>5,33</p> <p>0,6</p> <p>0,6</p> <p>0,7</p> <p>1</p> <p>1,9</p> <p>8%</p> <p>4%</p> <p>28</p> <p>7,87</p> <p>10,02</p>
-----	---	--	---



Продолжение таблицы 2

020	Горизонтально-расточная с ЧПУ		
	1. Основное время		17,99
	2. Вспомогательное время:		
	на установку и снятие детали		0,6
	время, связанное с переходом	Карта 16, поз.7, 40	1,8
	на измерение	Карта 56, поз.16	2,2
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 86, поз.72	1
	Суммарное вспомогательное время		4
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	8%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки	Карта 56, поз.21	28
	6. Штучное время		24,15
	7. Штучно-калькуляционное время		26,3

Продолжение таблицы 2

025	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		0,47
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	0,4
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	2,6
	машинно-вспомогательное время по		0,6
	программе		1,0
	Коэффициент на вспомогательное время		3,6
	Суммарное вспомогательное время	Карта 16	
	3. Время на обслуживание рабочего места,	Поз.39	14%
время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 26,	26	
4. Подготовительно-заключительное время			
на партию, на наладку станка, инструмента и			
приспособлений, на дополнительные приёмы			
5. Штучное время		4,14	
6. Штучно-калькуляционное время		6,14	

## 1.2 Конструкторская часть

### 1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Для фрезерования поверхностей, сверления, развертывания отверстий и нарезания резьбы (операция 005) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ ФС110МФЗ необходимо применение специального приспособления. Приспособление разрабатываем для операции 005 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно

режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Деталь в данном приспособлении устанавливается на призмы позиция 6. Призмы крепятся к плите позиция 1 винтами позиция 20 и штифтами позиция 26. Штифты в плите крепятся с помощью посадки с натягом.

На призме установлен упор позиция 13 прикрепленный болтами позиция 18 и шайбой позиция 24. Для ориентировки установлен упор позиция 21, который установлен в плиту.

Зажим заготовки осуществляется двумя прихватами позиция 22 с помощью опор позиции 4, 5, шайбой позиция 14, гайкой позиция 16 и стоек позиция 10. Прихваты подпружинены пружинами позиция 7, 8. Пружины находятся в колоннах позиция 9. Прихват перемещается вдоль оси.

Ориентация приспособления на столе станка осуществляется с помощью шпонок позиция 15, которая крепится к плите винтом позиция 19.

Для ориентации инструмента на плите установлен установ, который состоит из корпуса позиция 3 и втулки позиция 2. Установ крепится к плите болтами позиция 17, шайбами позиция 24 и штифтами позиция 25.

Для установки и снятия приспособления со стола с помощью подъемных сооружений используются рым-болты позиция 23.

### **1.2.2 Силовой расчет приспособления**

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления  $Q$  определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при фрезеровании. Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности. Возникающая окружная сила резания  $P_0$  создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг собственной оси.

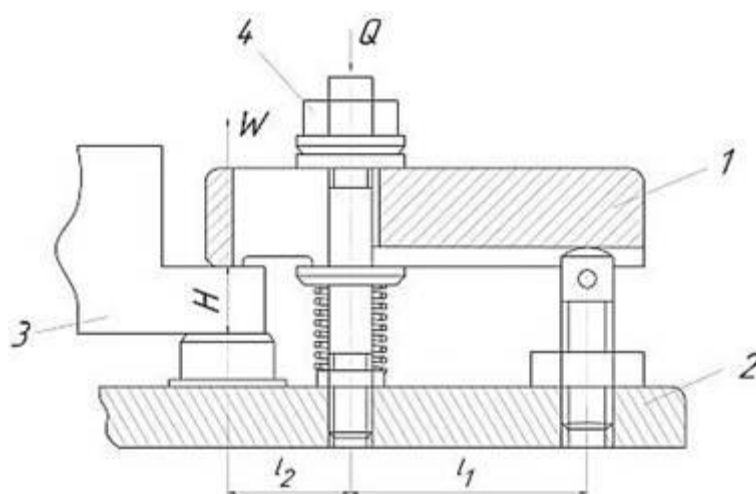


Рисунок 1.6 – Схема резания и закрепления

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_1 + l_2} \cdot k,$$

где  $W$  – сила закрепления детали;

$Q$  – прилагаемая сила;

$k$  – коэффициент запаса и условие равенства сил;

$\eta = 0,95$  – коэффициент, полезного действия;

$l_1$  и  $l_2$  – плечи рычага, мм.

Из расчётов режимов резания  $Q = P_z = 2687$  Н.

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания;

$k_2 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

$k_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима;

$k_5 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в

ручных зажимных устройствах.

$k_6 = 1,5$  – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

Из сборочного чертежа приспособления  $l_1 = 50$  мм и  $l_2 = 46$  мм.

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,9.$$

$$W = 2687 \cdot 50 \cdot 0,95 \cdot 3,9 / (50 + 46) = 5185 \text{ Н.}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метрической резьбы:

$$W = \pi \cdot d^2 \cdot [\tau]_{cp} / 4,$$

где  $d$  – номинальный диаметр резьбы, мм;

$[\tau]_{cp} = 60$  Мпа – допустимое напряжение при растяжении;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\tau]_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5185}{3,14 \cdot 60}} = 10,5 \text{ мм.}$$

Принимаем с учетом конструктивных особенностей прихватов  $d = 30$  мм.

### 1.2.3 Расчет приспособления на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3,0}^2 + \Delta_{пр}^2},$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3,0}$  – основная погрешность закрепления, мм;

$\Delta_{пр}$  – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

Для размеров на выполняемое сверления отверстия диаметрами 17,5Н14, 16Н9 и фрезерования поверхностей.

Размеры выполняются за одну установку. Технологическая база совпадает с измерительной  $\varepsilon_6 = 0$  мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь  $\varepsilon_{з.о}=0$ .

Погрешность приспособления

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u,$$

где  $\varepsilon_{np} = 0,05$  мм – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешности изготовления и сборки установочных и др. элементов приспособления;

$\varepsilon_{yc} = 0,087$  мм – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_u$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления. Эта величина зависит от программы выпуска изделий, их конструкции и размеров, материала и массы заготовки, состояния ее базовой поверхности.

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot N,$$

где N – программа выпуска;

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot 535 = 27 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{np} = 0$ , т.к. приспособление плотно прилегает к столу станка и инструмент настраивается на пробной детали.

$$\Delta_{np} = 0,05 + 0,087 + 0,027 = 0,164 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 0 + 0,164^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры 0,2мм.

#### **1.2.4 Обоснование и описание конструкции приспособления**

Для фрезерования торцов, сверления отверстия диаметрами 170Н14, 180Н9, 182Н14, 270Н9, 272 и нарезания резьбы М10 (операция 020) на горизонтально-расточном станке с ЧПУ ТК611С1/1А необходимо применение специального приспособления. Приспособление разрабатываем для операции 020 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в

приспособление обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Деталь в данном приспособлении устанавливается на пластины позиция 15 и пальцы позиция 12 и 13. Пластины крепятся к плите позиция 1 винтами позиция 11. Пальцы в плите крепятся с помощью посадки с натягом.

Зажим заготовки осуществляется двумя прихватами позиция 16 с помощью стоек позиция 5, 6, шайбой позиция 7 и гайкой позиция 9. Прихваты подпружинены пружинами позиция 3. Пружины находятся в стаканах позиция 4. Прихват перемещается вдоль оси.

Ориентация приспособления на столе станка осуществляется с помощью шпонок позиция 8, которая крепится к плите винтом позиция 11.

Для ориентации инструмента на плите установлен установ, который крепится к плите болтами позиция 10 и штифтами позиция 18.

Для установки и снятия приспособления со стола с помощью подъемных сооружений используются рым-болты позиция 17.

### **1.2.5 Силовой расчет зажима**

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления  $Q$  определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при фрезеровании. Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности. Возникающая окружная сила резания  $P_o$  создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг собственной оси.

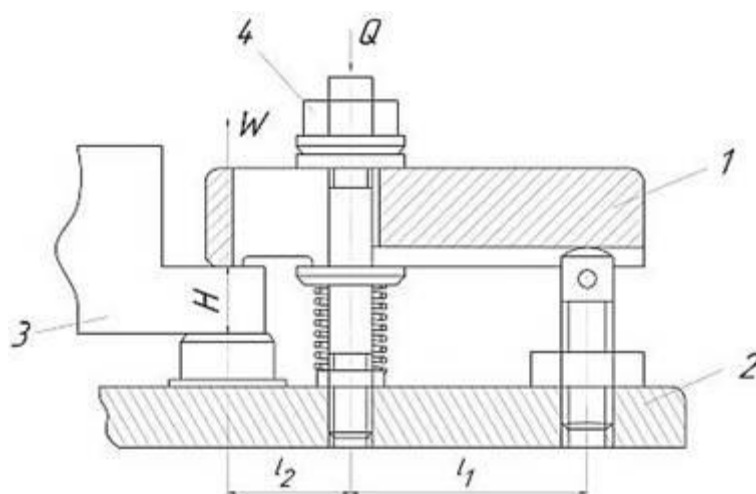


Рисунок 1.7 – Схема резания и закрепления

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta}{l_1 + l_2} \cdot k$$

где  $W$  – сила закрепления детали;

$Q$  – прилагаемая сила

$k$  – коэффициент запаса и условие равенства сил;

$\eta = 0,95$  – коэффициент, полезного действия;

$l_1$  и  $l_2$  – плечи рычага, мм.

Из расчётов режимов резания  $Q = P_z = 2845$  Н.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания;

$k_2 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента;

$k_3 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима;



$k_5 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6 = 1,5$  – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

Из сборочного чертежа приспособления  $l_1 = 150$  мм и  $l_2 = 205$  мм.,

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,9,$$

$$W = 2845 \cdot 150 \cdot 0,95 \cdot 3,9 / (150 + 205) = 4454 \text{ Н.}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метрической резьбы

$$W = \pi \cdot d^2 \cdot [\tau]_{cp} / 4,$$

где  $d$  – номинальный диаметр резьбы, мм;

$[\tau]_{cp} = 60$  Мпа – допустимое напряжение при растяжении;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\tau]_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4454}{3,14 \cdot 60}} = 9,7 \text{ мм.}$$

Принимаем с учетом конструктивных особенностей прихватов  $d = 30$  мм.

### 1.2.6 Расчет на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_{з.о}^2 + \Delta_{пр}^2},$$

где  $\varepsilon_b$  – погрешность базирования, мм;

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

$\Delta_{пр}$  – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

Для размеров на выполняемое сверления отверстия диаметрами 170Н14, 180Н9, 182Н14, 270Н9, 272 с выдержкой размера 130 допуском 0,2 мм

Размеры выполняются за одну установку. Технологическая база совпадает с измерительной  $\varepsilon_b = 0$  мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь  $\varepsilon_{з.о}=0$ .

Погрешность приспособления

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u,$$

где  $\varepsilon_{np} = 0,05$  мм – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешности изготовления и сборки установочных и др. элементов приспособления;

$\varepsilon_{yc} = 0,0045$  мм – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_u$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления. Эта величина зависит от программы выпуска изделий, их конструкции и размеров, материала и массы заготовки, состояния ее базовой поверхности.

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot N,$$

где N – программа выпуска.

$$\varepsilon_u = 0,05 \cdot 535 = 27 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{np} = 0$ , т.к. приспособление плотно прилегает к столу станка и инструмент настраивается на пробной детали.

$$\Delta_{np} = 0,05 + 0,0045 + 0,027 = 0,0815 \text{ мм.},$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 0 + 0,0815^2} = 0,0815 \text{ мм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры 0,2 мм.

### 1.3 Результаты проделанной разработки

#### 1.3.1 Организационная часть

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

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

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

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

$N = 535$  шт - годовая программа выпуска продукции;

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.о.} = C_p / C_{п.},$$

где  $C_{п.}$  - принятое число станков.

Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки. Результаты заносим в таблицу 2.1

Таблица 2.1– Количество оборудования

№опера	$F_d$	$C_p$	$C_{п.}$	$K_{з.о.}, \%$
005	2016	0,063	1	6,3
010	2016	0,053	1	5,3
015, 020	2016	0,161	1	16,1
025	2016	0,027	1	2,7

Средний коэффициент загрузки  $K_{з.о.ср.} = 7,59 \%$ .

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{з.о.} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к.ср} = 2016 \cdot 60 / (535 \cdot 17,14) = 13,2.$$

$10 < K_{з.о.} < 20$ , что соответствует мелкосерийному типу производства.

Оборудование не до загружено, необходимо до загрузить.

### 1.3.3 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле:

$$Ч_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^M (C_{\text{пi}} \cdot n_{\text{смi}}),$$

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

$$Ч_{\text{осн}} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 4 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих:

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

где  $k_{\text{всп}} = 30\%$  – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{\text{всп}} = 4 \cdot \frac{30}{100} = 1 \text{ чел.}$$

Численность специалистов:

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

где  $k_{\text{спец}}$  принимают от 16 до 24% – коэффициент численности специалистов,

$$Ч_{\text{спец}} = (4 + 1) \frac{24}{100} = 2 \text{ чел.}$$

Общая численность работников подразделения составляет:

$$Ч_{\text{общ}} = Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} = 4 + 1 + 2 = 7 \text{ чел.}$$

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b> 10А91	<b>ФИО</b> Мельникову Роману Александровичу
------------------------	--

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление/ООП/ ОПОП</b>	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования(НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>1 кв/ч – 5,27 руб. Стоимость приобретаемого оборудования 19275000 руб. Фонд заработной платы всех рабочих 176407,1 руб.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Масса заготовки 77,28 кг. Масса материала на программу выпуска 41244,8 кг</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Прочие расходы 9121176,9 руб. Отчисления на социальные нужды 52922,1 руб. Отчисления в ремонтный фонд 513708 руб.</i>

<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>
1. <i>Расчет объема капитальных вложений</i>
2. <i>Расчет себестоимости продукции</i>
3. <i>Экономическое обоснование технологического проекта</i>

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	
--	--

<b>Перечень графического материала</b>
1. <i>Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты</i>

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А91	Мельников Р.А.		

## 2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 2.1 Расчет объема капитальных вложений

#### 2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

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

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

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

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

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005	ФС110МФ3	6320000	1	6320000
010	РТ1000	6635000	1	6635000
015,020	ТК611С1/1А	3520000	1	3520000
025	117НТ	2800000	1	2800000
Всего:				19275000

#### 2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.3.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{BO} = K_{TO} \cdot 0,30 ,$$

$$K_{BO} = 19275000 \cdot 0,3 = 5782500 \text{ руб.}$$

### 2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ии}$ ) по предприятию устанавливаем приблизительно 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.)

$$K_{ии} = K_{TO} \cdot 0,15;$$

$$K_{ии} = 19275000 \cdot 0,15 = 2891250 \text{ руб.}$$

### 2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитываем при арендованной форме владения, по формуле:

$$C_{II}^II = (S_{III} \cdot A_{III} + S_{СП} \cdot A_{СП}) \cdot T;$$

где  $S_{III}$ ,  $S_{СП}$  – соответственно производственная и складская площадь,  $m^2$ ;

$A_{III}$ ,  $A_{СП}$  – арендная плата  $1m^2$  за месяц, руб/ $m^2$ ;

$T$  – отчетный период ( $T = 12$  мес.)

$$C_{II}^II = (140 \cdot 130 + 21 \cdot 130) = 251160 \text{ руб.}$$

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

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{H_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}};$$

где  $H_{\text{М}}$  – норма расхода материала,  $H_{\text{М}} = 77,28$  кг/ед.;

$N$  – годовой объем производства продукции,  $N = 535$  шт.;

$C_{\text{М}}$  – цена материала,  $C_{\text{М}} = 300$  руб./кг (Сталь 25Л ГОСТ 977-88);

$T_{\text{ОБМ}}$  – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях,  $T_{\text{ОБМ}} = 6$  дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{77,28 \cdot 535 \cdot 300}{360} \cdot 10 = 206724 \text{ руб.}$$

### 2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{\text{НЗП}}$ ) установлена из следующего выражения:

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{N \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360};$$

где  $T_{\text{Ц}}$  – длительность производственного цикла,  $T_{\text{Ц}} = 9$  дней;

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

$k_{\text{Г}}$  – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{\text{М}} \cdot C_{\text{М}}}{k_{\text{М}}};$$

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

$$C' = \frac{77,28 \cdot 300}{0,85} = 27275,3 \text{ руб.}$$



Коэффициент готовности:

$$\kappa_{\Gamma} = (\kappa_{\text{M}} + 1) \cdot 0,5 ;$$

$$\kappa_{\Gamma} = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,925 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{535 \cdot 9 \cdot 27275,3 \cdot 0,925}{360} = 2887042,5 \text{ руб.}$$

### 2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{ГП}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{ГП}} ;$$

где  $T_{\text{ГП}}$  – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, принимаем  $T_{\text{ГП}} = 7$  дней.

$$K_{\text{ГП}} = \frac{27275,3 \cdot 535}{360} \cdot 7 = 283738,8, \text{ руб.}$$

### 2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{B_{\text{РП}}}{360} \cdot T_{\text{ДЗ}} ;$$

где  $B_{\text{РП}}$  – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{ДЗ}}$  – продолжительность дебиторской задолженности ( $T_{\text{ДЗ}} = 7 \div 40$ ), дней, принимаем  $T_{\text{ДЗ}} = 10$  дней.

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

$$B_{\text{РП}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right);$$

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

$$B_{\text{РП}} = 27275,3 \cdot 535 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 17510738,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{17510738,8}{360} \cdot 10 = 486409,4 \text{ руб.}$$

## 2.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{ОБС}} = K_{\text{ПЗМ}} \cdot 0,1,$$

$$C_{\text{ОБС}} = 206724 \cdot 0,1 = 20672,4 \text{ руб.}$$

## 2.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции

### 2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

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

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{ТЗР}} - C_O \cdot H_O),$$

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

$C_O$  – цена возвратных отходов, руб./кг;

$H_O$  – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_O = m_z - m_o,$$

где  $m_z$  – масса заготовки, кг;

$m_o$  – масса изделия, кг;

$$H_O = 86,5 - 77,28 = 9,22 \text{ кг/шт.}$$

Затраты на основные материалы записываем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Затраты на основные материалы

Деталь	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_{Mi}$ , руб.
Корпус колонны	300	20	1 128 009 23,6
Всего:			1 128 009 23,6

### 2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитываем сдельно-премиальную оплату труда.

В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot K_n \cdot K_p \cdot N;$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Определение фонда заработной платы и численности рабочих приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$ , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$ , руб.	$C_{30i}$ , руб
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	7,62+7,24+ +5,33+17,99	4	4	262,5	174261,9
Оператор токарных станков с ЧПУ	0,47	4	1	262,5	2145,2
Фонд заработной платы всех рабочих					176407,1

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

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{30} \cdot 0,3;$$

$$C_{осо} = 176407,1 \cdot 0,3 = 52922,1 \text{ руб.}$$

### 2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

#### 2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

В расчетах определяем годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% ;$$

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

$$a_n = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0$$

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

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{врi}}$$

где  $n$  – количество оборудования;

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

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

Стоимость амортизационных отчисления записаны в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	а <sub>ни</sub> , %	F <sub>дi</sub> , ч	A <sub>чи</sub> , руб.
005	6320000	10,0	2016	313,5
010	6635000	10,0	2016	329,1
015,020	3520000	10,0	2016	174,6
025	2800000	10,0	2016	138,9
Вспомогательное оборудование	5782500	5,3	2016	286,8
Амортизационные отчисления для всех станков (A <sub>ч</sub> )				1242,9

#### 2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

#### 2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.).

Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot k_{PEM} + C_{II} \cdot k_{3.PEM};$$

ГДЕ  $K_{РЕМ}$ ,  $K_{З.РЕМ}$  – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд,  $K_{РЕМ} = 2\%$ ,  $K_{З.РЕМ} = 5\%$ .

$$C_p = (19275000 + 5782500) \cdot 0,02 + 251160 \cdot 0,05 = 513708 \text{ руб.}$$

### 2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОТС} = n \cdot N \cdot g_{ОХ} \cdot Ц_{ОХ};$$

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

$Ц_{ОХ}$  – средняя стоимость охлаждающей жидкости, ( $Ц_{ОХ} = 94,7 \text{ руб/кг}$ );

$n$  – количество станков,

$$C_{СОТС} = 4 \cdot 535 \cdot 0,03 \cdot 94,7 = 6079,7 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{ВОЗД} = \frac{g_{ВОЗД} \cdot Ц_{ВОЗД} \cdot N_{Г}}{60} \cdot \sum t_{o_i};$$

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

$Ц_{ВОЗД}$  – стоимость сжатого воздуха,  $Ц_{ВОЗД} = 65,5 \text{ руб}$ ,

$$C_{ВОЗД} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 535}{60} \cdot 68,67 = 28074,3 \text{ руб.}$$

### 2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{ЧЭ} = \sum_{i=1}^m N_{Y_i} \cdot F_D \cdot K_N \cdot K_{ВР} \cdot K_{ОД} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{Э};$$

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

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

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

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

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

$\text{Ц}_{\text{Э}}$  – средняя стоимость электроэнергии  $\text{Ц}_{\text{Э}} = 5,27$  руб./кВтч.

Расчет затрат на электроэнергию приведены в таблице 2.6 с учетом загрузки оборудования.

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$C_{\text{чЭi}}$ , руб.
005	25	2601,59
010	28	2475,79
015, 020	15	4000,98
025	30	1352,75
Затраты на электроэнергию для всех операций		10431,12

### 2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем, как плановый показатель  $K_{\text{ин}}=2891250$  руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

### 2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЗВР}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{ЗМj}} \cdot \text{Ч}_{\text{ВРj}} \cdot 12 \cdot k_{\text{пj}} \cdot k_{\text{рj}};$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

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

$C_{\text{ЗМj}}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,  $C_{\text{ЗМj}}=16300$  руб.;

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

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

На участке один вспомогательный рабочий: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда с учетом средней загрузки оборудования.

$$C_{ЗВР} = 16300 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,076 = 25100 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,3 = 25100 \cdot 0,3 = 7530 \text{ руб.}$$

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

### 2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{ЗАУП} = \sum_{j=1}^k C_{ЗАУПj} \cdot Ч_{ЗАУПj} \cdot 0,3 \cdot k_{пj} \cdot k_{ПДj};$$

где  $C_{зупj}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала,  $C_{зупj} = 18200$  руб.;

$Ч_{аупj}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности,  $Ч_{аупj} = 2$  чел.;

$k_{пдj}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала,  $k_{пдj} = 1,58$ .

$$C_{ЗАУП} = 18200 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,58 \cdot 0,076 = 68124,3 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{ОАУП} = C_{ЗАУП} \cdot 0,3 = 68124,3 \cdot 0,3 = 20437,3 \text{ руб.}$$

### 2.2.11 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7;$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 24355,6 \cdot 535 \cdot 0,7 = 9121176,3 \text{ руб.}$$

### 2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, т.е. сделать аналитические выводы по произведенным расчетам и определить предполагаемую прибыль, произвести расчет рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объем реализации.

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	24355,61	13030252,8
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	23926,96	12800923,6
заработная плата производственных рабочих	329,73	176407,1
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	98,92	52922,1
Косвенные затраты:	7146,05	3823137,5
амортизация оборудования предприятия	2,32	1242,9
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	469,46	251160
отчисления в ремонтный фонд	960,2	513708
вспомогательные материалы на содержание оборудования	63,84	34154
затраты на силовую электроэнергию	19,5	10431,1
износ инструмента	5404,21	2891250
заработная плата вспомогательных рабочих	46,92	25100
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	14,07	7530



Продолжение таблицы 2.7

заработная плата административно-управленческого персонала	127,34	68124,3
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	38,2	20437,3
прочие расходы	17048,93	9121176,9
Итого	55696,5	29797705,2

Вывод:

В работе был произведён расчёт детали корпуса колонны. Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 29797705,2 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), вложений, которые составили 13030252,8 в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 3823137,5 рублей в год.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А91	Мельников Роман Александрович

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление/ ООП/ОПОП</b>	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	<b>бакалавриат</b>		

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

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	– указать характеристики объекты исследования
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	– указать нормативные документы
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	– перечислить вредные и опасные факторы
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	– указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – указать наиболее типичную ЧС

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Директор	Солодский С.А	к.т.н, доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А91	Мельников Р.А.		

### **3 Социальная ответственность**

#### **3.1 Характеристика объекта исследования**

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

В ходе технологического процесса обрабатывается «Корпус колонны»

Материалом «Корпус колонны» является сталь 25Л ГОСТ 977—88, масса заготовки – 77,28 г. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус колонны изготавливается на сверлильно-фрезерном и токарном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 35 м<sup>2</sup> максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками0 ГОСТ12.4.013-85. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все двигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с

концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения - станок отключается. 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.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

Основой для разработки комплекса мероприятий по охране труда на рабочем месте на участке, являются данные, характеризующие состояние условий труда. К ним относятся данные о соответствии требованиям норм уровней вредных производственных факторов на рабочих местах, данные о выполнении требований СН 245-71 к производственным помещениям, особенно по размерам площади и объёма, приходящимся на одного работающего, данные об обеспечении работающих, санитарно - бытовыми помещениями и устройствами в

соответствии со СНИП II - 92 -76, данные о контингенте работающих, в том числе обслуживающих технологические процессы с вредными и неблагоприятными условиями труда, а также занятых тяжёлым физическим трудом.

### **Законодательные и нормативные документы**

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профессиональной деятельностью человека, травм на производстве.

Инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной

деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. 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.

9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

### **3.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной средой**

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

– недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;

– электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

– движущиеся органы станков могут нанести травму, 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. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;

– шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;

– СОТС. В данном технологическом процессе используется охлаждающая жидкость на основе минерального базового масла, пакета присадок и биоцидных добавок. Данный вид СОЖ применяется в виде водных эмульсий в обрабатываемых материалах.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки» составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ.

Вибрация — механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая - 92 дБ, для средней частоты октавных полос - 16; 31,5; 63Гц;
- общая - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы - 8Гц;
- общая - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы - 4Гц;
- общая - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы - 2Гц;
- местная - 124 Дб.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий - одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей - одного раза в две недели.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.



Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

СОТС может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества.

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

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

### **3.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной средой**

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- электрический ток, поражение электрическим током может привести к по-настоящему серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.
- стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;
- недостаточность освещенность рабочего места, может привести к ухудшению зрения и травмам.

Защита от воздействия электрического тока.

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

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

Сопротивление одиночного заземлителя  $R_3$ , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

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

где  $d$  – диаметр трубы - заземлителя, см;

$\rho_3$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$l_m$  – длина трубы, см;

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

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяем требуемое число заземлителей  $\Pi$ , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta};$$

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

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

Принимаем  $\Pi = 9$  шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1),$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м.,

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

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

где  $b$  – ширина полосы, см;

$l_n$  – длина полосы, см;

$\rho_n$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$h_n$  – глубина погружения трубы в землю, см.,

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

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi};$$

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

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

Подставив значения в формулу получим:

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

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

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

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

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

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на котором находится заземляемое оборудование.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Все электрошкафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

Защита от движущихся изделий и механизмов.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров, обрабатываемых на станках

заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов". При обработке АК7 образуется методы металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз

представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента.

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

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обеих сторон рабочего стола. Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в рабочей зоне колонны способствуют эффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в рабочих контейнерах на специально отведенных местах.

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

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

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%;$$

где  $E$  – освещённость на рабочем месте, лк;

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

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение — лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа "Универсаль" с лампами накаливания.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы  $F_L$  (лм) определяется по формуле:

$$F_L = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta};$$

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – освещаемая площадь,  $m^2$ ;

$Z$  – коэффициент минимальной освещённости,  $z = (1,1-1,5)$ ;

$N$  – количество светильников, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов  $E=150$  лк,  $K_3=1,6$  согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем  $S=155 \text{ м}^2$ ,  $z=1,3$ ,  $\eta = 50\%$ .

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В- 15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 165 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 9,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В- 15 в количестве 10 шт.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение».

### **Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места**

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

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой - за счёт отопительных систем, летом - за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на естественную (аэрация, проветривание), механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.5480 - 96.

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

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается

решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25 м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

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

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.5480-96 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16. ..18	13. ..19
Относительная влажность, %	40. ..60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более – 35 Вт/м<sup>2</sup>

от 25 до 50% – 70 Вт/м<sup>2</sup>

не более 25%– 100 Вт/м<sup>2</sup>

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

– температура - от 14 С° зимой до 24 С° летом;

– относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;

– скорость движения воздуха -0,15 м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65Вт/м

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.



## **Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте**

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

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

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

### **3.4 Охрана окружающей среды**

Проблема защиты охраны окружающей среды одна из важнейших

задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

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. 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.

### **3.5 Защита в чрезвычайных ситуациях**

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

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

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям Постановления Правительства РФ от 16.09.2021 № 1479 «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации», СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП П-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- в производственных помещениях категории В до 500 м<sup>2</sup> применяются порошковый ОП-4 в количестве 2 шт;

- песок (чистый и сухой) для розлива масла - 0,5 м<sup>3</sup>;

- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;

- тушение электроники и электроустановок напряжением более 1000 В осуществляется огнетушителями углекислотными ОУ-5 в количестве 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А – склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б – размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В – применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г – наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии – котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д – наличием

несгораемых веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е – взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

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

### **3.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

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 -32-74. 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.

Вывод:

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

2. Для обеспечения допустимых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.

3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.

4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

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.

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

## **Заключение**

В ходе выполнения дипломного проекта был разработан технологический процесс механической обработки деталь «корпус колонны» для среднесерийного производства на основе реально существующего технологического процесса механической обработки данной детали.

При разработке данного техпроцесса был проведен сравнительный анализ способов получения заготовки литьем в песчано-глинистую форму ручной формовки и в песчано-глинистую форму машинной формовки.

При выполнении дипломного проекта технологичность изделия была повышена. Применен более производительный метод получения заготовки, уменьшены припуски на механическую обработку (увеличен  $K_{и.м}$ ), более рационально построен маршрут обработки детали для условий среднесерийного производства, с применением более производительного оборудования, оснастки и инструмента.

В конструкторской части спроектировано два приспособления, одно из которых предназначено для фрезерования плоскостей и уступов на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ ФС110МФ3 операция 005, второе предназначено для обработки отверстий на горизонтально-расточном станке с ЧПУ ТК611С1/1А на операции 020. Спроектированные приспособления обеспечивают необходимую точность установки заготовки.

Предложенный спроектированный технологический процесс отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений, инструмента, а так же в новом подходе к разработке самого технологического процесса.

## Список используемых источников

- 1 Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. / – А. Н. Балабанов М.: Издательство стандартов, 1992. – 460 с.
- 2 Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов. / – Ю. В. Барановский, М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 3 Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / – А. Ф. Горбацевич Минск: Высшая школа, 1975. – 287 с.
- 4 Гельфгат, Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. / – Ю. И. Гельфгат М: Высшая школа, 1986. – 271 с.
- 5 Вардашкин, Б. Н., Шатилов А. А. Станочные приспособления справочник в двух томах. / – Б. Н. Вардашкин, М: Машиностроение, 1984 – Т1. – 592 с. Т2. – 655 с.
6. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. Юрга: Изд-во Юргинского технологического института, 2011. – 31с.
- 7 Кузнецов, Ю. И., Оснастка для станков с ЧПУ. / – Ю. И. Кузнецов, Маслов А. Р М: Машиностроение, 1983. – 360 с.
- 8 Косилова, А. Г., Справочник технолога- машиностроителя в двух томах. /– А. ГМ.: Косилова, Мещеряков Р. К Машиностроение, 1985 – Т1. – 655 с., Т2. – 495 с.
- 9 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е./ – А. К. Горошкин, М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых и станках с ЧПУ. – М: Экономика, 1990. – 460 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

- 12 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А. Князевского. – 3 -е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
- 13 Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. 1995; – 27 с.
- 14 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
- 15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 400с.
- 16 ГОСТ 2590–88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент – М.: Стандартиформ, 1988. – 4 с.
- 17 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.– М.: Стандартиформ, 1989. – 36 с
- 18 Симкина, Л.Г. Экономическая теория: Учебник для студентов вузов. - 2-е изд. /–Л.Г.Симкина, СПб: Питер, 2010. - 382 с
- 19 Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование)..
- 20 Кондраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет:/-Н.П. Кондраков учебник 2011 г.
- 21 Момот, М.В.Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.
- 22 Каракеян, В.И.Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М.: Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).
- 23 Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.
- 24 Минько, Э.В.Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В.Минько, А.Э.Минько; под ред.А.В.Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.



25 Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).

26 Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А., Терехова С.А. и др. Под ред. В.М.Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.

27 Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. –24с

28 Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.3.020- 80. Процессы перемещения грузов на предприятиях [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200000300>

29 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4174553/>

30 Вибрация ГОСТ 17712-72. Правовой и нормативно-технический документ [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/464617545>

31 Строительные нормы и правила: СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/871001026>

32 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4173106/>

33 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда(ССБТ) [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>

34 ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200008343>

Приложение А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	ФЮРА.А91039.021.000.СБ	Плита	1		
	Справ. №				<u>Детали</u>		
			2	ФЮРА.А91039.020.001	Втулка	1	
			3	ФЮРА.А91039.020.002	Корпус	1	
			4	ФЮРА.А91039.020.003	Опора	1	
			5	ФЮРА.А91039.020.004	Опора	1	
			6	ФЮРА.А91039.020.005	Призма опорная	2	
			7	ФЮРА.А91039.020.006	Пружина	1	
			8	ФЮРА.А91039.020.007	Пружина	1	
			9	ФЮРА.А91039.020.008	Стакан	4	
			10	ФЮРА.А91039.020.009	Стойка	1	
			11	ФЮРА.А91039.020.010	Стойка	1	
			12	ФЮРА.А91039.020.011	Табличка	1	
			13	ФЮРА.А91039.020.012	Упор	1	
		14	ФЮРА.А91039.020.013	Шайба	2		
	15	ФЮРА.А91039.020.014	Шпонка	2			
Подп. и дата				<u>Стандартные изделия</u>			
		3		Гайка 7003-0308	2		
				ГОСТ 8918-69			
Инв. № д.цкл.				Болт ГОСТ 7796-70			
				М10×25	2		
Взам. инв. №				М10×40	2		
Подп. и дата		17					
		18					
Инв. № подл.	<b>ФЮРА А91039.006</b>						
	Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата		
И.контр.	Разработ.	Мельникова Р.А.					
	Проб.	Сапрыкина Н.А.					
Утв.	<b>Приспособление</b>					Лит.	
	<b>операция 005</b>					Лист	
						Листов	
						1	
						2	
						ЮТИ ТПУ	
						зр.10А91	

Копировал

Формат А4



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ФЮРА.А91039.021.000.СБ	Плита	1	
	2	ФЮРА.А91039.022.000.СБ	Установ			
Справ. №				<u>Детали</u>		
		2	ФЮРА.А91039.020.001	Пружина	2	
		4	ФЮРА.А91039.020.002	Стакан	4	
		5	ФЮРА.А91039.020.003	Стойка	2	
		6	ФЮРА.А91039.020.004	Стойка	2	
		7	ФЮРА.А91039.020.005	Шайба	2	
		8	ФЮРА.А91039.020.006	Шпонка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
Подп. и дата		3		Гайка 7003-0308 ГОСТ 8918-69	2	
		10		Болт М10×22 ГОСТ 7796-70	2	
Инв. № дубл.				Винт с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ ГОСТ Р ИСО 4762		
		11		М5×12	6	
Взам. инв. №		12		М8×16	2	
		13		Палец 7030-1239-16f7 ГОСТ 17774-72	1	
Подп. и дата		14		Палец 7030-1269-16f7	1	
<b>ФЮРА А91039.007</b>						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докцм.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Мельникова Р.А.				
	Проб.	Сапрыкина Н.А.				
	Н.контр.					
Утв.						
<b>Приспособление операция 020</b>				Лит.	Лист	Листов
					1	2
				ЮТИ ТПУ гр.10А91		
Копировал				Формат А4		



ГОСТ 3.1105-84. Формы 2		Приложение А			
Лист					
Взам.					
Подл.					
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b>  <b>НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС</b>  корпус колонны ФЮРА А91039.001</p>					
Студент:			Р.М. Мельников		
Проверил:			Н.А. Сапрыкина		
Контроль			Н.А. Сапрыкина		



Дцбл.	Взам.	Подл.	Цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	Наименование детали, сб. единицы или материала	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КРИД	ВН	ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	
																						2
1																						
2 А									025 Токарная с ЧПУ													26 4,14
3 Б									117НТ													
4																						
5									030 Контрольная													
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
МК																						



























