

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт инженерный

Кафедра технологии машиностроения и технологического оборудования

Утверждена приказом
Проректора по учебной работе
от « » 2020 г.

Допущен к защите
« » 2020 г.

Выполнена по заявке
организации (предприятия)

Зав. кафедрой ТМиТО
канд. техн. наук, доцент, Землянушнова Н.Ю.

(подпись зав. кафедрой)

Зав. кафедрой ТЭА
канд. техн. наук, доцент, Бабич А.Г.

(подпись зав. кафедрой)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
(ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ) НА ТЕМУ:**

**Проект устройства для финишной антифрикционной обработки гильз
цилиндров автомобильных двигателей**

(общая тема комплексного дипломного проекта)

Руководитель (координатор) комплексной выпускной квалификационной работы
Бабич Анатолий Григорьевич канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой ТЭА

(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)

Раздел: технологический раздел; безопасность жизнедеятельности;
организационно – экономический раздел

Выполнил: Рожнов Александр
Алексеевич

(Ф.И.О.)

Студент 4 курса, группы КТМ-б-о-16-1
направленность (профиль) / специализация:

15.03.05 – Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных

производств

очная форма обучения

(подпись)

Руководитель: Костенко Константин
Васильевич

(Ф.И.О.)

Кандидат технических наук, доцент
кафедры ТМиТО

(подпись)

Рецензент _____

(Ф.И.О., ученая степень, звание, должность)

(подпись)

Раздел: конструкторский раздел; безопасность и экологичность проекта; организационно – экономический раздел.

Выполнил(а): Нефедов Андрей Сергеевич

(Ф.И.О.)

Студент 4 курса, группы ЭМК-б-о-16-1
направленность (профиль) / специализация:
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
очная форма обучения

(подпись)

Руководитель: Ющенко Николай Иванович

(Ф.И.О.)

Кандидат технических наук, доцент
кафедры ТЭА

(ученая степень, звание, должность)

(подпись)

Рецензент _____

(ученая степень, звание, должность)

(подпись)

Консультанты по разделам:

по технологическому разделу _____
подпись

В.В. Мелешин

инициалы, фамилия

по экономическому разделу _____
подпись

И.В. Туманян

инициалы, фамилия

по экологичности проекта _____
подпись

Н.И. Ющенко

инициалы, фамилия

по безопасности проекта _____
подпись

Н.И. Ющенко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____
подпись

А.Э. Цыганков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер:

Костенко Константин Васильевич

(Ф.И.О. руководитель раздела)

Кандидат технических наук, доцент кафедры
ТМиТО

(ученая степень, звание, должность)

(подпись)

Нормоконтролер:

Цыганков Алексей Иванович

(Ф.И.О. руководитель раздела)

Старший преподаватель кафедры ТЭА

(ученая степень, звание, должность)

(подпись)

Дата защиты

« ____ » _____ 2020 г.

Оценка _____

Ставрополь, 2020 г.

Аннотация

В данной комплексной выпускной квалификационной работе спроектировано устройство для финишной антифрикционной безыносной обработки внутренней поверхности гильз цилиндров автомобильных двигателей. Рассмотрена эффективность применение данного устройства на предприятии ООО КПК «Автокрансервис».

Проведена разработка маршрутной и операционной технологии обработки деталей корпуса «ФАБО» и его сборка. Рассчитан тип производства, определены межоперационные припуски и спроектированы чертежи заготовок. Выполнен расчет режимов резания. Спроектировано и рассчитано специальное контрольное приспособление. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, разработан план участка и рассчитан технико-экономический эффект внедрения предлагаемого технологического процесса.

Выпускная квалификационная работа включает в себя: 138 страниц формата А4, на которых представлено 35 рисунков, 31 таблица и приложения на 11 страницах. Графическая часть выполнена на 10 листах формата А1.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Нефедов			Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Ющенко					5	144
						СКФУ, Инженерный институт, кафедра ТЭА, ЭМК-б-о-16-1		
Н.контр.		Цыганков						
Утв.		Бабич						

Содержание

Введение	7
1 Конструкторский раздел	9
1.1 Анализ существующих устройств для финишной безызносной обработки.....	9
1.2 Устройство и принцип действия разрабатываемого устройства	11
1.3 Конструкторские расчеты устройства.....	27
2 Технологический раздел	31
2.1 Анализ служебного назначения сборочной единицы	31
2.2 Ремонтопригодность	32
2.3 Анализ деятельности предприятия.....	34
2.4 Анализ технологичности.....	35
2.5 Определение типа производства	36
2.6 Выбор и проектирование заготовки	42
2.7 Проектирование маршрутной и операционной технологии	48
2.8 Расчет режимов резания.....	61
2.9 Проектирование операционной технологии	65
2.10 Проектирование и расчет контрольного приспособления	67
3 Безопасность и экологичность проекта	79
3.1 Анализ опасных и вредных факторов при производстве.....	79
3.2 Общая характеристика проектируемого объекта с позиции безопасности.....	79
3.3 Мероприятия по обеспечению безопасности работы участка.....	79
3.4 Противопожарные мероприятия.....	80
3.5 Меры защиты от поражения электрическим током	81
3.6 Меры по поддержанию ЗОЖ на предприятии.....	82
3.7 Расчет освещения и контроль искусственного освещения	82
3.8 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации.....	86
3.9 Мероприятия по предотвращению влияния опасных и вредных факторов	88
4 Организационно-экономический раздел.....	92
4.1 Проектирование участка механической обработки.....	92
4.2 Экономические показатели проекта.....	106
4.3 Обоснование производственной мощности применения ФАБО	119
4.4 Технико-экономическая оценка внедрения ФАБО	120
Заключение.....	127
Список использованных источников	128
Приложение А	131
Приложение Б.....	132

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Введение

В последнее время наибольшую актуальность, в области машиностроения, вызывает проблема повышения ресурса машин и механизмов в послеремонтном периоде эксплуатации. Это связано с тем, что послеремонтный период эксплуатации, значительно превышает период эксплуатации до первого ремонта. Из чего следует, что от качества проведенных ранее ремонтных работ будут зависеть затраты на последующее обслуживание и ремонт, поэтому необходимо использовать наиболее эффективные способы ремонта, позволяющие поддерживать машину в работоспособном состоянии достаточно долгое время.

Как известно, путем повышения качества контактирующих поверхностей деталей пар трения, подбора рациональных материалов и выбора оптимального эксплуатационного режима работы, можно добиться повышения ресурса машин. Однако, многие производители специально это упускают, в целях экономической выгоды. Путем наращивания производства продукции низкого качества с маленьким сроком службы, производители увеличивают товарооборот, тем самым увеличивая свою прибыль. Поэтому решения этой проблема возлагается на автотранспортные и ремонтные предприятия, где разрабатываются и используются эффективные методы ремонта и повышения ресурса деталей машин.

В целом, если рассматривать ресурс двигателя, то он будет складываться из износостойкости и работоспособности всех составляющих его элементов, поэтому для увеличения ресурса двигателей необходимо найти способы увеличения ресурса их соединений.

Основные детали, являющиеся определяющими для ресурсных показателей двигателя, работают в условиях трения скольжения, это «гильза цилиндра – поршневое кольцо» и «коленчатый вал – вкладыш».

Целью данной комплексной выпускной квалификационной работы является проектирование устройства для финишной антифрикционной безыносной обработки внутренней поверхности гильз цилиндров,

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

позволяющая значительно снизить процесс приработки двигателей после ремонта и увеличить ресурс.

Разработка устройства и его применение ведется на предприятии ООО КПК «Автокрансервис» в г. Ставрополе.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

1 Конструкторский раздел

1.1 Анализ существующих устройств для финишной безызносной обработки

В настоящее время существует несколько видов устройств для финишной антифрикционной безызносной обработки гильз цилиндров.

Разработано устройство для финишной обработки гильз цилиндров[1]. Оно представляет собой головку, с натирающими элементами снабженную обоймой с установленными в ней колодками, в которой имеются полости для размещения технологической смеси, где через сквозные отверстия и вертикальные пазы смесь попадает в зону контакта брусков со стенкой гильзы.

Недостатками данного устройства являются:

- сложность изготовления устройства и его применения;
- периодическое заполнение полостей головки ФАБО технологической смесью.

Отсюда, повышение себестоимости и увеличение времени ремонта.

Разработано еще одно устройство для финишной антифрикционной безызносной обработки гильз [2]. Данное устройство представляет собой пневматический вибрационный шариковый накатник. Сущность работы данного устройства заключается в смятии и сглаживании микронеровностей поверхности гильзы, увеличения относительной опорной длины профиля. Это приводит к уменьшению удельных контактных давлений при трении поршневого кольца по поверхности гильзы, из-за чего снижается износ.

Недостатками данного способа являются:

- необходимость использования сжатого воздуха;
- сложность изготовления устройства и его применения;
- возможен перенаклеп поверхности гильзы из-за повторного прохода шарика-накатника, отсюда изменение геометрии, нарушение герметичности.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

Отсюда, увеличение времени ремонта, увеличение себестоимости, необходимость использования дополнительного пневматического и вибрационного оборудования.

Существует еще одно устройство для финишной антифрикционной безыносной обработки гильз цилиндров, которое представляет собой головку с рабочими телами из упругопористого материала, который пропитывается технологическими смесями из хлорида меди, ортофосфорной кислоты, формалина и воды. [3] Вследствие химической активности технологической среды и наличия в зоне натирания упругопористого материала, выполняющего также роль абразива, происходит удаление окисной пленки с поверхности детали. Поверхность покрывается плотной, прочно сцепленной с основным материалом «сервовитной пленкой», в которой протекает диффузионно-вакансионный механизм сдвига металлических частиц, обеспечивающий защиту поверхности деталей от механического и водородного изнашивания.

Недостатками данного способа являются;

- сложность изготовления устройства и его применения;
- необходимость замены рабочих тел, вследствие недолговечности материала;
- необходимость постоянно внесения технологической смеси в рабочие тела.

Отсюда, повышение себестоимости и увеличение времени ремонта.

Таким образом, проанализировав рассмотренные устройства для финишной антифрикционной безыносной обработки, можно прийти к выводу о необходимости разработки нового устройства с целью устранения имеющихся недостатков.

Предлагаемым решением является применение новой конструкции головки для финишной антифрикционной безыносной обработки гильз цилиндров. Преимущества данной конструкции по сравнению с другими заключается в простоте производства и эксплуатации, возможности использования на токарных и хонинговальных станках при наличии, без

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

существенных затрат. Применение данного устройства позволяет одновременно упрочнять обрабатываемую поверхность методом выглаживания и наносить антифрикционный слой твердосмазочного вещества, придающего поверхности деталей высокие антифрикционные свойства и повышенную контактную жесткость.

1.2 Устройство и принцип действия разрабатываемого устройства

1.2.1 Принцип действия работы устройства на технологическом оборудовании

Устройство имеет ведущий вал 1, который соединяется с патроном хонинговального или токарного станка. Наличие направляющей 2 и фланца 3 предотвращает перекосы головки и валов. Медные гребенки 4 являются рабочими телами, непосредственно контактируют со стенками гильзы цилиндров. Сжатие колодок 7 обеспечивается посредством перемещение поршня 6 к направляющей 2, из-за чего гребенки 4 прижимаются к стенкам гильзы. Колодки 7 закреплены при помощи притянутой болтами 8 планки 9, вставленной в пазы корпуса 9. Поршень 6 закреплен на ведомом валу 10 при помощи стопорного пальца 11. Разжатие колодок происходит перемещением поршня 6 в начальное положение посредством усилия возвратной пружины 12. Схема головки ФАБО представлена на рисунке Рисунок 1.1.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

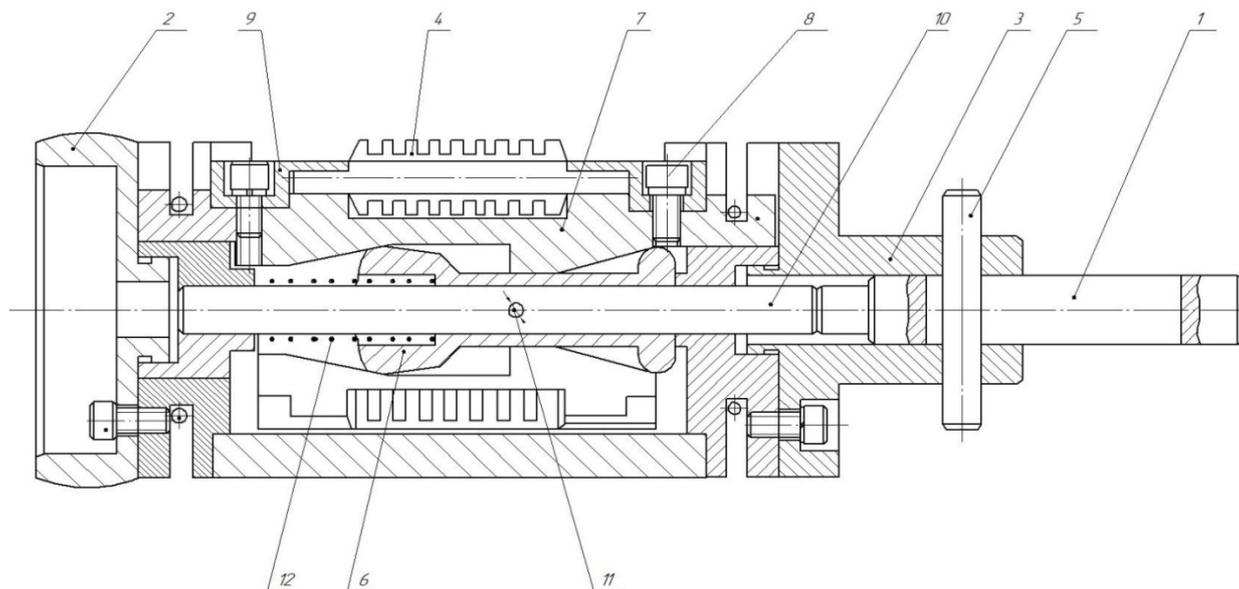


Рисунок 1.1 – Схема головки ФАБО

1 – ведущий вал; 2 – направляющая; 3 – фланец; 4 – гребенка; 5 – палец; 6 – поршень; 7 – колодка; 8 – болт; 9 – планка; 10 – ведомый вал; 11 – стопорный палец; 12 – пружина.

Перед нанесением антифрикционного покрытия поверхность гильзы обезжиривают, после покрывают раствором 1/3 10% соляной кислоты и 2/3 глицерина. В результате, в процессе трения раствор разрыхляет оксидную пленку на поверхности стали, пластифицирует поверхность медного сплава и создает условия для схватывания его со сталью. Для эффективного схватывания антифрикционного слоя рабочие тела во время работы прижимают к гильзе с усилием $g = 0,1 - 0,2$ МПа, посредством поджатия поршнем колодок.

Устройство крепится ведущим валом в патрон 6 хонинговального станка (рисунок 1.2), при этом предварительно настраивают кулачки возвратно-поступательного хода головки на станке, с учетом перебега гребенок на 1/3 их длины. Равномерное нанесение антифрикционного покрытия обеспечивается одновременным возвратно-поступательным и вращательным движением шпинделя 7 хонинговального станка при заданных на пульте управления 10 параметрах оборудования $U_0 = 30-40$ м/мин; $U_{в.п.} = 10-15$ м/мин; $\tau = 1-2$ мин. В результате, под действием смазочного материала и условий нагружения на поверхности гильзы 3 появляется антифрикционное покрытие

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Для выполнения финишной операции используется хонинговальный станок 3К83.

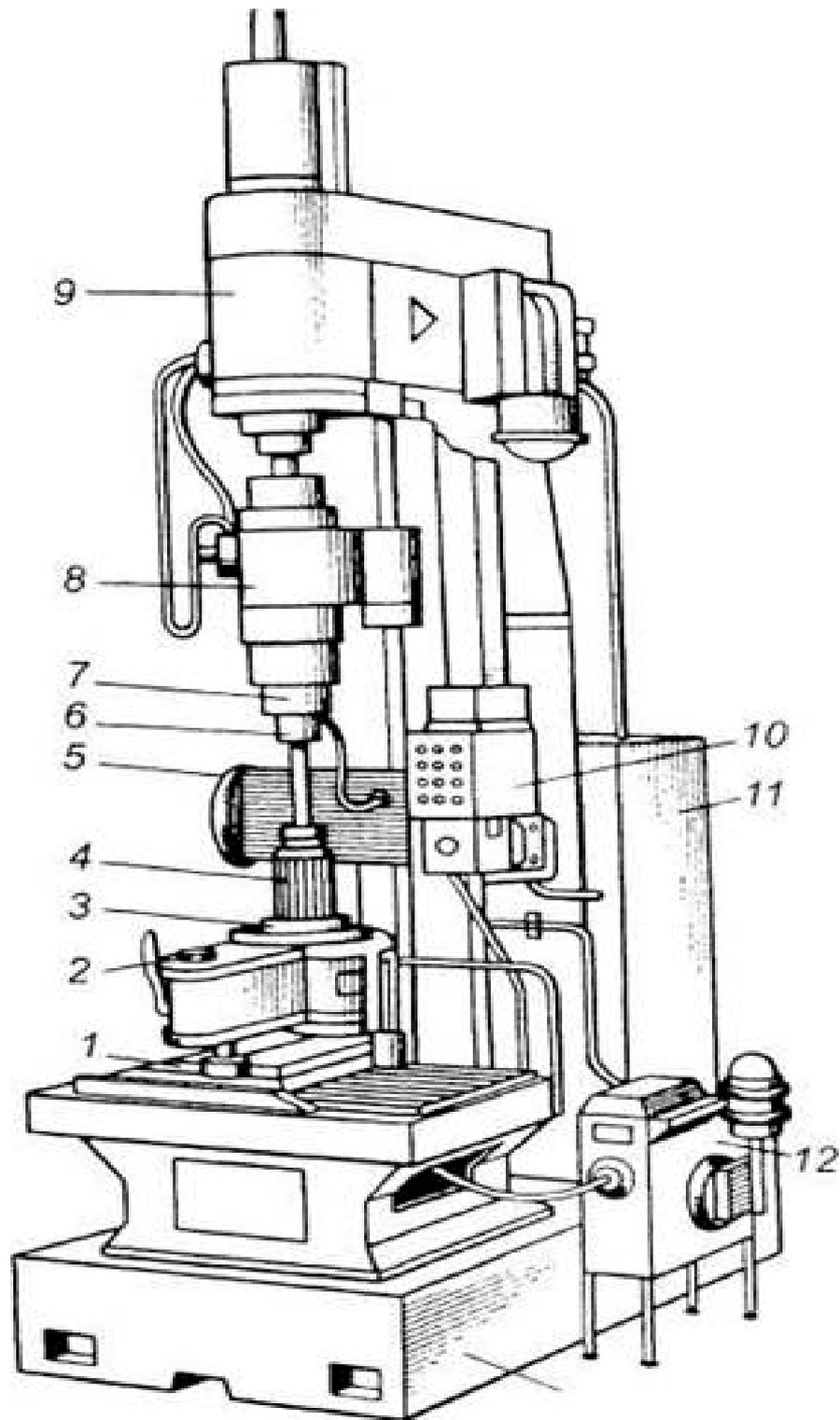


Рисунок 1.2 – Вертикальный хонинговальный станок 3К83

1 - стол; 2 - приспособление для установки заготовки; 3 - обрабатываемая заготовка; 4 - головка ФАБО; 5 - лимб установки длины хода и реверса головки; 6 - патрон головки; 7 - шпиндель; 8 - шпиндельная бабка; 9 - коробка скоростей;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

10 - пульт управления; 11- электрошкаф; 12 - гидростанция; 13 - станина.

1.2.2 Технологический процесс ремонта гильзы цилиндров с использованием разрабатываемого устройства

При анализе состояния гильзы цилиндров двигателя ЗИЛ 508.10 выявлены следующие дефекты: износ зеркала гильзы. Износ гильзы проявляется в виде овальности из-за воздействия поршня. Наибольший износ гильзы цилиндров наблюдается в верхней части, в зоне трения верхнего компрессионного кольца. Это объясняется тем, что при сгорании топлива в верхней части гильзы резко повышается температура и давление газов. Эти газы с парами воды образуют серную и угольную кислоты, создающие благоприятные условия для коррозионного износа.

Для устранения данных износов гильз применяют следующие способы ремонта:

- 1 – термоусадка;
- 2 – осталивание;
- 3 – растачивание и хонингование под ремонтный размер.

Из этих способов выбираем последний, так как он наиболее экономичен и диаметр гильзы не превышает ремонтных размеров на растачивание и хонингование с последующей финишной антифрикционной бызызносной обработкой

Технические условия на дефектацию гильз цилиндров двигателя ЗИЛ 508.10 взяты из справочника [5] и представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Карта дефектации гильз цилиндров двигателя ЗИЛ 508.10

	Деталь: Гильза цилиндров
	№ детали: 53-1002020

		Материал:1. Чугун серый СЧ 18-36, ГОСТ 1412-88 2. Вставка – чугун легированный		Твердость: 1. 241 НВ 2. 193 НВ		
Обозначение по эскизу	Наименование дефектов	Способ устранения дефекта и измерительные инструменты	Размеры, мм			Заключение
			Номинальный	Допустимый без ремонта	Допустимый для ремонта	
1	Износ или задиры гильзы	Нутромер индикаторный НИ – 150 – 001 ГОСТ 166 - 88	100 ^{+0.06}	Менее 100,06	Более 100.06	Ремонтировать. Растачивание до ремонтного размера. При размере более 101.56мм браковать.

1.2.3 Разработка и обоснование технологического маршрута ремонта гильзы цилиндра

Дефект: износ внутренней поверхности гильзы в пределах ремонтных размеров

А. 005 Расточная (дефект № 1)

Б. Станок алмазно-расточной 2А78

О. Расточить поверхность с припуском на хонингование.

БТ. Внутренняя поверхность гильзы.

А. 010 Хонинговальная

Б. Станок вертикально-хонинговальный 3К833

О. 1 – предварительно хонинговать поверхность

2 – хонинговать поверхность окончательно, согласно эскизу.

БТ. Внутренняя поверхность гильзы.

А.015 Финишная

Б. Станок вертикально-хонинговальный 3К833

О. Накатывать поверхность

БТ. Внутренняя поверхность гильзы.

А.20 Контрольная.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

Б. Стол контролера ОРГ-1468-01-080А

О. Проверить размеры, шероховатость поверхности и технологические требования.

1.2.4 Определение операционных размеров и толщины покрытия

Операционные размеры определяют обратного хода технологического процесса. Диаметр гильзы цилиндра после окончательного хонингования и финишной обработки соответствует размеру по рабочему чертежу.

Диаметр гильзы после финишной обработки:

$$D_{\phi} = D_{2p} - e, \quad (1.1)$$

где e – толщина твердосмазочного покрытия, $e = 0,005 \dots 0,01$ мм;

D_{2p} – диаметр гильзы под 2-й ремонтный размер, $D_{2p} = 101,06$.

$$D_{\phi} = 101,06 - 0,005 = 101,055 \text{ мм}$$

Припуск на предварительное хонингование составляет 0.05 мм, на окончательное 0,01 мм припуск на растачивание 0.44 мм [1]. Таким образом, диаметр гильзы цилиндров после предварительного хонингования:

$$D_{\text{хон1}} = D_{2p} - p_o, \quad (1.2)$$

где p_o – припуск на окончательное хонингование, $p_o = 0,01$ мм.

$$D_{\text{хон1}} = 101,06 - 0,01 = 101,05 \text{ мм}$$

Диаметр цилиндра после растачивания:

$$D_{\text{цр}} = D_{\text{хон1}} - p_{\text{нр}} = 101,05 - 0,05 = 101 \text{ мм}$$

где $p_{\text{нр}}$ – припуск на предварительное хонингование, $p_{\text{нр}} = 0,05$ мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

$$D_{цр} = 101,05 - 0,05 = 101 \text{ мм}$$

Диаметр цилиндра перед растачиванием:

$$D_{цпр} = D_{цр} - p_p, \quad (1.3)$$

где p_p – припуск на растачивание.

$$D_{цпр} = 101 - 0,44 = 100,56 \text{ мм}$$

1.2.5 Обоснования по КТПР детали

На основании составленной операционной карты маршрута и приведенных выше операционных размеров разрабатываем маршрутную карту на формах 1 и 1А по ГОСТ 3.1118 - 82. Дополнительно определяем и указываем в соответствующих графах сведения о технологической оснастке, включающих в себя приспособление, режущий и измерительный инструмент, а также указания на выполнение операции, указания затрат времени и условия труда.

1.2.6 Разработка карт эскизов и операционных карт на расточную, хонинговальную и финишную операции

Необходимо составить карты эскизов и операционные карты для операции растачивание гильзы цилиндров двигателя ЗИЛ 508.10, для операции хонингование и финишной операции.

В первой операционной карте приведена последовательность действий при выполнении операции растачивание. Указаны все необходимые размеры и данные, необходимое оборудование, приспособление, измерительный и режущий инструменты. На карте эскизов приведены технологические базы, необходимые при выполнении операции растачивание даны размеры для справок.

Выбор и обоснование схем базирования и зажима детали.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Операция 005 Расточная.

Оборудование - алмазно-расточной станок 2А78.

Приспособление – кондуктор для растачивания гильз цилиндров.

Инструмент режущий – резец расточной 2446-0809, гексамит Р ТУ2-037-194-77.

Инструмент измерительный – нутромер НИ-150-001 ГОСТ 166 - 88.

Режим резания

Для определения режимов резания принимаем предварительно параметры резания для режущего инструмента из гексамита – Р (сверхтвердого материала на основе нитрида бора). По справочнику рекомендуемая глубина резания 0,3 мм, подача – 0,08 мм/об, скорость резания 250 м/мин. Шероховатость поверхности Ra – 0,32 мкм, стойкость инструмента 150 мин.

Определяем глубину резания при обработке под второй ремонтный размер:

$$t = \frac{D_{\text{уп}} - D_{\text{нпр}}}{2}, \quad (1.4)$$

$$t = \frac{101,0 - 100,56}{2} = 0,22 \text{ мм}$$

Так как $t = 0,22 < 0,3$ мм, то это соответствует рекомендуемому значению. Подача по исходным данным равна $s = 0,08$ мм/об станка 2А78, поэтому принимаем без изменений.

Находим частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D_{\text{шп}}}, \quad (1.5)$$

где V – рекомендуемая скорость резания $V = 250$ м/мин;

$$n = \frac{100 \cdot 250}{3,14 \cdot 101} = 787,9 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка выбираем $n = 600$ мин⁻¹

Уточняем скорость резания:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

$$V = \frac{\pi D_{\text{уп}} n}{1000}, \quad (1.6)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 101 \cdot 600}{1000} = 190 \text{ м / мин}$$

Определяем длину рабочего хода:

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} - y, \quad (1.7)$$

где $L_{\text{рез}}$ – длина резания, $L_{\text{рез}} = 200 \text{ мм}$;

y – длина подвода врезания и перебега инструмента, принимаемая в соответствии с диаметром гильзы, $y = 5 \text{ мм}$.

$$L_{\text{рх}} = 200 - 5 = 195 \text{ мм}.$$

Основное машинное время определяем по формуле:

$$t_m = L_{\text{рх}} \cdot i / ns, \quad (1.8)$$

где i – число рабочих ходов, $i=1$.

$$t_m = 195 \cdot 1 / 600 \cdot 0,08 = 4,27 \text{ мин}.$$

Вспомогательное время на установку детали в кондуктор и снятие детали определяем по таблице 6.5 [5], для массы до 5 кг, $t_g^c = 0,9 \text{ мин}$. Вспомогательное время, связанное с проходом определяем по таблице [5] $t_g^n = 0,13 \text{ мин}$.

Общее вспомогательное время равно:

$$t_g^o = t_{gc} + t_{gn}, \quad (1.9)$$

$$t_g^o = 0,9 + 0,13 = 1,03 \text{ мин}.$$

Оперативное время определяется по формуле:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

$$t_{on} = t_m + t_e, \quad (1.10)$$

$$t_{on} = 4,27 + 1,03 = 5,30 \text{ мин.}$$

Дополнительное время равно:

$$t_{\partial on} = t_{on} \cdot K/100, \quad (1.11)$$

где K – коэффициент отношения дополнительного времени к оперативному, $K = 8 \%$.

$$t_{\partial on} = 5,30 \cdot 8/100 = 0,424 \text{ мин.}$$

Штучное время равно:

$$t_{um} = t_{on} + t_{\partial on}, \quad (1.12)$$

$$t_{um} = 5,3 + 0,424 = 5,724 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$t_{um} = t_{um} + t_{nz} / x, \quad (1.13)$$

где $x = 8$ – величина партии

t_{nz} – подготовительно-заключительное время, $t_{nz} = 10$ мин (таблица 6.7[5]).

$$t_{ш-к} = 5,724 + 10/8 = 6,974 \text{ мин.}$$

Операция 010 – Хонинговальная

Оборудование – станок хонинговальный ЗК833

Приспособление – кондуктор для шлифования гильз цилиндров.

Инструмент шлифовальный – хонинговальная головка - МФ72.100.101.00.,
брусоч АСМ-20-100-М15, брусоч АСМ-20-100-М1.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

Инструмент измерительный – нутромер НИ-150-001 ГОСТ 166 - 88, микрометр МК-100-001 ГОСТ 6504 - 88.

Режим хонингования

Для определения режимов хонингования принимаем предварительно параметры шлифования для шлифовального инструмент.. По справочнику[5] рекомендуемая окружная скорость шлифования $V = 60 - 80 \text{ м/мин}$, возвратно-поступательная скорость шпинделя $V_{\text{ВП}} = 15 - 25 \text{ м/мин}$, давление на заготовку предварительное $5 - 10 \text{ кгс/см}^2$, окончательное $3 - 5 \text{ кгс/см}^2$.

Припуск на предварительное хонингование – 0.05 мм , на окончательное 0.01 мм .

Длина рабочего хода брусков:

$$L_p = L + 2f - L_u, \quad (1.14)$$

где L – длина гильзы, $L = 200 \text{ мм}$.

L_u – стандартная длина инструмента (брусков), $L_u = 100 \text{ мм}$;

f – выход брусков за торцы обрабатываемой поверхности:

$$f = (0.2 \dots 0.4) \cdot L_u, \quad (1.15)$$

$$f = 0.4 \cdot 100 = 40 \text{ мм}$$

$$L_p = 200 + 80 - 100 = 180 \text{ мм}$$

Находим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{100 \cdot 60}{3,14 \cdot 101} = 189,2 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка выбираем $n = 190 \text{ мин}^{-1}$

Уточняем скорость шлифования:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

$$V = \frac{3,14 \cdot 101 \cdot 190}{1000} = 60,3 \text{ м / мин}$$

Скорость возвратно-поступательного движения принимаем по паспортным данным станка $V_q = 11,8$ м/мин.

Частота двойных ходов n_{qx} хонинговальной головки:

$$n_{qx} = \frac{1000 \cdot V_q}{2 \cdot L_p}, \quad (1.16)$$

$$n_{qx} = \frac{1000 \cdot 11,8}{2 \cdot 180} = 32,7 \text{ дв.х / мин}$$

Основное время при хонинговании:

$$t_o = n_x / n_{qx}, \quad (1.17)$$

где n_x – число полных двойных ходов хонинговальной головки, необходимых для полного снятия всего припуска.

$$n_x = p_{np} / b, \quad (1.18)$$

где b – толщина слоя металла, снимаемая за двойной ход хонинговальной головки $b = 0,0004 \div 0,0002$ мм.

Для предварительной обработки:

$$n_x^{чep} = 0,05 / 0,0004 = 125 \text{ дв.ход.}$$

$$t_o^{чep} = 125 / 32,77 = 3,81 \text{ мин}$$

Для окончательной обработки:

$$n_x^{чис} = 0,01 / 0,0002 = 50 \text{ дв.ход.}$$

$$t_o^{чис} = 50 / 32,77 = 1,52 \text{ мин}$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Определяем вспомогательное время:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в}}^n + t_{\text{в}}^3 + t_{\text{в}}^c$$

где $t_{\text{в}}^n$ – вспомогательное время связанное с проходом, $t_{\text{в}}^n = 0,9$ мин;

$t_{\text{в}}^3$ – вспомогательное время для выполнения замеров, $t_{\text{в}}^3 = 0,2$ мин;

$t_{\text{в}}^c$ – вспомогательное время на установку детали в кондуктор и снятие детали, $t_{\text{в}}^c = 0,13$ мин.

$$t_{\text{в}} = 0,9 + 0,2 + 0,13 = 1,23 \text{ мин}$$

При переходе на окончательное хонингование требуется замена хонинговальной головки $t_{\text{зам}} = 4$ мин. Таким образом вспомогательное время на окончательное хонингование:

$$t_{\text{в}}^{\text{чис}} = t_{\text{в}} + t_{\text{зам}}, \quad (1.19)$$

$$t_{\text{в}}^{\text{чис}} = 1,23 + 4 = 5,23 \text{ мин.}$$

Общее вспомогательное время:

$$t_{\text{ов}} = t_{\text{в}} + t_{\text{в}}^{\text{чис}}, \quad (1.20)$$

$$t_{\text{ов}} = 1,23 + 5,23 = 6,46 \text{ мин.}$$

Общее основное время (машинное):

$$t_{\text{ом}} = t_{\text{о}}^{\text{чеп}} + t_{\text{о}}^{\text{чис}}, \quad (1.21)$$

$$t_{\text{ом}} = 3,82 + 1,52 = 5,34 \text{ мин.}$$

Общее оперативное время:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						23
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$t_{on} = 5,34 + 6,46 = 11,8 \text{ мин}$$

Дополнительное время:

Принимаем $K = 7 \%$.

$$t_{don} = 11,8 \cdot 7/100 = 0,826 \text{ мин}$$

Штучное время определяем по формуле

$$t_{шт} = 11,8 + 0,826 + 6,46 = 19,086 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{ш-к} = 18,086 + 10/8 = 19,336 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем $t_{пз} = 10 \text{ мин}$

Операция 015 – Финишная

Оборудование – станок хонинговальный ЗК833

Приспособление – кондуктор для шлифования гильз цилиндров.

Инструмент шлифовальный – головка собственного изготовления

Инструмент измерительный – нутромер НИ-150-001 ГОСТ 166 - 88.

Режим финишной обработки.

По нормативам выбирается скорость вращения головки $V=30...40 \text{ м/мин.}$

По паспорту станка выбирается: скорость возвратно – поступательного движения шпинделя станка $V_{ВП}=10...15 \text{ м/мин}$

Длина рабочего хода гребенок:

$$f = 0,4 \cdot 68 = 27,2 \text{ мм}$$

$$L_p = 200 + 2 \cdot 27,2 \cdot 68 = 186,4 \text{ мм}$$

Находим частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{100 \cdot 30}{3,14 \cdot 101} = 94,49 \text{ мин}^{-1}$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

По паспорту станка выбираем $n = 100 \text{ мин}^{-1}$

Уточняем скорость накатывания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 101 \cdot 100}{1000} = 31,71 \text{ м / мин}$$

Скорость возвратно-поступательного движения принимаем по паспортным данным станка $V_q = 11,8 \text{ м/мин}$.

Частота двойных ходов n_{qx} головки:

$$n_{qx} = \frac{1000 \cdot 11,8}{2 \cdot 186,4} = 31,65 \text{ дв.х / мин}$$

Основное время при накатывании:

$$n_x = 0,005 / 0,00004 = 125 \text{ дв.ход.}$$

$$t_o = 125 / 31,65 = 3,94 \text{ мин}$$

Определяем вспомогательное время:

$$t_g = t_g^n + t_g^c$$

где t_g^n – вспомогательное время связанное с проходом, $t_g^n = 0,9 \text{ мин}$;

t_g^c – вспомогательное время на установку детали в кондуктор и снятие детали, $t_g^c = 0,13 \text{ мин}$.

$$t_g = 0,9 + 0,13 = 1,03 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$t_{on} = 3,94 + 1,03 = 4,97 \text{ мин}$$

Дополнительное время:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

Принимаем $K = 7 \%$;

$$t_{дон} = 4,97 \cdot 7/100 = 0,347 \text{ мин}$$

Штучное время определяем по формуле

$$t_{ш} = 4,97 + 0,347 + 1,03 = 6,347 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время принимаем $t_{пз} = 10 \text{ мин}$.

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{ш-к} = 6,347 + 10/8 = 7,597 \text{ мин}$$

Разработаны карты эскизов и операционная карта на финишную операцию для ремонта гильзы цилиндров двигателя ЗИЛ 508.10 с использованием разработанного устройства. (Приложение А)

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

1.3 Конструкторские расчеты устройства

Конструкторский расчет устройства приводится для головки ФАБО применяемой для ремонта двигателей ЗИЛ-508.10 на хонинговальном станке ЗК833. Данные для расчетов берутся из паспорта станка [4] и по принятым конструктивным решениям при разработке чертежей.

Выполним проверочный расчет штифта на срез и смятие.

Условие прочности при срезе радиального штифта имеет следующий вид:

$$t = \frac{F_t}{i \cdot A_c} \leq [t_c] \quad (1.22)$$

где F_t – срезающая сила (осевая или окружная);

i – число поверхностей среза;

A_c – площадь штифта при срезе;

$[t_c]$ – допускаемое напряжение при срезе, $[t_c] = 100$ МПа.

Площадь штифта при срезе определяется по формуле:

$$A_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (1.23)$$

где d – диаметр штифта, $d = 10$ мм;

$$A_c = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2$$

Срезающая окружная сила при передаче вращающего момента определяется по формуле:

$$F_t = \frac{2 \cdot T}{d_1} \quad (1.24)$$

где T – крутящий момент на шпинделе; $T = 20 \dots 200$ Н·м[4].

d_1 – диаметр вала; $d_1 = 28$ мм.

$$F_t = \frac{2 \cdot 20}{28 \cdot 10^{-3}} = 14285 \text{ Н}$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Тогда

$$t = \frac{14285}{2 \cdot 78,5 \cdot 10^{-6}} = 90,991 \text{ МПа} \leq [t_c]$$

Условие прочности на срез штифта выполняется.

Условие прочности по смятию радиального штифта имеет вид:

$$s_{см} = \frac{F_t}{A_{см}} \leq [s_{см}] \quad (1.25)$$

где $A_{см}$ – площадь поверхности смятия.

Площадь поверхности смятия штифта определяется по формуле:

$$A_{см} = d \cdot (D - d_1), \quad (1.26)$$

где D – диаметр фланца, $D = 34$ мм;

$$A_{см} = 10 \cdot (34 - 28) = 60 \text{ мм}^2 = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

где $[s_{см}]$ – допускаемое напряжение при смятии, $[s_{см}] = 250$ МПа;

Условие прочности на смятие выполняется.

Длина гребенок головки:

$$L_{гп} = (0,34 \dots 0,75) \cdot L_x, \quad (1.27)$$

Ширина зуба гребенки:

$$b = \frac{L_{гп}}{n + k}, \quad (1.28)$$

где n – количество зубьев. Конструктивно принято $n = 9$;

k – количество впадин. Конструктивно принято $k = 8$.

$$b = \frac{68}{9 + 8} = 4 \text{ мм}$$

Тогда длина контакта гребенки с поверхностью цилиндра составит:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		28

$$L_{zp}^k = b \cdot n \quad (1.29)$$

$$L_{zp}^k = 4 \cdot 9 = 36 \text{ мм}$$

Площадь пятна контакта рабочих тел рассчитывается по формуле:

$$F_x = \frac{2\pi R}{48} \cdot Z \cdot L_{zp}^k \quad (1.30)$$

где R – радиус обрабатываемого цилиндра;

Z – количество рабочих тел.

$$F_x = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 60}{48} \cdot 4 \cdot 36 = 1130,4 \text{ мм}^2$$

Суммарная радиальная сила:

$$P = F_x \cdot g, \quad (1.31)$$

где g_1 – удельное давление гребенок на стенки гильзы цилиндров. В расчетах принимается $g_1 = 1 \dots 2 \text{ кгс/см}^2$;

$$P = 11,304 \cdot 1 = 11,304 \text{ кгс} = 113,04 \text{ Н.}$$

Требуется создать осевое усилие на ведомом валу, способное разжать колодки до необходимого радиального давления на стенки гильзы, с учетом возвратной силы пружины. Необходимо спроектировать пружину удовлетворяющую условие:

$$P_{np} \leq P_{oc} - P \cdot [tg(\alpha + \gamma_1) + tg(\alpha + \gamma_2)], \quad (1.32)$$

где P_{np} – усилие возвратной пружины;

α – угол контакта поршня с колодкой $\alpha = 15^\circ$ (принято конструктивно);

γ_1 – угол трения на поршне $\gamma_1 = 0^\circ$ (принято конструктивно);

γ_2 – угол трения в поршне $\gamma_2 = 0^\circ$ (принято конструктивно);

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		29

P_{oc} – осевое усилие на ведомом валу, $P_{oc} = 100H$ [4].

$$P_{np} \leq 100 - 113,04 \cdot [tg(15 + 0) + tg(15 + 0)] = 39,422H$$

При проектировании, конструктивно, принята пружина со средним диаметром $D = 15$ мм и диаметром проволоки $d = 1.5$ мм. По рассчитанному усилию пружина относится ко 2 классу. Материал пружины - сталь 51ХФА. Допустимое напряжения кручения $[t_k] = 765$ МПа.

Силовой фактор, действующий в поперечном сечении пружины сжатия сводится к моменту $M = PD/2$. Так как угол подъема витков пружины $\alpha < 15^\circ$; то расчет такой пружины ведем только на кручение по моменту $M_k = PD/2$; пренебрегая другими силовыми факторами ввиду их малости.

Условие прочности по напряжению кручения имеет вид:

$$t_{\max} = \frac{8 \cdot k \cdot P_{np} \cdot D}{\pi \cdot d^3} \leq [t_k] \quad (1.33)$$

где k – коэффициент, учитывающий кривизну витков, выбирается по диаграмме расчета пружин[6], $k = 1,17$;

$$t_{\max} = \frac{8 \cdot 1,17 \cdot 39,422 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 0,0015^3} = 522278726 \text{ Па} = 522,3 \text{ МПа} \leq 765 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

2 Технологический раздел

2.1 Анализ служебного назначения сборочной единицы

В качестве сборочной единицы используется корпус «ФАБО» (состоит из 3-х деталей: 2-е крышки и гильза), представленный на рисунках Рисунок 2.1, Рисунок 2.2. Крышки изготавливаются из материала Сталь 25 ГОСТ 1050-88. Материал гильзы – сталь 20Л ГОСТ 977-88. Химический состав и механические свойства стали 25 представлены в таблице Таблица 2.1 и Таблица 2.2 соответственно. Химический состав и механические свойства стали 20Л представлены в таблице Таблица 2.3 и Таблица 2.4 соответственно.

Таблица 2.1– Химический состав сталь 25

Марка	Химический состав, %								
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
Сталь 25	0,2 - 0,3	0,1 - 0,37	0,5 - 0,8	До 0,25	До 0,04	До 0,035	До 0,25	До 0,08	~97

Таблица 2.2– Механические свойства сталь 25

Марка	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	НВ, МПа
	Не менее			
Сталь 25	450	23	50	170

Таблица 2.3– Химический состав сталь 20Л

Марка	Химический состав, %								
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
Сталь 20Л	0,17 - 0,25	0,2 - 0,52	0,35 - 0,9	До 0,3	До 0,045	До 0,04	До 0,3	До 0,3	~99

Таблица 2.4– Механические свойства сталь 20Л

Марка	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, кДж/м ²
-------	------------------	----------------------	----------------	------------	-------------------------

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

	Не менее				
Сталь 20Л	450	220	22	35	500

Заготовкой крышки является сортовой прокат по ГОСТ 1050-88. Заготовкой гильзы является отливка, выполненная по II классу точности.

Деталь «Крышка» является телом вращения, деталь имеет наружные цилиндрические поверхности, которые используются в качестве баз на нескольких операциях. На торце крышки имеется 4 резьбовых отверстия (М6-7Н), предназначенные для закрепления детали с фланцем и направляющей. Деталь имеет ступенчатое сквозное отверстие с канавкой под уплотнительное кольцо.

Деталь «Гильза» крепится к крышкам посредством сварки (ГОСТ 5264-80-ТЗ-3). Деталь имеет 4 сквозных паза, предназначенных для установки в них планок с колодками.

2.2 Ремонтопригодность

Ремонтопригодность является тем показателем, который характеризует степень возможности восстановления работоспособности сборочной единицы.

При помощи расчета по [7] получим оценку ремонтопригодности сборочной единицы.

Коэффициент ремонтопригодности высчитывается по формуле:

$$K_p = \frac{S_H \sqrt{n}}{S_B}, \quad (2.1)$$

где K_p – коэффициент ремонтопригодности изделия;

S_H – стоимость изготовления изделия, (таблица 4.16, $S_H = 204,964$ тыс. руб.);

n – число ремонтных циклов при восстановлении, n принимаем равным 3.

S_B – стоимость восстановления детали, руб.

Сумма восстановления корпуса за один год рассчитывается по формуле:

$$S_B = \Phi ЗП + O_{CC} + C_M + C_{OB} + C_{OIP} + H, \quad (2.2)$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

где $\PhiЗП$ – фонд основной заработной платы, из (таблица 4.15, $\PhiЗП = 332$ тыс. руб.);

O_{CC} – отчисления на социальное страхование, руб.;

C_M – затраты на материалы, (таблица 4.15, $C_M = 42$ тыс. руб.);

C_{OB} – расходы на содержание и обслуживание оборудования, (таблица 4.15, $C_{OB} = 254,6$ тыс. руб.);

C_{OIP} – общепроизводственные расходы, принимаем $C_{OIP} = 36$ тыс. руб.;

H – налоги, включаемые в издержки производства, руб.

Отчисления на социальное страхование производятся в размере 35% от $\PhiЗП$:

$$O_{CC} = 0,35 \cdot \PhiЗП, \quad (2.3)$$

$$O_{CC} = 0,35 \cdot 332 = 116,2 \text{ тыс.руб.}$$

Налоги, включаемые в издержки производства, высчитываем по формуле:

$$H = 0,05 \cdot \PhiЗП, \quad (2.4)$$

$$H = 0,05 \cdot 332 = 16,6 \text{ тыс.руб.}$$

По формуле (2.2), рассчитываем общую сумму издержек:

$$S_B = 332 + 116,2 + 42 + 254,6 + 36 + 16,6 = 797,4.$$

По формуле (2.1):

$$K_p = \frac{204,964 \cdot \sqrt{3}}{797,4} = 0,45.$$

Так как $K_p = 0,45 < 1,5$, то можно сделать вывод, что данная сборочная единица неремонтопригодная.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		33

2.3 Анализ деятельности предприятия

ООО КПК «Автокрансервис» работает в сфере ремонта и сервисного обслуживания грузоподъемной техники с 1988 года. Общество является официальным представителем ведущих автокрановых заводов России.

ООО КПК «Автокрансервис» производит ремонт грузоподъемных машин любого типа: автокраны, башенные краны, мостовые и козловые краны, краны-манипуляторы, автовышки, спецподъемники, бетононасосы и прочие механизмы. Предприятие имеет необходимые разрешения, свидетельства, аттестации для работы с грузоподъемными машинами, располагает сварочным и металлообрабатывающим оборудованием, территорией и производственными помещениями для ремонта.

ООО КПК «Автокрансервис» использует только качественные запчасти, значительная часть которых уже есть в наличии на складах. Обратившись к нам, заказчик может быть уверен в том, что простой в работе из-за неисправности грузоподъемного крана будет минимален, а срок службы техники будет продлен. Кроме того, мы готовы предоставить технические, консультационные и конструкторские услуги, которые обеспечат безаварийную и эффективную эксплуатацию любого грузоподъемного оборудования. После выполнения ремонтных, монтажных или диагностических услуг наши специалисты оформят все документы на работы согласно требованиям «Ростехнадзора».

Два года назад ООО КПК «Автокрансервис» открыло и успешно развивает новое направление оказываемых услуг - техническое обслуживание автомобилей. В 2012г. на базе СТО ООО КПК «Автокрансервис» создало станцию технического осмотра грузовых и легковых автомобилей ГИБДД. При необходимости владелец может не только пройти техосмотр, но и устранить замечания и произвести ремонт автомобиля [26].

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

2.4 Анализ технологичности

Материалы деталей корпуса устройства для ФАБО имеют хорошие литейные свойства. Требования к точности размеров, формы, расположению поверхностей и шероховатости, заложенные конструктором, не вызывают особых технологических сложностей и вполне выполнимы. Для реализации технологического процесса каждой детали использованы стандартные инструменты, приспособления и оборудование.

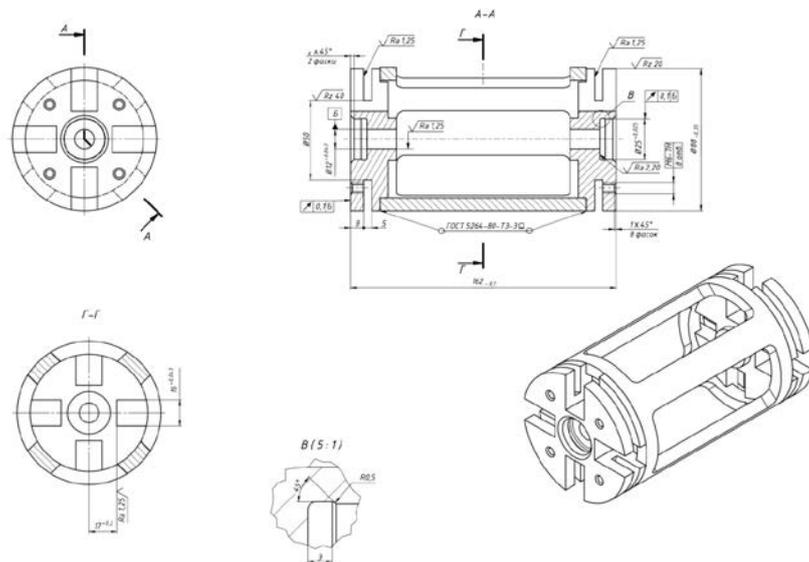


Рисунок 2.1 – Корпус «ФАБО»

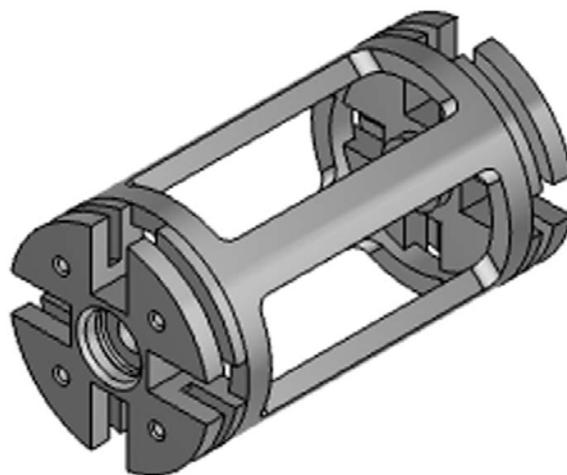


Рисунок 2.2 – Корпус «ФАБО»

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		35

В целом данную сборочную единицу можно считать технологичной, поскольку:

- Имеется доступность в использовании рабочих и измерительных инструментов;
- Возможность независимой сборки составных частей изделия;
- Рациональные присоединительные связи;
- Маленькое количество деталей и их видов;
- Наличие удобных сборочных баз;
- Исключение разборок при регулировании.

Недостатками является то, что сборка имеет низкий уровень взаимозаменяемости и обеспечение сборки с пригонными работами.

Корпус «ФАБО» используется как основа в приспособлении для финишной обработки гильз цилиндров. Данное приспособление предназначено для осуществления технологического процесса ФАБО, используемого для устранения задиров в шарнирно-болтовых соединениях на самолетах типа ТУ, повышению износостойкости и устранения задиров в узлах трения машин.

2.5 Определение типа производства

Тип производства в соответствии с ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, которые показывают число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца. Для удобства, все данные сведены в таблицу Таблица 2.5.

Таблица 2.5 – Выбор типа производства

Операция	T _{шт-к,} мин	m _p	P	η _{э.ф.}	O
Обработка детали «Крышка»					
005 Пилительная	3,45	0,02	1	0,02	44,7
010 Токарная с ЧПУ	2,49	0,013	1	0,013	61,54
015 Токарная с ЧПУ	1,29	0,067		0,067	11,94
020 Сверлильная	0,28	0,0014	1	0,0014	550,8
025 Фрезерная	1,18	0,006	1	0,006	130,69
030 Шлифовальная	0,5	0,003	1	0,003	308,43
Обработка детали «Гильза»					

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						36
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

010 Фрезерная	4,56	0,024	1	0,024	33,82
015 Вертикально-фрезерная	6,24	0,03	1	0,03	24,71
			$\Sigma=7$		$\Sigma=1166,7$

Обработка детали «Крышка».

Штучное время определяется по общемашиностроительным нормативам времени (стр. 172 прил.1 [7]).

Для операции 005:

$$T_0 = 0,00019 \cdot 92^2 = 1,61 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 3,45 \text{ мин.}$$

Комплексная обработка с ЧПУ 010:

$$1) T_0 = 0,000052 \cdot 92 = 0,44 \text{ мин};$$

$$2) T_0 = 0,00017 \cdot 89 \cdot 18 = 0,27 \text{ мин};$$

$$3) T_0 = 0,00017 \cdot 88 \cdot 18 = 0,27 \text{ мин};$$

$$4) T_0 = 0,00052 \cdot 6,3 \cdot 10 = 0,03 \text{ мин};$$

$$5) T_0 = 0,00052 \cdot 12 \cdot 33 = 0,21 \text{ мин};$$

$$6) T_0 = 0,00018 \cdot 25 \cdot 10 = 0,05 \text{ мин};$$

$$7) T_0 = 0,00018 \cdot 25,5 \cdot 3,5 = 0,02 \text{ мин};$$

$$8) T_0 = 0,000037 \cdot 38 = 0,01 \text{ мин};$$

$$T_0 = 0,44 + 0,27 + 0,27 + 0,03 + 0,21 + 0,05 + 0,02 + 0,01 = 1,3 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 2,49 \text{ мин.}$$

Комплексная обработка с ЧПУ 015:

$$1) T_0 = 0,00017 \cdot 88 \cdot 12,5 = 0,19 \text{ мин};$$

$$2) T_0 = 0,00017 \cdot 72 \cdot 12,5 = 0,15 \text{ мин};$$

$$3) T_0 = 0,00017 \cdot 26 \cdot 7,5 = 0,03 \text{ мин};$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

$$4)T_0=0,00052 \cdot 26 = 0,01 \text{ мин};$$

$$5)T_0=0,00086 \cdot 12 \cdot 28 = 0,29 \text{ мин};$$

$$T_0=0,19+0,15+0,03+0,01+0,29 = 0,67 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 1,29 \text{ мин.}$$

Для операции 020:

$$1)T_0=4 \cdot (0,00052 \cdot 5 \cdot 8) = 0,08 \text{ мин};$$

$$2)T_0=4 \cdot (0,0004 \cdot 6 \cdot 8) = 0,08 \text{ мин};$$

$$T_0=0,08+0,08 = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 0,28 \text{ мин.}$$

Для операции 025:

$$T_0=4 \cdot (0,007 \cdot 23) = 0,64 \text{ мин};$$

$$T_{шт}=1,18 \text{ мин.}$$

Для операции 030:

$$T_0=4 \cdot (0,0025 \cdot 23) = 0,24 \text{ мин};$$

$$T_{шт}=0,5 \text{ мин.}$$

Обработка детали «Гильза».

Для операции 005:

$$T_0=4 \cdot (0,007 \cdot 88) = 2,48 \text{ мин};$$

$$T_{шт}=4,56 \text{ мин.}$$

Для операции 010:

$$T_0=4 \cdot (0,008 \cdot 106) = 3,39 \text{ мин};$$

$$T_{шт}=6,24 \text{ мин.}$$

Фактический коэффициент загрузки оборудования на каждой операции (стр. 117 [7]):

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot k_n}, \quad (2.5)$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

где k_n – нормативный коэффициент загрузки оборудования; $k_n = 0,8$ для мелкосерийного производства.

Обработка детали «Крышка».

Для операции 005:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 3,45}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,02.$$

Комплексная обработка с ЧПУ 010:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 2,49}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,013.$$

Комплексная обработка с ЧПУ 015:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 1,29}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,067.$$

Для операции 020:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 0,28}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,0014.$$

Для операции 025:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 1,18}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,006.$$

Для операции 030:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 0,5}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,003.$$

Обработка детали «Гильза».

Для операции 005:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 4,56}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,024.$$

Для операции 010:

$$m_p = \frac{1000 \cdot 6,24}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,032.$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

После расчета фактического коэффициента загрузки оборудования в каждой операции устанавливаем число рабочих мест P , округляя до ближайшего большего целого числа полученное значение m_p . Далее по каждой операции вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места (стр.117 [7]).

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}. \quad (2.6)$$

Так как для каждой операции число рабочих мест P было принято равным 1, то фактический коэффициент загрузки рабочего места будет равен фактическому коэффициенту загрузки оборудования m_p .

Количество операций, выполняемых на рабочем месте:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}. \quad (2.7)$$

Для операции 005:

$$O = \frac{0,8}{0,02} = 44,7;$$

Комплексная обработка с ЧПУ 010:

$$O = \frac{0,8}{0,013} = 61,54;$$

Комплексная обработка с ЧПУ 015:

$$O = \frac{0,8}{0,067} = 11,94;$$

Для операции 015:

$$O = \frac{0,8}{0,0014} = 550,77;$$

Для операции 020:

$$O = \frac{0,8}{0,006} = 130,69;$$

Для операции 025:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

$$O = \frac{0,8}{0,003} = 308,43.$$

Обработка детали «Гильза».

Для операции 010:

$$O = \frac{0,8}{0,024} = 33,82;$$

Для операции 015:

$$O = \frac{0,8}{0,032} = 24,71.$$

Коэффициент закрепления операций определяется как:

$$K_{3O} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (2.8)$$

где $\sum O$ – суммарное число операций, выполняемых в цехе;

$\sum P$ – число рабочих мест;

$$K_{3O} = \frac{1166,6}{7} = 166,65.$$

Тип производства – мелкосерийное [7].

2.5.1 Расчет партии запуска

Количество деталей в партии запуска [8]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2.9)$$

где N – годовая программа выпуска деталей;

a – периодичность запуска;

F – число рабочих дней в году.

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{240} = 100 \text{ шт.}$$

Такт производства (в минутах) определяется по формуле:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

$$t_{\text{с}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{N}, \quad (2.10)$$

где $F_{\text{д}} = 4016$ – фонд времени в планируемый период, ч [8].

$$t_{\text{с}} = \frac{60 \cdot 4016}{1000} = 240,9 \text{ мин.}$$

Расчетное число смен на обработку всей партии деталей:

$$c = \frac{T_{\text{шт.ср}} \cdot n}{476 \cdot 0,8}, \quad (2.11)$$

где $T_{\text{шт.ср}} = 2,92$ – среднее штучно-калькуляционное время по основным операциям, мин;

476 – действительный фонд времени оборудования в смену, мин;

0,8 – нормативный коэффициент загрузки станков в серийном производстве.

$$c = \frac{2,92 \cdot 100}{476 \cdot 0,8} = 0,77.$$

Полученное число смен на обработку партии округляем до целого числа $c_{\text{пр}} = 1$ и определяем число деталей в партии необходимых для загрузки оборудования на основных операциях в течении целого числа смен.

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot c_{\text{пр}}}{T_{\text{шт.ср}}}, \quad (2.12)$$

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{2,92} = 131 \text{ шт.}$$

2.6 Выбор и проектирование заготовки

Деталь «Гильза» получаем посредством литья по выплавляемым моделям. В качестве модели используем восковки из Wax 3D [13], полученные при FDM 3D печати. В данной работе, этот метод наиболее рациональный, поскольку печать из Wax 3D с последующим литьем, выгоднее других технологий получения металлических изделий в мелкосерийном производстве. Материал

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

гильзы – сталь 20Л ГОСТ 977-88.

Деталь «Крышка» изготавливается из материала Сталь 25 ГОСТ 1050-88. В качестве заготовки принимаем круглый прокат обычной точности по ГОСТу 2950-88. В качестве расчета припусков и предельных размеров при обработке выбираем деталь «Крышка».

2.6.1 Расчет припусков и предельных размеров при обработке.

Расчет припусков заготовки на диаметр 88 (-0,35) мм [11]. Результаты расчета приведены в таблице Таблица 2.6

Таблица 2.6– Расчетные данные

Технологические переходы обработки поверхностей	Элементы припуска			Расчетный припуск $Z_{\text{мин}}$, мкм	Расчетный диаметр d_p , мм	Допуск T, мкм	Предельный размер, мм	Предельное значение припуска, мкм
	Rz	T	Δ					
Заготовка	200	300	935	-	90,37	1800	90,37	92,17
Точение								
Черновое	50	50	120	1555	88,81	300	88,81	89,11
Чистовое	30	30	120	1155	87,65	50	87,65	87,7
							$\Sigma 2710$	$\Sigma 4160$

По (стр. 149 таблица 4.3 [11]) определяем вид заготовки и определяем значения R_z , T.

По (стр. 149 таблица 4.3 [11]) определяем вид заготовки и определяем значения R_z , T.

Для проката $R_z = 200\text{мкм}$, $T = 300\text{мкм}$.

Для чернового точения $R_z = 50\text{мкм}$, $T = 50\text{мкм}$.

Для чистового точения $R_z = 30\text{мкм}$, $T = 30\text{мкм}$.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Определим пространственное отклонение для установки в центрах

$$\Delta = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{\mu}^2} = \sqrt{36^2 + 934^2} \approx 935 \text{ мкм.}$$

где $\rho_{кор}$ – общее коробление вала

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l = 1 \cdot 36 = 36 \text{ мкм,}$$

где Δ_k – величина искривления проката в зависимости от условия его обработки, (стр. 72 [7]) $\Delta_k = 1 \text{ мкм/мм}$;

ρ_{μ} – пространственное отклонение центрального отверстия, мкм.

$$\rho_{\mu} = \sqrt{\left(\frac{T_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 934 \text{ мкм,}$$

где T_3 – допуск заготовки, $T_3 = 0,5 - (-1,3) = 1,8 \text{ мм}$.

Погрешность установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (2.13)$$

где ε_{np} – погрешность положения заготовки в приспособлении (не учитывается); $\varepsilon_{\delta} = 0$ (стр.46 [14]).

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_3^2}. \quad (2.14)$$

$$\varepsilon = \sqrt{120^2} = 120 \text{ мкм.}$$

Погрешность закрепления $\varepsilon_3 = 120 \text{ мкм}$ [14].

Расчет минимальных значений припусков проводим по формуле:

$$2z_{min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon), \quad (2.15)$$

где Rz – высота неровностей поверхности, мкм;

T – глубина дефектного слоя поверхности, мкм;

Δ – суммарное пространственное отклонение поверхности, мкм;

ε – погрешность установки, мкм.

При черновом точении:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$2z_{min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon = 200 + 300 + 935 + 120 = 1555 \text{ мкм.}$$

При чистовом точении:

$$2z_{min} = Rz_{i-1} + T_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon = 50 + 50 + 935 + 120 = 1155 \text{ мкм.}$$

Определяем расчетные минимальные значения размеров путем прибавления расчетного припуска.

$$d_{p1} = d_{p2} + 2z_{min} = 87,65 + 1,155 = 88,81 \text{ мм,}$$

$$d_{разг} = d_{p1} + 2z_{min} = 88,81 + 1,555 = 90,37 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер определяем, округляя расчетный размер в большую сторону до того же знака, что и допуск.

$$d_{max2} = d_{min} + T = 87,65 + 0,050 = 87,7 \text{ мм,}$$

$$d_{max1} = d_{min} + T = 88,81 + 0,300 = 89,11 \text{ мм,}$$

$$d_{maxзаг} = d_{min} + T = 90,37 + 1,8 = 92,17 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков определяем, как разность наибольших предельных размеров. Минимальный припуск определяем, как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$2z_{min2}^{np} = 88,81 - 87,65 = 1155 \text{ мкм,}$$

$$2z_{min1}^{np} = 90,37 - 88,81 = 1555 \text{ мкм,}$$

$$2z_{max2}^{np} = 89,11 - 87,7 = 1410 \text{ мкм,}$$

$$2z_{max1}^{np} = 92,17 - 89,11 = 2750 \text{ мкм.}$$

Определяем общий припуск:

$$2z_{min}^{об} = 1155 + 1555 = 2710 \text{ мкм,}$$

$$2z_{max}^{об} = 1410 + 2750 = 4160 \text{ мкм.}$$

Проверка:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						45
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$2z_{max}^{np} - 2z_{min}^{np} = T_3 - T_d,$$

$$4160 - 2710 = 1800 - 350,$$

$$1450 = 1450.$$

Определяем нормальный припуск и диаметр заготовки:

$$z_{ном}^{об} = 2z_{min}^{об} + H_3 - H_\delta = 2710 + 1300 - 350 = 3660 \text{ мкм},$$

$$d_{3ном} = d_{min} + z_{ном}^{об} = 87,65 + 3,66 \approx 92 \text{ мм}.$$

По ГОСТ 2950-88 принимаем круглый прокат обычной точности диаметром 92 мм.

2.6.2 Расчет припусков и предварительных размеров для торцов

Произведем аналитический расчет припусков и предварительных размеров для поверхности $l = 28$ мм.

Суммарное отклонение:

$$\Delta = \rho_{кор}, \quad (2.16)$$

где $\rho_{кор} = \Delta_k l = 1,3 \cdot 28 = 36,4 \text{ мкм}$.

Остаточное пространственное отклонение после подрезки

$$\Delta_{ост} = k_y \cdot l = 0,04 \cdot 28 = 2 \text{ мкм}.$$

где K_y – коэффициент уточнения формы.

Произведем расчет минимальных значений:

$$2z_{min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i), \quad (2.17)$$

$$2z_{min} = 2 \cdot (300 + 300 + 36,4 + 420) = 2113 \text{ мкм}.$$

Расчетный размер определяем с конечного размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска:

$$l_p = l_1 + 2z_{min} = 28 + 2,113 = 30,113 \text{ мм}.$$

Наименьший размер определяем, округляя расчетный размер в большую

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

сторону до того же знака, что и допуск.

Наибольшие предельные размеры:

$$l_{max1} = l_{min} + T_1 = 28 + 0,002 = 28,002 \text{ мм},$$

$$l_{max2} = l_{min} + T_2 = 30,113 + 1,3 = 31,413 \text{ мм}.$$

Предельные значения припусков определяем, как разность наибольших предельных размеров, также определяем минимальные значения припусков.

Определим наибольший припуск и номинальный размер заготовки:

$$z_{ном}^{об} = 2z_{min}^{об} + H_3 - H_0 = 2113 + 1300 - 210 = 3203 \text{ мкм},$$

где H_3 – нижнее отклонение заготовки ($H_3 = 1300$ мкм),

H_0 – нижнее отклонение детали ($H_0 = 210$ мкм).

$$L_{заг.ном} = L_{дет.ном} + z_{ном}^{об} = 28 + 3,203 = 31,203 \text{ мм}.$$

Исполнительный размер заготовки принимаем равным 33 мм. Все данные сведены в таблицу Таблица 2.7.

Таблица 2.7– Расчетные данные для определения номинальных размеров заготовки

Технологические переходы обработки поверхностей	Элементы припуска				Расчетный припуск $2z_{min}^{пр}$, мкм	Расчетный диаметр D_p , мм	Допуск T , мкм	Предельное значение припуска, мкм	
	Rz	T	Δ	ϵ				$2z_{min}^{пр}$	$2z_{max}^{пр}$
Отрезка	30 0	30 0	36, 4	1300	30,1 1	31,41 3	1300	-	-
Подрезка торцов	50	50	2	2	28	28,00 2	2	2113	3203

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

На остальные поверхности припуски назначаем табличным методом.

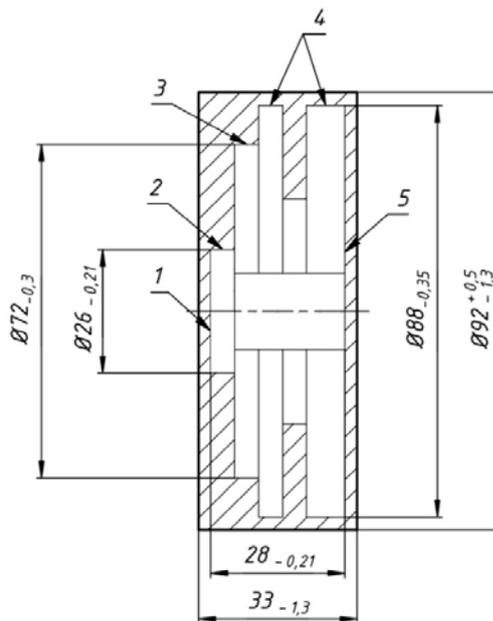


Рисунок 2.3– Эскиз заготовки

Таблица 2.8– Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности вала

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм		Допуск, мм
		Табличный	Расчетный	
1,5	28	-	2 · 2,5	0 -1,3
2	$\varnothing 26 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,21 \end{pmatrix}$	2 · 1,5	-	+0,5 -1,3
3	$\varnothing 72 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,3 \end{pmatrix}$	2 · 1,5	-	+0,5 -1,3
4	$\varnothing 88 \begin{pmatrix} 0 \\ -0,35 \end{pmatrix}$	-	2 · 2,5	+0,5 -1,3

2.7 Проектирование маршрутной и операционной технологии

2.7.1 Проектирование маршрутной и операционной технологии для детали

«Крышка»

005 Пилильная операция. Эскиз операции представлен на рисунке 1.4.

Станок 8Г642.

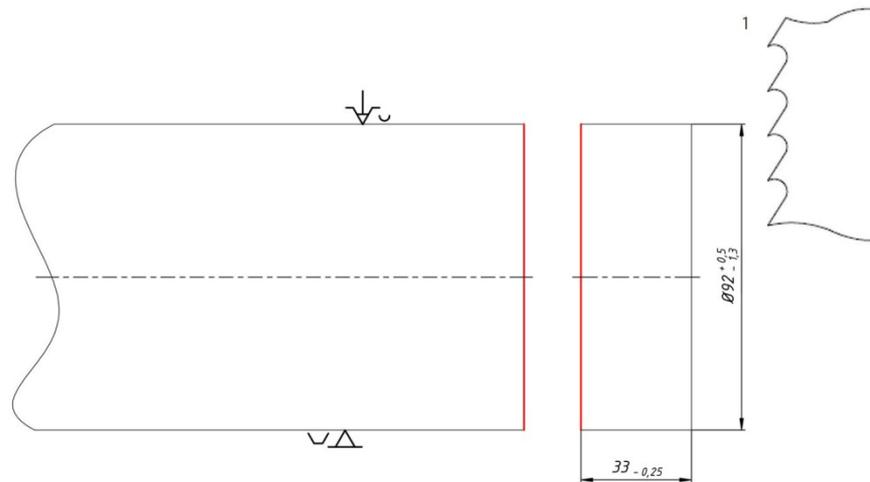


Рисунок 2.4– Эскиз операционный к операции 005

А Установить и закрепить заготовку.

1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 33мм.

Б Снять заготовку.

010 Токарная с ЧПУ.

Станок с ЧПУ, модель KDCK-25S CNC.

А Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

1. Подрезать торец заготовки, (см. Рисунок 2.5– Эскиз операционный к операции 010.).

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						49
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

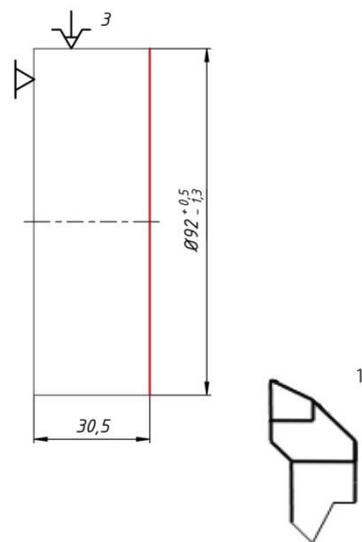


Рисунок 2.5– Эскиз операционный к операции 010.

Подрезка

2. Точить поверхность, выдерживая размеры 89мм и 18мм, (см. Рисунок 2.6 – Эскиз операционный к операции 010.).

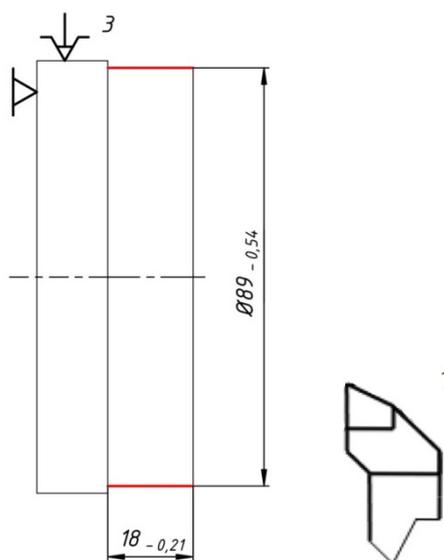


Рисунок 2.6 – Эскиз операционный к операции 010.

Точение

3. Точить поверхность, выдерживая размеры 88мм и 18мм, (см. Рисунок 2.7– Эскиз операционный к операции 010.).

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

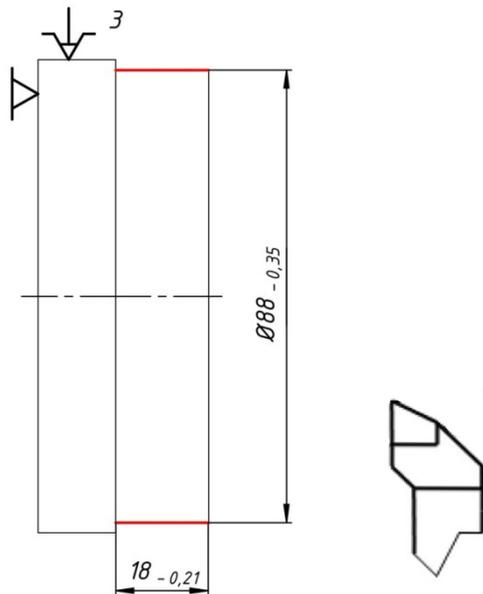


Рисунок 2.7– Эскиз операционный к операции 010.

Точение

4. Произвести зацентровку под сверление, выдерживая размеры 10мм, 6,3мм.

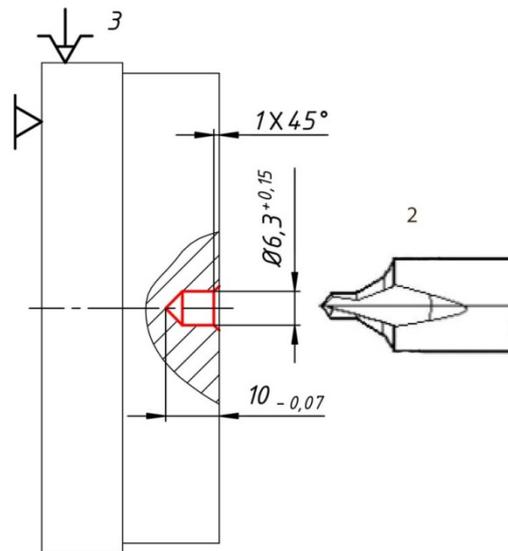


Рисунок 2.8– Эскиз операционный к операции 010.

Зацентровка

5. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер 12мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

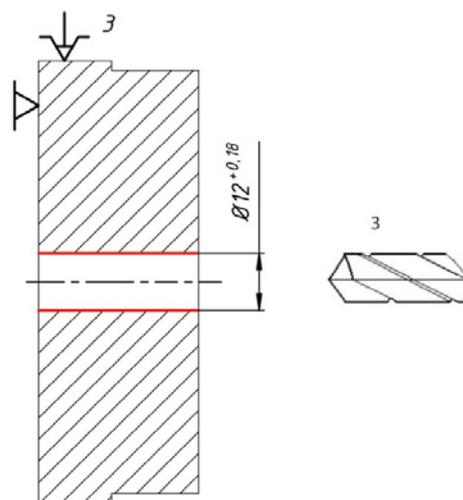


Рисунок 2.9– Эскиз операционный к операции 010.

Сверление

6. Расточить отверстие, выдерживая размеры 25мм и 10мм. Снять внутренние фаски.

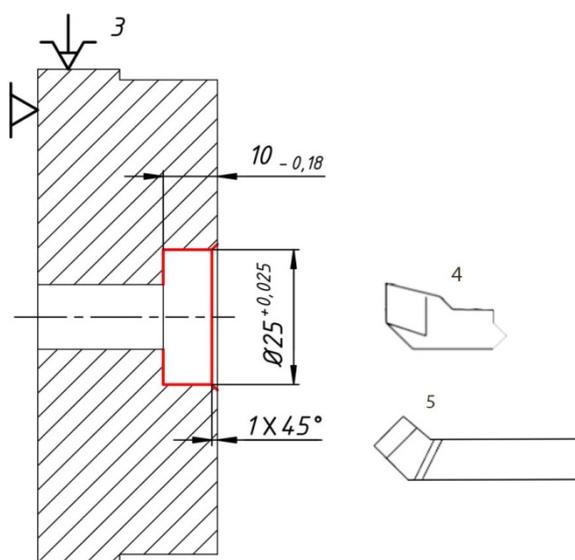


Рисунок 2.10– Эскиз операционный к операции 010.

Расточка

7. Расточить отверстие, выдерживая размеры 25,5мм, 3,5мм, 1мм, 0,5мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

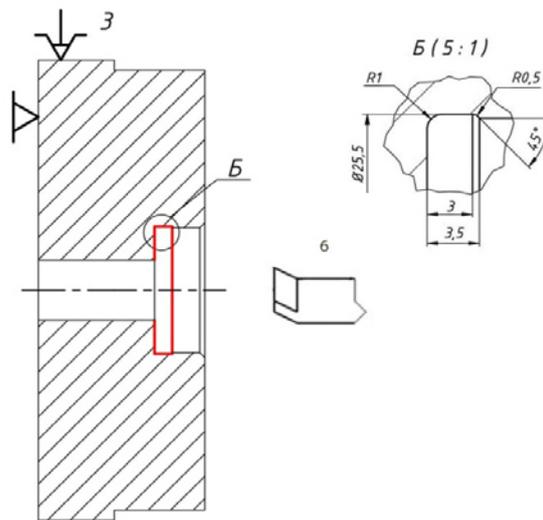


Рисунок 2.11 – Эскиз операционный к операции 010.

Расточка

8. Точить канавку, выдерживая размеры 8мм, 5мм, 50мм.

Б Снять заготовку.

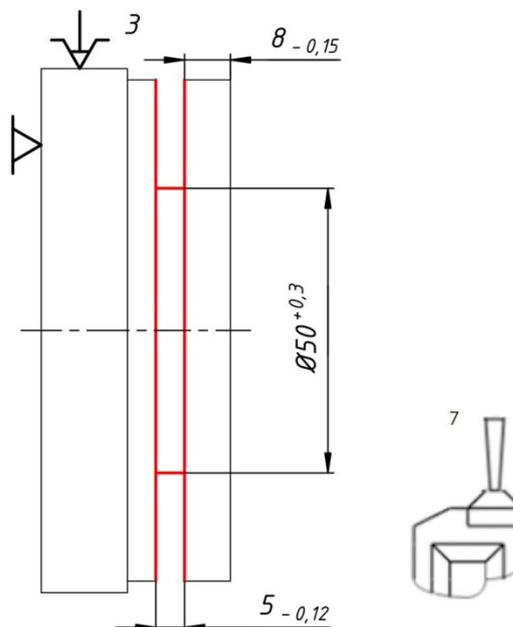


Рисунок 2.12– Эскиз операционный к операции 010.

Точение

015 Токарная с ЧПУ.

А Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

1. Точить поверхность, выдерживая размеры 72мм и 12,5мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

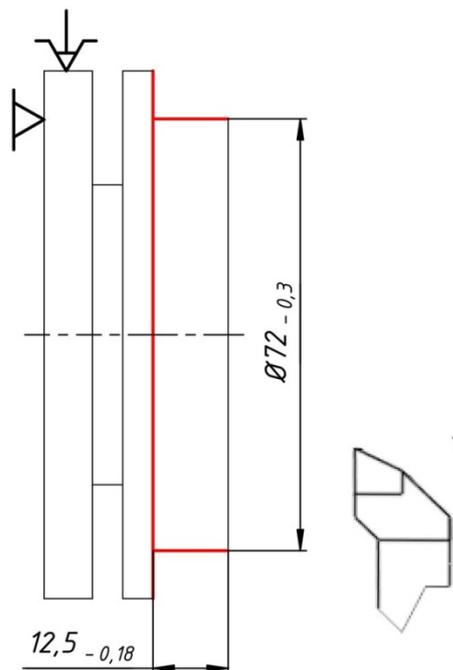


Рисунок 2.13– Эскиз операционный к операции 010.

Точение

2. Точить поверхность, выдерживая размеры 26мм и 7,5мм.

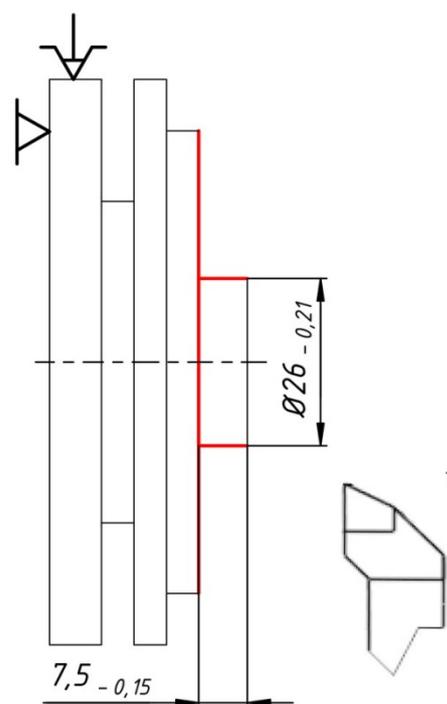


Рисунок 2.14– Эскиз операционный к операции 010.

Точение

3. Точить поверхность, выдерживая размер 28мм.

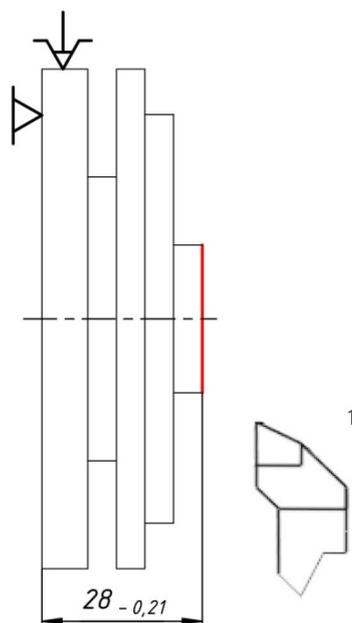


Рисунок 2.15– Эскиз операционный к операции 010.

Точение

4. Развернуть отверстие, выдерживая размер 12мм.

Б Снять заготовку.

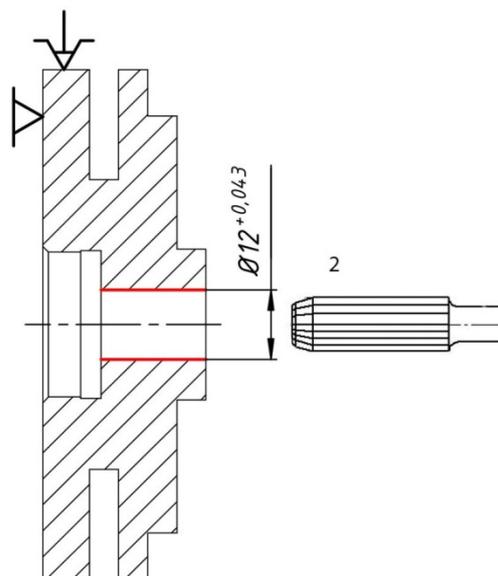


Рисунок 2.16– Эскиз операционный к операции 010.

Развертка

020 Сверлильная.

Станок 2Н125.

А Установить и закрепить заготовку.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

1. Сверлить 4 отверстия под резьбу, выдерживая размеры 5мм и 60мм.

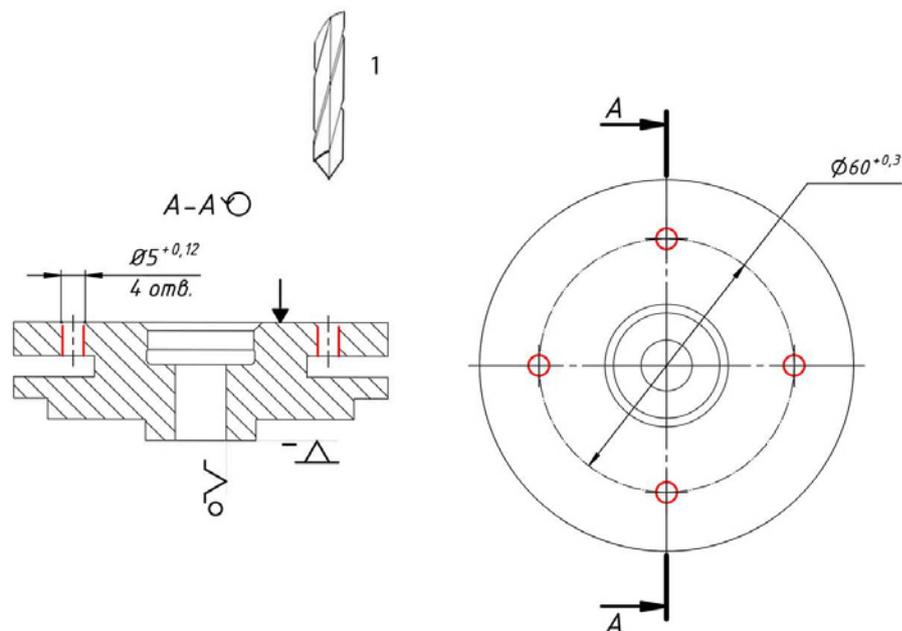


Рисунок 2.17– Эскиз операционный к операции 015.

Сверление

2. Нарезать резьбу в 4 отверстиях, выдерживая размеры М6-7Н. Снять внутреннюю фаску.

Б Снять заготовку.

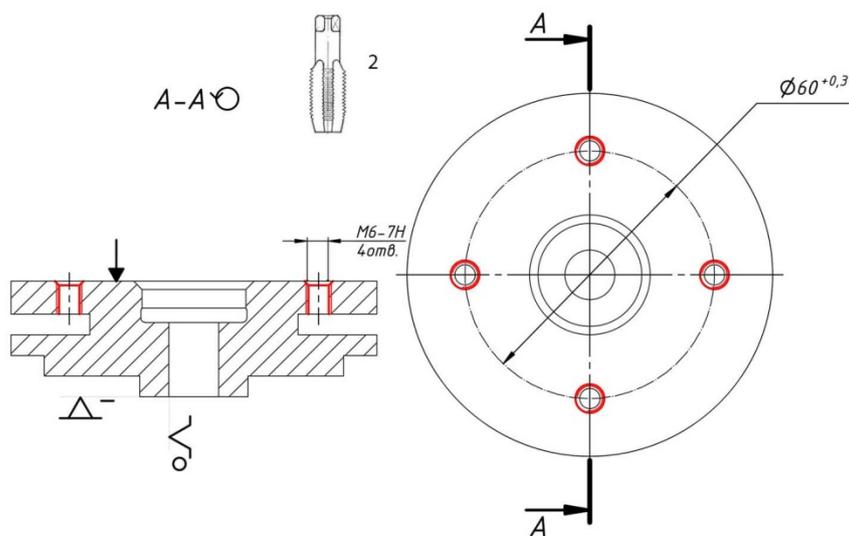


Рисунок 2.18– Эскиз операционный к операции 015.

Нарезание резьбы

025 Фрезерная, Рисунок 2.19.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

Станок 6Р62Г.

А Установить и закрепить заготовку.

Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Б Снять заготовку.

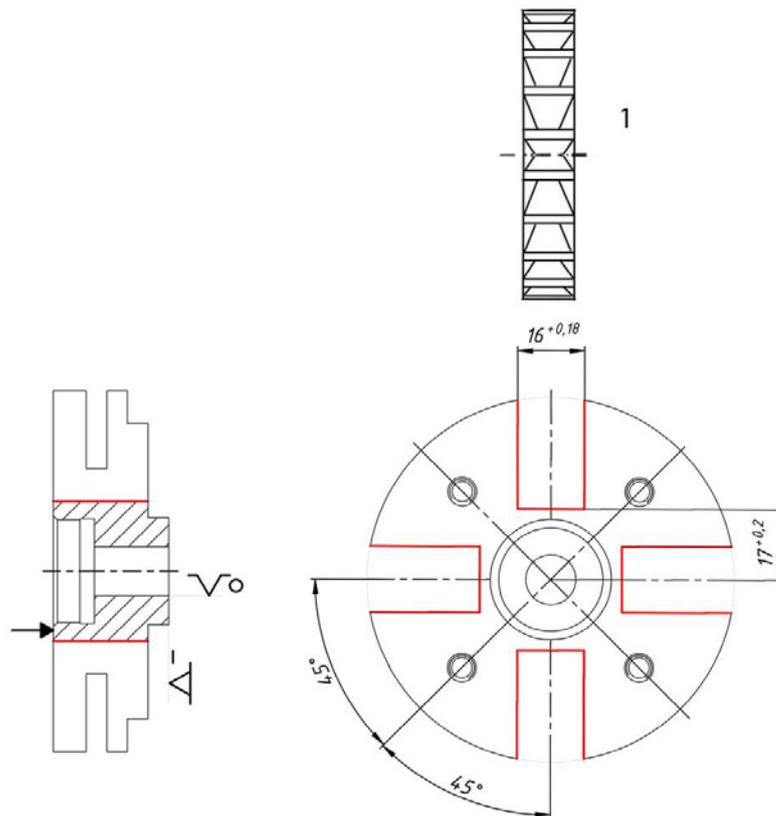


Рисунок 2.19– Эскиз операционный к операции 020.

Фрезерование

030 Шлифовальная, Рисунок 2.20.

Станок 6Р62Г.

А Установить и закрепить заготовку.

1. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

1. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

1. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Переустановить деталь.

1. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.

Б Снять заготовку.

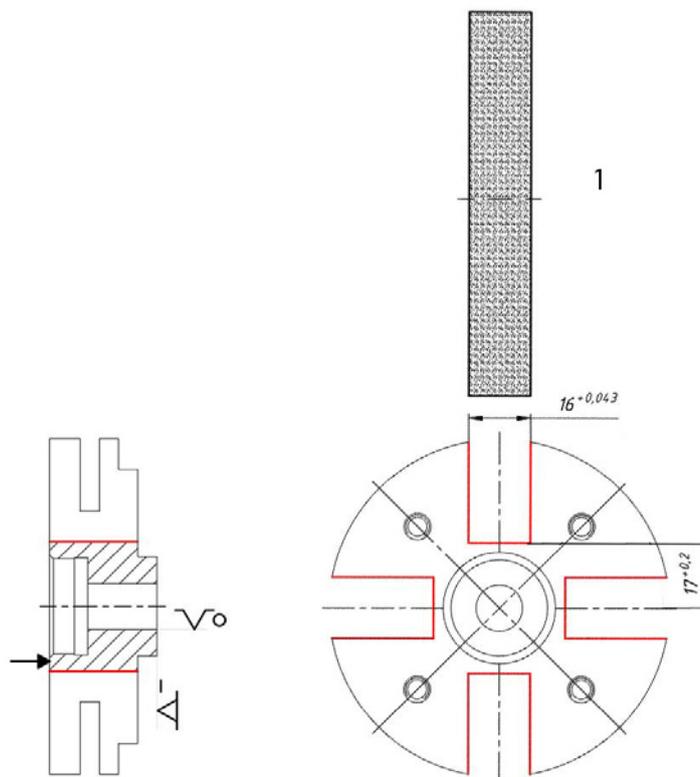


Рисунок 2.20– Эскиз операционный к операции 025.

Шлифование

2.7.2 Проектирование маршрутной и операционной технологии для детали «Гильза»

005 Фрезерная.

Станок 6Р82Г.

А Установить и закрепить заготовку.

Фрезеровать торец гильзы, выдерживая размер 10мм и 128,5мм.

Б Снять заготовку.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

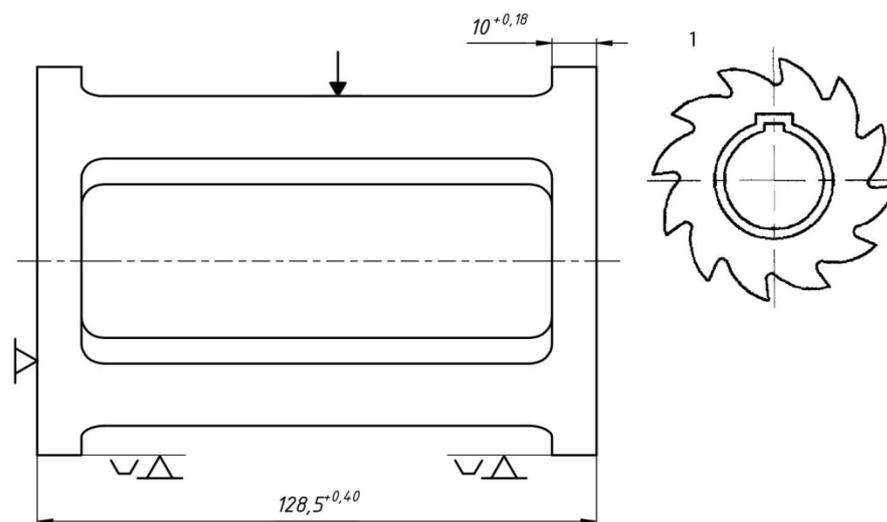


Рисунок 2.21– Эскиз операционный к операции 010.

Фрезерование

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать торец гильзы, выдерживая размер 10мм и 126мм.

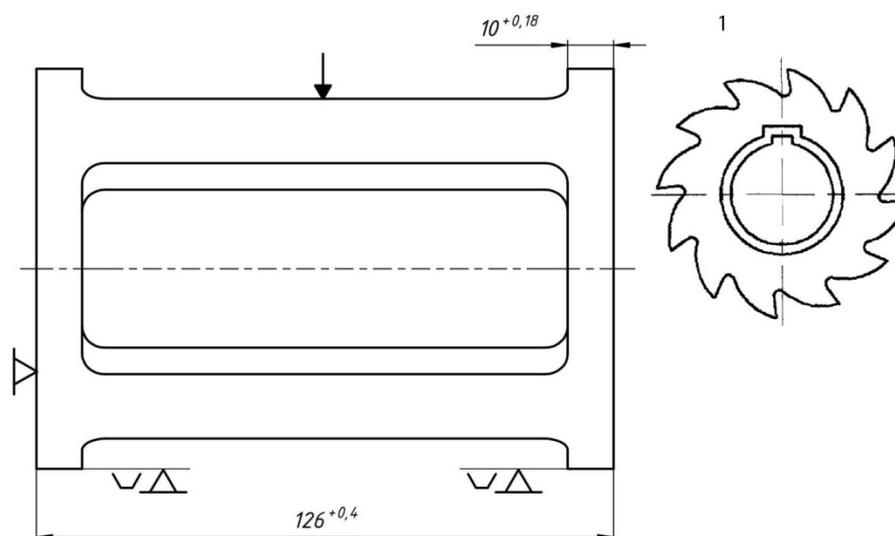


Рисунок 2.22– Эскиз операционный к операции 010.

Фрезерование

010 Вертикально-фрезерная, Рисунок 2.23.

Станок 6Р11.

А Установить и закрепить заготовку.

Фрезеровать сквозной паз, выдерживая размеры 20мм и 106мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать сквозной паз, выдерживая размеры 20мм и 106мм.

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать сквозной паз, выдерживая размеры 20мм и 106мм.

Переустановить деталь.

1. Фрезеровать сквозной паз, выдерживая размеры 20мм и 106мм.

Б Снять заготовку.

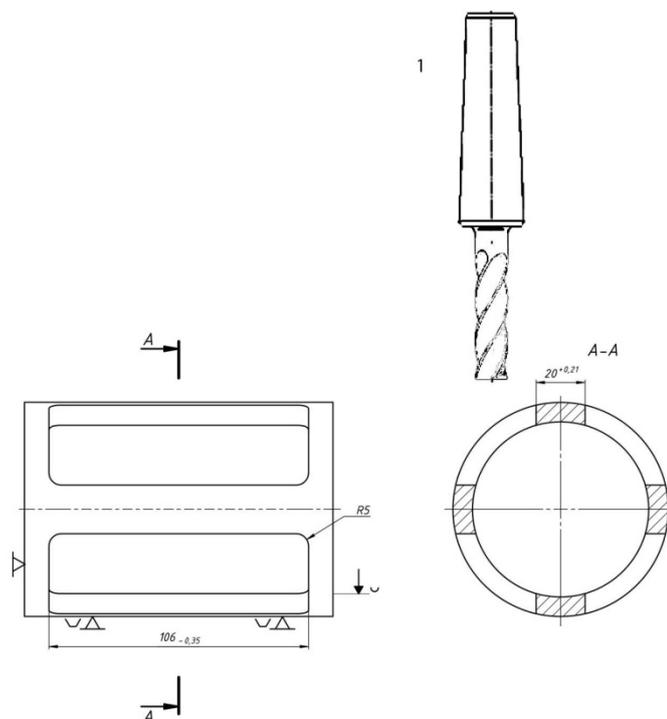


Рисунок 2.23– Эскиз операционный к операции 010.

Фрезерование

После получения необходимых деталей производится сварка.

Сварить дуговой ручной сваркой в углекислом газе в положении «Тавровое» детали «Крышка» и «Гильза» согласно эскизу.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

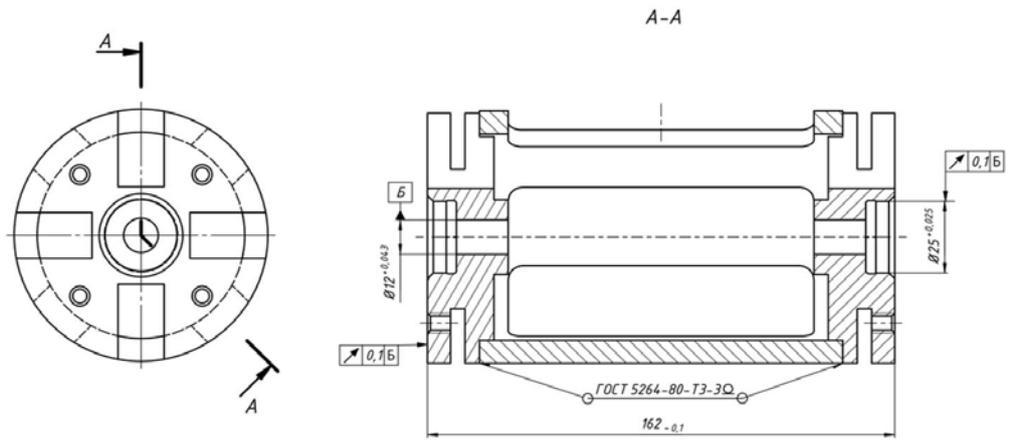


Рисунок 2.24– Эскиз операционный к операции 005.
Сварка

2.8 Расчет режимов резания

020 Сверлильная. Станок модели 2Н125.

1. Сверлить отверстие под резьбу, выдерживая размеры 5мм и 60мм.
Сталь 25 ГОСТ 1050-88.

Определяем глубину резания при сверлении [8]:

$$t = \frac{D}{2}, \quad (2.18)$$

где d – диаметр отверстия.

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм.}$$

При сверлении, в зависимости от материала, твердости и диаметра, $S = 0,06 - 0,09$ мм/об [14]. Принимаем $S = 0,08$ мм/об.

Определяем скорость резания при сверлении по формуле:

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot f^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.19)$$

где C_v – коэффициент скорости резания, $C_v = 18,0$;

m, x, y, q – показатели степени, $m = 0,25, x = 0,2, y = 0,3, q = 0,6$ [14];

T – период стойкости, $T = 30$ мин;

K_x – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

резания; $K_x = 0,9$.

$$v_p = \frac{18 \cdot 5^{0,6}}{30^{0,25} \cdot 2,5^{0,2} \cdot 0,08^{0,3}} \cdot 0,9 = 32,29 \frac{м}{мин}.$$

Определяем частоту вращения шпинделя, об/мин, по расчетной скорости резания:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D}, \quad (2.20)$$

где D – диаметр заготовки, $D = 12$ мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 32,29}{3,14 \cdot 5} = 2056,69 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p, \quad (2.21)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,08^{0,8} \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,68 = 0,93 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значения C_M и показатели степени q , x , y :

$C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $x = 0,9$; $y = 0,8$ [14].

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

$$K_p = K_{mp}. \quad (2.22)$$

Определяем K_{mp} по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.23)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68.$$

Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.24)$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 2,5^{1,2} \cdot 0,08^{0,65} \cdot 0,68 = 264,9 \text{ Н}.$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{np}}{9750}, \quad (2.25)$$

где n_{np} – частота вращения инструмента или заготовки, об/мин.

$$N_e = \frac{0,93 \cdot 2056,69}{9750} = 0,12 \text{ кВт.}$$

2. Резьбонарезание.

Нарезать резьбу, выдерживая размеры М6-7Н.

Глубина резания – 8мм;

Подача – 2 мм/об.

Значение коэффициента C_v , показателей степени берем из таблицы 49 [8].

C_v – коэффициент скорости резания, $C_v = 20,0$;

m, y, q – показатели степени, $m = 0,9, y = 0,5, q = 1,2$ [14];

T – период стойкости, $T = 50$ мин [14];

K_x – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания; $K_x = 0,9$.

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{20 \cdot 6^{1,2}}{50^{0,9} \cdot 2^{0,5}} = 3,23 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0022 \cdot 6^{1,8} \cdot 2^{1,5} \cdot 1 = 1,57 \text{ Н·м.}$$

Значение коэффициентов C_m , [8].

$C_m = 0,0022; q = 1,8; y = 1,5$ [8];

$K_p = 1$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит только от материала заготовки.

Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3,23}{3,14 \cdot 6} = 171,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Определяем мощность резания:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{нр}}{9750} = \frac{1,57 \cdot 171,4}{9750} = 0,03 \text{ кВт.}$$

005 Вертикально-фрезерная операция для детали «Гильза».

Фрезеровать заготовку, выдерживая размер 10мм и 128,5мм.

Глубина резания – 2,5 мм;

Подача на оборот – 0,5 мм.

Скорость резания определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (2.26)$$

где C_v – коэффициент, характеризующий условия обработки; применением $C_v = 332$;

T – стойкость фрезы, 180 мин;

B – ширина фрезерования, мм, $B = 88$ мм;

z – число зубьев фрезы, $z = 10$;

q, x, y, u, p, m – показатели степени; значения показателей степени определяем по [14] $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$.

K_v – общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки, равен:

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{nv} \cdot K_{\mu v} \quad (2.27)$$

где $K_{\mu v}$ – поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала:

$$K_{\mu v} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_m} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{500} \right)^{1,0} = 1,5.$$

Находим для обработки стали углеродистой с $\sigma_B = 450 \dots 550$ МПа для материала инструмента из твердого сплава $K_{\Gamma} = 1$, $n_v = 1$.

K_{nv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхностного слоя заготовки; $K_{nv} = 0,8$;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

K_{uv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала; $K_{uv} = 0,83$;

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,99.$$

Тогда:

$$v_p = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 88^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,99 = 71,1 \frac{м}{мин}.$$

Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 71,1}{3,14 \cdot 100} = 226,4 \frac{об}{мин}.$$

Максимальная сила резания:

$$P_z = \frac{10 C_m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (2.28)$$

где C_p – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия обработки, при торцовом фрезеровании $C_p = 54,5$;

n – частота вращения шпинделя;

K_{Mp} – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала, $K_{Mp} = 1$.

$$P_z = \frac{10 \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 88^1 \cdot 10}{100^{0,2} \cdot 226,4^0} \cdot 1 = 3154 \text{ Н}.$$

2.9 Проектирование операционной технологии

005 Пилильная. Станок 8Г642.

Режущий инструмент – дисковая пила 2257-0256 ГОСТ 4047-82.

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 [15].

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

010 Токарная с ЧПУ. Станок JET KDCK-25S CNC.

Режущий инструмент – 1) Резец 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18879-73; 2) Сверло 2317-0009 ГОСТ 14952-75; 3) Сверло 2301-0039 ГОСТ10903-77; 4) Расточной резец 2141-0056 ГОСТ 18883-73; 5) Резец 2136-0710 ГОСТ 18875-73; 6) Расточной резец 2141-0201 ГОСТ 18883-73; 7) Резец прорезной 2120-0519 ГОСТ 18874-73 [16].

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенглубиномер ШГЦ – 200-0,01 ГОСТ 162-90; индикаторный нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75 [15].

015 Токарная с ЧПУ.

Режущий инструмент – 1) Резец 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18879-73; 8) Развертка 2363-3394 ГОСТ 1672-80 [16].

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; индикаторный нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75 [15].

020 Сверлильная. Станок 2Н125.

Оснастка – Оправка 7110-0440-8 h6 ГОСТ 16212-70; Плита подмодельная; Стол 250x250 [15].

Режущий инструмент – 9) Сверло 2301-3001 ГОСТ10903-77; 10) Метчик 2621-1153 ГОСТ 3266-81 [16].

Измерительный инструмент – Калибр пробка гладкая 8133-0910 ГОСТ 14810-69; Калибр пробка резьбовой НЕ 8221-1030, ПР 8271-0030 ГОСТ 17757-72 [15].

025 Фрезерная. Станок 6Р62Г.

Оснастка – насадка станочная; оправка цилиндрическая 7110-0439 ГОСТ 16212-70; хомутик поводковый 7107-0031 ГОСТ 2578-70 [15].

Режущий инструмент – дисковая трехсторонняя фреза 2240-0391 ГОСТ 28527-90 [16].

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 [15].

030 Шлифовальная. Станок 6Р62Г.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

Оснастка – насадка станочная, оправка цилиндрическая 7110-0439 ГОСТ 16212-70, хомутик поводковый 7107-0031 ГОСТ 2578-70 [15].

Режущий инструмент – круг 1-50x16x16-25А-10П-С27К-1А ГОСТ 2424-83 [16].

Измерительный инструмент – нутромер 6-10 ГОСТ 9244-75 [15].

005 Фрезерная. Станок 6Р82Г.

Оснастка – Призма 7033-0039 ГОСТ 12195-66; Стол 250x250; Упор 1050-0809 ГОСТ 18740-80 [15].

Режущий инструмент – Фреза 2200-0413 ГОСТ 29092-91 [16].

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦЦ-1-160-0,01 ГОСТ 166-89; штангенциркуль типа ШЦК-1-125-0,02 ГОСТ 166-89 [15].

010 Вертикально-фрезерная. Станок 6Р11.

Оснастка – Призма 7033-0039 ГОСТ 12195-66; Стол 250x250; Упор 1050-0809 ГОСТ 18740-80; Прихват 7011-0501 ГОСТ 4735-69 [15].

Режущий инструмент – Фреза 0223-0112 ГОСТ 17026-71 [16].

Измерительный инструмент – штангенциркуль типа ШЦЦ-1-160-0,01 ГОСТ 166-89; штангенциркуль типа ШЦК-1-125-0,02 ГОСТ 166-89 [15].

2.10 Проектирование и расчет контрольного приспособления

2.10.1 Схема базирования

Спроектируем приспособление контроля биения торцов к оси отверстия для сборочной единицы корпуса «ФАБО». На схеме базирования (Рисунок 2.25) представлен следующий комплект баз: опорные базы (точки 1,2,3) и установочные базы (4,5).

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

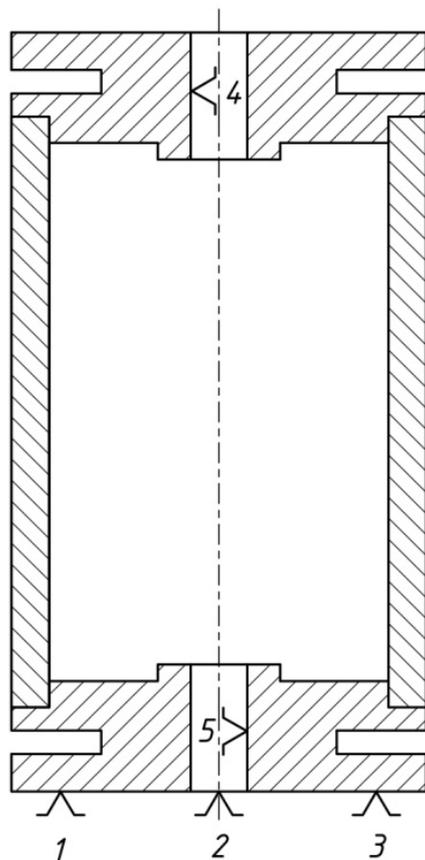


Рисунок 2.25– Схема базирования

Данная схема базирования реализуется установкой сборочной установки на опору и шпильку.

2.10.2 Схема закрепления

В соответствии с выбранной схемой базирования разрабатываем схему закрепления, представленную (Рисунок 2.26).

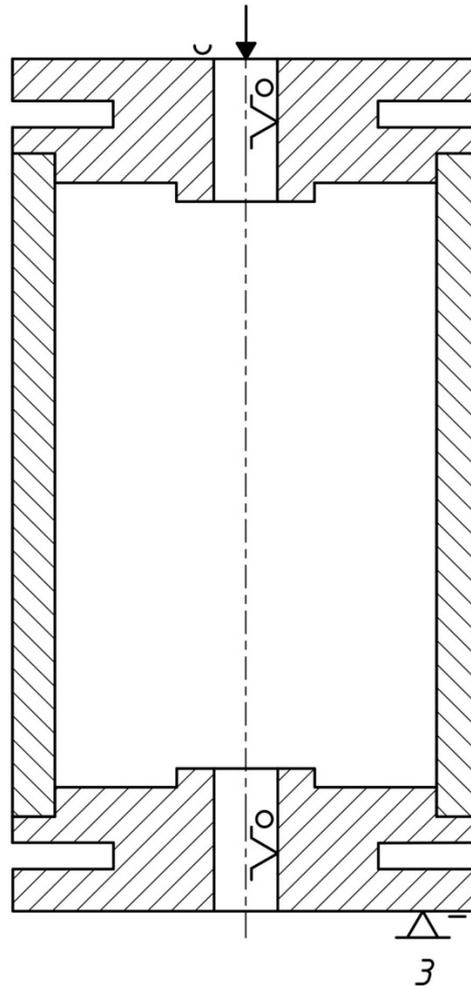


Рисунок 2.26– Схема закрепления

Закрепление заготовки реализуется при помощи верхнего и нижнего вкладыша и гаек.

2.10.3 Патентный обзор

В ходе проектирования контрольного приспособления для сборочной единицы – корпус «ФАБО», были рассмотрены уже существующие сборки.

В источнике [12], представлены несколько видов приспособлений для контроля выбранного параметра, но они имеют ряд недостатков. Во-первых, корпус «ФАБО» имеет довольно не большие отверстия, относительно которых производится контроль. Что значительно усложняет процесс измерения. Во-вторых, не каждое приспособление (из рассмотренных) имеет достаточную высоту штатива.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

В результате, учитывая все достоинства и недостатки каждого вида, было спроектировано специальное контрольное приспособление, которое представлено на рисунках Рисунок 2.27, Рисунок 2.28

2.10.4 Конструкция приспособления

Конструкция приспособления представлена (Рисунок 2.27; Рисунок 2.28).

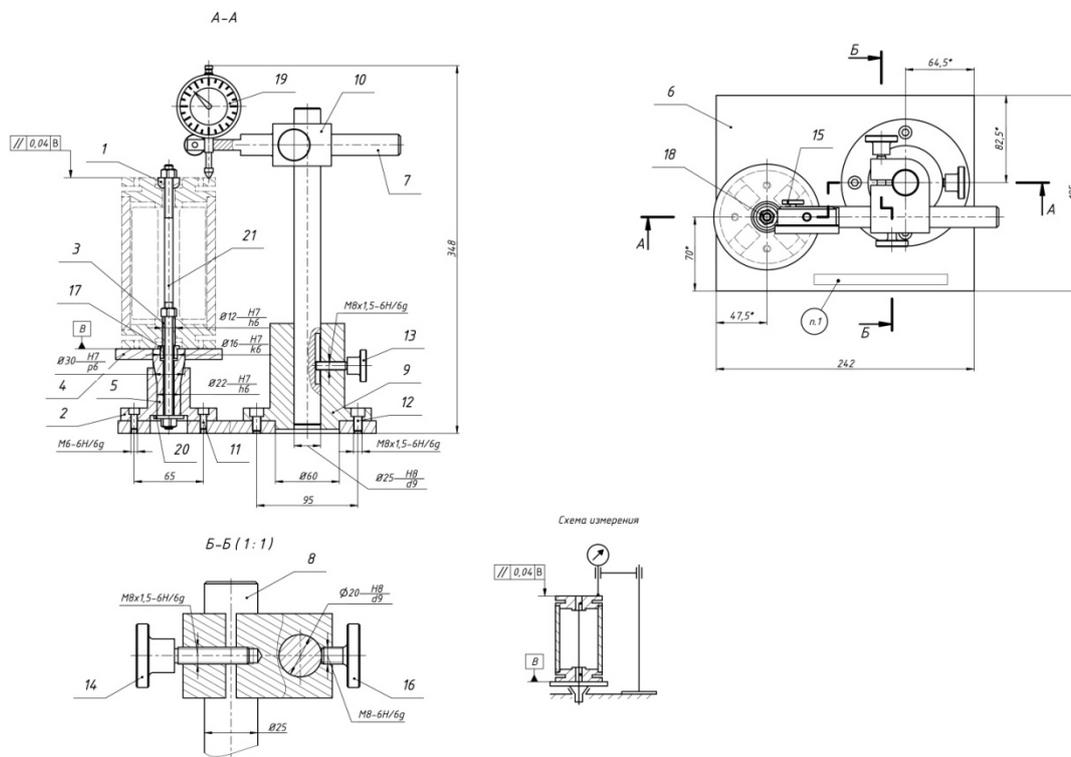


Рисунок 2.27– Контрольное приспособление

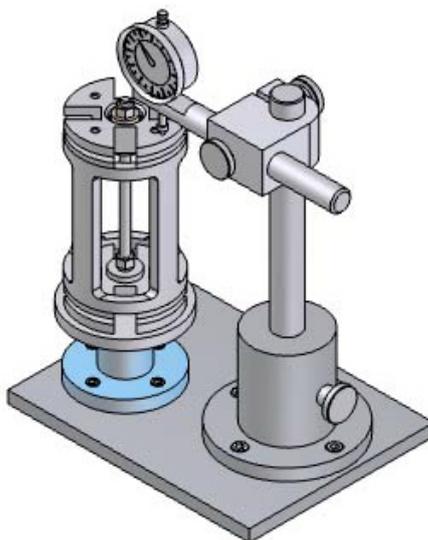


Рисунок 2.28– Контрольное приспособление

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

Конструкция приспособления: корпус «ФАБО» установлен на опоре 4, которая жестко соединена с оправкой 5. Оправка вращается в кронштейне 2, установленного на основании 6, посредством винтов 11. Центрирование сборки осуществляется нижним вкладышем 3, наружный диаметр которого имеет скользящую посадку. Вкладыш крепится шпилькой 21, гайкой 18 через шайбу 20 и втулку 17. После установки корпуса, его закрепляют винтовой парой, шпилькой и гайкой, через верхний вкладыш 1. Биение торцевой поверхности проверяют с помощью ИЧ02 19, которая закреплена на подвижной части (стойка) 8 скалки 7 с помощью винта 15. Хомутик 10 удерживает скалку с помощью винта 16. К стойке хомутик крепится при помощи винта 14. Стойка 8 установлена в ступице 9 с возможностью изменения высоты при помощи винта 13. Стойка крепится к основанию винтами 12.

Приспособление работает следующим образом. Корпус «ФАБО» устанавливается на опору с закрепленной в ней шпилькой. С помощью верхнего вкладыша и гайки прижимаем сборку. При помощи хомутика и стойки устанавливаем такую высоту, чтобы измерительный наконечник ИЧ02 касался торца корпуса. Устанавливаем ИЧ02 на «0». Для определения биения торца даем два-три оборота. По разности полученных показаний определяем биение торца корпуса относительно оси отверстия.

2.10.5 Расчет приспособления на точность

Определим допускаемую погрешность измерения радиального биения торца к оси отверстия [12].

Определение допустимости использования спроектированного контрольно-измерительного приспособления определяется по зависимости:

$$\Delta_{\Sigma} \leq [\varepsilon_{изм}], \quad (2.29)$$

где Δ_{Σ} – суммарная погрешность измерения;

$[\varepsilon_{изм}]$ – допускаемая погрешность измерения в зависимости от качества,

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

$[\varepsilon_{изм}] = 80$ мкм.

Суммарная погрешность измерения определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_M^2 + \Delta_Y^2 + \Delta_H^2 + \Delta_P^2 + \Delta_{СИ}^2 + \Delta_C^2 + \Delta_{СП}^2 + \Delta_I^2}, \quad (2.30)$$

где Δ_M – погрешность, свойственная самой схеме измерения и возникающая от несовершенства метода измерения и взаимодействия СИ с объектом, $\Delta_M = 40$ мкм.

Δ_Y – погрешность установки контролируемой детали в приспособлении,

Как и для станочных приспособлений определяется по формуле:

$$\Delta_Y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (2.31)$$

ε_6 – погрешность базирования, определяется для конкретной схемы установки на основе анализа геометрических связей;

ε_3 – погрешность закрепления, связанная со смещением контролируемой детали от номинального положения под действием силы зажима;

ε_{np} – регламентированная погрешность изготовления, сборки, регулирования, а также износ опор и измерительного устройства (учитывается лишь износ, который имеет место между периодическими настройками приспособления);

В рассматриваемом случае корпус устанавливается на шпильку с вкладышами по посадке с зазором. При этом горизонтальный зазор не оказывает влияния на измерение вертикального отклонения торцевого биения. Таким образом, $\varepsilon_6 = 0$.

Погрешность закрепления ε_3 заготовки в приспособлении в данном случае не будет равна нулю, так как направление вектора зажима совпадает с направлением контролируемого параметра.

Величину ε_3 в мкм можно определить по следующей зависимости [17]:

$$\varepsilon_3 = C \cdot Q^n \cdot \cos \alpha, \quad (2.32)$$

где C – коэффициент, характеризующий условия контакта поверхностей;

Q – величина силы зажима в Н. Для предварительный расчетов силу

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

винтового зажима можно принять 100 Н (0,1 кН);

α – угол между направлением силы зажима и направлением измеряемого размера;

n – эмпирический показатель степени для стальных заготовок, равный 0,7.

Для данной сборки площадь опорной поверхности равна 37,82 см².

Рассчитаем коэффициент C :

$$C = 0,4 + 0,012 \cdot F = 0,4 + 0,012 \cdot 37,82 = 0,18.$$

Отсюда ε_3 будет равна:

$$\varepsilon_3 = 0,18 \cdot 0,1^{0,7} \cdot \cos 0 = 0,04 \text{ мкм.}$$

Регламентированную погрешность изготовления, сборки, регулирования, а также износ опор и измерительного устройства можно принять (0,5–0,25) $\varepsilon_{изм}$.

Тогда, $\varepsilon_{пр} = (0,5 \div 0,25) \cdot 80 = (40 \div 20)$, принимаем $\varepsilon_{пр} = 30$ мкм.

Определяем погрешность установки контролируемой детали в приспособлении по формуле:

$$\Delta_y = \sqrt{0^2 + 0,04^2 + 30^2} = 30 \text{ мкм.}$$

Δ_H – погрешность настройки контрольно-измерительного приспособления по эталону или установочным мерам.

В процессе измерения торцового биения числовое значение отклонения определяются как разность между наибольшим и наименьшим значениями, полученными при измерении отклонения. Следовательно, $\Delta_H = 0$ [17].

Δ_P – погрешность передаточных устройств, $\Delta_P = 0$ [17].

$\Delta_{СИ}$ – погрешность измерительного прибора. В данной работе используется часовой индикатор ИЧ02 с пределом допускаемой погрешности равной 10 мкм [17].

Δ_C – субъективная погрешность, зависящая от способа фиксации

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

результата измерения, цены деления, расположения шкалы и квалификации рабочего; наибольшее значение Δ_C будет равно половине цены деления шкалы или половине цены единицы наименьшего кода при получении результатов в цифровом коде. Таким образом, $\Delta_C = 0,005 \text{ мм} = 5 \text{ мкм}$ [17].

$\Delta_{СП}$ – специфическая погрешность (погрешность дискретности), вызываемая квантованием по уровню непрерывно измеряемой величины цифровыми приборами. Эта погрешность, как и погрешность округления, равна половине единицы младшего разряда в показании прибора. Таким образом, $\Delta_{СП} = 0,005 \text{ мм} = 5 \text{ мкм}$ [17].

Δ_{θ_t} – погрешности от температурных деформаций. Погрешности от температурных деформаций Δ_{θ_t} определяется в зависимости от температурного режима θ_t по формуле:

$$\theta_t = \sqrt{\left(\Delta t_1 \cdot \frac{(\alpha_{П} - \alpha_{Д})}{11,6 \cdot 10^{-6}}\right)^2 + \left(\Delta t_2 \cdot \frac{\alpha_{max}}{11,6 \cdot 10^{-6}}\right)^2}, \quad (2.33)$$

где Δt_1 – отклонение температуры среды от 20 °С. Заданная температура среды, в которой производилось измерение равно 21 °С. Откуда, $\Delta t_1 = 21 - 20 = 1 \text{ °С}$;

Δt_2 – кратковременные колебания температуры среды в процессе измерения. Заданные кратковременные колебания равны 0,5 °С;

$(\alpha_{П} - \alpha_{Д})_{max}$ – максимально возможная разность значений коэффициентов линейного расширения материалов прибора и детали. Коэффициент линейного расширения материалы детали Ст40 равен $\alpha_{Д} = 11,9 \cdot 10^{-6}$, град⁻¹.

$$(\alpha_{П} - \alpha_{Д})_{max} = (10,1 - 11,9) \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-6}.$$

α_{max} – максимальное значение коэффициента линейного расширения материала прибора или измеряемой детали. $\alpha_{max} = 11,9 \cdot 10^{-6}$, град⁻¹.

Подставим полученные значения в формулу (2.29), получим:

$$\theta_t = \sqrt{\left(1 \cdot \frac{1,8 \cdot 10^{-6}}{11,6 \cdot 10^{-6}}\right)^2 + \left(0,5 \cdot \frac{11,9 \cdot 10^{-6}}{11,6 \cdot 10^{-6}}\right)^2} = 0,54 \text{ °С}.$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

Теперь рассчитываем погрешность от температурных деформаций:

$$\Delta l_t = l \cdot \theta_t \cdot 11,6 \cdot 10^{-6}, \quad (2.34)$$

где l – размер от базы до контакта с рычагом, мм.

Тогда,

$$\Delta l_t = 162 \cdot 0,54 \cdot 11,6 \cdot 10^{-6} = 1,01 \text{ мкм.}$$

Определяем суммарная погрешность измерения:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{40^2 + 30^2 + 0^2 + 0^2 + 10^2 + 5^2 + 5^2 + 1,01^2} = 51,5 \text{ мкм.}$$

Проверяем выполнения условия:

$$\Delta_{\Sigma} \leq [\varepsilon_{\text{изм}}],$$

$$51,5 \text{ мкм} \leq 80 \text{ мкм,}$$

Условие выполнено.

В результате выполненного расчета, можно сделать вывод, что измерение торцевого биения при разработанной схеме измерения будет обеспечена.

2.10.6 Расчет силы закрепления

В процессе измерения действие средства измерения не должно приводить к нарушению состояния равновесия детали. Для этого рассчитаем силу зажима.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						75
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

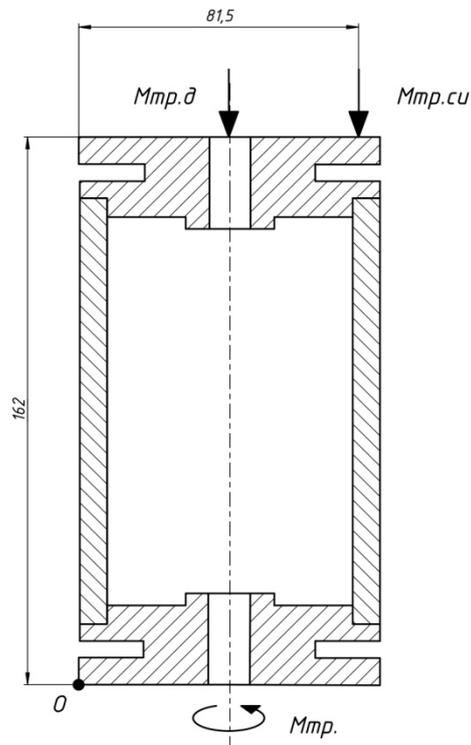


Рисунок 2.29– Расчет зажимного устройства

Для рассматриваемой схемы закрепления, пренебрегая весом заготовки, можно записать условие равновесия, как сумму моментов относительно точки О.

$$K \cdot \sum M_{акт.} = \sum M_{прот.}, \quad (2.35)$$

где $\sum M_{акт.}$ – сумма активных моментов, стремящихся повернуть заготовку;

$\sum M_{прот.}$ – сумма моментов, противодействующих повороту заготовки.

$$\sum M_{акт.} = K \cdot (M_{тр.д} + M_{тр.сш} \cdot 81,5); \quad \sum M_{прот.} = Q, \quad (2.36)$$

Преобразуя формулу, получим:

$$K \cdot (M_{тр.} + M_{тр.сш} \cdot 81,5) = Q. \quad (2.37)$$

Момент трения, возникающий между деталью и установочным элементом развиваемый силой тяжести детали, определяем по формуле:

$$M_{тр.д} = \frac{1}{3} \cdot P \cdot \left(\frac{D_n^3 - D_в^3}{D_n^2 - D_в^2} \right) \cdot f_1, \quad (2.38)$$

где P – вес детали, Н;

$D_n, D_в$ – размеры опорной поверхности детали на которой возникает момент

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

трения, мм;

f_1 – коэффициент трения между деталью и установочным элементом. $f_1 = 0,16$ [18].

Поставив полученные значения в зависимость, получим:

$$M_{mp.d} = \frac{1}{3} \cdot 19,6 \cdot \left(\frac{100^3 - 88^3}{100^2 - 88^2} \right) \cdot 0,16 = 147,6 \text{ Н.}$$

Момент трения, возникающий между деталью и измерительным механизмом развиваемый средством измерения, находим по формуле:

$$M_{mp.ci} = F_{mp} \cdot f_2 = Q \cdot f_2, \quad (2.39)$$

где F_{mp} – сила трения между деталью и измерительным механизмом, Н;

Q – усилие измерительного механизма, Н. $Q = 1,3$ Н [18];

f_2 – коэффициент трения между деталью и измерительным механизмом. $f_2 = 0,16$ [18].

$$M_{mp.ci} = 1,3 \cdot 0,16 = 0,21 \text{ Н.}$$

Коэффициент запаса K необходим для обеспечения надежности зажимных устройств [17].

В зависимости от конкретных условий обработки значение k выбирают дифференцированно, как произведение первичных коэффициентов k_0, k_1, \dots, k_6 , отражающих поправки на различных этапах расчета:

$$K = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6. \quad (2.40)$$

Коэффициент k_0 учитывает неточность расчетов сил резания, сил закрепления и внезапные факторы.

Таким образом, $k_0 = 1,5 \dots 2,5$. Принимаем $k_0 = 1,7$.

Коэффициент k_1 , учитывает наличие случайных неровностей на поверхности заготовки. Принимаем $k_1 = 1,0$.

Коэффициент k_2 , учитывающий износ инструмента. Принимаем $k_2 = 1,0$.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		77

Коэффициент k_3 , учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании. Принимаем $k_3=1,0$.

Коэффициент k_4 , учитывает непостоянство сил, развиваемых зажимным устройством. Для ручных устройств $k_4 = 1,3$, так как силы закрепления не постоянны. Принимаем $k_4=1,3$.

Коэффициент k_5 , характеризует удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При неудобном положении рукоятки $k_5=1,25$. При удобном положении и малом угле поворота рукоятки $k_5 = 1,0$; при большом угле поворота (>90 град.) $k_5 = 1,2$. Принимаем $k_5=1,25$.

Коэффициент k_6 , учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку; $k_6 = 1,0$, когда заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, и $k_6=1,5$, когда заготовка установлена на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта. Принимаем $k_6=1,5$.

Тогда, по формуле (2.36):

$$K = 1,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,25 \cdot 1,5 = 4,1.$$

Подставим полученные данные в формулу (2.33), получим:

$$Q = 4,1 \cdot (147,6 + 0,21 \cdot 81,5),$$

$$Q = 675,3 \text{ Н.}$$

По данным [18], принимаем номинальный диаметр резьбы приспособления М8, позволяющий развить силу 4750 Н при необходимой 675,3 Н. Длина ключа 120 мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

3 Безопасность и экологичность проекта

3.1 Анализ опасных и вредных факторов при производстве

При работе на металлорежущем оборудовании существуют опасные факторы, такие как движущиеся части оборудования, опасность поражения электрическим током от токоведущих частей оборудования при оголении обмотки, стружка (отлетающая от станка), наличие пыли, образующейся в процессе обработки деталей.

Помимо всего перечисленного выше существует опасность возникновения пожара. К этому может привести пробой электрической обмотки, большие переходные сопротивления, самовозгорание промасленной ветоши [21].

3.2 Общая характеристика проектируемого объекта с позиции безопасности

Проектируемая сборочная единица – корпус «ФАБО», является безопасной в использовании, хранении, транспортировке, утилизации в том случае, если при производстве данной сборки были выдержаны все требуемые условия. С позиции механической безопасности:

- При соблюдении технологического процесса на поверхности изделия отсутствуют заусенцы и острые края, которые могут оставить порезы;
- Сборочная единица крепко сварена между собой, и лишена подвижных элементов;
- Изделие имеет маленькие габариты и небольшую массу.

Исходя из проанализированных факторов, изделие можно считать безопасным.

3.3 Мероприятия по обеспечению безопасности работы участка

Оборудование на участке располагают по обе стороны от проезда, в

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						79
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

соответствии с планировкой. Для безопасной работы рабочего предусмотрено расстояние в 0,5 м от проезда до рабочей зоны. В цехе предусмотрены проходы и проезды для движения людей и транспортных средств. Производственное помещение имеет основной проход шириной 2 м, выходящий на лестничную клетку или непосредственно наружу. Ширину проездов, обеспечивающих безопасность движения транспортных средств, принимаем равной 4 м.

Проезд на участке обозначен разграничительной линией белого цвета шириной 0,1 м [22].

При средней Пб категории работ в холодное время года оптимальная температура воздуха 17 - 19°C, относительная влажность 40 - 60%, скорость движения воздуха 0.2 м/с. В теплое время года – температура воздуха 20 - 22°C, относительная влажность 40 - 60%, скорость движения воздуха 0.3 м/с, согласно ГОСТ(12.1.005 - 88).

Температура наружных поверхностей оборудования не должна выходить более чем на 2°C за пределы оптимальной величины температуры воздуха, а скорость движения воздуха, в течение дня не должна увеличиваться более чем на 0.1 м/с [22].

Поддержание указанных микроклиматических параметров осуществляется в теплый период года за счет обще-обменной вентиляции (аэрации). В холодный – с помощью парового отопления давлением 70 кПа и температурой пара 120° С. Нагревательные элементы – регистры из гладких труб диаметром 100 мм.

Для рабочих в бытовых помещениях предусмотрены раздевалка, душ с горячей и холодной водой, комнаты приема пищи, пункт оказания первой медицинской помощи. На участке располагается автомат с газированной водой

3.4 Противопожарные мероприятия

Проектируемый участок, на котором расположено технологическое оборудование, относится к пожароопасным помещениям категории Д ГОСТ 2.01.02-85.

Источниками пожара могут быть: электрический шкаф, электродвигатели,

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

электропроводка; промасленная и чистая ветошь; масло в оборудовании и отработанное масло, мусор.

Все работники допускаются к работе только после прохождения противопожарного инструктажа. Запрещается работать на технологическом оборудовании, несоответствующем требованиям пожарной безопасности. Чистая ветошь хранится в специальном железном ящике, закрытом крышкой. Промасленную ветошь в конце смены выносят за пределы цеха в бадью для мусора. Промасленная спецодежда хранится в раздевалке в специальных железных шкафах. Отработанное масло хранится в специальной емкости с крышкой за пределами цеха. Мусор с помещений цеха ежедневно выносят за пределы цеха в специальную бадью [24].

В помещении цеха запрещается курить, пользоваться открытым огнем, хранить легковоспламеняющиеся жидкости, проводить огневые работы.

Для тушения пожаров предусмотрены воздушно-пенные огнетушители марки ОВП – 10. Вдоль стен здания установлены пожарные краны на высоте 1,5 м от уровня пола и на расстоянии 30 м друг от друга. У кранов, а также по направлению движения к ним установлены соответствующие указатели. Пожарные краны внутреннего противопожарного водопровода укомплектованы рукавами и стволами. Пожарный рукав присоединен к крану и стволу. Не реже одного раза в год производится перекатка рукавов на новую скатку.

В соответствии с Правилами пожаротушения ГОСТ 12.4.009-83 предусмотрен пожарный щит, укомплектованный топором ГОСТ 3619-88, багром, совковой лопатой ГОСТ 3620-88, ящиком для песка объемом один кубический метр, войлочным полотном размером 1×1 м².

3.5 Меры защиты от поражения электрическим током

Подвод электроэнергии к оборудованию осуществляется силовым кабелем с двойной изолирующей обмоткой ВКМ-480/2. Кабель для безопасности располагается на высоте 4 метра от уровня пола металлической трубе 50 мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		81

На участке имеется распределительный шкаф, от которого идет питание ко всему установленному оборудованию. На нем находится предостерегающая надпись «Осторожно! Напряжение!» (ГОСТ 12.4.026-88), с указанием на дверце щита «Электрическое напряжение 380 В». Щит располагается на расстоянии одного метра от горизонтально – расточного станка [22].

Установленное оборудование обеспечивается защитным контурным заземлением, с сопротивлением заземляющего устройства до 4 Ом.

Для защиты подошв ног рабочего рабочее место снабжено деревянной изолирующей подставкой 220×80 мм выполненной из деревянных брусков (ГОСТ 12.4.011).

3.6 Меры по поддержанию ЗОЖ на предприятии

Здоровье и самочувствие каждого работника предприятия оказывает огромное влияние на продуктивность и работоспособность завода. Для поддержания здоровья, раз в два часа были сделаны перерывы по пятнадцать минут, благодаря которым, увеличивается работоспособность трудящихся, снижается профессиональное утомление и развивается эстетическое воспитание.

3.7 Расчет освещения и контроль искусственного освещения

3.7.1 Расчет искусственного освещения

Выберем тип источника света [25]. Для освещения производственного участка применяем газоразрядные лампы.

Система освещения – комбинированное, так как разряд зрительных работ IV.

В качестве светильников с учетом характеристик светораспределения, ограничениям прямой блескости, условиям среды выбираем по СНиП 23-05-95 светильник марки ЛСП-02-2х65.

При IV разряде зрительных работ, средней контрастности объекта с фоном

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		82

нормированная минимальная освещенность E_n равна 200 люкс.

Определяют постоянную помещения по формуле:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_p \cdot (a+b)}, \quad (3.1)$$

$$h_p = \frac{L}{1,5}, \quad (3.2)$$

где h_p – расчетная высота, м;

h_c – высота подвеса светильников, м;

L – Расстояние между центрами светильников, м;

a – длина помещения, м;

b – ширина помещения, м;

H – высота помещения, м.

$$h_p = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ м},$$

Тогда,

$$i = \frac{12,0 \cdot 31,2}{2 \cdot (12,0+31,2)} = 4,3.$$

Определяют коэффициент использования светового потока. Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности используем метод светового потока. Световой поток Φ_l при люминесцентных лампах рассчитывается по формуле:

$$\Phi_l = \frac{100 \cdot E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{\eta \cdot N}, \text{ лм} \quad (3.3)$$

где E_n – нормативная освещенность, лк;

S - освещаемая площадь помещения, м²;

z – коэффициент минимальной освещенности E_{cp}/E_{min} , принимаем равной 1,1;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий ухудшение характеристик

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

источников при эксплуатации (принимается по табл. 3 СНиП 23-05-95 для ЛН =1,3);

η – коэффициент использования светового потока;

N – число светильников в помещении.

Тогда,

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot 200 \cdot 374,4 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{25 \cdot 65} = 6589 \text{ лм.}$$

По рассчитанному световому потоку подбираем ближайшую стандартную лампу марки ЛХБ 65 (2 шт. в светильнике), общим потоком 7640 лм.

Рассчитаем отклонение потока выбранной лампы от расчетного значения:

$$\Delta = \frac{7640 - 6589}{7640} \cdot 100\% = 13,8 \%,$$

что допустимо.

В результате расчета выбраны люминесцентные лампы марки ЛХБ 65 в количестве 25 штук, обеспечивающие необходимую освещенность рабочих мест на участке.

3.7.2 Расчет местного освещения

Произведем расчет местного освещения для создания требуемой освещенности на рабочих местах [25].

Выберем тип источника света. Для освещения рабочих мест применяем лампы накаливания.

В качестве светильников с учетом характеристик светораспределения, ограничениям прямой блескости, условиям среды выбираем по СНиП 23-05-95 светильник марки НСП 21-100-001-УЗ.

При IV разряде зрительных работ, средней контрастности объекта с фоном нормированная минимальная освещенность E_n равна 200 люкс.

Определяют постоянную помещения по формуле:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

$$i = \frac{0,4 \cdot 0,5}{0,5 \cdot (0,4+0,5)} = 0,44.$$

Определяют коэффициент использования светового потока:

$$\Phi_{л} = \frac{100 \cdot 200 \cdot 0,3 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{4 \cdot 6} = 413 \text{ лм.}$$

По рассчитанному световому потоку подбираем ближайшую стандартную лампу марки БК-100, общим потоком 460 лм.

Рассчитаем отклонение потока выбранной лампы от расчетного значения:

$$\Delta = \frac{460-413}{460} \cdot 100\% = 10,2 \%,$$

что допустимо.

В результате расчета выбраны люминесцентные лампы марки БК-100 в количестве 6 штук, обеспечивающие необходимую освещенность рабочих мест на участке.

3.7.3 Контроль освещения

Контроль освещенности на соответствие требованиям СНиП 23–05–95 /1/ выполняют с помощью люксметра, принцип действия которого основан на фотоэлектрическом эффекте — возникновении фототока при освещении селенового фотоэлемента, по спектральным характеристикам близкого к чувствительности глаза.

Оценку естественной освещенности помещений проводят по показателю коэффициента естественного освещения (КЕО); с этой целью помещение полностью освобождают от мебели и других световых экранов (портьер, занавесок и т.п.), тщательно моют окна. Освещенность в нормируемых точках определяют люксметром, после рассчитывают КЕО и сравнивают его с нормативными.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		85

Оценку искусственного освещения помещений и рабочих поверхностей выполняют по показателю освещенности, измеряемой люксметром. Полученные освещенности сравнивают с нормативными.

Так как на предприятии выполняются зрительные работы I-IV разряда, то следует применять совмещенное освещение в связи с недостаточностью естественного освещения.

3.8 Анализ опасных и вредных факторов при эксплуатации

При эксплуатации вертикального полуавтоматического хонинговального станка-3К833, на котором планируется использование разработанного устройства возможно появление следующих вредных и опасных факторов:

1. Высокое напряжения электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека. Станок подключается к трехфазной сети переменного тока напряжением $380/220 \text{ В} \pm 5\%$ и частотой $50 \pm 1 \text{ Гц}$.

Цех, в котором установлен станок, является помещением с повышенной опасностью поражения электрическим током из-за наличия токопроводящих железобетонных полов.

Прикосновение к токоведущим частям оборудования, пробой корпуса, неправильный выбор электроизоляции могут вызвать у оператора серьезные электротравмы: электрические ожоги, знаки, металлизация поверхности кожи, электроофтальмия, а также электрические удары.

2. Возможность возникновения пожарной опасности. Станок расположен в цехе, помещение категории «В» класс Д - пожары металлов и их сплавов. Пожарная опасность возможна: от короткого замыкания в сети 380 В; при длительных перегрузках двигателей, приводов, отдельных элементов; при работах трансформаторов или силовых элементов в блоках схем; от нарушения тепловых режимов работы от радиоэлектронных элементов в схемах блоков системы управления; при неправильном выборе изоляционных материалов; при возникновении короткого замыкания в электрических схемах; при использовании вместо сетевых предохранителей различного рода перемычек;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		86

при попадании искр или стружки с высокой температурой на легковоспламеняющиеся материалы. Возникновение пожаров может нанести значительный ущерб оборудованию, нанести травмы, ожоги обслуживающему персоналу.

3. Движущиеся и вращающиеся механизмы станка могут нанести травму обслуживающему персоналу при соприкосновении с ними. Из них наибольшую опасность представляют шпиндель, инструмент при вращении шпинделя, движущийся со скоростью, выше безопасной.

4. Возможность вылета осколков инструмента из зоны резания с большой скоростью и на значительное расстояние, что может нанести физическую травму оператору или окружающим в виде порезов или травм глаз.

5. Непредусмотренное, неправильное движение исполнительных устройств при наладке, ремонте и работе по программе; доступ человека в рабочее пространство станка, функционирующего в режиме исполнения программы; отсутствие и неисправность средств защиты; захват одежды и волос рабочего движущимися частями оборудования может серьезно травмировать обслуживающий персонал.

6. Недостаточное освещение рабочего места. Оно может привести к быстрому утомлению зрения и частичной потере его, снижению внимания, что в свою очередь может привести к травме работника. От освещения зависит также производительность труда и качество выпускаемой продукции.

7. Повышенный уровень вибрации. Возникающие при работе вибрации ухудшают самочувствие рабочего и снижают производительность труда. Источником вибраций являются: неправильная установка станка, неуравновешенные вращающиеся массы (режущий инструмент, заготовки, несущие валы), неисправность в гидросистеме.

8. Повышенный уровень шума на рабочем месте. Возникающий в кинематических цепях шум при работе станка, отрицательно сказывается на работоспособности и здоровье обслуживающего персонала. Утомление рабочего из-за шума приводит к травмам и увеличивает число ошибок в работе

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		87

9. Несоответствие параметров микроклимата норме на рабочем месте. При обработке на станке происходит интенсивное выделение теплоты (основные источники: нагретый металл заготовок, стружка, механическое и электрооборудование, солнечная энергия). Это может отрицательно сказываться на самочувствии рабочих и снижением производительности труда. Наоборот, пониженная температура на рабочем месте может привести к различным простудным и другим заболеваниям.

10. Повышенный уровень запыленности в воздухе рабочей зоны.. Производственная пыль выделяется в результате обработки сталей и сплавов. Пыль загрязняет ответственные части станка и способствует быстрому износу. Пыль металлов оказывает на организм человека преимущественно фиброгенное действие, вызывая раздражение слизистой оболочки дыхательных путей, оседая в легких, что может привести к профессиональным заболеваниям.

11. Несоответствие эргономических характеристик оборудования требованиям, изложенным в нормативной литературе. Нерациональная организация рабочего места приводит к утомлению рабочего, увеличивает число ошибок в работе, что может привести к травмам.

12. Незнание и неисполнение рабочими правил техники безопасности может привести к производственному травматизму.

13. Поражение зданий и сооружений молнией является одной из наиболее серьезных ситуаций, т.к. она может привести к возгоранию и взрывам оборудования и зданий в целом, а, следовательно, к травмам и смерти большого количества работающих.

3.9 Мероприятия по предотвращению влияния опасных и вредных факторов

Для предотвращения влияния опасных и вредных факторов на рабочем месте, необходимо разработать ряд мероприятия, включающие в себя такие пункты как:

– нормализация параметров микроклимата;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		88

- нормализация параметров шума и вибрации;
- защита от механических факторов;
- меры защиты от поражения электрическим током ;
- пожарная безопасность.

3.9.1 Нормализация параметров микроклимата

Для создания требуемых параметров микроклимата в производственном помещении необходимо применение системы вентиляции и отопительных устройств, а так же разработка мероприятий по борьбе с теплоизбытками технологического оборудования.

На рабочем месте необходимо создать естественную неорганизованную вентиляцию, а также искусственную вентиляцию воздуха местного применения с приточным назначением. Располагать искусственной вентиляцию следует над технологическим оборудованием, это позволит снизить тепловыделение оборудование и уровень запыленности в рабочей зоне. Естественной вентиляции можно добиться за счет вытеснения внутреннего теплого воздуха через окна.

Для поддержания заданной температуры воздуха в помещении в холодное время необходимо использование системы отопления. В качестве теплоносителя может быть, как вода, так и пар, в зависимости от общей системы отопления предприятия.

3.9.2 Нормализация параметров шума и вибрации

Для снижения негативного воздействия вибрации и шума при работе с технологическим оборудованием целесообразнее всего, применение СИЗ: перчаток; берушей или наушников; прорезиненной обуви.

Поддержание оборудования в исправном состоянии позволяет поддерживать уровень вибрации и шума в допустимых пределах. Для этого необходимо периодически проводить техническое обслуживание оборудования.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

3.9.3 Защита от механических факторов

Для защиты от механических факторов при использовании технологического оборудования необходимо применение: оградительных устройств; предохранительных устройств; применения средств сигнализация; сигнальной разметки на поверхности наиболее травмоопасных элементов оборудования. Знания техники безопасности при работе с оборудованием, так же позволит снизить риск воздействия механических факторов.

3.9.4 Меры защиты от поражения электрическим током

Основными мерами защиты от поражения электрическим током при работе на электрооборудовании являются: электрическое разделение сети, изоляция токоведущих частей, безопасное расположение токоведущих частей, предупредительная сигнализация, использование знаков безопасности, защитное отключение и защитное заземление. Помимо этого, необходимо; соблюдение правил техники безопасности по работе с электрооборудованием; использование средств индивидуальной защиты.

3.9.5 Пожарная безопасность

Основные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при работе с оборудованием на технологическом участке направлены на предупреждения возникновения пожара, оповещения персонала в случаи возникновения пожара и устранения пожара. Поэтому для снижения риска возникновения пожара необходимо: проводить инструктаж по технике безопасности с рабочим персоналом; применить средства автоматического оповещения о возникновении пожара; создать условий для быстрой эвакуации персонала, наклischem плана эвакуации в каждом отделении и знаков эвакуации; периодическое проведение проверок объекта на пожарную безопасность в работе оборудования, целостности электропроводки и пр.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

В случае возникновения пожара, для его локализации и устранения необходимо: наличие в каждом отделении первичных средств пожаротушения (огнетушитель, ветошь, песок); назначить ответственных за тушение пожара, обладающих первичными знаниями по тушению пожара и прошедшие спец. подготовку.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

4 Организационно-экономический раздел

4.1 Проектирование участка механической обработки

4.1.1 Проектирование вспомогательных систем

Нормальный ход производственного процесса в большой степени зависит от правильной организации вспомогательных систем: складской, транспортной, инструментообеспечения, ремонтного и технического обслуживания, контроля качества, охраны труда работающих, управления и подготовки производства.

Проектирование складской системы цехов включает склады металла и заготовок, межоперационные склады, склады готовых изделий, кладовые технологической оснастки.

4.1.2 Проектирование складской системы

Складская система по организационной структуре может быть централизованной и децентрализованной. Склады проката и заготовок организуют при механических цехах единичного и мелкосерийного производства, а также при автоматных цехах.

Штучные заготовки, а также резаный прокат хранят в универсальной таре на стеллажах.

В любом случае площадь складов определяется на основании нормативных данных о запасе хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей [19]:

$$S_{СК} = \frac{m_{\Sigma} \cdot t}{D \cdot q \cdot K_{и}}, \quad (4.1)$$

где m_{Σ} – масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящих через цех в течение года, т;

t – нормативный запас хранения грузов на складе, календарные дни,

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

принимаем $t = 7$ дней;

q – средняя грузонапряженность площади склада при хранении на стеллажах, высотой 2,4м, т/м², принимаем $q = 2,0$ т/м²;

D – число календарных дней в году, $D = 365$ дней;

K_{II} – коэффициент использования площади, учитывающий наличие переходов для транспортных средств и площадок приема, комплектации и выдачи грузов. $K_{II}=0,25-0,3$ при обслуживании склада напольным конвейером; $K_{II}=0,35-0,4$ при обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелёрами, принимаем $K_{II} = 0,35$.

Число кладовщиков, обслуживающих склады механического цеха при укрупненных расчетах определяют по нормативам в зависимости от производственных станков. Принимаем 1 человека.

$$S_{ск} = \frac{417,8 \cdot 7}{365 \cdot 2,0 \cdot 0,35} = 12 \text{ м}^2.$$

Площадь межоперационного склада S , м² определяют по формуле:

$$S = \frac{1,1 \cdot m \cdot t_i}{D \cdot q \cdot K_{II}}, \quad (4.2)$$

где m – масса деталей, обрабатываемых на участке в течении года, т;

t – запас хранения, сут., принимаем $t = 7$ дней;

i – число доставок полуфабрикатов деталей на склад, ($i = n - 1$, где n – число операций техпроцесса);

D – число календарных дней в году, принимаем $D = 365$ дней;

q – грузонапряженность склада, т/м², принимаем $q = 4,0$ т/м²;

K_{II} – коэффициент использования площади склада, принимаем $K_{II} = 0,35$.

$$S = \frac{1,1 \cdot 417,8 \cdot 7}{365 \cdot 4,0 \cdot 0,35} = 6,3 \text{ м}^2.$$

Площадь кладовой для приспособлений и инструментальной оснастки принимаем равной 3м².

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		93

4.1.3 Проектирование внутрицеховой и межоперационной транспортной системы

Внутрицеховая транспортная система предназначена для своевременной доставки заготовок, полуфабрикатов, готовых изделий, материалов и других грузов со склада на требуемый участок, на склад с участков и для транспортирования между участками [20].

Количество транспортных средств каждого типа определяют исходя из машиноёмкости $T_{М.Е.}$ транспортных операций:

$$T_{М.Е.} = \frac{Q \cdot T_{Ц}}{q_n \cdot 60}, \quad (4.3)$$

где Q – грузопоток, т; $Q = 0,12$ т;

$T_{Ц}$ – средняя длительность одного рейса или одного цикла транспортного средства, мин; $T_{Ц} = 5$ мин;

q_n – средняя транспортная партия (количество грузов перевозимых за один рейс), т. Партия состоит из 10 деталей, массой 1,98 кг.

Величина $T_{Ц}$ определяется с учетом выполнения следующих операций: движение транспорта к месту погрузки, движение с грузом, разгрузки, непредвиденных задержек, время которых считают равным 0,15 времени движения с грузом.

$$T_{М.Е.} = \frac{0,12 \cdot 5}{19,8 \cdot 60} = 5,1 \text{ мин.}$$

Количество транспортных средств определяют по формуле:

$$N_{ТР} = \frac{\sum T_{М.Е.} \cdot K_C}{\Phi_0 \cdot K_3}, \quad (4.4)$$

где $K_C = 1,2 \dots 1,6$ коэффициент спроса, учитывающий неравномерность поступления заявок; принимаем 1,4;

$K_3 = 0,7 \dots 0,8$ – коэффициент загрузки; принимаем 0,7;

Φ_0 – эффективный годовой фонд времени транспортного средства;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		94

принимаем 1897ч;

n – число грузопотоков, обслуживаемых данным типом транспорта.

$$N_{TP} = \frac{5,1 \cdot 1,4}{1897 \cdot 0,7} = 0,005.$$

В связи получения маленьких количества транспортных средств, было принято решение использовать транспорт общего назначения.

4.1.4 Проектирование системы инструментообеспечения

Система инструментообеспечения состоит из участка инструментальной подготовки, включающего в себя секцию обслуживания инструментом оборудования (инструментально-раздаточную кладовую – ИРК) и секцию сборки и настройки инструмента, контрольно-проверочного пункта (КПП), отделения ремонта оснастки и централизованного восстановления инструмента [20].

В данной работе пользуемся проектами типовых участков инструментальной подготовки, объединяющих эти секции. Средняя площадь на один станок: 8 – 12 м² – при мелких изделиях. Общая площадь – 4 · 8 = 32 м².

На небольших предприятиях (до 150 станков основного производства) восстановление инструмента производят в инструментальном цехе.

Число работающих определяют по числу станков отделения с учетом сменности – два человека на один станок при двухсменной работе – в данном случае 12 человек.

4.1.5 Проектирование системы ремонтного и технического обслуживания

Система включает службы, обеспечивающие ремонт и техническое обслуживание основного технологического оборудования, удаление и переработку стружки, обеспечение рабочих мест смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ), электроэнергией, сжатым воздухом, а также создание

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		95

микроклимата и необходимой чистоты воздуха в цехе.

Способы удаления стружки зависят от ее количества. Массу стружки можно принимать равной 10 – 15 % массы готовых деталей в год ($1,98 \cdot 300 \cdot 12\% = 71,28 \text{ кг} = 0,07 \text{ т}$).

При количестве стружки до 0,3 т в год, приходящейся на 1 м² площади цеха, стружку собирают в специальные емкости и доставляют к месту переработки напольным транспортом [19].

4.1.6 Проектирование цеховых контрольных пунктов

Схема контроля качества представляет собой сложную общезаводскую структуру, включающую в себя центральную измерительную лабораторию, контрольно-проверочные пункты, цеховые контрольные пункты и испытательные отделения [19].

Один стандартный контрольный пункт занимает площадь $2 \cdot 3 = 6 \text{ м}^2$. Число контрольных пунктов определяют исходя из трудоемкости контроля и программы выпуска изделий. Необходимое число контрольных пунктов (округленное до целого большего):

$$n_K = \frac{t_K \cdot K_{уд}}{\Phi_n \cdot 60}, \quad (4.5)$$

где t_K – среднее время контроля одного установа детали, мин, принимаем $t_K = 5$ мин;

$K_{уд}$ – число установов деталей, приходящих на контрольный пункт за месяц, шт;

Φ_n – месячный фонд времени работы пункта, принимаем 978 ч.

$$n_K = \frac{5 \cdot 225}{978 \cdot 60} = 0,019 \text{ шт},$$

Число контрольных пунктов принимаем равным 1.

Число установов деталей:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		96

$$K_{KD} = \frac{K_D}{q}, \quad (4.6)$$

где K_D – число установов деталей, изготавливаемых на участке или в цехе за месяц,
 $K_D = 1302$ шт;с

q – число установов деталей, через которое проводится их контроль, шт.

$$K_{KD} = \frac{1302}{5,8} = 225 \text{ шт},$$

$$q = \frac{q_1}{k_1 \cdot k_2} \quad (4.7)$$

где q_1 – число установов, через которые деталь поступает на контроль;

$k_1=1,15$; $k_2=1,05$ – коэффициенты, учитывающие контроль первой деталиустановки, обработанной в начале смены и контроль в связи с заменой инструмента.

$$q = \frac{7}{1,15 \cdot 1,05} = 5,8 \text{ шт}.$$

В непоточном желательно располагать их вдоль окон для лучшего естественного освещения рабочих мест контролеров и по пути движения деталей в сборочный цех.

4.1.7 Проектирование системы охраны труда работающих

Ограждение рабочих зон автоматизированных участков из труб, обтянутых металлической сеткой высотой не менее 1,3 м от пола и на расстоянии не менее чем 0,8 м от исполнительных устройств или применение датчиков [20].

Защиту от стружки и СОЖ – индивидуальную – очки, защитные костюмы, обувь и оградительные.

Защиту от воздействия электрического тока, электромагнитного поля и

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		97

статического электричества по ГОСТ 12.4.026 – 88.

Пожарная защита по ГОСТ 2.01.02 – 85, ГОСТ 3620 – 88, ГОСТ 12.4.009 – 83 – дымовые извещатели (один на 60 – 70 м² площади цеха), пожарные водопроводы, стационарные пожарные установки, огнетушители и противопожарные щиты с ящиками для песка.

Защиту от шума – использование защитных кожухов, использование глушителей при выпуске сжатого воздуха, размещение наиболее мощных источников в звукоизолированных помещениях [24].

4.1.8 Определение общей площади цеха

При предварительной проработке компоновочной схемы общую площадь S_0 участка или цеха без учета вспомогательных служб определяют по показателю $S_{уд.0}$ общей площади, приходящейся на один станок или одно рабочее место:

$$S_0 = S_{уд.0} \cdot C_{П}, \quad (4.8)$$

где $C_{П}$ – принятое число станков.

Этот показатель зависит от габаритных размеров применяемого оборудования и транспортных средств. Последние определяют ширину проездов между рядами станков. Так, для средних станков $S_{уд.0} = 18 – 22$ м². $S_{уд.0}$ принимаем равным 20 м².

$$S_0 = 20 \cdot 7 = 140 \text{ м}^2.$$

Полная площадь цеха равна 196 м².

4.1.9 Графики технологические

4.1.9.1 Разработка графика оборудования по основному времени

Коэффициент использования оборудования по основному

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		98

(технологическому) времени η_0 свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка он определяется как отношение основного времени к штучно–калькуляционному времени (для мелкосерийного производства).

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{шт-к}} \cdot 100\% \quad (4.9)$$

$$\eta_{005} = \frac{1,61}{3,45} \cdot 100\% = 47\%;$$

$$\eta_{010} = \frac{1,3}{2,49} \cdot 100\% = 52\%;$$

$$\eta_{015} = \frac{0,67}{1,29} \cdot 100\% = 52\%;$$

$$\eta_{020} = \frac{0,16}{0,28} \cdot 100\% = 57\%;$$

$$\eta_{025} = \frac{0,64}{1,18} \cdot 100\% = 54\%;$$

$$\eta_{030} = \frac{0,24}{0,5} \cdot 100\% = 48\%;$$

$$\eta_{005} = \frac{2,48}{4,56} \cdot 100\% = 54\%;$$

$$\eta_{005} = \frac{3,39}{6,24} \cdot 100\% = 54\%.$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		99

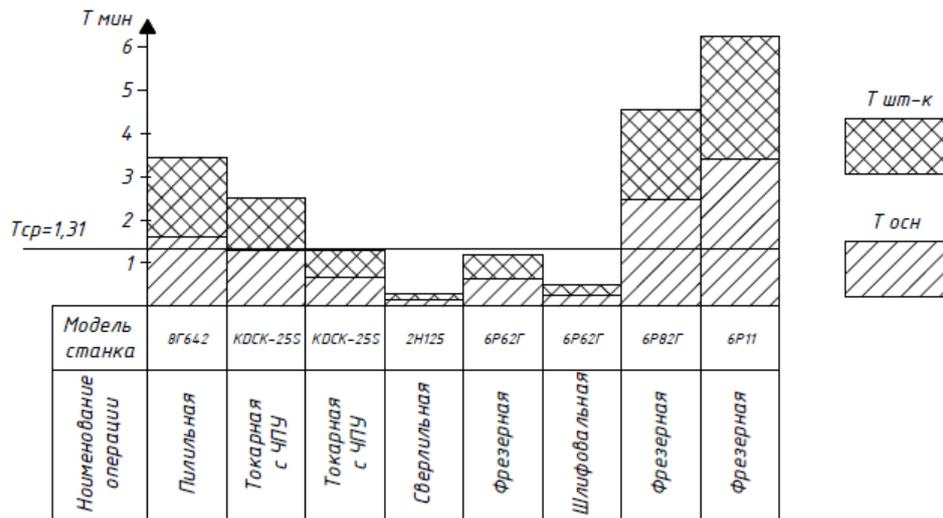


Рисунок 4.1 – График оборудования по основному времени

График построен для всех станков технологического процесса. Среднее значение коэффициента использования оборудования по основному (технологическому) времени равно 1,31 мин (52%).

4.1.9.2 Построение графика загрузки оборудования по мощности

Эта характеристика определяется коэффициентом использования оборудования η_N , который представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка $N_{пр}$ к мощности установленного электродвигателя $N_{ст}$.

$$\eta_N = \frac{N_{пр}}{N_{ст}} \cdot 100\% , \quad (4.10)$$

$$\eta_{005} = \frac{32}{45} \cdot 100\% = 71\% ;$$

$$\eta_{010} = \frac{7,8}{9,5} \cdot 100\% = 82\% ;$$

$$\eta_{015} = \frac{5,2}{9,5} \cdot 100\% = 55\% ;$$

$$\eta_{020} = \frac{1,4}{2,2} \cdot 100\% = 64\%;$$

$$\eta_{025} = \frac{1,7}{2,8} \cdot 100\% = 61\%;$$

$$\eta_{030} = \frac{1,1}{2,8} \cdot 100\% = 39\%;$$

$$\eta_{005} = \frac{5,8}{7,5} \cdot 100\% = 77\%;$$

$$\eta_{010} = \frac{3,9}{5,5} \cdot 100\% = 71\%.$$

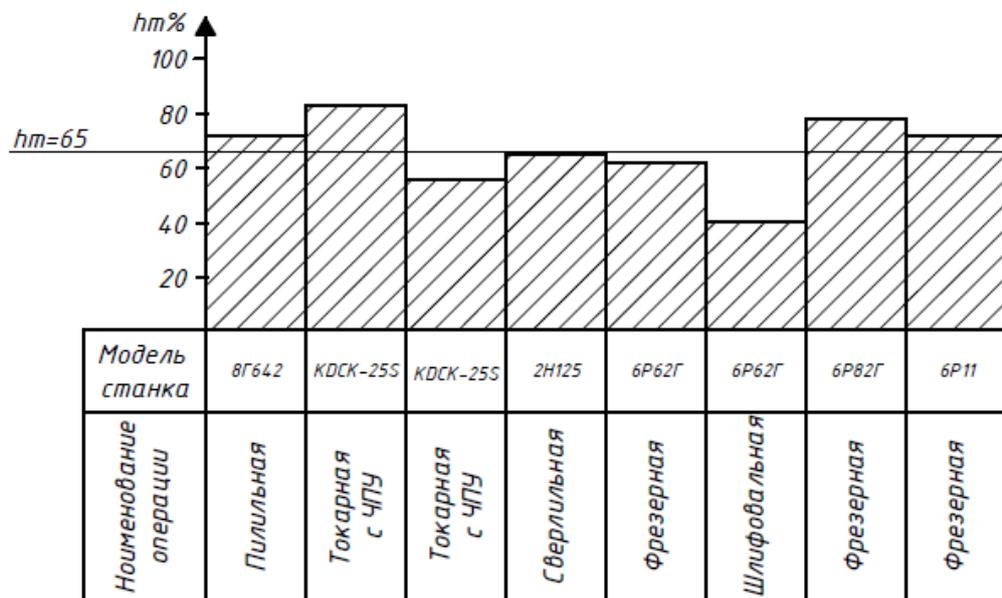


Рисунок 4.2 – График загрузки оборудования по мощности

4.1.9.3 Построение графика загрузки оборудования

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование. При выборе станков для разработанного техпроцесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить простои оборудования. С этой целью определяется наряду с другими технико-экономическими

показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному техпроцессу.

Расчетное количество станков определяется по формуле:

$$C_P = \frac{N \cdot \sum t_{Ш-К}}{\Phi_0 \cdot 60}, \quad (4.11)$$

где $t_{Ш-К}$ – штучно-калькуляционное время операции на данном станке;

i – количество операций, выполняемых на этом станке;

Φ_0 – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, принимаем $\Phi_0 = 3985$;

N – программа выпуска, $N = 1000$.

$$C_{P(005)} = \frac{1000 \cdot 3,45}{3985 \cdot 60} = 0,014;$$

$$C_{P(010)} = \frac{1000 \cdot 2,49}{3985 \cdot 60} = 0,010;$$

$$C_{P(015)} = \frac{1000 \cdot 1,29}{3985 \cdot 60} = 0,005;$$

$$C_{P(020)} = \frac{1000 \cdot 0,28}{3985 \cdot 60} = 0,001;$$

$$C_{P(025)} = \frac{1000 \cdot 1,18}{3985 \cdot 60} = 0,004;$$

$$C_{P(030)} = \frac{1000 \cdot 0,5}{3985 \cdot 60} = 0,002;$$

$$C_{P(005)} = \frac{1000 \cdot 4,56}{3985 \cdot 60} = 0,019;$$

$$C_{P(010)} = \frac{1000 \cdot 6,24}{3985 \cdot 60} = 0,026.$$

Коэффициент загрузки станка η_z определяется как отношение расчетного

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		102

количества станков C_p , занятых на данной операции процесса, к принятому (фактическому) $C_{пр}$.

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (4.12)$$

$$\eta_{3(005)} = \frac{0,014}{1} \cdot 100\% = 1,4\%;$$

$$\eta_{3(010)} = \frac{0,010}{1} \cdot 100\% = 1,0\%;$$

$$\eta_{3(015)} = \frac{0,005}{1} \cdot 100\% = 0,5\%;$$

$$\eta_{3(020)} = \frac{0,001}{1} \cdot 100\% = 0,1\%;$$

$$\eta_{3(025)} = \frac{0,004}{1} \cdot 100\% = 0,4\%;$$

$$\eta_{3(030)} = \frac{0,002}{1} \cdot 100\% = 0,2\%;$$

$$\eta_{3(005)} = \frac{0,019}{1} \cdot 100\% = 1,9\%;$$

$$\eta_{3(010)} = \frac{0,026}{1} \cdot 100\% = 2,6\%.$$

Таблица 4.1– Характеристика загрузки оборудования

Модель станка	Наименование операции	Расчетное количество станков C_p	Принятое количество станков $C_{пр}$	Коэффициент загрузки станка
8Г642	Пилильная	0,014	1	1,4
KDCK-25S	Токарная с ЧПУ	0,010	1	1,0
KDCK-25S	Токарная с	0,005	1	0,5

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		103

	ЧПУ			
2Н125	Сверлильная	0,001	1	0,1
6Р62Г	Фрезерная	0,004	1	0,4
6Р62Г	Шлифовальная	0,002	1	0,2
6Р82Г	Фрезерная	0,019	1	1,9
6Р11	Фрезерная	0,026	1	2,6

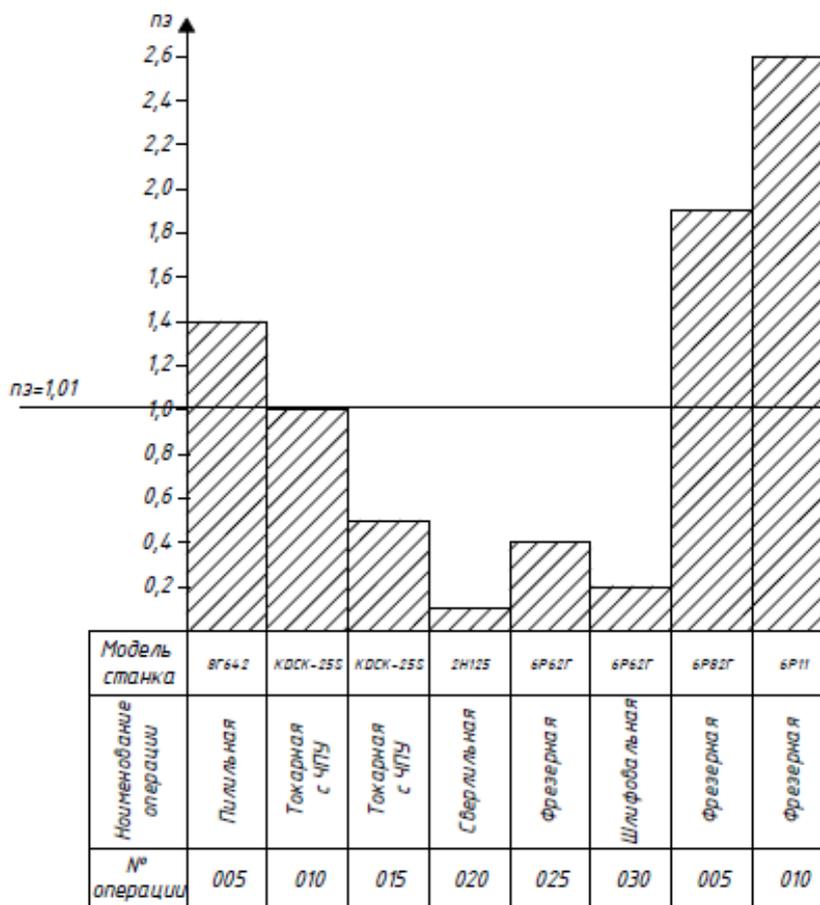


Рисунок 4.3 – График загрузки оборудования

Линией, параллельной горизонтальной, указывается средний коэффициент загрузки оборудования ($n_z = 1,01$).

4.1.9.4 Построение графика стойкости инструмента

Равномерная стойкость инструмента приобретает важное значение в тех случаях, когда создаются благоприятные предпосылки для автоматизации технологического процесса и одновременной работы значительного числа режущих инструментов. График стойкости режущих инструментов дает

представление о периодах стойкости инструментов, об инструментах, наиболее часто подлежащих смене и, таким образом, лимитирующих стабильность процесса в случаях, где целесообразно ввести принудительную смену.

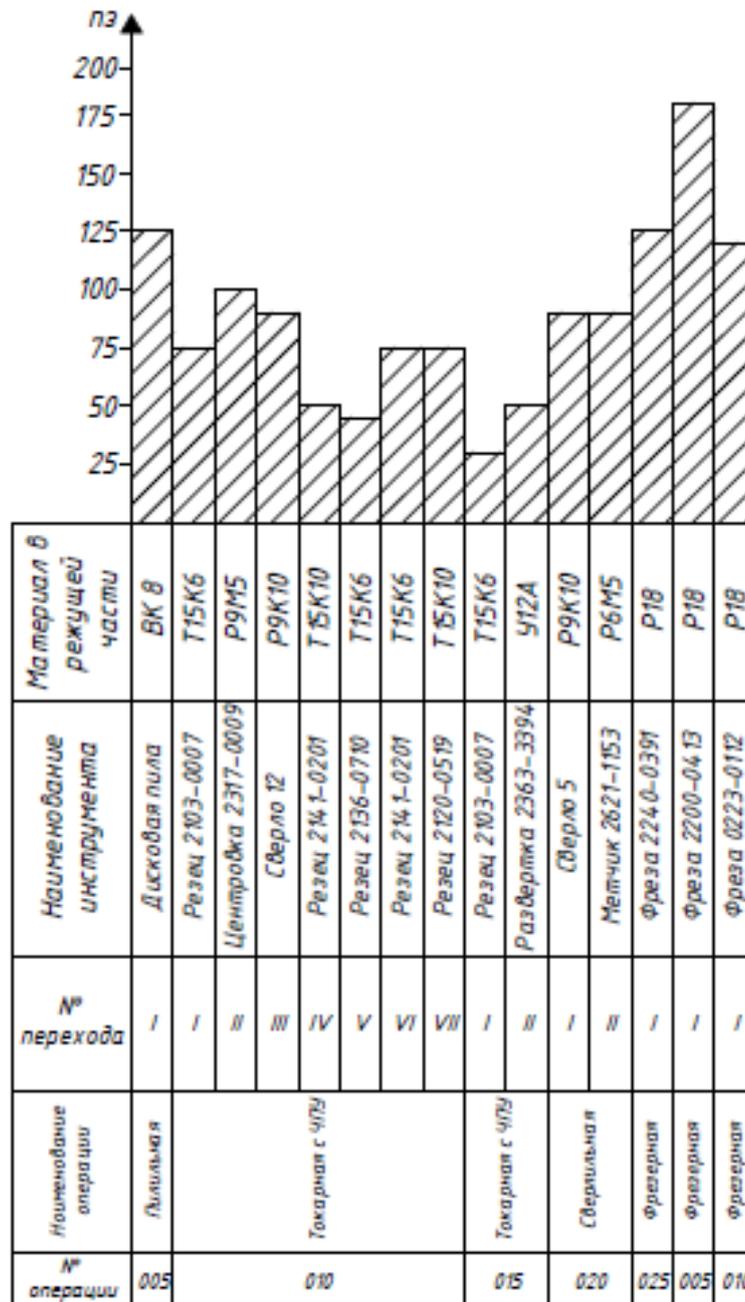


Рисунок 4.4 – График стойкости инструмента

4.2 Экономические показатели проекта

4.2.1 Исходные данные

Годовая программа $N = 1000$ шт. в год.

Масса заготовки – 2,8 кг.

Масса детали – 2,0 кг.

Материал – Сталь 25 ГОСТ 1050-88 / Сталь 20Л ГОСТ 977-88.

Тип производства – мелкосерийный.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице Таблица 4.2.

Таблица 4.2– Сводная ведомость оборудования

Номер операции и наименование станка	Длина, мм	Ширина, мм	Мощность, кВт	Колич., Р	Цена одного станка, т.руб.	Цена всех станков, тыс.руб.
005 Пилильная. 8Г642	2545	2270	45	1	150,000	150,000
010-015 Токарная с ЧПУ. JET KDCK-25S	1950	1650	9,5	1	4200,000	4200,000
020 Сверлильная. 2Н125	2350	785	2,2	1	135,900	135,900
025 Фрезерная. 6Р62Г	2200	1870	2,8	1	120,000	120,000
030 Шлифовальная. 6Р62Г						
010 Фрезерная. 6Р82Г	2305	1950	7,5	1	1640,000	1640,000
015 Вертикально-фрезерная. 6Р11	1480	2360	5,5	1	135,000	135,000
Итого			72,5	6	6380,900	6380,900

4.2.2 Расчет потребного количества работающих

Количество основных рабочих определено по заданному количеству

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		106

станков в одной смене. Для двухсменной работы 6 станков необходимо 12 станочников (основных рабочих).

4.2.3 Определение потребного числа руководителей, служащих, специалистов, вспомогательных рабочих

Указанные категории работающих определены в процентах от общего числа основных рабочих. Принимаем число вспомогательных рабочих как 30% от числа основных рабочих; тогда $12 \cdot 0,3 = 3,6$. Принимаем 4 человека.

Число инженерно – технических работников принимается как 12% от основных, тогда $12 \cdot 0,12 = 1,44$. Принимаем 2 человека.

Число служащих принимается как 3% от основных, тогда $12 \cdot 0,03 = 0,36$. Принимаем 1 человека.

Число МОП принимается как 3% от основных, тогда $12 \cdot 0,03 = 0,36$. Принимаем 1 человека.

Сводная ведомость работающих представлена в таблице Таблица 4.3.

Таблица 4.3– Сводная ведомость работающих

Категории работников	Итого	Смена		% от общего числа работников
		Первая	Вторая	
Основные	12	6	6	60%
Вспомогательные	4	2	2	20%
Инжен. технич.	2	1	1	10%
Служащие	1	1	0	5%
МОП	1	1	0	5%
Итого	20	11	9	100%

4.2.4 Расчет площади участка

Расчет площади участка выполнен в виде таблицы Таблица 4.4.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		107

Таблица 4.4 – Расчет площади участка

Наименование показателя	Величина показателя
Площадь вспомогательных служб, м ²	58,8
Станочная площадь, м ²	24,2
Производственная площадь, м ²	83
Высота производственных помещений, м ²	7,8
Коэффициент, учитывающий толщину стен	1
Объем производственных помещений по наружному обмеру, м ³	647,4
Число работающих	20
Удельная площадь конторы цеха на одного работающего при 2-х сменной работе	0,5
Общая площадь конторы цеха, м ²	9,6
Удельная площадь бытовых помещений, м ²	1
Общая площадь бытовых помещений, м ²	20
Площадь обслуживающих помещений, м ²	30,6
Высота обслуживающих помещений, м ²	3
Объем обслуживающих помещений, м ³	91,8

4.2.5 Расчет стоимости основных и оборотных средств участка

Расчет стоимости здания выполнен в виде таблицы Таблица 4.5.

Таблица 4.5 – Расчет площади участка

Тип помещений	Площадь, м ²	Стоимость 1 м ² , руб.	Стоимость зданий, тыс.руб.
Производственные	83	1668	138,4
Обслуживающие	30,6	2000	61,2
Итого	113,6	3668	199,6

4.2.6 Определение стоимости оборудования

Стоимость оборудования складывается из первоначальной стоимости производственного оборудования и затрат на доставку, монтаж и наладку

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		108

оборудования. Смета затрат на оборудование представлена в виде таблицы
Таблица 4.6.

Таблица 4.6 – Стоимость оборудования

Наименование затрат	Процент	Величина затрат, тыс.руб.
Стоимость оборудования по оптовым ценам предприятия		6380,900
Затраты на тару, упаковку, транспортные расходы и монтаж технологического оборудования	16,5%	105,3
Затраты на инструмент и приспособления	10%	14
Итого		6500

4.2.7 Определение стоимости инвентаря

Стоимость производственного инвентаря принята, укрупнено в размере 3% от первоначальной стоимости производственного оборудования.

Стоимость хозяйственного инвентаря:

- на рабочих укрупнено принимается из расчета 2300 рублей на одного основного рабочего;
- на руководителей, специалистов, служащих укрупнено принимается из расчета 4000 рублей на одного человека.

Таблица 4.7 – Стоимость хозяйственного инвентаря

Название	На одного рабочего	Результат, тыс.руб.
Стоимость производственного инвентаря	0,03	195
На основных рабочих	2300	27,6
На ИТР, служащих и прочих	4000	32
Итого	6300	254,6

Расчет стоимости основных фондов выполнен в виде таблицы Таблица 4.8.

Таблица 4.8 – Стоимость основных фондов

№	Наименование статей	Сумма, тыс.руб.	Процент к итогу
1	Здания производственные	138,4	2%
2	Здания обслуживающие	61,2	0,9%
3	Оборудование	6500	93,3%
4	Инструменты и приспособления	14	0,1%
5	Инвентарь производственный и хозяйственный	254,6	3,7%
	Итого	6968,2	100%

4.2.8 Расчет затрат на основные материалы

Расчет стоимости затрат на материалы выполнен в виде таблицы Таблица 4.9.

Таблица 4.9 – Стоимость затрат на основные материалы

Показатели	Удельный показатель	Результаты
Масса всех заготовок, кг	2,80	2800
Плановая цена материалов, руб.	16000	44800
Масса отходов, кг	2,00	800
Стоимость отходов	3500	2800
Стоимость материалов за вычетом стоимости отходов, руб.		42000

4.2.9 Расчет фонда заработной платы

Оплату основных рабочих производят по сдельно – премиальной системе. Вспомогательных рабочих – по повременно-премиальной. Тарифные ставки основных и вспомогательных рабочих представлены в таблицах Таблица 4.10;Таблица 4.11.

Таблица 4.10 – Тарифные ставки основных рабочих

Наименование	Численность,	Разряды
--------------	--------------	---------

профессий	чел	1	2	3	4	5	6
		Тарифные ставки					
		60	70	80	100	120	142
Оператор с ЧПУ	2					2	
Сверловщик	2				2		
Фрезеровщик	6					6	
Пильщик	2				2		
Итого	12				4	8	
Среднее значение тарифной ставки основных рабочих							111

Таблица 4.11 – Тарифные ставки вспомогательных рабочих, занятых обслуживанием оборудования

Наименование профессий	Численность, чел	Разряды					
		1	2	3	4	5	6
		Тарифные ставки					
		65	85	95	105	110	120
Слесарь	5					5	
Наладчик	4				4		
Итого	9				4	5	
Среднее значение тарифной ставки основных рабочих							108

4.2.9.1 Расчет зарплаты основных рабочих

Основная заработная плата основных рабочих $Z_{осн}$ рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = C_{чср} \cdot t_{штср} \cdot N, \quad (4.13)$$

где $C_{чср}$ – среднечасовая тарифная ставка станочников, руб.;

N – годовая программа выпуска, шт.;

$t_{штср}$ – среднее штучное время по операциям, мин.

Дополнительная заработная плата основных рабочих Z_0 рассчитывается по формуле:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		111

$$Z_d = \frac{Z_{осн} \cdot K}{100}, \quad (4.14)$$

где K – коэффициент дополнительной заработной платы, равный 20% от основной заработной платы.

Премии из фонда заработной платы определяются, как 20% от основной з/п.

Премии из фонда материального поощрения (ФМП) определяются, как 50% от основной заработной платы.

$$П = Z_{осн} \cdot 50\%. \quad (4.15)$$

Вознаграждение по итогам года из ФМП.

$$B = \frac{Z_{осн}}{D} \cdot 10, \quad (4.16)$$

Начисления на зарплату $H_{зн}$ составляют 26% от всей заработной платы.

4.2.9.2 Заработная плата вспомогательных рабочих

Годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих, находящихся на повременно – премиальной системе оплаты труда, рассчитывается исходя из тарифных ставок рабочих, годового действительного фонда времени одного рабочего, количества рабочих и существующих на заводе премиальных положений.

Основная заработная плата вспомогательных рабочих $Z_{о.всп}$, руб.

$$Z_{о.всп} = C_{ч.сп} \cdot D_p \cdot P_{об.всп}, \quad (4.17)$$

где D_p – действительный годовой фонд времени, $D_p=1820$ часов;

$C_{ч.сп}$ – среднечасовая тарифная ставка вспомогательных рабочих, оплачиваемых по тарифным ставкам станочников, руб;

$P_{об}$ – общая численность вспомогательных рабочих.

Премии и доплаты из фонда заработной платы определяем как 30% от основной заработной платы $П_1$, руб.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		112

Дополнительная заработная плата составляет 24% от основной заработной платы Z_{∂} , руб.

Премии из ФМП составляют 40% от основной заработной платы $П_2$, руб.

Вознаграждения по итогам года из ФМП B , руб.

$$B = \frac{Z_{o.всп}}{D} \cdot 10, \quad (4.18)$$

где $Z_{o.всп}$ – основная заработная плата вспомогательных рабочих.

Среднемесячная заработная плата вспомогательных рабочих $Z_{срм}$, руб.

$$Z_{срм} = \frac{Z_{o.всп} + П_1 + Z_{\partial} + П_2 + B}{P_{всп} \cdot n}, \quad (4.19)$$

где $P_{всп}$ – общая численность вспомогательных рабочих.

Начисления на зарплату H_m составляют 26% от всей заработной платы.

4.2.9.3 Заработная плата ИТР, МОП, служащих

Фонд заработной платы ИТР, МОП, служащих определяется в соответствии со штатным расписанием и схемой должностных окладов.

Таблица 4.12 – Штатное расписание цеха

Должность	Категория работников	Количество человек	Оклад 1 работника в месяц, руб.	Общая з/п за месяц, руб.
Мастер	Инжен. технич.	2	24000	48000
Руководитель	Служащие	1	26000	26000
Уборщица	Млад. обслуж.	1	12000	12000
Итого		4	62000	86000

Основная заработная плата Z_o , руб определяется по формуле:

$$Z_o = Z_m \cdot P \cdot 12, \quad (4.20)$$

где Z_m – среднемесячная ставка ИТР, рублей;

P – число рабочих;

12 – количество месяцев в году.

Премия из ФМП определяется в процентном отношении от основной з/п, ИТР – 30%, П_{сл} – 7%.

Надбавки за высокие показатели в труде определяются как 40% от основной з/п.

Расчетные данные сводим в таблицу Таблица 4.13.

Таблица 4.13 – Заработная плата по категориям работающих

Категория работающих	Среднечасовая ставка руб.	Количество работников, чел.	Фонд основной заработной платы, тыс.руб.	Процент дополнительной з/п %	Фонд дополнительной з/п, тыс.руб.
Основные	111	12	324,12	20,00%	64,82
Вспомогательные	108	4	65,66	14,00%	9,19
ИТР		2	57,60		
Служащие		1	31,20		
МОП		1	14,40		
Итого		20	5147,24		74,01

Продолжение таблицы Таблица 4.13

Категория работающих	Процент премии	Премии из основного фонда з/п	Процент премии из ФМП	Премии из ФМП	Вознаграждения	Процент надбавок	Надбавка
Основные	20%	64,82	50%	162,1	10,8		

Вспомогательные	20%	13,13	50%	32,83	2,19		
ИТР			30%	17,28	1,92	40%	23,04
Служащие			30%	9,36	1,04	40%	12,48
МОП			7%	1,01	0,48	40%	5,76
Итого		77,95		222,58	16,43		41,28

Продолжение таблицы Таблица 4.13

Категория работающих	Фонд среднемесячной з/п	Начисления на з/п	Процент начисления на з/п
Основные	2,81	162,5	26%
Вспомогательные	1,46	16,41	26%
ИТР	1,3	15,3	26%
Служащие	1,14	8,96	26%
МОП	0,67	2,2	26%
Итого	7,38	205,37	

4.2.10 Затраты на электроэнергию

Потребное количество затрат на электроэнергию представлено в таблице Таблица 4.14.

$$W_{СТ} = \frac{N_{СТ} \times F_{\Phi} \times K_3 \times K_{ВР}}{K_C \times K_{ДВ}}, \quad (4.21)$$

где $N_{СТ}$ – мощность станка i -го типоразмера, кВт;

F_{Φ} – фактическое время работы оборудования в год, час;

K_3 – коэффициент одновременной загрузки оборудования;

K_C – коэффициент, учитывающий потери в сети, $K_C = 0,95$;

$K_{ДВ}$ – коэффициент, учитывающий потери электродвигателя, $K_{ДВ} = 0,9$;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		115

$$K_3 = 0,65.$$

Затраты на электроэнергию.

$$Z_{3Э} = A \cdot W_{СТ}, \quad (4.22)$$

где A – цена за 1 кВт, 4,63 руб.

Таблица 4.14 – Потребное количество затрат на электроэнергию

Номер операции и наименование станка	$n_{зф}$	$W_{СТ}$	$Z_{3Э}$, руб
005 Пилильная. 8Г642	0,014	1908,61	8836,86
010-015 Токарная с ЧПУ. JET KDCK-25S	0,01	287,81	1332,56
020 Сверлильная. 2Н125	0,001	6,67	30,88
025 Фрезерная. 6Р62Г	0,004	33,93	157,1
030 Шлифовальная. 6Р62Г			
010 Фрезерная. 6Р82Г	0,002	45,44	210,39
015 Вертикально- фрезерная. 6Р11	0,019	316,59	1465,82
Итого		2599,04	12033,56

4.2.11 Расчет стоимости производства

Расчет цеховой себестоимости произведен в виде таблицы Таблица 4.15.

Таблица 4.15 – Определение плановой цеховой себестоимости

Калькуляция себестоимости		Сумма, руб.	К итогу, %
1	Сырье, основные материалы	42000	6,51
2	Основная з/п основных рабочих	332000	51,45
3	Оборудование и его обслуживание	254600	39,45
4	Затраты на электроэнергию	12033,56	1,87
5	Стоимость помещения	2885	0,45

6	Общая сумма цеховых	1744,5	0,27
Итого		645263,1	100

Проектная заводская себестоимость продукции цеха, руб.

$$C_z = C_{ц} + (Z_{осн} \cdot a) / 100, \quad (4.23)$$

где $C_{ц}$ – цеховая себестоимость одного изделия по проектной калькуляции, руб.;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата основных производственных рабочих, приходящаяся на единицу продукции, руб.;

a – процент общезаводских расходов, $a = 60\%$.

Полная себестоимость единицы продукции, руб.

$$П_C = 0,3 \cdot \Phi_o, \quad (4.24)$$

где Φ_o – стоимость основных производственных фондов цеха, тыс. руб.;

Проектная цена единицы изделия, руб.

$$Ц_o = \frac{C_{п} + П_C}{N}, \quad (4.25)$$

Проектная цена единицы изделия с учетом НДС, руб.

$$Ц_{НДС} = Ц_o + НДС, \quad (4.26)$$

где НДС – величина налога на добавочную стоимость, руб.

Годовой экономический эффект от внедрения определяется по зависимости:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \cdot N, \quad (4.27)$$

где C_1 и C_2 – соответственно базовая и расчетная себестоимость единицы продукции, руб.;

N – программа выпуска, шт.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		117

$$T_{АП} = \frac{K_D}{\Delta_{УГ}}; \quad (4.28)$$

Таблица 4.16 – Годовой экономический эффект

Показатель	Удельный показатель	Результаты, руб
Проектная заводская себестоимость продукции цеха, руб.	60%	200945
Полная себестоимость единицы продукции, руб.	2%	204964
Величина прибыли по цеху, руб.	30%	348439
Проектная цена единицы изделия, руб.		554
Проектная цена единицы изделия с учетом НДС, руб.	18%	654
Заводская себестоимость продукции цеха по базовому варианту, руб.		785
Годовой экономический эффект, руб.		131000

Таблица 4.17 – Показатели работы участка

Наименование показателей	Ед. изм.	Величина показателя	
		Базовая	Проектная
План производства изделий в натуральном выражении	Шт.	1000	1000
Цеховая себестоимость единицы продукции	Руб.	785	654
Численность работающих ВСЕГО	Чел.	31	20
А) основных рабочих	Чел.	18	12
Б) вспомогательных рабочих	Чел.	5	4
В) руководителей, специалистов, служащих	Чел.	8	4
Годовой экономический эффект	Руб.		131000
Срок окупаемости дополнительных капитальных	Год		4,92

t' – трудоемкость обкатки двигателя ЗИЛ 508.10, $t = 1,6$ чел.-ч.[27];

t'' – трудоемкость обкатки двигателя с применением устройства, $t'' = t' \cdot 0,4$.

$$M' = \frac{1 \cdot 255 \cdot 8 \cdot 1}{1,6} = 1275 \text{ед.}$$

$$M'' = \frac{1 \cdot 255 \cdot 8 \cdot 1}{1,6 - (1,6 \cdot 0,4)} = 2125 \text{ед.}$$

Отсюда, повышение производительности составит:

$$P = \frac{(M'' - M') \cdot 100}{M''} \quad (4.31)$$

$$P = \frac{(2125 - 1275) \cdot 100}{2125} = 40\%$$

4.4 Технико-экономическая оценка внедрения ФАБО

Использование приспособления ФАБО на участке позволит значительно сократить время приработки цилиндропоршневой группы, облегчает условия труда рабочих, повышает качество проведения ремонтных работ.

Затраты на изготовление приспособления ФАБО по сметной калькуляции.

Смета затрат состоит из следующих статей:

- стоимость покупных деталей, изделий ($C_{\text{пок.д}}$);
- стоимость израсходованных материалов ($C_{\text{мат}}$);
- заработная плата рабочих, изготавливающих необходимые детали, узлы ($C_{\text{час}}$);
- заработная плата рабочих за выполнение сборочных операций ($C_{\text{зпоб}}$);
- прочие расходы ($C_{\text{пр}}$).

Стоимость покупных деталей приведена в таблице Таблица 4.18.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		120

Таблица 4.18 – Покупные детали и узлы

№ п/п	Наименование покупных предметов	Кол-во	Цена по прейскуранту, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Винт М6х12.58	16	5,00	80,00
2	Шайба 6.65	16	0,60	9,60
3	Штифт 4т6х20	1	8,77	8,77
	Всего			98,37

Таблица 4.19 – Стоимость израсходованных материалов

№ п/п	Наименование деталей	Наименов. материалов	Кол-во	Цена по прейскуранту, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Гребенка	пруток м1 20х100 мм	4	340	1360
2	Пружина	проволока 51хфа 1м	1	20	20
3	Корпус	круг ст.25 100х200 мм	1	750,3	750,3
4	Крышка	круг ст.20л 100х50 мм	1	150	150
5	Направляющая	круг ст.25 100х50 мм	1	187	187
6	Колодка	квадрат ст.20л 40х40 мм	4	110,82	110,82
7	Фланец	круг ст.25 100х100 мм	1	375,15	375,15
8	Поршень	круг ст.25 50х100 мм	1	187	187
9	Вал	круг ст.40х 20х250 мм	1	40,31	25,31
	Итого				3145,58

Сумма заработной платы производственных рабочих, занятых на изготовлении деталей:

$$C_{oc}^{из} = (\sum C_{час} \cdot t_i) \cdot K_D, \quad (4.32)$$

где $C_{час}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

t_i – трудоемкость изготовления i -ой детали, чел.-ч;

K_D – коэффициент, учитывающий доплаты и премии, $K_D=1,35$.

Расчет тарифной заработной платы по каждой детали приведен в таблице Таблица 4.20.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		121

Таблица 4.20 – Тарифная заработная плата

№ п/п	Наименование детали	Вид работ	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Трудоемкость, чел.-ч	Тарифная заработная плата, руб.
1	Корпус	Сверлильная	IV	100	0,50	50
		Токарная	V	120	1,0	120
		Фрезерная	V	100	0,5	50
		Шлифовальная	IV	120	0,1	12
2	Отдельные детали	Пилильная	IV	100	1,4	140
		Сверлильная	IV	100	0,4	40
		Токарная	V	120	2,2	264
		Фрезерная	V	100	1,5	150
		Шлифовальная	IV	120	0,3	36
	Итого				7,9	862

$$C_{oc}^{из} = 862 \cdot 1,35 = 1163,7 \text{ руб.}$$

Таблица 4.21 – Тарифная заработная плата рабочих занятых на сборке

№ п/п	Наименование операций	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Трудоемкость, чел.-ч	Тарифная заработная плата, руб
1	Слесарные	IV	100	1	100
2	Сборочные	IV	100	0,5	50
3	Малярная	IV	100	0,2	20
	Итого			1,7	170

Сумма заработной платы рабочих, занятых на сборке изделия:

$$C_{oc}^{сб} = (\sum C_{час} \cdot t_i) \cdot K_D, \quad (4.33)$$

$$C_{oc}^{сб} = 170 \cdot 1,35 = 229,5 \text{ руб.}$$

Суммарная основная заработная плата:

$$C_{oc} = C_{oc}^{сб} + C_{oc}^{из}, \quad (4.34)$$

$$C_{oc} = 229,4 + 1163,7 = 1393,2 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{дон} = C_{ос} \cdot P_{дон}/100, \quad (4.35)$$

где $P_{дон}$ – процент дополнительной заработной платы, $P_{дон} = 11,5\%$.

$$C_{дон} = 1393,2 \cdot 11,5/100 = 160,218 \text{ руб.}$$

Фонд заработной платы с начислениями на социальные нужды:

$$C_{соц} = (C_{ос} + C_{дон}) \cdot K_{соц}, \quad (4.36)$$

где $K_{соц}$ – коэффициент, учитывающий начисления на социальные нужды, $K_{соц} = 1,30$.

$$C_{соц} = (1393,2 + 160,218) \cdot 1,3 = 2019,44 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составляют 70% от производственной заработной платы:

$$H_{рас} = 0,7 \cdot 2019,85 = 1413,9 \text{ руб.}$$

Таблица 4.22 – Смета затрат на изготовление конструкции

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Общая заработная плата с начислениями на соц. нужды	2019,44
2	Покупные детали, узлы и агрегаты	98,37
3	Материалы	3145,58
4	Накладные расходы	1413,9
5	Себестоимость изделия	6677,29

При использовании приспособления снижается трудоемкость выполнения обкатки двигателя, так как снижается время приработки на 40 %. Помимо этого, уменьшается требуемое количество топлива для обкатки на 50%[26].

Затраты на топливо при обкатки одного двигателя составят:

– без применения устройства;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		123

$$z'_T = \frac{q' \cdot 1000 p}{p} \cdot Z; \quad (4.37)$$

– с применением устройства;

$$z''_T = \frac{q'' \cdot 1000}{p} \cdot Z;$$

где q' – расход топлива при обкатке двигателя без применения устройства,
 $q' = 34,72 \text{ кг/ч}$ [27]

q'' – расход топлива при обкатке двигателя с применением устройства;

p – плотность бензина, $p = 760 \text{ кг/м}^3$

Z – стоимость одного литра бензина, $Z = 42 \dots 45 \text{ руб.}$

$$q'' = q' \cdot 0,5; \quad (4.38)$$

$$z'_T = \frac{34,72 \cdot 1000}{760} \cdot 45 = 2055,78$$

$$z''_T = \frac{(34,72 - (34,72 \cdot 0,5)) \cdot 1000}{760} \cdot 45 = 1027,8 \text{ руб}$$

Общие затраты на обкатку одного двигателя составят:

– без применения устройства;

$$z'_{об} = \left(\frac{C_{час} \cdot t' \cdot K_D \cdot (100 + \Pi_D)}{100} \cdot K_{соц} + z'_T \right) \cdot N; \quad (4.39)$$

– с применением устройства;

$$z''_{об} = \left(\frac{C_{час} \cdot t'' \cdot K_D \cdot (100 + \Pi_D)}{100} \cdot K_{соц} + z''_T \right) \cdot N; \quad (4.40)$$

где $C_{час}$ – часовая тарифная ставка слесаря-механика, $C_{час} = 150 \text{ руб.}$

t' – трудоемкость обкатки двигателя без применения устройства, $t = 1,6 \text{ чел.-ч}$ [27];

t'' – трудоемкость обкатки двигателя с применением устройства;

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		124

N – количество обкатываемых двигателей в год; $N = 10$ ед.

$$t'' = t' \cdot 0,6 \quad (4.41)$$

$$Z'_{об} = \left(\frac{150 \cdot 1,6 \cdot 1,35 \cdot (100 + 11,5)}{100} \cdot 1,3 + 2055,78 \right) \cdot 10 = 25254,18 \text{ руб.}$$

$$Z''_{об} = \left(\frac{150 \cdot (1,6 \cdot 0,6) \cdot 1,35 \cdot (100 + 11,5)}{100} \cdot 1,3 + 1027,8 \right) \cdot 10 = 13095,8 \text{ руб.}$$

Экономия от использования устройства составит:

$$\mathcal{E}_Г = Z'_{об} - Z''_{об}; \quad (4.42)$$

$$\mathcal{E}_Г = 25254,18 - 13095,8 = 12158,4 \text{ руб.}$$

Экономическая эффективность внедрения устройства составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_Г - C_{себ}; \quad (4.43)$$

$$\mathcal{E} = 12158,4 - 6677,29 = 5481,06 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект от внедрения устройства:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = \mathcal{E} - E_H \cdot C_{себ}; \quad (4.44)$$

где E_H – коэффициент экономической эффективности затрат, $E_H = 35\%$ (на 3 года).

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = 5481,06 - 0,35 \cdot 6677,29 = 3114,01 \text{ руб}$$

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		125

Срок окупаемости устройства составит:

$$Ц = \frac{C_{себ}}{\mathcal{E}_{эф}} \quad (4.45)$$

$$Ц = \frac{6677,29}{3114,01} = 2,14 \text{ года}$$

Из чего следует, что разработанное устройство для финишной антифрикционной безыносной обработки гильз цилиндров двигателя окупиться через 2 года и 2 месяца. Так как экономическое обоснование приведено для одной марки двигателей, а на предприятии ведется обслуживания различных автомобилей, то срок окупаемости устройства будет намного меньше, так как оно является универсальным и его можно использовать для ремонта двигателей с диаметрами цилиндров 88-100 мм.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		126

Заключение

В результате внедрения предложенного устройства для финишной обработки гильз цилиндров при ремонте двигателей на предприятии ООО КПК «Атокрансервис» г. Ставрополь удалось добиться следующих результатов:

- увеличилась производительность труда за счет снижения трудоемкости работ;
- повысилось качество ремонта двигателей автомобилей и увеличился ресурс, за счет применения эффективного способа финишной антифрикционной обработки гильз цилиндров;
- уменьшились затраты на запасные части и материалы, вследствие увеличения ресурса двигателя в послеремонтном периоде эксплуатации (на АТП фактически имеется перерасход по сравнению с нормативами, т.к. моторное отделение не было оснащено необходимым технологическим оборудованием, и из-за несовершенства технологических процессов ремонта двигателей был низкий уровень надежности отремонтированных двигателей).
- снизилась цеховая себестоимость работ в отделении за счет сокращения текущих затрат.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
						127
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Список использованных источников

1. А.с. 1721124 СССР, МПК С 23С 26/00. Устройство для нанесения антифрикционного покрытия [Текст] / Паршин И.П.. – 92009362/02; заявлено 1992.12.16; опубл. 1996.08.10, Бюл. 12. – С. 2.
2. А.с. 2501644 Российская Федерация, МПК В24В 39/02. Устройство для обработки внутренних поверхностей заготовок гильз двигателей внутреннего сгорания [Текст] / А.П. Минаков, Е.В. Ильюшина, М.Е. Евгеньевич, Н. А. Цумарева - 2012105170/02; заявлено 2012.02.14; опуб. 2013.12.20, Бюл. 22 – С. 2.
3. А.с. 1317034 СССР, МПК С 23 С 8/60. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытия[Текст] /А.Г.Терхунов, Ю.Я.Охримович (СССР)- 4010383/31-02; заявлено 22.01.85; опуб. 15.06.87, Бюл. 22 – С. 1.
4. Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно-прессовому оборудованию –Рубикон – 3К833 станок хонинговальный полуавтомат вертикальный одношпиндельный [Электронный ресурс]. URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_3k833.htm.
5. Афанасьев Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей - М.: Транспорт, 1986. -73с.
6. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х книгах. КН.3 – М. : Машиностроение, 1977.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [учебное пособие для машиностроительных специальных вузов]. – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1983.
8. Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах / Под ред. А. Г. Касиловой и Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985., Т.1.
9. М. А. Марасинов Проектирование технологических процессов в машиностроении. – Ярославль: Высш. школа, 1980.
10. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1 – М.: Машиностроение, 1978.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		128

11. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие / М.Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М.Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гренцова, 2010.

12. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Г. Схиртладзе, А.Е. Щукин, А.С. Ямников, /Под общ. Ред. Ю.С. Степанова. – М.: Машиностроение, 1998.

13. 3D Printing Wax. [Electronic resource] / Official site Sculpteo. Available at: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/3d-printed-wax/> (accessed 15 June 2020).

14. Краткий справочник металлиста / Под ред. А.Н. Малова. Изд. 2. М.: Машиностроение, 1985.

15. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник /И. И. Болонкина, А. К. Кутай; Под общ. ред. А. К. Кутая. – Л.: Машиностроение, 1983.

16. Обработка металлов резанием: справочник технолога/ А. А. Панов, В. В. Аникин; Под общ. ред. А. А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988.

17. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учеб. пособие для вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2001.

18. Завистовский, С.Э. Технологическая оснастка Электронный ресурс : учебное пособие / С.Э. Завистовский. – Технологическая оснастка,2022-08-04. – Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015.

19. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха): учеб. пособие / В. М. Балашов, В. В. Мешков, А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2015.

20. Шабашов, А.А. Проектирование машиностроительного производства Электронный ресурс: учебное пособие / А.А. Шабашов. – Проектирование машиностроительного производства,2022-08-31. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		129

21. Безопасность производственных процессов: Справочник /СВ. Белов и др.; Под общ. ред. СВ. Белова. - М.: Машиностроение, 1985.

22. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Металлообрабатывающие и сборочные цехи. ОНТП – 14 – 86 Гидростанок. М.: ВНИИ ТЭМР, 1987.

23. Охрана труда в машиностроении: Е. Я. Юдин, С. В. Белов. – М.: Машиностроение, 1983.

24. Козьяков А. Ф., Морозова Л. Л. Охрана труда в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1990.

25. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. [Текст]. Введ. 2011 – 20 – 05. – М. : Российская газета, 2011.

26. Рагуткин А.В. Некоторые аспекты эффективности нанесения антифрикционных покрытий технологиями финишной антифрикционной безабразивной обработки / А.В.Рагуткин, М.И.Сидоров, М.Е.Ставровский // Записки Горного института. 2019. Т. 236. С. 239-244.

27. Справочник по ремонту машин – Ремонтно Производственный Центр – Обкатка и испытание двигателей [Электронный ресурс]. URL: <https://rpscpro.ru/pdf/2-1.pdf>.

28. О предприятии [Электронный ресурс] / Официальный сайт ООО КПК «Автокрансервис» – Режим доступа: <http://www.aks.stv.ru/>. (Дата обращения: 21.05.2020 г.).

					СКФУ-ВКР-23.03.03-16220-20 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		130

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

		СКФУ					

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологический процесс

механической обработки

Консультант
 Костенко К.В.

Разработал студент
 гр. КТМ-б-о-16-1

Рожнов Александр Алексеевич
 Нормоконтролер
 Костенко К.В.

Внедрено в производство
 Акт № Дата

Комплект документов
 Соответствует

ТЛ

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Рожнов А.А.			14.04.20	СКФУ		ВКР-ТМиТО-15.03.05-161147-20												
Консульт.	Костенко К.В.				г. Ставрополь														
Н. контр.	Костенко К.В.																		
M01	Сталь 25 ГОСТ 1050-88.																		
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ				
			кг	2,0		0	0,69	Кр. прокат						1	0				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.	
А	015			Токарная с ЧПУ															
Б 04	KDCK-25S CNC																		
О	1. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.																		
О	2. Точить поверхность, выдерживая размеры 72мм и 12,5мм.															0,19			
Т 07	Резец 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18879-73; штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.																		
О	3. Точить поверхность, выдерживая размеры 26мм и 7,5мм.															0,15			
Т 09	Резец 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18879-73; штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.																		
О	4. Точить поверхность, выдерживая размер 28мм.															0,03			
Т 11	Резец 2103-0007 Т15К6 ГОСТ 18879-73; штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.																		
О	5. Развернуть отверстие, выдерживая размер 12мм.															0,29			
Т 13	Развертка 2363-3394 ГОСТ 1672-80; индикаторный нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75.																		
14																			
МК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Рожнов А.А.			СКФУ			ВКР-ТМиТО-15.03.05-161147-20												
Консульт.	Костенко К.В.			г. Ставрополь															
Н. контр.	Костенко К.В.																		
M01																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ				
	кг			2,0		0	0,69	Кр. прокат						1	0				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.	
А	020			Сверлильная															
Б 04	2Н125																		
О	1. Сверлить 4 отверстия под резьбу, выдерживая размеры 5мм и 60мм.														0,08				
Т 06	Сверло 2301-3001 ГОСТ10903-77; калибр пробка гладкая 8133-0910 ГОСТ 14810-69.																		
О	2. Нарезать резьбу в 4 отверстиях, выдерживая размеры М6-7Н. Снять внутреннюю фаску.														0,08				
Т 08	Метчик 2621-1153 ГОСТ 3266-81; Калибр пробка резьбовой НЕ 8221-1030, ПР 8271-0030 ГОСТ 17757-72.																		
09																			
А	025			Фрезерная															
Б 11	6Р62Г																		
О	1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.														1,18				
Т 13	Дисковая трехсторонняя фреза 2240-0391 ГОСТ 28527-90; штангенциркуль типа ШЦЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89.																		
О	2. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.														1,18				
МК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Рожнов А.А.			14.04.20	СКФУ		ВКР-ТМиТО-15.03.05-161147-20												
Консулт.	Костенко К.В.				г. Ставрополь														
Н. контр.	Костенко К.В.																		
M01	Сталь 25 ГОСТ 1050-88.																		
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры			КД	МЗ					
			кг	2,0		0	0,69	Кр. прокат					1	0					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.	
О 03	3. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.														0,24				
Т 04	Круг 1-50x16x16-25А-10П-С27К-1А ГОСТ 2424-83; нутромер 6-10 ГОСТ 9244-75.																		
О 05	4. Шлифовать паз, выдерживая размеры 16мм и 17мм.														0,24				
Т 06	Круг 1-50x16x16-25А-10П-С27К-1А ГОСТ 2424-83; нутромер 6-10 ГОСТ 9244-75.																		
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
МК																			

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Дополнительные указания</i>
		<u>Документация</u>		
	<i>ВКР 00.00.000 ВО</i>	<i>Вид общий</i>	<i>1</i>	
		<u>Заимствованные</u>		
<i>1</i>		<i>Стол</i>	<i>1</i>	
<i>2</i>		<i>Направляющая шпинделя</i>	<i>1</i>	
<i>3</i>		<i>Маховик разжима брусков</i>	<i>1</i>	
<i>4</i>		<i>Маховик переключения</i>	<i>1</i>	
<i>5</i>		<i>Реверс</i>	<i>1</i>	
<i>6</i>		<i>Механизм траверсы</i>	<i>1</i>	
<i>7</i>		<i>Станина</i>	<i>1</i>	
<i>8</i>		<i>Дозатор</i>	<i>1</i>	
<i>9</i>		<i>Подвод СОЖ</i>	<i>1</i>	
<i>10</i>		<i>Корпус</i>	<i>1</i>	
<i>11</i>		<i>Траверса</i>	<i>1</i>	
<i>12</i>		<i>Направляющая стойка</i>	<i>1</i>	
<i>13</i>		<i>Коробка скоростей</i>	<i>1</i>	
<i>14</i>		<i>Рычаг переключения</i>	<i>1</i>	
<i>15</i>		<i>Маховик</i>	<i>1</i>	
<i>16</i>		<i>Шпиндель</i>	<i>1</i>	
<i>17</i>		<i>Пульт управления</i>	<i>1</i>	
<i>18</i>		<i>Кран подвода раствора</i>	<i>1</i>	
<i>19</i>		<i>Кондуктор</i>	<i>1</i>	
		<u>Вновь разрабатываемые</u>		
<i>20</i>	<i>00.00.000 СБ</i>	<i>Приспособление ФАБО</i>	<i>1</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
СКФУ-ВКР-23.03.03-161220-20 00.00.000 ВО				<i>Лист</i>
				<i>1</i>

Форм	зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			ВКР 00.00.000 СБ	<u>Сборочный чертеж</u>		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A3		1	ВКР 00.01.000 СБ	Корпус в сборе	1	
				<u>Детали</u>		
A4		2		Пружина	1	
БЧ		3		Гребенка	4	
A3		4	ВКР 00.00.004	Колодка	4	
A4		5	ВКР 00.00.005	Планка	4	
БЧ		6		Вал ведомый	1	
A3		7	ВКР 00.00.007	Фланец	1	
БЧ		8		Стопор	2	
A3		9	ВКР 00.00.009	Поршень	1	
БЧ		10		Палец	1	
БЧ		11		Вал ведущий	1	
A3		12	ВКР 00.00.012	Направляющая	1	
A3		13	ВКР 00.00.013	Крышка правая	1	
БЧ		14		Крышка левая	1	

СКФУ-ВКР-23.03.03-161220-20 00.00.000 СБ

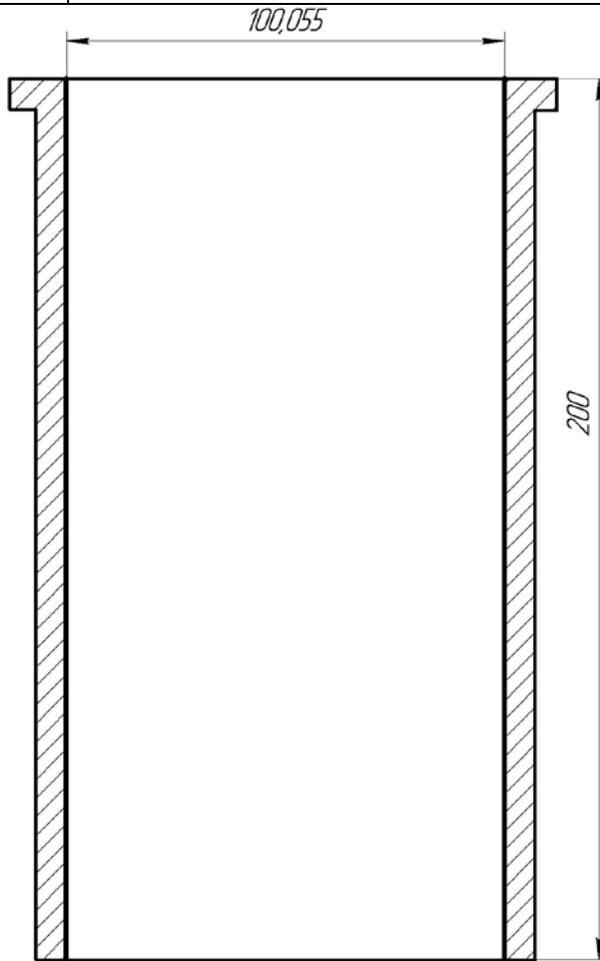
Изм	Лист	№докум.	Подп.	Дата
Разработал		Нефедов		
Проверил		Юценко		
Г.контр.				
Н.контр.		Юценко		
Утв.		Бабич		

ФАБО
Сборочный чертеж

Литер	Лист	Листов
	1	2
СКФК, Инженерный институт, кафедра ТЭА, группа ЭМК-б-о-16-1		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разраб.	Нефедов			СКФУ, Инженерный институт, кафедра ТЭА, группа ЭМК-б-о-16-1	СКФУ-ВКР-23.03.03-161220-20					
Пров.	Ющенко									
Консульт.										
Н. контр.	Цыганков									
Зав. каф.	Бабич									



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ВКР-ТМУТО-15.03.05-161147-20	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	ВКР.00.00.00.001	Верхний вкладыш	1	
		2	ВКР.00.00.00.002	ИЧ02	1	
		3	ВКР.00.00.00.003	Кронштейн	1	
		4	ВКР.00.00.00.004	Нижний вкладыш	1	
		5	ВКР.00.00.00.005	Опора	1	
		6	ВКР.00.00.00.006	Оправка	1	
		7	ВКР.00.00.00.007	Основание	1	
		8	ВКР.00.00.00.008	Скалка	1	
		9	ВКР.00.00.00.009	Стойка	1	
		10	ВКР.00.00.00.010	Ступица	1	
		11	ВКР.00.00.00.011	Хомутик	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Винт М6-6дх14 ГОСТ 11738-84	4	
		13		Винт М8-6дх14 ГОСТ 11738-84	4	
		14		Винт А.М8х30 ГОСТ 21331-75	1	
		15		Винт А.М8х35 ГОСТ 21331-75	1	

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Разраб.		Рожнов		06.05.
Пров.		Костенко		
Н.контр		Костенко		
Утв.		Землянушнова		

ВКР-ТМУТО-15.03.05-161147-20		
Приспособление для контроля биения		
Литера	Лист	Листов
	1	2
СКФУ гр. КТМ-δ-о-16-1		

