

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления втулки электроventилиатора

УДК: 621.882.395.002:621.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушова Екатерина Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Проектирование технологического процесса и станочного приспособления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Роман Сергеевич			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<i>Универсальные компетенции</i>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Петрушовой Екатерине Владимировне

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления втулки электроventилятора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019 №4816/0

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Втулка электроventилятора». Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Проектирование технологического процесса. 2. Проектирование станочного приспособления. 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 4. Социальная ответственность. Заключение

Перечень графического материала	1. Чертеж детали «Втулка электроventилятора». 2. Размерная схема технологического процесса 3. Граф дерево 4. Технологическая оснастка 5. Спецификация
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Проектирование технологического процесса и станочного приспособления	Цыганков Роман Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушова Екатерина Владимировна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Петрушовой Екатерине Владимировне

Школа	ИШНПТ	Отделение школы	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01.«Машиностроение»

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

1. Стоимость ресурсов: материально-технических, финансовых, информационных и человеческих.	Стоимость расходных материалов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	- отчисления во внебюджетные фонды (30 %) - районный коэффициент 1.3

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование и формирование сметы технического проекта.	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; Формирование затрат на технические проектирование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.
2. Определение ресурсоэффективности проекта.	Определение эффективности технического проектирования.
3. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса	Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса. - затраты на основные материалы; - основная заработная плата рабочих; - отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); - накладные расходы. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.03.2019
--	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н. доцент		11.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушова Екатерина Владимировна		11.03.2019

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Петрушовой Екатерине Владимировне

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Деталь «Втулка» изготавливается на предприятии АО НПЦ «Полюс». На участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, электроэрозионный станок.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019). ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ ГОСТ 12.0.003-74 СанПиН 2.2.4.548-96 СП 51.13330.2011 ГОСТ 22269-76
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	Отклонение показателей микроклимата, Превышение уровня шума, Отсутствие или недостаток естественного света, Недостаточная освещенность рабочей зоны, Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	Наличие отходов (металлическая стружка, лампы, СОЖ, абразивная пыль, лом инструмента). Разработаны меры для уменьшения производственных отходов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	При изготовлении возможное ЧС- пожар. Разработаны меры по предотвращению ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Петрушова Екатерина Владимировна		

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение
 Уровень образования Бакалавр
 Отделение школы Материаловедения
 Период выполнения _____ 2018/2019 учебный год

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.03.19	Проектирование технологического процесса	30
30.04.19	Проектирование станочного приспособления	30
22.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
20.05.19	Социальная ответственность	15
28.05.19	Оформление работы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01. Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 91 стр., 4 рис., 28 табл., 11 источников. Ключевые слова: втулка, технологический процесс, оснастка, приспособление, размерный анализ, деталь. Объектом исследования при написании работы была деталь «Втулка электроventилятора» и технологический процесс ее изготовления.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4-х разделов.

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи разработки.

В разделе первом проектируется операционный технологический процесс изготовления детали. Определяется тип производства, разрабатывается маршрутная карта технологического процесса, рассчитываются технологические размеры, режимы резания и нормы времени.

В разделе втором проектируется специальное станочное приспособление, которое будет использовано для сверлильной операции.

В разделе третьем составлена смета технического проекта и определена ресурсосберегающая эффективность технического проекта.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовлению детали "Втулка электроventилятора".

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

Токарная обработка – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

Электроэрозионная обработка (ЭЭО) — обработка, заключающаяся в изменении формы, размеров, шероховатости и свойств поверхности электропроводной заготовки под действием электрических разрядов, возникающих между заготовкой и электродом-инструментом.

Технологический процесс – упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата;

Станочное приспособление – устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке;

ЧПУ – числовое программное управление.

Оглавление

Введение	12
1. Проектирование технологического процесса	13
1.1 Назначение и конструкция детали. Анализ технологичности конструкции детали «Втулка электровентильатора»	14
1.2 Определение типа производства и организационной формы работы.	15
1.3 Выбор исходной заготовки.	19
1.4 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка».	20
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали «Втулка электровентильатора»	23
1.5.1 Определение допусков на технологические размеры	23
1.5.2 Расчет осевых технологических размеров	25
1.5.3 Расчет диаметральных технологических размеров	30
1.6 Выбор оборудования	32
1.7 Расчет режимов и мощности резания	34
1.7.1 Токарная операция с ЧПУ	34
1.7.2 Сверлильная операция	36
1.8 Нормирование технологического процесса.....	39
1.8.1 Расчет основного времени.....	39
1.8.2 Расчет вспомогательного времени.....	40
1.8.3 Расчет оперативного времени.....	41
1.8.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места	41
1.8.5 Расчет времени на отдых.....	42
1.8.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	42
1.8.7 Расчет штучного времени	43
1.8.8 Расчет штучно-калькуляционного времени	43
2. Проектирование станочного приспособления.....	44
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.	44
2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.....	44
2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатационную сборку приспособления.	45
2.4 Точностной расчет приспособления.....	46
2.5 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.	47
2.6 Выбор привода зажимного устройства.....	52
2.7 Расчет силового привода.....	53

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
3.1.3 Разработка проведения технического проектирования.....	56
3.2 Смета затрат на технический проект	59
3.2.1. Расчет материальных затрат технического проекта	59
3.2.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	60
3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	62
3.2.4 Накладные расходы.....	62
3.2.5 Формирование сметы затрат технического проекта.....	63
3.4. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса	65
3.4.1. Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса.....	65
4. Социальная ответственность.....	69
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
4.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	70
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	71
4.2. Производственная безопасность.....	72
4.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	74
4.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производстве. Мероприятия по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.....	74
4.3. Экологическая безопасность.....	80
4.3.1. Анализ влияния производственного процесса на окружающую среду.....	80
4.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	81
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
Заключение	83
Список использованных источников	84
Приложение А.....	86
Приложение Б.....	87
Приложение В	88
Приложение Г	89
Приложение Д.....	91

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

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

Цель данной работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка электроventилятора».

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ технологичности конструкции;
- произвести выбор исходной заготовки;
- спроектировать технологический процесс обработки детали;
- рассчитать припуски операционных и исходных размеров заготовки;
- произвести размерный анализ технологического процесса;
- выбрать оборудование для обработки детали;
- рассчитать режимы обработки детали;
- выполнить нормирование технологического процесса.

Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1.1 Назначение и конструкция детали. Анализ технологичности конструкции детали «Втулка электровентильатора».

Данная деталь «Втулка» представляет собой тело вращения. Изготовлена из коррозионностойкой жаропрочной стали 20Х13, ГОСТ 5632-72 и предназначена для закрепления вала в корпусе электровентильатора.

Таблица 1.1 Химический состав стали 20Х13 (ГОСТ 5632-72).

C,%	Si,%	Mn,%	Ni,%	S,%	P,%	Cr,%
0.16 - 0.25	до 0.6	до 0.6	до 0.6	до 0.025	до 0.03	12 - 14

Таблица 1.2 Механические свойства стали 20Х13 (ГОСТ 5632-72)

Сортамент	Размер мм	σ_B МПа	σ_T МПа	δ_5 %	Ψ %	KCU кДж / м ²	Термообработка
Прутки, ГОСТ 5632-72	Ø 160	650-830	440-635	10-16	50-55	590-780	Закалка и отпуск

Анализ технологичности детали позволяет сделать следующее заключение. Технологичные элементы:

- форма детали представляет собой тело вращения
- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный подвод и отвод режущего и мерительного инструмента
- обеспечивается легкое удаление стружки
- имеется возможность вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Деталь имеет точность и шероховатость, которые можно получить стандартным унифицированным инструментом при стандартном технологическом процессе.

Деталь симметрична относительно своей оси.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

1.2 Определение типа производства и организационной формы работы.

Тип производства определяется коэффициентом закрепления операций по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_e}{T_{cp}} \quad (1.1)$$

T_{cp} – среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин;

t_b – такт выпуска детали, мин/шт.

$$t_e = \frac{\Phi_d \times 60}{N_r} \quad (1.2)$$

Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе, ч;

$N_r=1000$ – годовой объем выпуска деталей, шт.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице при двухсменном режиме работы: $F_r = 4015$ ч.

$$t_b = \frac{4015 \cdot 60}{1000} = 240,9 \text{ мин.}$$

Определим среднее штучно-калькуляционное время:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.к.i}}{n} \quad (1.3)$$

$T_{шт.к.i}$ - штучно-калькуляционное время

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время каждой операции определяем по формуле:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{о.i}, \quad (1.4)$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства, мин.;

$T_{о.i}$ – основное технологическое время i -ой операции, мин.

Для токарных операций $\varphi_{к.i} = 2,14$;

для фрезерной $\varphi_{к.i} = 1,84$; для вертикально-сверлильной $\varphi_{к.i} = 1,72$;

для профильно вырезной $\varphi_{к.i} = 1,73$.

Таблица 1.3 формулы для определения норм основного времени

Наименование перехода	Основное время обработки, T_0 , мин
Отрезка	$0,011 \cdot D$
Черновая подрезка торца	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$
Чистовая подрезка торца	$0,000052 \cdot (D^2 - d^2)$
Черновое точение	$0,000075 \cdot dl$
Чистовое точение	$0,00017 \cdot dl$
Растачивание отверстий на токарном станке	$0,00018 \cdot dl$
Черновое растачивание отверстий	$0,00020 \cdot dl$
Сверление отверстий	$0,00052 \cdot dl$
Зенкерование	$0,00021 \cdot dl$
Фрезерование	$0,0070 \cdot l$
d-диаметр обрабатываемой поверхности; l-длина обрабатываемой поверхности; D- диаметр обрабатываемого торца; (D-d)-разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца.	

010 Токарная

$$T_{ш.к1} = 2,14 \cdot (0,037 \cdot (160^2 - 0) + 0,075 \cdot 156 \cdot 49 + 0,075 \cdot 76,5 \cdot 38) \cdot 10^{-3} = 3,2 \text{ мин.}$$

010 Токарная

$$T_{ш.к2} = 2,14 \cdot (0,037 \cdot (160^2 - 0) + 0,075 \cdot 76,5 \cdot 48 + 0,52 \cdot 30 \cdot 100 + 0,18 \cdot 46,5 \cdot 97) \cdot 10^{-3} = 4,1 \text{ мин.}$$

020 Токарная

$$T_{\text{ш.к}1} = 2,14 \cdot (0,052 \cdot 76,5^2 + 0,17 \cdot 75 \cdot 38,5 + 0,17 \cdot 155 \cdot 10 + 0,18 \cdot 48 \cdot 95) \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ мин.}$$

020 Токарная

$$T_{\text{ш.к}2} = 2,14 \cdot (0,052 \cdot 76,5^2 + 0,17 \cdot 75 \cdot 38,5 + 0,18 \cdot 48,5 \cdot 32,5) \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ мин.}$$

030 Вертикально-сверлильная

$$T_{\text{ш.к}} = 1,72 \cdot (0,52 \cdot (9 \cdot 12) \cdot 10 + 0,86 \cdot (10 \cdot 10) \cdot 10) \cdot 10^{-3} = 2,5 \text{ мин.}$$

060 Токарная

$$T_{\text{ш.к}} = 2,14 \cdot (0,18 \cdot 48 \cdot 30 + 0,18 \cdot 48,5 \cdot 32,5 + 0,18 \cdot 48 \cdot 32,5) \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ мин.}$$

Расчетное количество станков для каждой операции определяем по формуле:

$$m_p = \frac{N \cdot t_{\text{ш.к.}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}}, \quad (1.5)$$

где N – годовой объем выпуска деталей, шт;

$t_{\text{ш.к.}}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

F_d – действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования ($\eta_{\text{з.н.}} = 0,75 \dots 0,85$).

$$m_{p.10-1} = \frac{1000 \cdot 3,2}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,04$$

$$m_{p.10-2} = \frac{1000 \cdot 4,1}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,05$$

$$m_{p.20-1} = \frac{1000 \cdot 2,9}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,03$$

$$m_{p.20-2} = \frac{1000 \cdot 1,8}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,02$$

$$m_{p.30} = \frac{1000 \cdot 2,5}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,024$$

$$m_{p.60} = \frac{1000 \cdot 1,8}{60 \cdot 4015 \cdot 0,8} = 0,02$$

Фактический коэффициент загрузки вычисляем по формуле:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (1.6)$$

Количество операций, выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (1.7)$$

$$O_{10-1} = \frac{0,8}{0,04} = 20$$

$$O_{10-2} = \frac{0,8}{0,05} = 16$$

$$O_{20-1} = \frac{0,8}{0,03} = 24$$

$$O_{20-2} = \frac{0,8}{0,02} = 40$$

$$O_{30} = \frac{0,8}{0,024} = 31$$

$$O_{60} = \frac{0,8}{0,02} = 40$$

Коэффициент закрепления операций рассчитывается по формуле:

$$k_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (1.8)$$

Таблица 1.4 Расчетные данные определения типа производства.

Операция	T _{шт.к,} мин	m _p	P	η _{з.ф.}	O
010-1 Токарная	3,2	0,04	1	0,04	20
010-2 Токарная	4,1	0,05	1	0,05	16
020-1 Токарная	2,9	0,03	1	0,03	24
020-2 Токарная	1,8	0,02	1	0,02	40
030 Вертикально- сверлильная	2,5	0,024	1	0,024	31
060 Токарная	1,8	0,02	1	0,02	40

$$k_{з.о.} = \frac{20 + 16 + 24 + 40 + 31 + 40}{8} = \frac{176}{6} = 29,3$$

По значению коэффициента определяем тип производства при:

$K_{з.о}$ 20-40 - производство является мелкосерийное.

Для мелкосерийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле:

$$П = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{1000 \times 2}{247} = 8 \text{ шт};$$

где а – количество дней запаса деталей на складе;

Φ – количество рабочих дней в году

1.3 Выбор исходной заготовки.

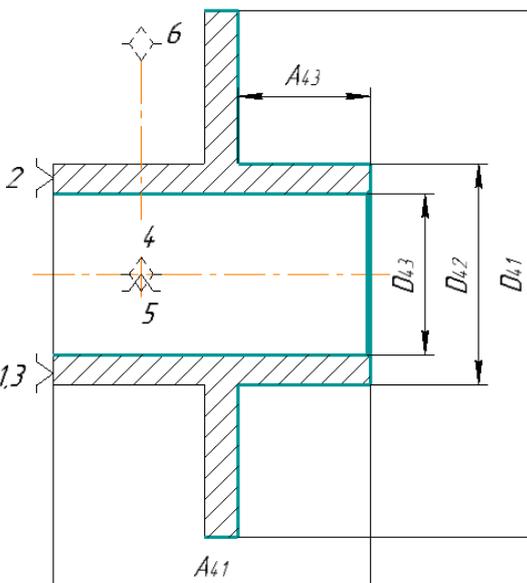
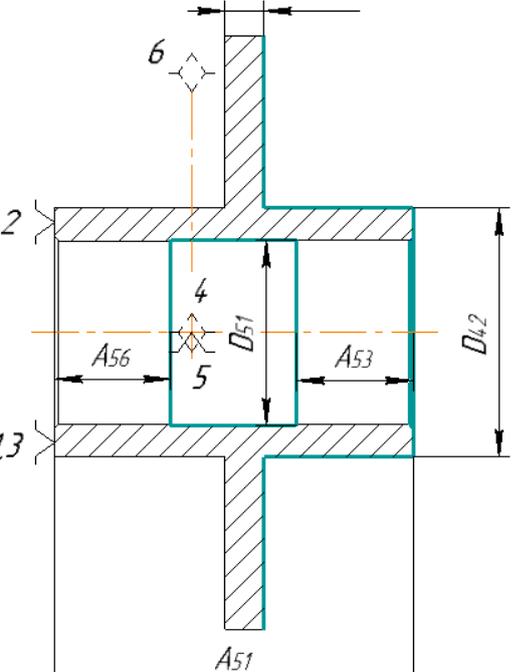
С учетом технологических свойств материала детали (материал детали 20Х13), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – круг Ø160 20Х13-б-ГОСТ 5949-75

1.4 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка».

Таблица 1.5 – Технологический процесс изготовления

Номер		Вид обработки	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода			
005	1	Заготовительная	1. Отрезать заготовку $D_{01} \times A_{01}$ мм	
010	1	Токарная	1. Подрезать торец в размер A_{11} мм. 2. Точить поверхность D_{11} мм. 3. Точить поверхность $D_{12} \times A_{12}$ мм.	
	2		1. Подрезать торец в р-р A_{21} мм. 2. Точить поверхность $D_{21} \times A_{22}$ мм. 3. Сверлить отверстие под D_{22} мм. 4. Расточить отверстие до D_{22} мм	

Продолжение таблицы 1.5

015	1	Термическая	<p>1. Закалка и отпуск. Нагреть до температуры 580-600 °С, выдержать 1.5 -2ч, извлечь. Твердость 26-32-HRC.</p>	
020	1	Токарная	<p>1. Подрезать торец в р-р A_{41}мм. 2. Точить поверхность D_{42} х A_{43}мм. 3. Расточить отверстие D_{43}мм 4. Точить поверхность D_{41}</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25}$</p>  <p>The drawing shows a shaft with a diameter D_{41} and a length A_{41}. A chamfered end has a radius A_{43}. A section with diameter D_{42} and length A_{43} is shown. A hole with diameter D_{43} is located in the center. Callouts 2, 4, 5, and 6 indicate specific features and dimensions.</p>
	2		<p>1. Подрезать торец в р-р A_{51}мм. 2. Точить поверхность D_{52} мм выдерживая размер A_{52}мм. 3. Расточить отверстие D_{51}мм выдерживая размер A_{53} и A_{56} мм.</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25}$</p>  <p>The drawing shows a shaft with a diameter D_{51} and a length A_{51}. A chamfered end has a radius A_{52}. A section with diameter D_{52} and length A_{52} is shown. A hole with diameter D_{51} is located in the center. Callouts 2, 4, 5, and 6 indicate specific features and dimensions.</p>

Продолжение таблицы 1.5

025	1	Контроль		
030	1	Вертикально-сверлильная	<p>1. Сверлить 10отв. под М10-6Н 2. Нарезать резьбу М10-6Н в 10 отв.</p>	
035	1	Промывка		
040	1	Контроль		
045	1	Термическая	<p>1.Старение. Загрузить деталь в разогретую электропечь T=160-170 °С, выдержать 6-8ч, извлечь.</p>	
050	1	Профильно-вырезная	<p>1. Вырезать паз по чертежу.</p>	
055	1	Гальваническая	<p>1. Выполнить химическое пассивирование</p>	

Продолжение таблицы 1.5

060	1	Токарная	1. Притереть $\text{Ø}48\text{H}5^{(+0,011)}$	
065	1	Промывка		
070	1	Контроль		
075	1	Транспортировка	1. Транспортировать деталь в ЦКС.	

1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали «Втулка электровентильатора».

1.5.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках.

Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Чертеж размерной схемы технологического процесса приведен в Приложении Б.

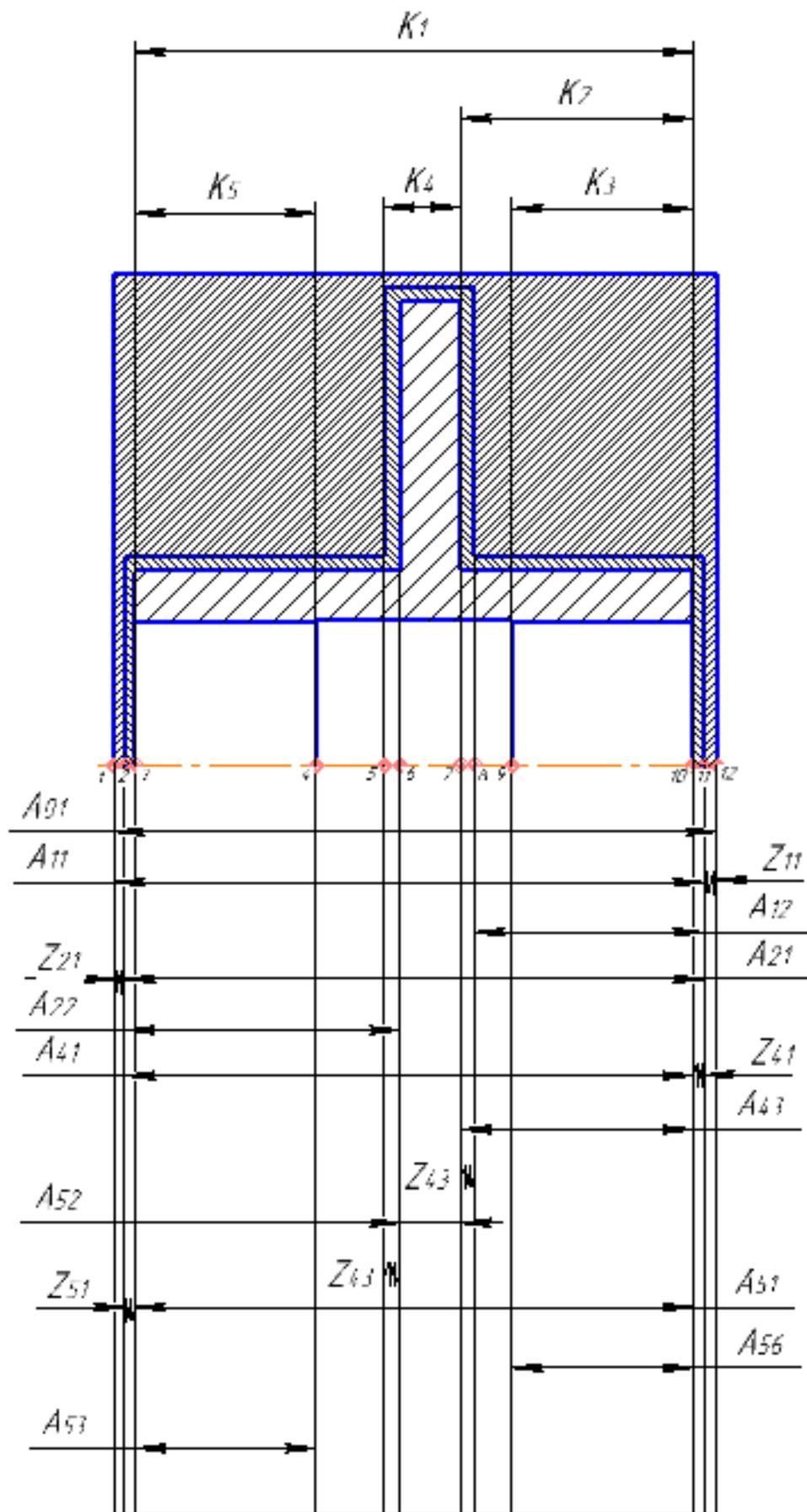


Рисунок 1.2 – Размерная схема осевых размеров технологического процесса

Допуски на конструкторские осевые размеры:

$$TK_1 = 0,35 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,6 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,27 \text{ мм}$$

$$TK_5 = 0,6 \text{ мм}$$

Допуски на конструкторские диаметральные размеры:

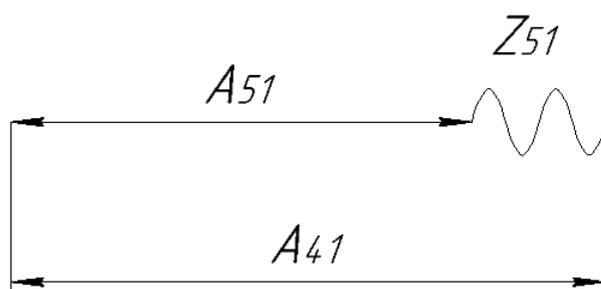
$$TK_1 = 0,87 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,74 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 0,011 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,3 \text{ мм}$$

1.5.2 Расчет осевых технологических размеров



$$Z_{51}^{\min} = 0,3 \text{ мм}$$

$$A_{51} = 92,5_{-0,35} \text{ мм}$$

$$TA_{41} = 0,22 \text{ мм}$$

$$Z_{51} = A_{41}^{cp} - A_{51}^{cp} \text{ мм}$$

$$A_{51}^{cp} = 92,5 - \frac{TA_{51}}{2} = 92,5 - 0,175 = 92,325 \text{ мм}$$

$$TZ_{cp} = 0,35 + 0,22 = 0,57 \text{ мм}$$

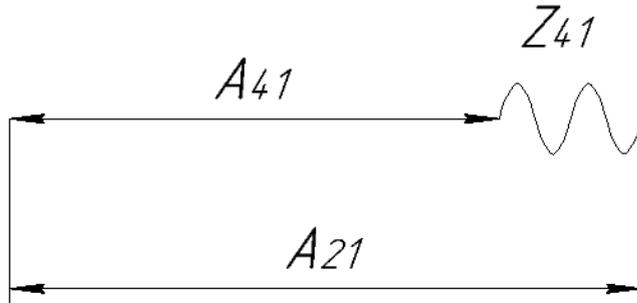
$$Z_{51}^{cp} = Z_{51}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,3 + 0,285 = 0,585 \text{ мм}$$

$$A_{41}^{cp} = A_{51}^{cp} + Z_{51}^{cp} = 92,325 + 0,585 = 92,91 \text{ мм}$$

$$A_{41}^{\max} = A_{41}^{cp} + \frac{TA_{41}}{2} = 92,91 + 0,11 = 93,02 \text{ MM}$$

$$A_{41} = 93_{-0,22} \text{ MM}$$

$$Z_{51} = 93_{-0,22} - 92,5_{-0,35} = 0,5_{-0,22}^{+0,35} \text{ MM}$$



$$Z_{41}^{\min} = 0,3 \text{ MM}$$

$$A_{41} = 93_{-0,22} \text{ MM}$$

$$TA_{21} = 0,22 \text{ MM}$$

$$Z_{41} = A_{21}^{cp} - A_{41}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{41}^{cp} = 93 - \frac{TA_{41}}{2} = 93 - 0,11 = 92,89 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,22 + 0,22 = 0,44 \text{ MM}$$

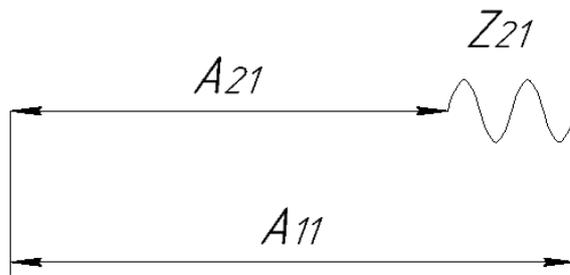
$$Z_{41}^{cp} = Z_{41}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,3 + 0,22 = 0,52 \text{ MM}$$

$$A_{21}^{cp} = A_{41}^{cp} + Z_{41}^{cp} = 92,89 + 0,52 = 93,41 \text{ MM}$$

$$A_{21}^{\max} = A_{21}^{cp} + \frac{TA_{21}}{2} = 93,41 + 0,11 = 93,52 \text{ MM}$$

$$A_{21} = 93,5_{-0,22} \text{ MM}$$

$$Z_{41} = 93,5_{-0,22} - 93_{-0,22} = 0,5 \pm 0,22 \text{ MM}$$



$$Z_{21}^{\min} = 0,6 \text{ MM}$$

$$A_{21} = 93,5_{-0,22} \text{ MM}$$

$$TA_{11} = 0,35 \text{ MM}$$

$$Z_{21} = A_{11}^{cp} - A_{21}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{21}^{cp} = 93,5 - \frac{TA_{21}}{2} = 93,5 - 0,11 = 93,39 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,22 + 0,35 = 0,57 \text{ MM}$$

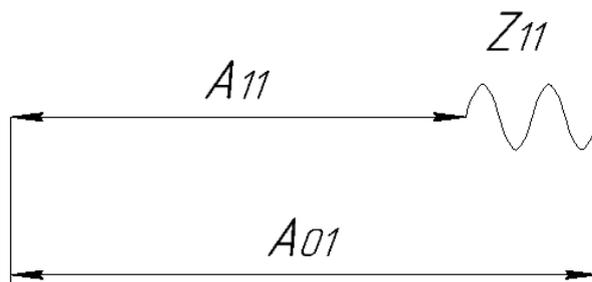
$$Z_{21}^{cp} = Z_{21}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,6 + 0,285 = 0,885 \text{ MM}$$

$$A_{11}^{cp} = A_{21}^{cp} + Z_{21}^{cp} = 93,39 + 0,885 = 94,275 \text{ MM}$$

$$A_{11}^{\max} = A_{11}^{cp} + \frac{TA_{11}}{2} = 94,275 + 0,175 = 94,45 \text{ MM}$$

$$A_{11} = 94,5_{-0,35} \text{ MM}$$

$$Z_{21} = 94,5_{-0,35} - 93,5_{-0,22} = 1_{-0,35}^{+0,22} \text{ MM}$$



$$Z_{11}^{\min} = 0,6 \text{ MM}$$

$$A_{11} = 94,5_{-0,35} \text{ MM}$$

$$TA_{01} = 0,35 \text{ MM}$$

$$Z_{11} = A_{01}^{cp} - A_{11}^{cp} \text{ MM}$$

$$A_{11}^{cp} = 94,5 - \frac{TA_{11}}{2} = 94,5 - 0,175 = 94,325 \text{ MM}$$

$$TZ_{cp} = 0,35 + 0,35 = 0,7 \text{ MM}$$

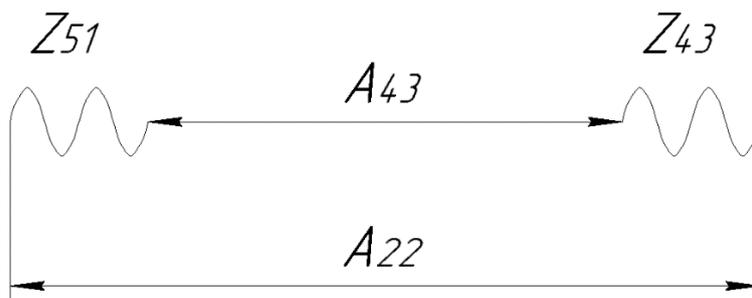
$$Z_{11}^{cp} = Z_{11}^{\min} + \frac{TZ_{cp}}{2} = 0,7 + 0,35 = 1,05 \text{ MM}$$

$$A_{01}^{cp} = A_{11}^{cp} + Z_{11}^{cp} = 94,325 + 1,05 = 95,375 \text{ MM}$$

$$A_{01}^{\max} = A_{01}^{cp} + \frac{TA_{01}}{2} = 95,375 + 0,175 = 95,55 \text{ MM}$$

$$A_{01} = 95,6_{-0,35} \text{ MM}$$

$$Z_{11} = 95,6_{-0,35} - 94,5_{-0,35} = 1,1 \pm 0,35 \text{ MM}$$



$$Z_{43}^{\min} = 0,3 \text{ MM}$$

$$A_{43} = 38,5_{-0,25} \text{ MM}$$

$$Z_{51} = 0,5_{-0,22}^{+0,35} \text{ MM}$$

$$TA_{12} = 0,35 \text{ MM}$$

$$Z_{43}^{cp} = \frac{Z_{43}^{\min} + Z_{43}^{\max}}{2} = \frac{Z_{43}^{\min} + (Z_{43}^{\min} + TA_{43} + Z_{51} + TA_{12})}{2}$$

$$Z_{43}^{cp} = \frac{0,3 + (0,3 + 0,25 + 0,57 + 0,35)}{2} = 0,885 \text{ MM}$$

$$A_{12}^{cp} = Z_{51}^{cp} + A_{43}^{cp} + Z_{43}^{cp}$$

$$A_{12}^{cp} = 0,585 + 38,375 + 0,885 = 39,845 \text{ MM}$$

$$A_{12} = 39,9 \pm 0,175 \text{ MM}$$

Граф дерево технологических размерных цепей представлен на рисунке 1.3 и в Приложении В.

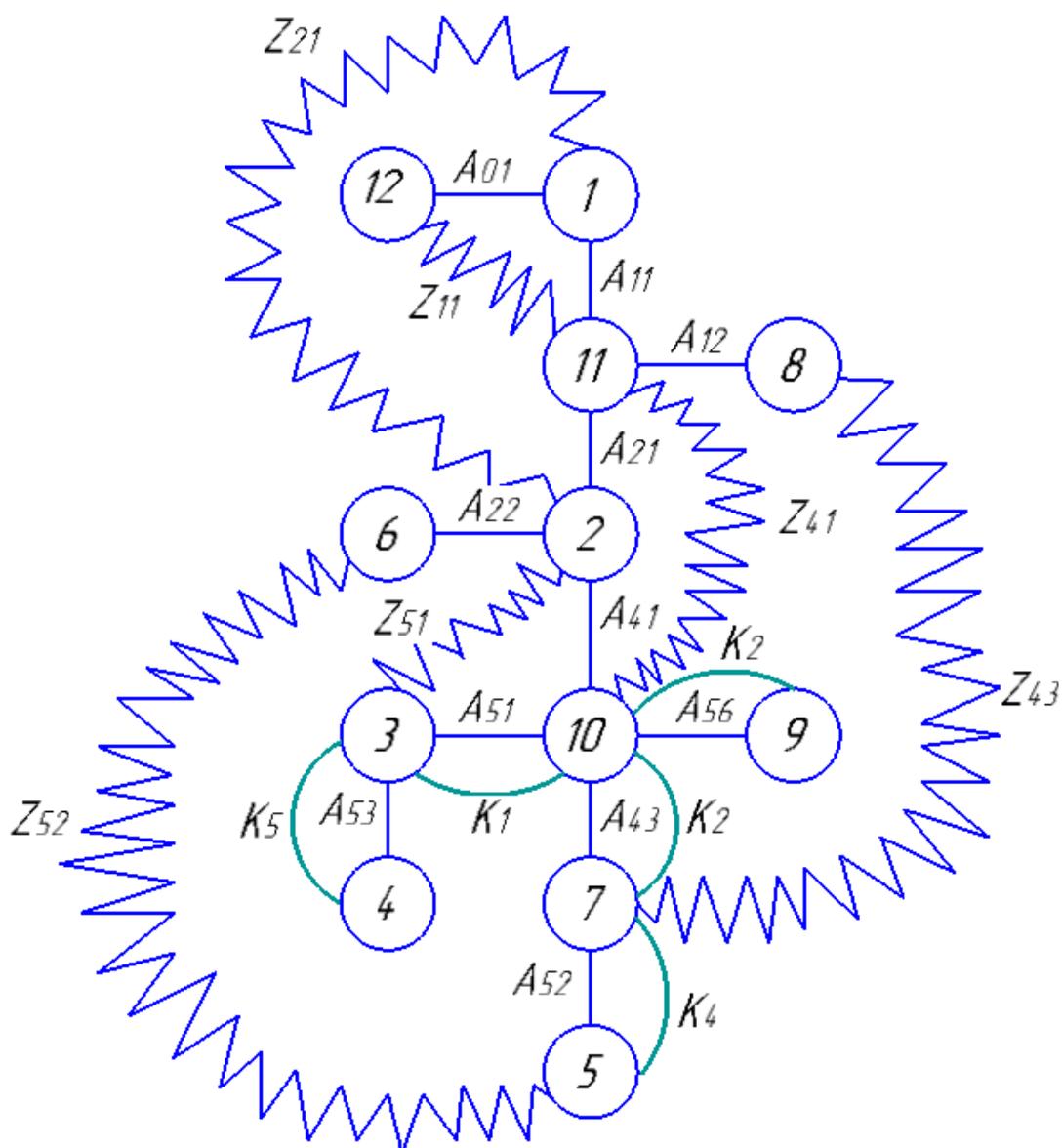


Рисунок 1.3 – Граф дерево линейных размерных цепей

1.5.3 Расчет диаметральных технологических размеров

Таблица 1.6 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 155_{-0,87}$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный $\varnothing 155_{-0,87}$							
Заготовка	300	400	209	-		156,2	4000
Точение: -черновое	120	120	12,54	-	1818	154,38	1600
-чистовое	30	30	8,36	-	253	154,13	870

$$D_{01} = 156_{-0,2}^{+4,2} \text{ мм}$$

$$D_{11} = 154_{+0,38}^{+1,98} \text{ мм}$$

$$D_{41} = K_1 = 155_{-0,87} \text{ мм}$$

Таблица 1.7 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 75 \pm 0,37$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Наружный $\varnothing 75 \pm 0,37$							
Заготовка	300	400	76	-		75,6	1900
Точение: -черновое	120	120	4,56	-	776	74,87	1200
-чистовое	30	30	3,04	-	244,56	74,63	740

$$D_{21} = 75_{-0,13}^{+1,07} \text{ мм}$$

$$D_{42} = K_2 = 75 \pm 0,37 \text{ мм}$$

Таблица 1.8 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 48^{+0,011}$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний $\varnothing 48^{+0,011}$							
Заготовка	50	70	193	-		47,27	25
Растачивание: -чистовое	20	20	11,58	-	626	47,89	16
-тонкое	10	10	7,72	-	103,6	48	11

$$D_{22} = 47,9_{-0,006} \text{ мм}$$

$$D_{61} = K_3 = 48^{+0,011} \text{ мм}$$

Таблица 1.9 Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 48,5^{+0,3}$

Технологические операции и переходы обработки поверхностей	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер, мм	Допуск δ , мкм
	Rz	T	ρ	ε			
Внутренний $\varnothing 48,5^{+0,3}$							
Заготовка	10	10	7,72	-		48,43	620
Растачивание: -черновое	5	-	-	-	55,44	48,49	390
-чистовое	5	-	-	-	10	48,5	300

$$D_{43} = 48^{+1,05}_{+0,43} \text{ мм}$$

$$D_{51} = K_4 = 48,5^{+0,3} \text{ мм}$$

1.6 Выбор оборудования

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3

Диаметр обработки, мм	500
Наибольшая длина обработки, мм	1000
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	2500
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11
Размер инструментов, мм	25x25
Диаметр расточной оправки, мм	60
Тип ЧПУ	2P22

Вертикально сверлильный станок 2А135

Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	35
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	0...750
Размеры рабочей поверхности стола, мм	450 x 500
Наибольшее вертикальное перемещение стола (ось Z), мм	325
Частота вращения шпинделя, об/мин	68...1100
Количество скоростей шпинделя	9
Наибольший допустимый крутящий момент, кг*м	400
Конус шпинделя	Морзе 4
Число ступеней рабочих подач	11
Наибольшее усилие подачи, кг	1600
Электродвигатель привода главного движения, кВт	4,5

Проволочно-вырезной электроискровой станок AQ750LN.

Подачи по осям X x Y x Z, мм	750 x 500 x 500
Подачи по U x V, мм	770 x 520
Максимальные размеры заготовки, мм	1050 x 750 x 500мм
Максимальная масса заготовки, кг	2500
Диаметр проволоки, мм	0,15 - 0.3
Минимальный шаг подачи (дискретность), мкм	0,01
Натяжение проволоки, Н	3 - 23
Макс. скорость промотки проволоки, м/мин	420
Потребляемая мощность, кВт	12
Объем бака диэлектрика, л	1030
Давление сжатого воздуха, МПа	0,65

1.7 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания руководствуемся: типом и состоянием станка, материалом заготовки, видом обработки, типом и размером инструмента, материалом его режущей части.

1.7.1 Операция токарная с ЧПУ

Инструмент:

Резец для контурного точения со сменными пластинами SANDVIC.

Державка токарная с креплением типа S (закрепление пластин винтом).

С углом в плане 95° . Для продольного точения и обрезки торца. SCLCR 2525M12

$h=25\text{мм}$, $b=25\text{мм}$, $l_1=150\text{мм}$, $l_2=26$, $f=32$.

Геометрические параметры режущей части: пластина сменная

CCGX 12.04.04-A1 $\varphi = 80^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\alpha = 7^\circ$; $\lambda = 7^\circ$; $r = 0.4$

Глубина резания

$t = 4.3\text{мм}$

Подача

$S_0 = 0.51\text{мм} / \text{об}$

[4, табл. 14, стр. 268]

Скорость главного движения резания

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \text{ м/мин} \quad (1.9)$$

где $T = 60\text{мин}$ – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

$C_V = 328$ – постоянный коэффициент;

$m=0.28$, $x=0.12$, $y=0.5$ – показатели степени; [4, табл. 17, стр.270]

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Поправочные коэффициенты:

$K_m=1$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [4, табл. 4, стр. 263]

$K_n=0.9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности [4, табл.5, стр.263]

$K_u=2.5$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [4,табл.6, стр.263]

$K_\phi = 0.7; K_{\phi 1} = 1; K_r = 0,94$ [4, табл. 18, стр. 271]

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$K_v = K_m \times K_n \times K_u \times K_\phi \times K_{\phi 1} \times K_r$ - при обычной обработке.

$$K_v = 1 \times 0.9 \times 2.5 \times 0.7 \times 1 \times 0.94 = 1.48$$

$$V = \frac{328}{60^{0.28} \times 4.3^{0.12} \times 0.51^{0.5}} \times 1.48 = 181 \text{ м / мин}$$

Расчетное число частоты вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 380} = 151 \text{ об / мин}$$
 принимаем 150 об/мин.

Фактическая скорость резания

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \times 380 \times 150}{1000} = 179 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Сила резания

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V^n \times K_p, \text{ Н}$$

Значения коэффициентов и показателей степеней формулы;

$$C_p = 40 \quad X = 1 \quad Y = 0.75 \quad n = 0$$

Соответствующие поправочные коэффициенты:

$K_m = 1.5$ – коэффициент на характеристику механических свойств обрабатываемого материала [4, табл. 10, стр. 265]

$K_\gamma = 1$ – коэффициент на передний угол γ

$K_\phi = 1.08$ – коэффициент на главный угол в плане

$K_\lambda = 1$ – коэффициент на угол наклона режущей кромки [4, табл.23, стр.275]

$$K_p = 1.5 \times 1 \times 1.08 \times 1 = 1.62$$

$$P_z = 10 \times 40 \times 4.3^1 \times 0.51^{0.75} \times 179^0 \times 1.62 = 1680 \text{ Н} = 1680 \text{ кгс}$$

Мощность, затрачиваемая на резание

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \text{ кВт} \quad (1.10)$$

$$N_{рез} = \frac{1680 \times 179}{1020 \times 60} = 4.92 \text{ кВт}$$

$$N_{шт} = 11 \times 0.75 = 8.25 \text{ кВт}$$

Проверяем достаточно ли мощность станка

$N_{рез} < N_{шт}$ – условие обработки соблюдено

Таблица 1.10 – Результаты расчета режимов резания

Операция	Переход	Число рабочих ходов	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин	Мощность затраченная на резание N, кВт < $N_{шт}$
010 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	150	179	4.92
		2	0.5	170	202	2.3
		3	0.5	250	295	0.8
	2	1	0.5	150	179	4.92
		2	0.5	170	202	2.3
		3	0.5	250	295	0.8
		4	0.5	250	295	0.8
020 Токарная с ЧПУ	1	1	0.5	170	200	2.2
		2	0.5	160	190	4.7
		3	0.4	190	220	2.8
	2	1	0.5	190	203	2.3
		2	0.3	280	296	0.8
		3	0.4	190	220	2.8
030 Вертикально-сверлильная	1	10	0.5	200	230	1.4
	2	10	0.4	220	250	0.9
060 Токарная с ЧПУ	1	1	0.3	250	293	0.7

1.7.2 Сверлильная операция

Отверстие Ø 8,4мм

Материал сверла – быстрорежущая сталь P6M5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8,4 = 10$ мм
2. Подача по таблице 25 [4, с.277]: $S=0,25$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (1.11)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [4, с.279]:
 $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [4, с.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \quad (1.12)$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^{0,9} = 1,22.$$

Значение коэффициента K_r и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке заготовки из стали 30ХГСА берем из таблицы 2 [4, с.262]: $K_r = 1,0$, $n_v = 0,9$.

По таблице 6 [4, с.263] $K_{IIV} = 1,0$.

По табл. 31 [4, с.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,22 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,22.$$

Скорость резания, формула (16):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7,0 \cdot 8,4^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,25^{0,7}} \cdot 1,22 = 43,89 \text{ м/мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 43,89}{3,14 \cdot 8,4} = 698,8 \text{ об/мин.}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка и размеров заготовки:

$$n_{\text{ст}} = 650 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,4 \cdot 650}{1000} = 40 \text{ м/мин}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p. \quad (1.13)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [4, с. 281].

Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,85$

Крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,4^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,85 = 38,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.14)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 0,3$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [4, с.281].

Осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,4^{0,3} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 0,85 = 535 \text{ Н}.$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{\phi}}{9750} = \frac{38,7 \cdot 650}{9750} = 2,58 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя станка 4,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

1.8 Нормирование технологического процесса

1.8.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [8]:

$$t_o = \frac{Li}{Sn} \quad (1.15)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 \quad (1.16)$$

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{tg\varphi} \quad (1.17)$$

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

Определяем основное время

$$T_o = \frac{L \times i}{n \varnothing \times S_o} = \frac{30.38 \times 1}{150 \times 0.51} = 0.66 \text{ мин}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 0.38 + 2 = 30.38 \text{ мм}$$

$$l = \frac{D - d}{2} = 26 \text{ мм}$$

Таблица 1.11 Основное время операций

№ операции	№ перехода	Число рабочих ходов	Основное время
010	1	1	0.66
		2	2.1
		3	2.53
	2	1	0.66
		2	2.1
		3	2.43
		4	2.56
	020	1	1
2			0.82
3			2.54
2		1	0.66
		2	0.82
		3	2.59
030	1	10	0.21
	2	10	0.37
060	1	1	3.42

1.8.2 Расчет вспомогательного времени

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} \quad (1.18)$$

Где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$ - время на управление станком;

$t_{\text{изм}}$ - время измерения детали.

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{в}} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

030 Вертикально-сверлильная

$$t_{\epsilon} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

060 Токарная с ЧПУ

$$t_{\epsilon} = t_{\text{упр}} + t_{\text{уст}} = 0.41 + 0.23 = 0.64 \text{ мин}$$

1.8.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\epsilon} \quad (1.19)$$

010 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 12.72 + 0.64 = 13.36 \text{ мин}$$

020 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 8.76 + 0.64 = 9.4 \text{ мин}$$

030 Вертикально-сверлильная

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0.58 + 0.64 = 1.22 \text{ мин}$$

060 Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 3.42 + 0.64 = 4.06 \text{ мин}$$

1.8.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}} \quad (1.20)$$

1. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}} = 0.03 \times 3.4 = 0.102 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}} = 0.03 \times 4.66 = 0.1398 \text{ мин}$$

3. Вертикально-сверлильная

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}} = 0.03 \times 35.64 = 1.0692 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{\text{обс}} = a \times t_{\text{оп}} = 0.03 \times 0.84 = 0.0252 \text{ мин}$$

1.8.5 Расчет времени на отдых

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} \quad (1.21)$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 3.4 = 0.136 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 4.66 = 0.186 \text{ мин}$$

3. Вертикально-сверлильная

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 0.84 = 0.033 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{отд} = \beta \times t_{он} = 0.04 \times 35.64 = 1.42 \text{ мин}$$

1.8.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

$$t_{ПЗ} = t_{ПЗ1} + t_{ПЗ2} + t_{ПЗ3} \quad (1.22)$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{ПЗ2} = 12 \text{ мин.}$$

$$t_{ПЗ3} = 5,4 \text{ мин} \quad \text{время на взятие пробной стружки}$$

$$t_{ПЗ} = 12 + 10 + 5,4 = 27,4 \text{ мин.}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{нз} = t_{нз1} \times t_{нз2} \times t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{нз3} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{нз} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

3. Вертикально-сверлильная

$$t_{нз} = t_{нз1} \times t_{нз2} \times t_{нз3}$$

$$t_{нз1} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{нз2} = 12 \text{ мин}$$

$t_{n3} = 6 \text{ мин}$ на установку инструмента

$$t_{n3} = 10 + 12 + 6 = 28 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{n3} = t_{n31} \times t_{n32} \times t_{n33}$$

$$t_{n31} = 10 \text{ мин}$$

$$t_{n32} = 12 \text{ мин}$$

$$t_{n33} = 5.4 \text{ мин}$$

$$t_{n3} = 10 + 12 + 5.4 = 27.4 \text{ мин}$$

1.8.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} \quad (1.23)$$

1. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 2.76 + 0.64 + 0.03 + 0.136 = 3.566 \text{ мин}$$

2. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 4.02 + 0.64 + 0.139 + 0.186 = 4.985 \text{ мин}$$

3. Вертикально-сверлильная

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 35 + 0.64 + 1.06 + 1.42 = 38.12 \text{ мин}$$

4. Токарная с ЧПУ

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 3.64 + 0.64 + 0.128 + 0.171 = 4.579 \text{ мин}$$

1.8.8 Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \Sigma t_{шт} + \frac{\Sigma t_{n3}}{N} \quad (1.24)$$

$$\Sigma t_{шт} = 3.566 + 4.985 + 4.579 + 8.452 + 0.898 + 38.12 = 60.6 \text{ мин}$$

$$\Sigma t_{n3} = 27.4 + 27.4 + 27.4 + 27.4 + 27.4 + 28 = 140 \text{ мин}$$

$$t_{шт.к} = 60.6 + \frac{140}{1000} = 8.4 \text{ мин}$$

2. Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.

Требуется спроектировать станочное приспособление для операции сверления отверстий $\varnothing 8,3 \pm 0,1$ мм на вертикально-сверлильном станке 2A135 в условиях мелкосерийного производства.

Спроектируем приспособление, кондуктор, на вертикально-сверлильный станок, которое позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

Кондуктор - одна из разновидностей станочных приспособлений, применяемая при обработке отверстий на сверлильном станке. Направляющие втулки определяют положение режущего инструмента относительно корпуса, следовательно, относительно обрабатываемой детали. Положение оси отверстия каждой втулки отвечает положению оси отверстия в детали, а диаметр отверстия втулки соответствует диаметру инструмента.

Использование кондуктора исключает операцию разметки и позволяет вести обработку одновременно двух и более отверстий, повышает производительность труда.

2.2 Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.

Для разработки универсального приспособления в основу взяли конструкцию специализированного переналаживаемого кондуктора для сверления отверстий в деталях типа втулка с накладным кондуктором.

Приспособление состоит из корпуса 2, который устанавливается на стол станка. Внутри корпуса расположен пневмоцилиндр 3, который устанавливается на основание 1. Основание крепится к корпусу болтами 7. Перемещение поршня пневмоцилиндра при зажиме и отжиме заготовки производится сжатым воздухом, который подводится к пневмоцилиндру через специальную полость.

Приспособление работает следующим образом. Обрабатываемая заготовка 6 устанавливается на постоянную опору (центровик) 11 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. После закрепления в таком положении на заготовку устанавливают накладной кондуктор 5. В накладном кондукторе имеются отверстия, в которые запрессованы кондукторные втулки 8. Сверху накладной кондуктор поджимается быстросменной шайбой 17 и гайкой 10. Далее идет зажим подачей штока пневмоцилиндра 4. В кондукторе предусмотрены рукоятки 12. Для снятия приспособления со стола станка на поверхности корпуса имеются рым-болты 13.

Таким образом, при использовании данного приспособления достигается максимальный эффект обработки отверстий.

2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатационную сборку приспособления.

1. Кондуктор должен изготавливаться из швеллера по ГОСТ 8240-89*, стальной горячекатаной полосы по ГОСТ 103-76, листовой стали по ГОСТ 16523-89*, горячекатаных стальных уголков по ГОСТ 8509-93 и ГОСТ 8510-86, горячекатаной круглой стали по ГОСТ 2590-88.

2. Литые корпуса кондукторов должны изготавливаться из серого чугуна не ниже марки СЧ 15 по ГОСТ 1412-85 или алюминиевых сплавов марок АК5М2 и АК7 по ГОСТ 1583-93.

3. Точность отливок деталей кондукторов не ниже 14-0-0-14 по ГОСТ

4. Допуск плоскостности опорных поверхностей кондукторов не должен быть более: 0,3 мм на длине до 1000 мм, 0,5 мм - на длине свыше 1000 мм до 1500 мм и 1 мм - на длине свыше 1500 мм.

5. Допуск перпендикулярности осей отверстий под центрирующие и направляющие втулки и штыри не должен быть более 0,1 мм на длине 200 мм (допуск зависимый).

6. Покрытие деталей кондукторов - Хим. Окс. прм по ГОСТ 9.306-85.

Механически необрабатываемые поверхности кондукторов должны быть окрашены по ГОСТ 9.032-74.

7. Расположение элементов зажима на кондукторе должно обеспечивать безопасность работы. При проектировании кондукторов следует предусматривать меры против самоотвинчивания деталей крепления.

8. Кондукторы массой более 20 кг должны иметь приспособления для транспортирования.

2.4 Точностной расчет приспособления.

Общая погрешность и последующие находим по формулам из справочников литературы: (6 стр.106).

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПП}^2} \quad (2.1)$$

Находим погрешность базирования

$$\varepsilon = \frac{\delta}{2} + x \quad (2.2)$$

где x – радиальное биение, в нашем случае примем равным 0, так как не задано по условию.

$$\varepsilon = \frac{0,2}{2} + 0 = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления

$$\varepsilon_3 = \sqrt{(\varepsilon_3' + \varepsilon_3''')^2 + \varepsilon_3''^2} \quad (2.3)$$

где ε_3' - погрешность закрепления из-за непостоянства силы зажима;

ε_3'' - погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости и твердости поверхностного слоя заготовки;

ε_3''' - дополнительная составляющая погрешность закрепления из-за смещения заготовки.

ε_3' и ε_3''' являются функциями зажимной силы. А т.к. при использовании пневматических и гидравлических зажимных механизмов прямого действия

колебания зажимной силы незначительны, то в данном случае $\varepsilon_3' + \varepsilon_3'''$ можно принять равным нулю.

Пусть качество базовых поверхностей заготовок однородно. Тогда $\varepsilon_3'' = 0$, а значит и $\varepsilon_3 = 0$ мм.

Находим погрешность положения заготовки:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уС}}^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + \varepsilon_{\text{С}}^2} \quad (2.4)$$

где $\varepsilon_{\text{уС}}$ – погрешность при изготовлении и сборке приспособления. Т.к. приспособление одно, то $\varepsilon_{\text{уС}} = 0$ – устраняется настройкой станка;

$\varepsilon_{\text{И}}$ – погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления;

$$\varepsilon_{\text{И}} = \beta \sqrt{N} \quad (2.5)$$

где β – постоянная, зависящая от опор и условий соприкосновения, $\beta = 0,3 - 0,8$.

Примем $\beta = 0,8$.

N – количество соприкосновений заготовки с опорой.

$$\varepsilon_{\text{И}} = 0,8 \sqrt{3000} = 43,8 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{С}}$ – погрешность установки приспособы на станок, $\varepsilon_{\text{С}} = 0,1 - 0,2$ мм. Примем

$$\varepsilon_{\text{С}} = 0,02 \text{ мм} = 20 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0^2 + 43,8^2 + 20^2} = 48 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{100^2 + 0^2 + 48^2} = 111 \text{ мкм}.$$

Т.к. технологический допуск на выполняемый размер равен 200 мкм и существенно больше общей погрешности $\varepsilon_{\text{доп}} > \varepsilon_{\text{общ}}$, т.е. $200 > 111$ - спроектированное приспособление (кондуктор) обеспечивает требуемую точность получения отверстий $\varnothing 8,3 \pm 0,1$.

2.5 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке.

Выполним силовой расчет приспособления.

Находим глубину резания

$$t = \frac{1}{2} \cdot D \quad (2.6)$$

$$t = \frac{1}{2} \cdot 8,3 = 4,15 \text{ мм}$$

Подача при сверлении $s=0,2\dots0,23$ мм/об для материала заготовки – сталь 20Х13, материала инструмента – сталь быстрорежущая, у станка имеется подача 0,2, принимаем подачу равной 0,4мм/об.

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.7)$$

где $C_M=0.0345$

$q=2$ по таблице [3]

$y=0.8$ по таблице [3]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0.75} = 0,845 \text{ — поправочный коэффициент, учитывающий}$$

влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$$\sigma_B = 600$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,3^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,845 = 5,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем скорость резания, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.8)$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 8,3^{0,40}}{90^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,25 = 25,6$$

Где:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 0,74 \cdot 0,34 \cdot 1,5 = 0,38$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 1,25$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,478 \text{ по таблице 1 [3],}$$

$$K_r = 1,0 \text{ по таблице 2 [3];}$$

$$K_{uv} = 1,25 \text{ по таблице 6 [3];}$$

$K_{lv} = 1,0$ по таблице 31 [3];

$C_v = 7,0$

$q = 0,40$ [3]

$y = 0,7$

$m = 0,2$

$T = 90$ мин — период стойкости сверла;

$D = 30$ мм — диаметр сверла;

Определим частоту вращения шпиндельной головки по формуле, об/мин:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D} \quad (2.9)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25,6}{3,14 \cdot 8,3} = 982,3 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания (эффективная) определяется по формуле, кВт:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (2.10)$$

$$N_e = \frac{5,54 \cdot 982,3}{9750} = 0,56 \text{ кВт.}$$

Осевая сила находится по формуле:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot s^y \cdot D^q \cdot K_p \quad (2.11)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot s^y \cdot D^q \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 8,3 \cdot 1,182 = 2162 \text{ Н}$$

$C_p = 68$

$q = 1,0$

$y = 0,7$

Определяем силу сдвига $M_{сдв}$:

$$M_{сдв} = R \cdot l \quad (2.12)$$

Где: l - плечо детали; R – радиус детали.

$$M_{сдв} = 0,0775 \cdot 190 = 14,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При разработки своего спец приспособления силу зажима P_3 определяем из расчётов и всех сил резания, трения, реакции в опорах. В случае

необходимости меняем схему зажима, режимы резания и т.д. При расчетах силы зажима учитываем силу зажимного механизма.

При расчете учитываем коэффициент запаса – K_3 , поскольку при обработке заготовки возникают силы колебания и моменты резания. Величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3, в зависимости от конкретных условий обработки.

$$K_3 = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициента K_3 выбираем в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Эта величина состоит из коэффициентов, каждый из которых представляет определённое числовое значение:

$K_0 = 2$ – коэффициент запаса [2, с.85].

$K_1 = 1,2$ – коэффициент, зависящий от состояния поверхностного слоя заготовок [2, с.85].

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий затупления режущего инструмента. Принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и метода обработки [2, с.85].

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий рывки при резании; [2, с.85].

$K_4 = 1$ – коэффициент, учитывающий силу развиваемого зажимного механизма [2, с.85].

$K_5 = 1$ – коэффициент, учитывающий крутящий момент стремящийся повернуть заготовку.

$K_6 = 1$ – коэффициент, характеризующий установку заготовки [2, с.85].

Если $K_3 < 2,5$, то при расчете надежности закрепления ее следует принять равным $K_3 = 2,5$.

$$K_3 = 2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,4;$$

Величину необходимого зажимного усилия определяем на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого составляем расчетную схему и вычерчиваю

эскиз (рис.2.1). На схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и моменты резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными и зажимными элементами.

По расчетной схеме определяю направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определяю величину проекций всех сил на направление перемещения и составляю уравнения сил моментов:

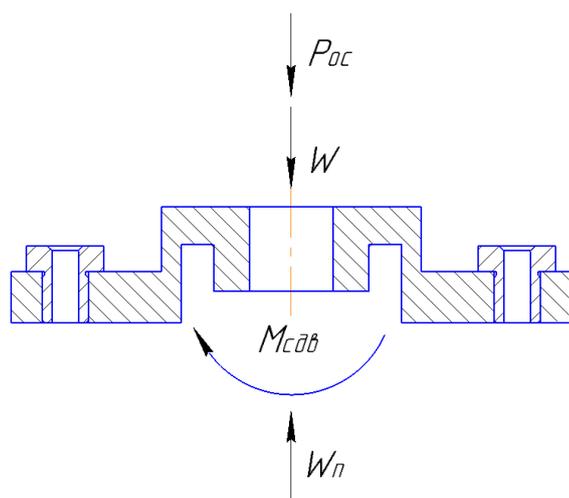


Рисунок 2.1 - Условная расчетная схема кондуктора.

где P_{oc} – осевая сила;

W – усилие зажима;

f – коэффициент трения;

W_n – реакция осевой силы;

Действующие на заготовку силы и моменты резания можно рассчитать по формулам, приводимым в справочниках и нормативах по режимам резания применительно к определенному виду обработки.

$$M_{кр} = 5,54 \text{ Нм}; P_{oc} = 2162 \text{ Н}; f_1 = f_2 = 0,2.$$

$$W = \frac{K_3 \cdot P_{oc}}{f_1 + f_2} = \frac{2,5 \cdot 2162}{0,2 + 0,2} = 13512,5 \text{ Н}$$

Необходимую силу закрепления при сверлении рассчитываем по формуле:

$$W_3 = \frac{K_3 \cdot M_{кр}}{f_1 \cdot d} = \frac{2,5 \cdot 5,54}{0,2 \cdot 0,155} = 447 \text{ Н}$$

Так как действительная сила зажима $W > W_3$ больше необходимой, то расчет выполнен верно.

2.6 Выбор привода зажимного устройства.

В спроектированном приспособлении для обработки отверстий в качестве зажимного элемента применяется пневмопривод.

Преимущества и недостатки пневмоцилиндра.

1. относительная простота конструкции и эксплуатационного обслуживания обусловленные одноканальным питанием исполнительных пневмомеханизмов (отработавший воздух выпускается непосредственно в атмосферу без отводящих трубопроводов), а следовательно, низкая стоимость и быстрая окупаемость затрат;
2. надежность работы в широком диапазоне температуры, высокой влажности и запыленности окружающей среды;
3. пожаро- и взрывобезопасность;
4. большой срок службы, достигающий 10 000—20 000 ч (10—50 млн. циклов);
5. высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100 000 об/мин);
6. легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя (сжатого воздуха), возможность снабжения им большого количества потребителей от одного источника;
7. отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке (пневмодвигатели могут быть заторможены до полной остановки без опасности повреждения и могут оставаться под нагрузкой практически без потребления энергии).

Основные недостатки: воздух обладает высокой сжимаемостью, ввиду чего он при сжатии накапливает энергию, которая при известных условиях

может превратиться в кинетическую энергию движущихся масс и вызвать ударные нагрузки.

Вследствие этого пневматические силовые системы не обеспечивают без специальных дополнительных средств необходимой плавности и точности хода. Сжимаемость воздуха в пневмосистемах исключает возможность непосредственной фиксации органов управления в заданных промежуточных положениях. В равной мере в пневмоприводе затруднительно получение при переменной нагрузке равномерной и стабильной скорости. Помимо этого пневмоприводы имеют, как правило, более низкий КПД в сравнении с гидроприводами, а также требуют применения смазочных устройств.

Сжатый воздух для питания пневмосистем обычно вырабатывается компрессорами, обслуживающими пневмомашину всего предприятия либо определенную их группу.

2.7 Расчет силового привода

Необходимая сила зажима в пневмоприводе создается с помощью пневмоцилиндра. Необходимый диаметр цилиндра $D_{ц}$ для получения нужной силы зажима находим по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad (2.13)$$

где $p = 0,63 \text{ МПа}$ – давление сжатого воздуха;

$\eta = 0,9$ – КПД пневмоцилиндра.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 13512,5}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,9}} = 98,6 \text{ мм}$$

В качестве привода кондуктора выбираем пневмоцилиндр по ГОСТ 15608-81 с диаметром цилиндра 100 мм.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данного раздела – определение экономической целесообразности разработки технологического процесса детали «Втулка». Оценка ресурсоэффективности проекта.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести планирование технического проектирования работ;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.
- определить ресурсную (ресурсосберегающую) эффективность исследования.

3.1 Планирование технического проектирования работ

Планирование необходимых для осуществления проекта работ осуществляется в следующей последовательности:

- определение структуры работ в рамках проектирования;
- определение трудоемкости выполнения работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения технического проекта.

3.1.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 3.1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, Студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

3.1.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к.

зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [11]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (3.1)$$

где: $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

3.1.3 Разработка проведения технического проектирования

Таблица 3.2 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}
		t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{ожі}$, чел-дни	
Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент	1	3	2	1
					1
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	1	1	1	1

Продолжение таблицы 3.2

Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	10	15	12	12
Выполнение технологической части работы	Студент	10	12	11	11
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	5	7	6	3
					3
Выполнение конструкторской части	Студент	7	12	9	9
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	13	15	14	7
					7
Выполнение других разделов	Студент	18	19	18	18
Подведение итогов.	Студент	2	5	3	3

На основе таблицы 3.2 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 3.3 - Календарный план-график проведения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Колво дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль 2019			Март 2019			Апрель 2019			Май 2019			Июнь 2019		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, Студент	1	■														
			1	■														
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель.	1	■														
3	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	12		▬													
4	Выполнение технологической части работы	Студент	11				▬											
5	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	3				▬											
			3				▬											
6	Выполнение конструкторской части	Студент	9						▬									
7	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	7						▬									
			7						▬									
8	Выполнение других разделов	Студент	18								▬							
9	Подведение итогов.	Студент	3													▬		

▬ - Студент. ■ – Научный руководитель

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. По графику видно, что выполнение

технологической части работы и выполнение других разделов самые продолжительные части проекта. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в первой декаде июня.

3.2 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.2.1. Расчет материальных затрат технического проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [11]:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (3.2)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага	Лист	150	2,5	375
Ручка	Шт.	4	15	60
USB накопитель	М/бит	1	350	350
Степлер	Шт.	1	85	85
Скобы для степлера	Упаковка	2	10	20
Блокнот	Шт	1	100	100
Корректор	Шт	1	55	55
Итого:				1045

3.2.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как [11] :

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (3.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле[11]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (3.4)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [11]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}} \quad (3.5)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.

$Z_{\text{допл}}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$Z_{\text{допл}}$, руб.	$Z_{\text{р.к.}}$, руб.	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23250	2200	7639	33089	1273	12	15276
Студент	2344	350	808	3502	135	64	8640
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.							23916

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [11]:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (3.6)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12). Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{полн}}$, руб.
Руководитель	0,15	15276	2290	17566
Студент	0,12	8640	1037	9677
Итого $Z_{\text{осн}}$, руб.		23916	3327	27243

3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [11]:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (3.7)$$

где: $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30 %

Таблица 3.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	$Z_{\text{осн}}, \text{руб.}$	$Z_{\text{доп}}, \text{руб.}$	$K_{\text{внеб}}, \text{руб.}$	$Z_{\text{внеб}}, \text{руб.}$
Руководитель	15276	2290	0,30	5270
Студент	8640	1037	0,30	2903
Итого:				8173

3.2.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

3.2.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.8

Таблица 3.8 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование	Сумма, руб.	Доля, %
Материальные расходы	1045	2,4
Полная заработная плата	27243	62,8
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	8173	18,8
Накладные расходы	6945	16
Итого:	43406	100

3.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле[11]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.8)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к разработанному технологическому процессу детали «Втулка». Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1.Повышение производительности труда пользователя	0,40	5
2.Удобство в эксплуатации	0,30	5
3. Энергосбережение	0,18	4
4. Надежность	0,12	4
Итого:	1,00	18

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{pi} = 0,4 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4 + 0,12 \cdot 4 = 4,78$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

3.4. Выбор ресурсосберегающего технологического процесса

В процессе сравнения затрат на заводской и разработанный технологический процесс используется следующая группировка затрат по статьям:

- затраты на основные материалы за вычетом отходов;
- основная заработная плата производственных рабочих;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.4.1. Расчет стоимости заводского и разработанного технологического процесса

Цена материала одного изделия составляет [11]:

$$C_m = g_n \cdot C_M \text{ руб.} \quad (3.9)$$

где: g_n – норма расхода материала, кг;

C_M – стоимость материала, руб/кг.

1) $C_m = 16,2 \cdot 136 = 2203,2$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_m = 15,8 \cdot 136 = 2148,8$ руб. – разработанный тех.процесс.

Реализуемые отходы определяются по формуле [11]:

$$C_{отхQ} = (g_n - g) \cdot C_{отх} \quad (3.10)$$

где, g – вес изделия;

$C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие [11]:

$$C_{отх} = (g_n - g) \cdot C_{отх} \cdot Q \quad (3.11)$$

1) $C_{отх} = (16,2 - 3,12) \cdot 30 = 392,4$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_{отх} = (15,8 - 3,12) \cdot 30 = 380,4$ руб. – разработанный тех.процесс.

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят [11]:

$$C_m^I = C_m - C_{отх} \quad (3.12)$$

1) $C_m^I = 2148,8 - 380,4 = 1810,8$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_m^I = 2148,8 - 380,4 = 1768,4$ руб. – разработанный тех.процесс.

Основная заработная плата производственных рабочих на изделие.

Информация предоставлена планово-экономическим отделом АО НПЦ «Полюс».

1) $C_3 = 176$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_3 = 116,35$ руб. – разработанный тех.процесс.

Таблица 3.11- Заработная плата производственных рабочих на изделие

№	Наименование операций согласно технологического процесса	Профессия рабочего	Разряд работ	Норма времени на операцию t, час	Часовые тарифные ставки, руб.	Сдельные расценки (СР), руб.
2	Токарная	Токарь	3	0,06	92,4	5,54
4	Токарная	Токарная	4	0,083	104,44	8,67
5	Вертикально-сверлильная	Слесарь	4	0,64	104,44	66,84
7	Токарная	Токарь	5	0,076	111,16	8,45
Итого:						89,5

С учетом районного коэффициента для г.Томска 1.3:

$$C_3 = 89,5 \cdot 1,3 = 116,35 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством. Оплата труда полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 12 % от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия составит [11]:

$$C_{дон} = C_3 \cdot K_{дон} \quad (3.13)$$

1) $C_{дон} = 176 \cdot 0,12 = 21,12$ руб. – заводской тех.процесс.

2) $C_{дон} = 116,35 \cdot 0,12 = 14$ руб. – разработанный тех.процесс.

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью [11]:

$$C_{соц} = (C_з + C_{дон}) \cdot K_{соц} \quad (3.14)$$

Где: $K_{соц}$ – коэффициент единого социального налога ($K_{соц}=30\%$);

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

- 1) $C_{соц} = (176 + 21,12) \cdot 0,3 = 59,1$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{соц} = (116,35 + 14) \cdot 0,3 = 39,1$ руб. – разработанный тех.процесс.

Прямые затраты составят [11]:

$$C_n = C_m + C_з + C_{соц} \quad (3.15)$$

- 1) $C_n = 1810,8 + 197 + 59,1 = 2066,8$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_n = 1768,4 + 130,35 + 39,1 = 1937,85$ руб. – разработанный тех.процесс.

Общепроизводственные расходы составляют 30% от основной заработной платы [11]:

$$C_{пр} = C_з \cdot 30\% \quad (3.16)$$

- 1) $C_{пр} = 176 \cdot 0,3 = 52,8$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{пр} = 116,35 \cdot 0,3 = 34,9$ руб. – разработанный тех.процесс.

Производственная себестоимость включает в себя прямые затраты и общепроизводственные расходы [11]:

$$C_{о.пр.} = C_n + C_{пр} \quad (3.17)$$

- 1) $C_{о.пр.} = 2066,8 + 52,8 = 2119,6$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{о.пр.} = 1937,85 + 34,9 = 1972,75$ руб. – разработанный тех.процесс.

Общезаводские расходы составляют 10% от основной зарплаты [11]:

$$C_{о.з.} = C_з \cdot 10\% \quad (3.18)$$

- 1) $C_{о.з.} = 176 \cdot 0,1 = 17,6$ руб. – заводской тех.процесс.
- 2) $C_{о.з.} = 116,35 \cdot 0,1 = 11,6$ руб. – разработанный тех.процесс.

Внеплановые расходы составляют 0,9% от производственной себестоимости [11]:

$$C_{вн} = C_{о.пр} \cdot 0,9\% \quad (3.19)$$

1) $C_{вн} = 2119,6 \cdot 0,009 = 19$ руб. – заводской тех. процесс.

2) $C_{вн} = 1972,75 \cdot 0,009 = 17,8$ руб. – разработанный тех. процесс.

Таблица 3.12 Затраты на производство единицы продукции

№	Наименование статей затрат	Величина затрат, руб.		Экономия, руб.	Структура затрат, %
		заводской тех. процесс	разработанный тех. процесс		
1	Затраты на сырье и материалы	1810,8	1768,4	-42,4	88,3
2	Полная зарплата рабочих	197,12	130,35	-66,77	6,5
3	Отчисления на социальные нужды	59,1	39,1	-20	2
4	Накладные расходы	89,4	64,3	-25,1	3,2
	Итого:	2156,42	2002,15	-154,27	100

Определим экономическую эффективность предлагаемого варианта тех. процесса:

Годовая программа выпуска 1000 шт.

Годовая экономия предлагаемого варианта тех. процесса относительно существующего варианта с учетом годового объема выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_c - C_n) \times N = (2156,42 - 2002,15) \times 1000 = 154270 \text{ руб/год.}$$

В предлагаемом технологическом процессе снижена стоимость детали, за счет уменьшения нормы расхода материала и введением специального приспособления. Использование кондуктора позволило сократить время обработки детали. Как следствие, снижены такие статьи расходов как заработная плата и отчисления на социальное страхование.

На основании вышеперечисленного можно считать, что экономически технологический процесс эффективен.

4. Социальная ответственность.

Целью раздела «Социальная ответственность» является выявление и анализ вредных и опасных факторов, имеющих место на объекте, в данном случае – предприятие АО НПЦ «Полюс», и разработка мер по снижению воздействия этих факторов на персонал, а также принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

При этом необходимо следовать правилам, нормам, инструкциям и прочим документам, закрепленным в нормативно-правовых актах. Социальная ответственность должна обеспечивать: исключение несчастных случаев; защиту здоровья работников; снижение вредных воздействий на окружающую среду; экономное расходование невозобновляемых природных ресурсов.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В данном разделе рассматривается производственное помещение, промышленного предприятия АО НПЦ «Полюс», в котором производится изготовление детали типа «Втулка электровентильатора».

При производстве детали типа «Втулка» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, вертикально-сверлильный станок с ЧПУ, электроэрозионный станок.

Изготовление детали предполагает двухсменный режим работы. Сменный режим работы регламентируется статьей 103 ТК РФ.

Условия работы в ночное время должны регламентироваться согласно статье 96 Трудового кодекса Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

4.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Отличительной особенностью производства является вероятность воздействия на человека техногенных опасностей — явлений, вызывающих нежелательные последствия деятельности.

Совокупность факторов, воздействующих на человека в процессе труда, формирует условия труда, которые делятся на благоприятные и неблагоприятные. Условия труда определяются с помощью количественных показаний, устанавливаемых официальными документами (стандартами, нормами, правилами).

Так, на каждом предприятии организуется отдел охраны труда, целью которого является сохранение здоровья и обеспечение хорошего самочувствия человека в условиях производства.

Согласно ТК РФ, каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Немаловажной частью формирования благоприятных условий труда является организация рабочих мест. Так как при изготовлении детали «Втулка» используются в основном станки с ЧПУ, мы должны руководствоваться следующими стандартами.

- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
- ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

- ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.

Требования безопасности к рабочим местам предусматривают соответствие рабочего места и используемого оборудования правилам и стандартам безопасности. Применяемое оборудование и инструмент должны быть оснащены необходимыми средствами защиты - ограждениями, предохранительными приспособлениями, предупредительной сигнализацией. Обязательным условием безопасности рабочего места является оснащение его средствами индивидуальной защиты - защитными очками, спецодеждой и спецобувью, респираторами, диэлектрическими перчатками и т. д. Очень важно для обеспечения безопасности содержать используемое оборудование и инструмент в исправности. В соответствии с правилами безопасности на рабочих местах необходимо на видном месте вывешивать инструкции по технике безопасности и типовые технологические карты, содержащие перечень, сроки и последовательность выполнения технологических операций. При необходимости рабочие места обеспечивают соответствующей документацией - журналом приемки и сдачи смены, журналом проверки состояния техники безопасности и др.

4.2. Производственная безопасность.

Составим обобщающую таблицу «Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Втулка»» (табл.4.1), которая необходима для целостного представления обо всех выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, связи их с запроектированными видами работ.

Для выбора опасных и вредных факторов используем ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Таблица 4.1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	разработка	изготовлени е	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
2. Превышение уровня шума		+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	ГОСТ 12.1.002 – 84 ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ

4.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

В таблице 4.1 выявили вредные и опасные факторы, которые возникают в процессе разработки и изготовления детали «Втулка». Для снижения воздействия этих факторов, а также исключения случаев травматизма нужно провести анализ и разработать мероприятия по защите персонала.

4.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производстве. Мероприятия по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов.

1. Отклонение параметров микроклимата.

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	ПБ* (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплый	ПБ (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

*К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных	Диапазон выше оптимальных		Диапазон ниже оптимальных	Диапазон выше оптимальных
Холодный	Пб (233-290)	15-16,9	19,1-20	15-75	0,2	0,4
Теплый		16-18,9	21,1-27		0,2	0,5

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тел работающих от производственных источников, представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин: 21°С - при категории работ Пб.

Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной

возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Воздействие нагревающего микроклимата вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда. Нагревающий микроклимат может привести к заболеванию общего характера, которое проявляется чаще всего в виде теплового коллапса. Он возникает вследствие расширения сосудов и уменьшения давления в них крови. Обморочному состоянию предшествует головная боль, чувство слабости, головокружение, тошнота.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используется: механизация и автоматизация технологических процессов; устройство систем вентиляции, системы местного кондиционирования воздуха и отопления; защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов; применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы.

2. Превышение уровня шума

Источником возникновения шума на территории рассматриваемого производственного помещения являются технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Согласно ему, допустимые уровни звукового давления следует принимать, как в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В цехе уровень шума составляет 70 дБ.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Шум способен увеличивать содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин - даже во время сна. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам.

Шумы уровня 70-90 дБ при длительном воздействии приводят к заболеванию нервной системы, а более 100 дБ - к снижению слуха, вплоть до глухоты.

Для защиты от шума согласно «СП 51.13330.2011. Защита от шума» применяются строительно-акустические меры: звукоизоляция ограждающих конструкций; звукопоглощающие конструкции и экраны; глушители шума; правильная планировка и застройка. К шумопоглощающим относятся экраны, панели которых заполнены звукопоглощающим материалом: базальтовой ватой. Со стороны источника шума шумопоглощающие экраны покрыты перфорированным металлическим листом для улучшения вхождения звука в панель и последующего поглощения его кинетической энергии.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: противозумные вкладыши, наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

3. Отсутствие или недостаток естественного света

Недостаточная освещенность рабочей зоны

В производственном помещении предусматривается естественное, совмещенное и искусственное освещение.

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – определяет нормы освещенности для производственных помещений в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			Освещенность, лк		КЕО* е _н , %			
			при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Средней точности	IV	б*	500	200	4	1.5	2.4	0.9

*К подразряду зрительной работы «б» относится периодическая работа при постоянном пребывании в помещении.

Плохое освещение негативно воздействует на наше зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности: применение комбинированного освещения. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Электрический ток широко используется в промышленности. Устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток могут являться источниками опасности.

Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетоковедущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока -- 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока -- 8 В и 1 мА. Указанные данные приведены для продолжительности воздействия тока не более 10 мин в сутки.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства, которые делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током.

В электроустановках напряжением до 1000 В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление
2. Зануление.
3. Защитное отключение.
4. Защитные ограждения.

5. Разделительные трансформаторы. Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства.

4.3. Экологическая безопасность.

4.3.1. Анализ влияния производственного процесса на окружающую среду.

При изготовлении детали «Втулка» происходит процесс механической обработки металла на станках. Сопровождается данный процесс образованием металлической стружки, пыли, отработанной смазочно-охлаждающей жидкости. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему поступают из помещений в атмосферу. Также образуется промышленный мусор, загрязняющий литосферу. При промывке оборудования и его узлов может произойти загрязнение воды.

4.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Для обеспечения экологической безопасности возможно провести следующий комплекс мероприятий:

- использование отходов во вторичном производстве
- разработка и внедрение малоотходных техпроцессов
- использование нетоксичных веществ взамен токсичных
- разработка и использование нового оборудования с меньшим уровнем негативного воздействия на окружающую среду.
- утилизация или захоронение промышленных отходов
- использование фильтров для очистки воды и воздуха

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Рассмотрим вероятность ЧС техногенного характера – пожара.

При изготовлении детали «Втулка» применяются горючие материалы, а также используется электрооборудование, находящееся под напряжением. С учетом данных фактов, высока вероятность возникновения пожара.

Для предотвращения возникновения пожаров:

- 1) Проводятся профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
- 2) В каждом цехе предусмотрены меры эвакуации: запасные выходы, пожарные проходы, планы эвакуации.
- 3) Присутствуют средства пожаротушения.
- 4) В доступном месте висят инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планы эвакуации с телефонами спецслужб.
- 5) Имеется звуковая пожарная сигнализация.

Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

В разделе «социальная ответственность» были выявлены и проанализированы негативные факторы, которые сопровождают разработку и изготовление детали «Втулка» на промышленном предприятии АО НПЦ «Полюс». Производственный процесс сопровождается неблагоприятными условиями труда, негативным влиянием на окружающую среду, а также есть риск возникновения ЧС.

Определение и анализ данных факторов помогает разработать комплекс мер по предотвращению и уменьшению негативного влияния на жизнь и здоровье человека, а также на окружающую среду.

Заключение

По итогам проведенной выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка электровентильатора» на основании исходных данных с заданными характеристиками.

В первом разделе, был определен тип производства (мелкосерийное), произведен анализ технологичности конструкции детали и выбор исходной заготовки. Затем был разработан маршрутный технологический процесс и выполнен его размерный анализ. Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

Во втором разделе работы было спроектировано и рассчитано станочное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был разработан график проведения технического проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список использованных источников

1. Обработка металлов резанием: Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А.Панова. -М.: - Машиностроение, 1988. - 736 с.: ил.
2. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Скворцов В.Ф. Учебное пособие. Томск издательство ТПУ 2009,91с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е издание, перераб. и доп.- М.: Машиностроение,1986.654 с.,ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под редакцией А.М. Дальского, А.Г.Суслова, А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. 4-е издание, исправл.- М.,Машиностроение-1, 2003. 944 с.,ил.
5. Технологии машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. Н.М. Султан-заде и др.
6. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч./В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б.Романов, В.А. Брагинский.7-е изд.,перераб. и доп. –Е.: издательство АТП, 2015 год.-Ч.1 543 с.,ил.
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
8. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов. Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Е. Щукин. Под общей редакцией Ю.С. Степанова. М.: машиностроение, 1998. – 184 с.
9. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 101 с. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и

форм обучения /Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, Е.В. Ларионова, А.М. Плахов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 20 с.

10. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения / Сост. М.Э. Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 42 с.

11. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

Приложение А (обязательное)

Чертеж детали «Втулка электроventилятора»

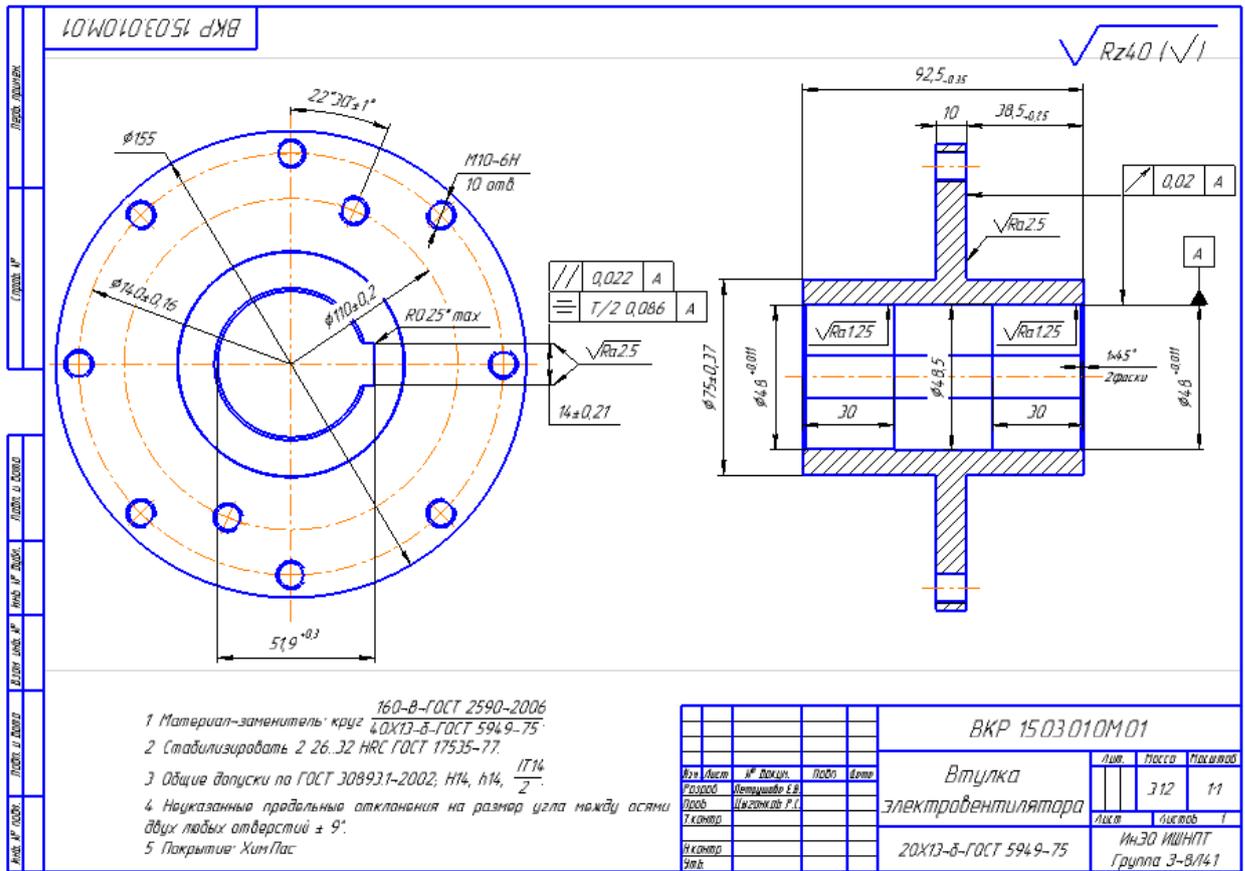


Рисунок А.1 – Чертеж детали «Втулка электроventилятора»

**Приложение Б
(обязательное)**

Размерная схема технологического процесса

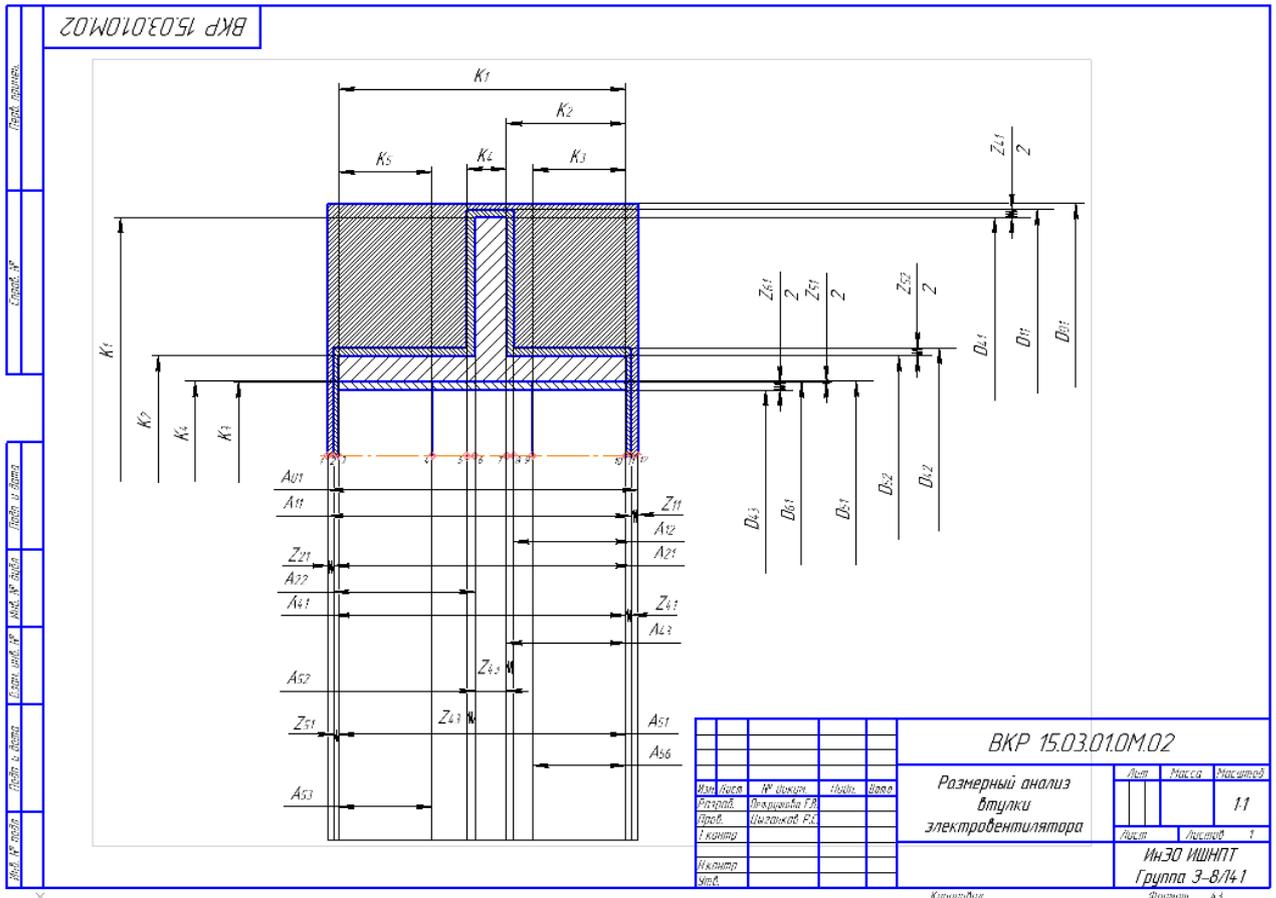


Рисунок Б.1 – Размерная схема технологического процесса

Приложение Г (обязательное) Технологическая оснастка

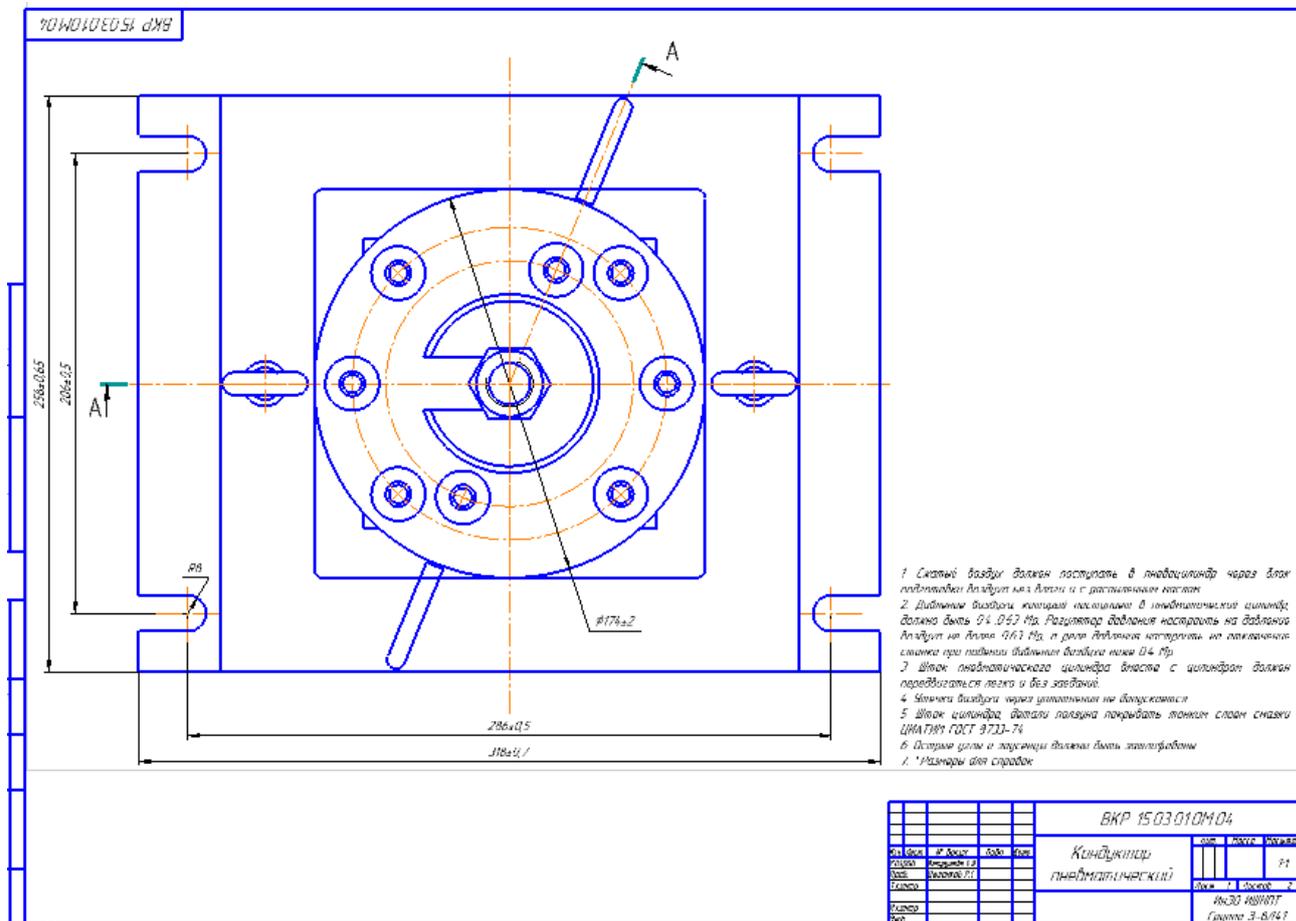


Рисунок Г.1 – Технологическая оснастка

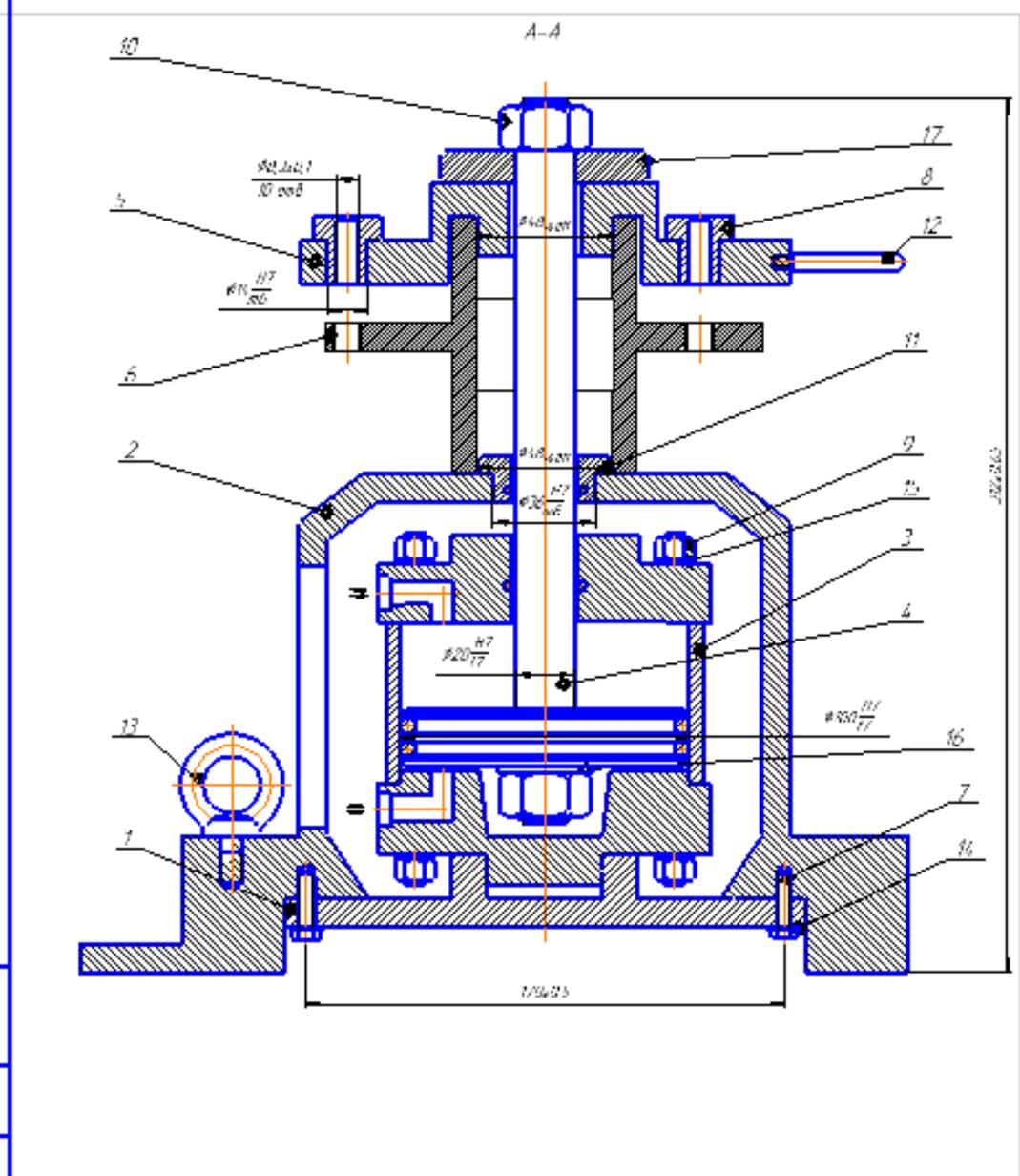


Рисунок Г.2 – Технологическая оснастка

Приложение Д
(обязательное)
Спецификация

		Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Знака					Лист
Лист. примеч.				<u>Документация</u>			
		A2		<u>Сборочный чертеж</u>			
	Специф. №				<u>Детали</u>		
			1		Основание	1	
			2		Корпус	1	
			3		Пневмоцилиндр	1	
		4		Шток поршня	1		
		5		Накладной кондуктор	1		
	6		Втулка электровентильатора	1			
				<u>Стандартные изделия</u>			
Лист. и дата		2		Болт М5х30 ГОСТ 7789-70	4		
		8		Втулка 7051-4082	10		
		9		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	4		
	Инв. № дубл.		10		Гайка М20 ГОСТ 5915-70	2	
			11		Опора 7034-0299	1	
			12		Рукоятка 7061-0056	2	
	Взам. инв. №		13		Рым-болт М8 ГОСТ 4751-73	2	
		14		Шайба 5Н ГОСТ 11371-78	4		
		15		Шайба 8Н ГОСТ 11371-78	4		
Лист. и дата		16		Шайба 20Н ГОСТ 11371-78	1		
		17		Шайба 7019-0499 ГОСТ 4087-69	1		
				ВКР 15.03.01.0М.05			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Петушова Е.В.					
	Проб.	Цыганкой Р.С.					
	Исполн.						
				Кондуктор пневматический			
				Лит.	Лист	Листов	
						1	
				ИнЭО ИШНПТ Группа 3-8/41			

Рисунок Д.1 – Спецификация